FESPA 24

Ευρωκώδικες

ΚΑΝ.ΕΠΕ., Κ.Α.Δ.Ε.Τ.

Το επίσημο εγχειρίδιο αναφοράς

ΛΟΓΙΣΜΙΚΗ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Αθήνα, Νοέμβριος 2023

Version 1.4.153

Περιεχόμενα

1 Fespa – συνοπτική περιγραφή 13

1.1 Εισαγωγή 13
1.2 Οντότητες. Εντολές και παράμετροι 14
1.3 Τα βήματα για την ολοκλήρωση μιας μελέτης 16
1.4 Συνοπτική τεχνική περιγραφή του Fespa 22
1.4.1 Εφαρμοζόμενοι κανονισμοί 22
1.4.2 Υλικά 23
1.4.3 Μέθοδοι υπολογισμού, γενικές αρχές 24
1.4.4 Κανονικότητα δομήματος 26
1.4.5 Τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις 27
1.4.6 Οριακή κατάσταση αστοχίας 27
1.4.7 Έλεγχοι οριακής κατάστασης περιορισμού βλαβών οργανισμού πλήρωσης 29
1.4.8 Συντελεστής συμπεριφοράς q 29
1.4.9 Ανάλυση του δομήματος 30
1.4.10 Κύριες (ή πρωτεύουσες) δοκοί 32
1.4.11 Κύρια (ή πρωτεύοντα) Υποστυλώματα 35
1.4.12 Κόμβοι Δοκού – Υποστυλώματος 37
1.4.13 Πλάστιμα Τοιχώματα 37
1.4.14 Δευτερεύοντα Σεισμικά Μέλη (Δ.Σ.Μ.) 38
1.4.15 Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας 39
1.4.16 Επιφανειακές θεμελιώσεις 41
1.4.17 Συνοπτική περιγραφή της ακολουθουμένης μεθόδου 42

2 Το περιβάλλον του προγράμματος 44

2.1 Στοιχεία του περιβάλλοντος 45
2.1.1 Η κεντρική οθόνη 45
2.1.2 Η κεντρική εργαλειογραμμή 47
2.1.3 Γραμμή πληροφοριών 51
2.1.4 Οι εργαλειοθήκες 51
2.1.5 Το παράθυρο των παραμέτρων 52
2.1.6 Γραμμή επιλογής ορόφων και υψομέτρων τους 59
2.1.7 Το πλαίσιο των διαφανών 60
2.1.8 Tags 66
2.1.9 Γραμμή βοηθητικών εργαλείων σχεδίασης 67
2.1.10 Γραμμή κατάστασης 69
2.1.11 Το μενού «Αρχεία» του προγράμματος 69
2.2 Πλήκτρα που χρησιμοποιούνται συχνά κατά τη σχεδίαση 72

2.3 Κοινές εντολές 73

3 3D απεικόνιση / επεξεργασία (OpenGL) NEO 80

3.1 Τί είναι η 3D απεικόνιση / επεξεργασία (OpenGL); 80
3.2 Το περιβάλλον της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας 81
3.2.1 Πλοήγηση στο περιβάλλον 3D απεικόνισης / επεξεργασίας 82
3.2.2 Τα εργαλεία της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας 85
3.2.3 Οι παράμετροι της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας 95
3.2.4 Απεικόνιση μοντέλου 96
3.2.5 Απεικόνιση περιβάλλοντος 103
3.2.6 Βοηθητικά στοιχεία 105
3.2.7 Πλοήγηση 109

4 Εντολές και παράμετροι στατικών μελών.....110

4.1 Κτίριο 110
4.1.1 Παράμετροι του Κτιρίου 111
4.1.2 Εντολές του κτιρίου 314
4.2 Όροφος 316
4.2.1 Παράμετροι του Ορόφου 316
4.2.2 Εντολές του Ορόφου 329
4.3 Πλάκα 330
4.3.1 Παράμετροι της Πλάκας 331
4.3.2 Εντολές της Πλάκας 342
4.4 Υποστύλωμα 346
4.4.1 Παράμετροι του Υποστυλώματος 346
4.4.2 Εντολές του Υποστυλώματος 393
4.5 Λοιπός κόμβος 413
4.5.1 Παράμετροι του Λοιπού κόμβου 414
4.5.2 Εντολές του Λοιπού κόμβου 417
4.6 Δοκός 422
4.6.1 Παράμετροι της Δοκού 424
4.6.2 Εντολές της Δοκού 495
4.7 Στήριξη 513
4.7.1 Παράμετροι της στήριξης 514
4.7.2 Εντολές της στήριξης 515
4.8 Πέδιλο 515
4.8.1 Παράμετροι του Πεδίλου 516
4.8.2 Εντολές των πεδίλων 521

4.9 Κοινές παράμετροι 522
4.9.1 Σχέδιο 523
4.9.2 Κείμενο 532
4.9.3 Εμφάνιση 538
4.9.4 Διαστάσεις 543
4.9.5 Τομή 547
4.9.6 Ίχνος βάσης 548
4.9.7 Διατομή 2 549

5 Εντολές και παράμετροι Παραγωγών και Επίλυσης ...550

5.1 Παραγωγές 550
5.1.1 Παραγωγή ανωτέρων ορόφων 551
5.1.2 Παραγωγή θεμελίωσης 555
5.1.3 Λοιπές εντολές των παραγωγών 564
5.1.4 Λοιπές παράμετροι των παραγωγών 597
5.2 Επίλυση 599
5.2.1 Παράμετροι της Επίλυσης 599
5.2.2 Εντολές της Επίλυσης 618

6 Οπλισμοί 624

6.1 Σίδερο πλάκας 624
6.1.1 Παράμετροι του Σίδερου πλάκας 624
6.1.2 Εντολές του Σίδερου πλάκας 625
6.2 Σίδερο δοκού 627
6.2.1 Παράμετροι του Σίδερου δοκού 627
6.2.2 Εντολές του Σίδερου δοκού 628
6.3 Σίδερο λεπτομερειών δοκού 630
6.3.1 Παράμετροι του Σίδερου λεπτομερειών δοκού 630
6.3.2 Εντολές του σίδερου λεπτομερειών δοκού 631
6.4 Επεξεργασία 632
6.4.1 Δημιουργία 632
6.5 Λεπτομέρειες οπλισμών 632
6.5.1 Παράμετροι των Λεπτομερειών οπλισμών 633
6.5.2 Εντολές των Λεπτομερειών οπλισμών 639

7 Δράσεις – Φορτία 641

7.1 Τι είναι οι «Δράσεις» 641
7.2 Ο χειρισμός των δράσεων μέσω παραμέτρων 643

7.3 Ο χειρισμός των δράσεων μέσω εντολών 649
7.3.1 Επεξεργασία 649
7.4 Ο χειρισμός των δράσεων μέσω πινάκων 650
7.4.1 Σεισμικές δράσεις – πίνακας 801 650
7.4.2 Δράσεις Pushover – πίνακας 801.1 651
7.4.3 Μόνιμες και μεταβλητές δράσεις 652
7.4.4 Δράσεις φορτίων 653
7.4.5 Δράσεις θερμοκρασίας – πίνακας 815 656
7.4.6 Δράσεις ατελειών – πίνακας 808 656
7.4.7 Υποχωρήσεις στηρίξεων 657
7.4.8 Συνδυασμοί δράσεων – πίνακας 816 658

8 Έλεγχος επάρκειας υποστυλωμάτων 663

8.1 Γενικά 663
8.2 Διατομή 665
8.2.1 Οι παράμετροι της διατομής 666
8.2.2 Εντολές της Διατομής 668
8.3 Ράβδοι Οπλισμού 673
8.3.1 Οι παράμετροι της οντότητας «Ράβδοι οπλισμού» 673
8.3.2 Εντολές της οντότητας «Ράβδοι οπλισμού» 675
8.4 Συνδετήρας διατομής 679
8.4.1 Οι παράμετροι του συνδετήρα διατομής 679
8.4.2 Εντολές του Συνδετήρα διατομής 680
8.5 Δείκτης διαμέτρου ράβδου 682
8.5.1 Οι παράμετροι του Δείκτη διαμέτρου ράβδου 682
8.5.2 Εντολές του Δείκτη διαμέτρου ράβδου 683
8.6 Υποστύλωμα 685
8.6.1 Παράμετροι του υποστυλώματος 685
8.6.2 Εντολές του υποστυλώματος 685
8.7 Παραγωγές 686
8.7.1 Παράμετροι των παραγωγών 686
8.7.2 Εντολές των παραγωγών 686
8.8 Η τυχούσα διατομή υποστυλώματος – θεωρητικό μέρος 687
8.8.1 Γενικά 687
8.8.2 Οι παραδοχές του υπολογισμού 687
8.8.3 Η διαξονική κάμψη της τυχούσας διατομής 688
8.9 Εφαρμογές και παραδείγματα 695
8.9.1 Παράδειγμα σιδερώματος μιας διατομής 696
8.9.2 Παράδειγμα ελέγχου υπάρχοντος 703
8.9.3 Παράδειγμα τυποποίησης οπλισμού υποστυλωμάτων και ελέγχου επάρκειας 712

8.9.4 Κατασκευή βιβλιοθήκης διατομών 716

9 Ερμηνεία αποτελεσμάτων 718

9.1 Ονοματολογία των φορτίσεων 718
9.1.1 Φορτίσεις 718
9.1.2 Συνδυασμοί στατικών φορτίσεων 719
9.1.3 Σεισμικοί συνδυασμοί..... 720
9.2 Γενικοί έλεγχοι δομήματος..... 720
9.2.1 Έλεγχοι απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων σε κάμψη 720
9.2.2 Κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη 722
9.2.3 Πλαστιμότητα καμπυλοτήτων μφ 725
9.2.4 Φαινόμενα δευτέρας τάξης – Σεισμικός αρμός, σχετική παραμόρφωση ορόφου, ποσοστό δυσκαμψίας δευτερευόντων σεισμικών μελών..... 726
9.2.5 Επίδραση τοιχοπληρώσεων-η_c ΣΠΕΜ Υποστυλωμάτων . 729
9.2.6 Φορτίσεις ανέμου 730
9.2.7 Φορτίσεις χιονιού 731
9.3 Αποτελέσματα επίλυσης πλακών..... 733
9.3.1 Γενικά στοιχεία πλακών ορόφου 733
9.3.2 Μέγιστα Αντιδράσεων 735
9.3.3 Έλεγχοι Ο. Κ. Λειτουργικότητας..... 735
9.3.4 Εντατικά μεγέθη, οπλισμοί ανοιγμάτων και στηρίξεων πλακών 743
9.3.5 Εντατικά μεγέθη πλακών (με δυσμενείς φορτίσεις) 745
9.3.6 Έλεγχος διάτμησης πλακών 745
9.3.7 Προμέτρηση πλακών 746
9.4 Αποτελέσματα επίλυσης χωρικού πλαισίου 747
9.4.1 Δεδομένα φάσματος..... 747
9.4.2 Ανάλυση δυναμικών χαρακτηριστικών..... 747
9.4.3 Οριζόντιες συνιστώσες..... 748
9.4.4 Κατακόρυφη συνιστώσα 748
9.4.5 Χωρικές επαλληλίες, πιθανοτικός προσδιορισμός συνδυασμού εντατικών μεγεθών 748
9.4.6 Τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις..... 749
9.4.7 Δυναμική ανάλυση 750
9.4.8 Απλοποιημένη φασματική μέθοδος - Μέθοδος της οριζόντιας δύναμης 752
9.4.9 Ελαστικός – Πλασματικός άξονας..... 752
9.4.10 Χωρικές επαλληλίες 754
9.5 Αποτελέσματα όπλισης δοκών ανωδομής 754
9.5.1 Γενικά στοιχεία δοκού 754

9.5.2 Εντατικά μεγέθη 755
9.5.3 Ανακατανομή ροπών 757
9.5.4 Οπλισμοί κάμψης δοκού 758
9.5.5 Οπλισμοί δοκού στον ξυλότυπο 763
9.5.6 Έλεγχοι λειτουργικότητας 764
9.5.7 Έλεγχος βέλους δοκού 768
9.5.8 Οπλισμοί διάτμησης δοκού 769
9.5.9 Μέγιστα απαιτούμενων οπλισμών δοκού 773
9.5.10 Έλεγχος διάτμησης κόμβων 774
9.5.11 Έλεγχος συνάφειας κόμβων 777
9.5.12 Έλεγχοι διαμόρφωσης λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα 780
9.5.13 Ράβδοι οπλισμού δοκού 782
9.5.14 Όπλιση τοιχώματος υπογείου 783
9.5.15 Προμέτρηση δοκού 784

9.6 Πεδιλοδοκοί - Πέδιλα 785
9.6.1 Γενικά στοιχεία πεδιλοδοκού 785
9.6.2 Γενικά στοιχεία πεδίλου 785
9.6.3 Φέρουσα ικανότητα εδάφους 785
9.6.4 Εντατικά μεγέθη μελών επί ελαστικού εδάφους – έλεγχος επιτρεπόμενης τάσης 791
9.6.5 Ράβδοι οπλισμού πεδίλου 792

9.7 Διαστασιολόγηση υποστυλωμάτων 793
9.7.1 Γενικά στοιχεία υποστυλώματος 793
9.7.2 Εντατικά μεγέθη υποστυλώματος 793
9.7.3 Οπλισμοί κάμψης υποστυλώματος 795
9.7.4 Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη 796
9.7.5 Οπλισμός διάτμησης, στρέψης & περίσφιγξης 799
9.7.6 Ράβδοι σιδηρού οπλισμού υποστυλώματος 804

9.8 Διαστασιολόγηση Τοιχωμάτων 805
9.8.1 Γενικά στοιχεία τοιχώματος 805
9.8.2 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος 806
9.8.3 Διαστασιολόγηση σε κάμψη 806
9.8.4 Διαστασιολόγηση σε τέμνουσα 811
9.8.5 Ράβδοι οπλισμού τοιχώματος 820
9.8.6 Προμέτρηση υποστυλώματος 820

9.9 Αναλυτικά αποτελέσματα 822
9.9.1 Αναλυτικά αποτελέσματα υποστυλωμάτων 822
9.9.2 Αναλυτικά αποτελέσματα πεδίλων 826

9.10 Έλεγχοι φέρουσας τοιχοποιίας 830
9.10.1 Σύνοψη των διενεργούμενων ελέγχων (EC6-1-1, EC8-1, EC8-3) 830
9.10.2 Υπολογισμός αντοχής φέρουσας τοιχοποιίας 830
9.10.3 Αναλυτικά αποτελέσματα 836

9.10.4 Έλεγχος επάρκειας πεσσών κατά EC8-1 843
9.10.5 Έλεγχος επάρκειας πεσσών κατά EC8-3 843
9.11 Συγκεντρωτικός πίνακας οπλισμών δοκών 848
9.12 Συγκεντρωτικός πίνακας οπλισμών υποστυλωμάτων 848
9.13 Έλεγχοι κοντού υποστυλώματος..... 849
9.14 Αποτελέσματα δυναμικής ανάλυσης χρονοϊστορίας..... 850
9.14.1 Μέσα φάσματα απόκρισης και έλεγχος κλιμάκωσης 850
9.14.2 Επιταχ/φήματα και φάσματα απόκρισης..... 851
9.14.3 Προϋποθέσεις εφαρμογής ελαστικής δυναμικής ανάλυσης 853
9.15 Αποτελέσματα αποτίμησης Φέρουσας Ικανότητας..... 855
9.15.1 Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας δοκών υπό στατικά φορτία 855
9.15.2 Ανελαστική ανάλυση (pushover)..... 858
9.15.3 Λόγοι επάρκειας (pushover)..... 861
9.15.4 Διαγράμματα Απαίτησης-Ικανότητας 870
9.15.5 Διαγράμματα αντοχής δοκών..... 884
9.15.6 Διαγράμματα αντοχής υποστυλωμάτων 887
9.15.7 Λόγοι επάρκειας (χρονοϊστορία) 897
9.15.8 Συγκεντρωτικοί λόγοι επάρκειας 902
9.15.9 Κατάταξη σε βασική σεισμική κλαση..... 903
9.15.10 Αναλυτικά αποτελέσματα αποτίμησης Ο/Σ .. 905
9.15.11 Αναλυτικά αποτελέσματα αποτίμησης φέρουσας τοιχοποιίας 917
9.16 Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος..... 945
9.16.1 Προσδιορισμός της σεισμικής απαίτησης 946
9.16.2 Προσδιορισμός της σεισμικής αντίστασης 946
9.16.3 Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης 949
9.17 Ενισχύσεις μελών από Ο/Σ 954
9.17.1 Μανδύες από έγχυτο/εκτοξευόμενο σκυρόδεμα 954
9.17.2 Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)..... 961
9.17.3 Μεταλλικός κλωβός..... 964
9.18 Έλεγχοι μελών από δομικό χάλυβα 966
9.18.1 Σύνοψη των διενεργούμενων ελέγχων (EC3-1-1 & EC8-1) 966
9.18.2 Υπολογισμός αντοχής μελών από δομικό χάλυβα 967
9.18.3 Αποτελέσματα δοκού ή υποστυλώματος από δομικό χάλυβα 969
9.18.4 Συνολική προμέτρηση μεταλλικών στοιχείων 981
9.19 Έλεγχοι σύμμικτων δοκών 982
9.19.1 Σύνοψη των διενεργούμενων ελέγχων (EC4-1-1) 982
9.19.2 Υπολογισμός αντοχής σύμμικτων δοκών 982
9.20 Αντισεισμικός σχεδιασμός Μεταλλικών κατασκευών..... 990

9.20.1 Βασικά σημεία EC8 & Σύγκριση με ΕΑΚ 990
9.21 Εφαρμογή του EC8-1 §6 991
9.21.1 Έλεγχος διατομής και έλεγχος μέλους σε κάμψη και θλίψη με σχεδιασμό σύμφωνα με τον EC8 991
9.21.2 Πλαίσια Ροπής 992
9.21.3 Πλαίσια με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα 993
9.21.4 Πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους 994

10 Γράφημα του φορέα σε τρείς διαστάσεις (3DV) 996

10.1 Τι είναι η τριδιάστατη απεικόνιση (3DV) 996
10.2 Το περιβάλλον του 3DV 996
10.3 Σε τι χρησιμεύει το 3DV 1000
10.3.1 Έλεγχος γεωμετρίας του φορέα 1000
10.3.2 Έλεγχος φορτίσεων 1002
10.3.3 Έλεγχος αποτελεσμάτων 1003
10.3.4 Σχεδίαση του φορέα 1006
10.4 Πληροφορίες κόμβων 1008
10.5 Πληροφορίες μελών 1009
10.6 Παραμορφώσεις του φορέα 1011
10.7 Διαγράμματα εντατικών μεγεθών 1013
10.8 Γραφική απεικόνιση φορτίων 1015
10.9 Τα αποτελέσματα της Pushover στο 3DV 1017
10.9.1 Εισαγωγή 1017
10.9.2 Εντολές 1019
10.10 Η ονοματολογία των φορτίσεων 1025
10.10.1 Παραμορφώσεις του φορέα 1025
10.10.2 Διαγράμματα εντατικών μεγεθών 1027

11 Σχεδίαση 1029

11.1 Καθορισμός εκτυπωτή και χαρτιού 1029
11.2 Έλεγχος πενών – συσχέτιση με χρώματα κάτοψης 1031
11.3 Μονόχρωμη και έγχρωμη σχεδίαση 1032
11.3.1 Μονόχρωμη σχεδίαση 1033
11.3.2 Έγχρωμη σχεδίαση με χρώματα οθόνης 1033
11.3.3 Έγχρωμη σχεδίαση με χρώματα πενών 1034
11.4 Η διαδικασία της σχεδίασης 1034
11.5 Σχεδίαση σε συσκευές παλαιότερης τεχνολογίας 1039
11.6 Η πρόχειρη σχεδίαση 1041

12 Εκτύπωση τεύχους μελέτης 1042

12.1 Εισαγωγή 1042
12.2 Η χρήση του προγράμματος..... 1044
12.3 Επιπλέον δυνατότητες του προγράμματος 1048
12.4 Συνεργασία του «Τεύχους» με άλλα προγράμματα 1050

13 CAD Organizer 1055

13.1 Επικοινωνία με το AutoCAD® 1055
13.1.1 Παράμετροι CAD 1057
13.1.2 Η διαδικασία της φύλαξης 1060
13.1.3 Η ονοματολογία των layers 1061
13.1.4 Πρακτικές συμβουλές 1063

14 Συχνές ερωτήσεις & θέματα προσομοίωσης.....1069

14.1 Γενικά θέματα χειρισμού 1069
14.1.1 Απομείωση της διατομής τοιχώματος καθ'ύψος σε υποστύλωμα 1071
14.2 Θέματα θεμελιώσεων..... 1074
14.3 Πλάκες 1074
14.3.1 Ανισοσταθμία μεταξύ πλακών (Split-level, πατάρι) 1074
14.3.2 Προσομοίωση τρύπας σε πλάκα 1078
14.4 Ξυλότυπος, αποτελέσματα και κανονισμοί..... 1079
14.5 Θέματα προσομοίωσης..... 1080
14.5.1 Διαφραγματική λειτουργία σε κτίριο από σκυρόδεμα..... 1080
14.5.2 Διαφραγματική λειτουργία σε κτίριο από Δομικό χάλυβα 1081

15 Βιβλιογραφία 1084

15.1 Ελληνική..... 1084
15.2 Αγγλική..... 1084

A1 Θεωρητικά στοιχεία..... μορφή1086

1.1 Ελαστικός άξονας, πόλος στροφής κτιρίου 1086
1.2 Η μέθοδος υπολογισμού ταυτόχρονων τιμών..... 1093
1.1 Βιβλιογραφία 1096

1.3 Αγγλική..... 1096

1

Fespa – συνοπτική περιγραφή

1.1 Εισαγωγή

Τι είναι το Fespa

Το Fespa είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα λογισμικού, για την ανάλυση, διαστασιολόγηση, απεικόνιση, έλεγχο και σχεδίαση δομημάτων τριών διαστάσεων. Βασίζεται στις αρχές του ελεύθερου σχεδιασμού, πλήρως εκμεταλλευόμενο τις δυνατότητες των Microsoft Windows, για τα οποία είναι γραμμένο. Μπορείτε να δημιουργήσετε το προσομοίωμα της κατασκευής σας, να το ελέγξετε γραφικά, να το αναλύσετε, να το οπλίσετε, να επιθεωρήσετε τα αποτελέσματα, να δημιουργήσετε τα τεύχη υπολογισμών και τα σχέδια μιας κατασκευής, και όλα αυτά μέσα στο ίδιο σύστημα και με όμοια λογική. Με ενεργή βάση δεδομένων στο κέντρο του, το Fespa ελέγχει και διαχειρίζεται όλες αυτές τις διαδικασίες.

1.2 Οντότητες. Εντολές και παράμετροι

Το πρόγραμμα είναι βασισμένο στη λογική των «**Οντοτήτων**» (ή Αντικειμένων, Objects). Αυτό σημαίνει ότι το μοντέλο του φορέα αποτελείται από οντότητες (όπως οι πλάκες, οι δοκοί, οι κόμβοι, τα σίδερα των πλακών, κ.λπ.). Κάθε μία από αυτές τις οντότητες έχει το δικό της σύνολο από «**Παραμέτρους**» (π.χ. το πάχος της πλάκας, το ύψος της δοκού, η ποιότητα σκυροδέματος του υποστυλώματος, κ.λπ.) και «**Εντολές**» (π.χ. η προσθήκη πλάκας, η κίνηση υποστυλώματος, η διαγραφή δοκού, κ.λπ.).



Εντολές

Οι **εντολές** είναι οι λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει το πρόγραμμα για τη συγκεκριμένη οντότητα. Για παράδειγμα, αν η επιλεγμένη οντότητα είναι η πλάκα, οι διαθέσιμες εντολές είναι η «Προσθήκη», η «Διαγραφή», η «Αλλαγή ονόματος», η «Κίνηση κορυφής», κ.λπ.

Όλες οι εντολές του Fespa λειτουργούν με τη σειρά **Εντολή – Αντικείμενο**, που σημαίνει ότι πρώτα δίνεται η εντολή και ακολούθως επιλέγεται το αντικείμενο πάνω στο οποίο θα εφαρμοστεί. Βλέπε §2.1.4.

Κάποιες εντολές εκτελούνται άμεσα, και δεν απαιτούν περισσότερες πληροφορίες από το μελετητή. Παράδειγμα τέτοιας εντολής είναι η «Προσαρμογή δοκών», η οποία απαιτεί ένα και μόνο κλικ του mouse, πάνω στο σχετικό εικονίδιο.

Οι περισσότερες όμως εντολές ολοκληρώνονται μετά από σειρά ενεργειών του μελετητή (χρήση του mouse ή των πλήκτρων). Παράδειγμα είναι η «Διαγραφή», η οποία μόλις ενεργοποιηθεί, ζητά από το μελετητή να δείξει με το mouse το προς διαγραφή στοιχείο (πλάκα, υποστύλωμα, κ.λπ.). Άλλες εντολές απαιτούν περισσότερες από μία κινήσεις για την ολοκλήρωσή τους, όπως π.χ. η «Προσθήκη δοκού».

Σημείωση

Το πρόγραμμα οδηγεί το μελετητή του, με τα μηνύματα που εμφανίζει στη γραμμή κατάστασης (βλ. §2.1.1 και Εικόνα 2.1), παρέχοντας συνεχή βοήθεια και εξηγώντας ποιο είναι το επόμενο βήμα του χρήστη στην εντολή που εκτελεί.



Παράμετροι

Οι **παράμετροι** είναι οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν κάθε οντότητα ή καθορίζουν την εμφάνισή της. Π.χ. για την πλάκα, μερικές παράμετροι είναι ο «Τύπος», το «Πάχος», το «Κινητό φορτίο», η «Ποιότητα beton», το «Χρώμα περιγράμματος», η «Πένα», κ.λπ.

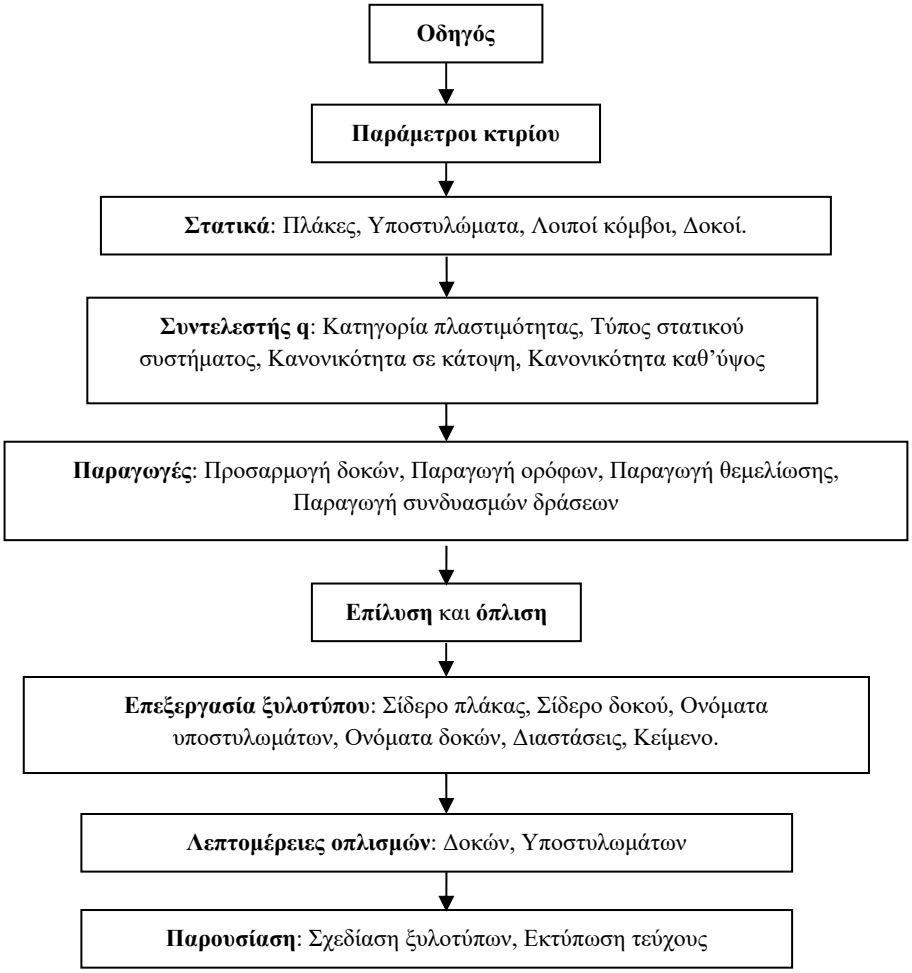
Με τις εντολές «**Πάρε παραμέτρους**» και «**Δώσε παραμέτρους**» ελέγχονται ή και τροποποιούνται οι παράμετροι κάθε οντότητας. Βλέπε §2.1.5 και §2.3.

Επίσης, οι παράμετροι λειτουργούν **κληρονομικά** με την εξής σειρά: Κτίριο > Όροφοι > Μέλη. Αυτό σημαίνει ότι κάθε μεταβολή παραμέτρων της οντότητας «Κτίριο» μεταβιβάζεται σε όλα τα μέλη όλων των ορόφων. Αντίστοιχα, όταν τροποποιηθεί μια παράμετρος του τρέχοντος ορόφου, αυτή μεταβιβάζεται σε όλα τα μέλη του, όχι όμως στα μέλη άλλων ορόφων.

Όλες οι αρχικές τιμές των παραμέτρων περιέχονται στο αρχείο αρχικών τιμών (fspvals.tek). Είναι στην επιλογή του μελετητή να μεταβάλλει τις τιμές αυτές, έτσι ώστε να δημιουργήσει το δικό του σύνολο προεπιλεγμένων τιμών για κάθε νέα μελέτη που ξεκινά. (Εντολή «Αρχεία > Αρχικές τιμές»).

1.3 Τα βήματα για την ολοκλήρωση μιας μελέτης

Όλη η διαδικασία εισαγωγής και επεξεργασίας δεδομένων, επίλυσης, όπλισης, αλλαγών και σχεδίασης γίνεται μέσα στο ενοποιημένο περιβάλλον εργασίας του προγράμματος. Η πορεία εργασίας συνοψίζεται στην Εικόνα 1.1.



Εικόνα 1.1: *Συνοπτική πορεία εργασίας στο Fespa*

Πιο αναλυτικά, τα βήματα για την ολοκλήρωση μιας μελέτης έχουν ως εξής:



Δημιουργία οδηγού του σχεδίου

Ο οδηγός είναι ένα πλέγμα γραμμών (περασιών) με διακριτά και ενεργά τα σημεία τομής τους, που καλούνται **σημεία έλξης** του. Διευκολύνει την ακριβή εισαγωγή δεδομένων, διότι οι κορυφές των πλακών, οι κορυφές των υποστυλωμάτων και οι λοιποί κόμβοι έλκονται, κατά την περιγραφή ή κίνησή τους, από τα σημεία έλξης.

Σημεία έλξης δεν έχει μόνο ο οδηγός. Σημεία έλξης διαθέτουν όλα τα στατικά (δοκοί, υποστυλώματα, κλπ.) και γραμμικά (γραμμές, τόξα, κλπ.) στοιχεία, προκειμένου να γίνεται ακριβέστερα και ταχύτερα η επεξεργασία του σχεδίου.

Αν υπάρχει διαθέσιμο το αρχιτεκτονικό του κτιρίου σας (σε μορφή TEK ή DXF), χρησιμοποιείστε το για να επιταχύνετε τη διαδικασία εισαγωγής της κάτοψης.

Γενικές παράμετροι του κτιρίου



Κτίριο. Εδώ δίνετε τα χαρακτηριστικά στοιχεία και τις ποιότητες των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή, τις παραμέτρους του φάσματος σχεδιασμού για την εφαρμογή του Αντισεισμικού Κανονισμού (ζώνη, σπουδαιότητα), καθώς και τα χαρακτηριστικά του εδάφους (επιτρεπόμενη τάση, κλπ). Περισσότερα στην §4.1.



Όροφος. Μπορείτε να αλλάξετε τις τιμές που αφορούν συγκεκριμένο όροφο (αυτόν που είναι ο τρέχων στην οθόνη), χωρίς να επηρεάζονται οι αντίστοιχες τιμές άλλων ορόφων (π.χ. τη χρήση ορόφου, ή την ποιότητα σκυροδέματος). Λεπτομέρειες στην §4.2.

Στατικά – Περιγραφή προσομοιώματος κτιρίου



Πλάκες. Έχετε τη δυνατότητα να περιγράψετε πλάκες τετραέρειστες, αμφιέρειστες, τριέρειστες, διέρειστες και προβόλους. Από την επιλογή **«Πλάκα» - «Προσθήκη με επόμενο όνομα»,** δημιουργείτε τις πλάκες του κάθε ορόφου. Λεπτομέρειες στην §4.3.

Μπορείτε, από τις ομάδες παραμέτρων «**Διατομή**» και **«Φορτία»,** να τροποποιήσετε για την κάθε πλάκα τα αντίστοιχα στοιχεία.



Υποστύλωμα. Χρησιμοποιώντας την επιλογή **«Υποστύλωμα» - «Προσθήκη με επόμενο όνομα»,** τοποθετείτε τα υποστυλώματα του ορόφου. Από την ενότητα **«Διατομές»** των παραμέτρων του**,** προσδιορίζετε τη διατομή που θέλετε για κάθε υποστύλωμα. Λεπτομέρειες στην §4.4.



Λοιποί κόμβοι. Τοποθετείτε τους λοιπούς κόμβους επιλέγοντας από την εργαλειοθήκη **«Λοιπός κόμβος» - «Προσθήκη με επόμενο όνομα»** στις επιθυμητές θέσεις, που συνήθως είναι σημεία οδηγού. Οι λοιποί κόμβοι

χρειάζονται σε σημεία διασταύρωσης δοκών (χωρίς να υπάρχει υποστύλωμα στο σημείο της διασταύρωσης), σε σημεία αλλαγής φορτίων δοκού, σε σημεία εφαρμογής συγκεντρωμένων φορτίων, ή εκεί όπου θα τοποθετήσετε φυτευτά υποστυλώματα. Λεπτομέρειες στην §4.5.



Αν στην κάτοψη υπάρχουν τοιχώματα, τότε περνάτε και από την επιλογή **«Κόμβοι τοιχώματος»,** για να τοποθετήσετε τους λοιπούς κόμβους στα άκρα των τοιχωμάτων.



Δοκοί. Με την επιλογή **«Δοκός» - «Έξυπνη εισαγωγή»,** περιγράφετε τις δοκούς του ορόφου σας και, από την ενότητα **«Διατομές»** των παραμέτρων, επιλέγετε την κατάλληλη διατομή για κάθε δοκό. Λεπτομέρειες στην §4.6.

Οι δοκοί διακρίνονται σε «σχεδιαστικές» (αυτές που θα τυπωθούν στο σχέδιο του ξυλοτύπου) και «στατικές» (αυτές του χωρικού προσομοιώματος). Παρεμβαίνοντας στα «**Διαφανή**», ή τις επιλογές «**Μοντέλο**» και «**Στατικά σχέδια**», μπορείτε να εμφανίσετε στην οθόνη τις μεν ή (και) τις δε.

> Η διάκριση σε στατική και σχεδιαστική δοκό εξυπηρετεί αποκλειστικά και μόνο την απεικόνιση και σχεδίαση του φορέα. Για το πρόγραμμα δεν υπάρχουν δύο κατηγορίες δοκών.



Φύλαξη αρχείου. Με αυτή την εντολή της κεντρικής εργαλειοθήκης, σώζετε στο δίσκο το αρχείο της μελέτης. Αν είναι η πρώτη φορά που εκτελείται η εντολή, το πρόγραμμα ζητά το όνομα καθώς και τον κατάλογο μέσα στον οποίο θα σωθεί το αρχείο (π.χ. «Διώροφο.tek»).

Παραγωγές





Προσαρμογή δοκών. Η εντολή αυτή (του μενού «Παραγωγές») επιλέγεται αφού έχουν περιγραφεί οι πλάκες, αλλά και η συνδεσμολογία των δοκών, και σκοπό έχει να χρεώσει στην κάθε δοκό τις κατάλληλες πλάκες. Η χρέωση αυτή γίνεται αφενός μεν για να υπολογιστεί το συνεργαζόμενο πλάτος και να αποκτήσει κάθε δοκός τα σωστά φορτία από την επίλυση των πλακών, αφετέρου για τη σωστή σχεδίαση του περιγράμματος των πλακών. Λεπτομέρειες στην §5.1.3.1.



Τέλος, εκτελέστε την εντολή «**Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων**», ώστε το πρόγραμμα αυτόματα να μεταβάλλει το μήκος όλων των σχεδιαστικών δοκών του ορόφου, έτσι ώστε αυτές να εφάπτονται με τα υποστυλώματα στα οποία συντρέχουν και να σχεδιάζονται σωστά στον ξυλότυπο. Επίσης υπολογίζει και επανασχεδιάζει στις σωστές θέσεις τα μήκη των άκαμπτων απολήξεων όλων των δοκών του ορόφου. Λεπτομέρειες στην §5.1.3.7.



Παραγωγή ορόφων. Χρησιμοποιείτε την επιλογή **«Παραγωγές» - «Παραγωγή ορόφου»,** για να κάνετε παραγωγή των ανώτερων ορόφων. Έπειτα περνάτε σε

κάθε όροφο (με κλικ στους αντίστοιχους σελιδοδείκτες) για να κάνετε, αν χρειάζονται, τροποποιήσεις. Λεπτομέρειες στην §5.1.1.1.



Μια πρώτη επίλυση. Επιλέγετε την **«Επίλυση» - «Επίλυση κτιρίου»,** ώστε να υπολογιστούν τα φορτία των υποστυλωμάτων του χωρικού πλαισίου.

Παραγωγή θεμελίωσης. Από την κεντρική εργαλειογραμμή, διαλέγετε πάλι «**Παραγωγές**» και δίνετε την εντολή «**Παραγωγή πεδίλων**».



Πέδιλα. Δίνετε τις εκκεντρότητες, αν υπάρχουν, των πεδίλων από τις παραμέτρους του **«Πεδίλου»** της κεντρικής εργαλειογραμμής.

Συνδετήριες δοκοί. Διαμορφώνετε τις συνδετήριες δοκούς της θεμελίωσης από την εντολή «**Δοκός**» και την επιλογή **«Διατομή»** των παραμέτρων**.**

Διαστασιολόγηση πεδίλων. Έχοντας κάνει μια πρώτη επίλυση, ζητάτε από την εντολή **«Παραγωγές»,** τη **«Διαστασιολόγηση πεδίλων»** βάσει των δεδομένων της επίλυσης. Το πρόγραμμα έχει, από την επίλυση, πλήρως καθορισμένα τα στοιχεία που χρειάζεται προκειμένου να διαστασιολογήσει τα πέδιλα, έτσι ώστε να μη δημιουργείται υπέρβαση της επιτρεπόμενης τάσης του εδάφους, αλλά και να προκαλούνται περίπου ίσες βυθίσεις σ' αυτά.



Χρήση των πινάκων. Με το πλήκτρο «Πίνακες» της κεντρικής εργαλειοθήκης, το πρόγραμμα μεταβαίνει στη λειτουργία της απεικόνισης των δεδομένων του χωρικού σε μορφή πινάκων. Από εδώ μπορείτε να δείτε ομαδοποιημένες ανά όροφο όλες τις παραμέτρους των μελών του φορέα (πλακών, υποστυλωμάτων, κόμβων, δοκών, στηρίξεων, κλπ.) και να κάνετε έλεγχο ή και αλλαγές στις τιμές τους πριν την επίλυση / όπλιση.



Επίλυση / όπλιση και έλεγχος του φορέα

Επίλυση. Από την **«Επίλυση»** ζητάτε πρώτα την **«Επίλυση πλακών»** και ακολούθως την **«Επίλυση χωρικού»,** ή ζητάτε απευθείας την **«Επίλυση κτιρίου»,** η οποία θα κάνει πρώτα επίλυση πλακών και αμέσως μετά επίλυση χωρικού. Λεπτομέρειες στην §5.2



Γράφημα φορέα. Από την κεντρική εργαλειοθήκη διαλέγετε το **«Γράφημα φορέα (3DV)»**, οπότε το πρόγραμμα μεταβαίνει στη λειτουργία της τρισδιάστατης απεικόνισης του χωρικού προσομοιώματος. Αυτό γίνεται αφενός για να ελέγξετε, σε τρεις διαστάσεις, αν τα δεδομένα του χωρικού είναι σωστά, αφετέρου για να δείτε το φορέα παραμορφωμένο από κάθε φόρτιση και να ελέγξετε τη μορφή παραμόρφωσής του. Εδώ μπορείτε να δείτε και τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών επιλεγμένων μελών ή και όλου του φορέα. Αναλυτικά για τη χρήση και τις δυνατότητες του 3DV, δείτε το Κεφάλαιο 10 «Γράφημα του φορέα σε τρεις διαστάσεις».



Οπλισμοί. Από την κεντρική εργαλειοθήκη επιλέγετε **«Επίλυση» - «Οπλισμός κτιρίου»**. Με την εντολή αυτή, γίνονται όλοι οι έλεγχοι στις διατομές των

υποστυλωμάτων και δοκών, σύμφωνα με τον επιλεγμένο κανονισμό, τοποθετούνται τα τελικά σίδερα σε κάθε διατομή και εμφανίζονται στην οθόνη, στον ξυλότυπο της μελέτης.

Επεξεργασία ξυλοτύπων



Τακτοποίηση οπλισμών. Με τις εντολές «Σίδερο πλάκας» και «Σίδερο δοκού», μπορείτε να μετακινήσετε και να τροποποιήσετε τα σίδερα των οπλισμών που υπολόγισε και τοποθέτησε το Fespa. Λεπτομέρειες στις §6.1 και §6.2. Επίσης χρήσιμες είναι οι εντολές «Κίνηση ονόματος» του υποστυλώματος και της δοκού. Με τις γραμμικές οντότητες (γραμμές, διαστάσεις, κείμενα) βελτιώνεται περαιτέρω η εμφάνιση του ξυλοτύπου.



Η τακτοποίηση ξυλοτύπου σε τυπικούς ορόφους διευκολύνεται πολύ από την εντολή «Παραγωγές > Τοποθέτηση ονομάτων και οπλισμών». Βλέπε και §5.1.3.13.



Λεπτομέρειες οπλισμών

Το πλήκτρο αυτό της κεντρικής εργαλειογραμμής κάνει διαθέσιμες στο μελετητή δύο ακόμη εντολές:



Λεπτομέρειες υποστυλωμάτων. Ανοίγει νέο παράθυρο στο οποίο περιέχονται σε τομή όλα τα υποστυλώματα των ορόφων με τους οπλισμούς (διαμήκεις και συνδετήρες) και τους δείκτες των διαμέτρων τους. Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας των λεπτομερειών, αποθήκευσης του σχεδίου σε αρχείο με ξεχωριστό όνομα, και σχεδίασής τους. Δείτε και το Κεφάλαιο 8, στο οποίο περιγράφονται όλες οι σχετικές εντολές χειρισμού λεπτομερειών υποστυλωμάτων.



Αναπτύγματα οπλισμού δοκών. Αφού ο μελετητής δείξει τη δοκό που επιθυμεί, το πρόγραμμα ανοίγει νέο παράθυρο στο οποίο εμφανίζεται διαμήκης τομή της με όλους τους οπλισμούς της σε ανάπτυγμα. Και εδώ ο μελετητής έχει δυνατότητα τροποποιήσεων των οπλισμών, αποθήκευσης του σχεδίου σε αρχείο με ξεχωριστό όνομα, και σχεδίασής του. Λεπτομέρειες στην §6.5.2.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων



Σχεδίαση ξυλοτύπων. Αν έχετε συνδεδεμένο εκτυπωτή ή σχεδιογράφο (plotter) και εγκατεστημένο τον κατάλληλο οδηγό, επιλέγοντας την εντολή «**Σχεδίαση**», ανοίγει ένα νέο παράθυρο στο οποίο απεικονίζεται το περίγραμμα του χαρτιού. Μέσα σε αυτό τοποθετείτε το σχέδιό σας (αφού επιλέξετε εκτυπωτή, χαρτί, κλίμακα και πένες) και δίνετε την εντολή για σχεδίαση. Αναλυτική παρουσίαση της διαδικασίας υπάρχει στο Κεφάλαιο 11 «Σχεδίαση».

Σχεδίαση λεπτομερειών. Όταν ο μελετητής μεταβεί σε παράθυρο απεικόνισης λεπτομερειών (υποστυλωμάτων ή αναπτυγμάτων δοκών), δίνοντας την εντολή

"Φύλαξη" από το menu των «Αρχείων», φυλάσσεται στο δίσκο το αρχείο του σχεδίου που υπάρχει στη οθόνη. Το όνομα που το πρόγραμμα δίνει σε αυτό περιγράφει και το περιεχόμενό του (π.χ. «Διώροφο_Λεπτ_Υποστ.tek»). Το αρχείο αυτό μπορείτε να το καλέσετε από τη «Σχεδίαση», να το τοποθετήσετε σε χαρτί (μόνο του ή με τον ξυλότυπο) και τέλος να το σχεδιάσετε.



Εξαγωγή αρχείου τύπου DXF. Αν πρόκειται να τυπώσετε σε σχεδιογράφο εκτός γραφείου, ή αν θέλετε να δώσετε το σχέδιό σας σε κάποιον που διαθέτει άλλο σχεδιαστικό πρόγραμμα, υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής σε αρχείο τύπου AutoCAD (DXF). Λεπτομέρειες στο Κεφάλαιο 13 «CAD Organizer».



Εκτύπωση τεύχους. Από το κεντρικό Menu διαλέγετε **«Κτίριο»** και «**Τεύχος**» για να ξεκινήσετε τη διαδικασία αυτόματης παραγωγής και εκτύπωσης του τεύχους των αποτελεσμάτων της τρέχουσας μελέτης στον Printer. Μέσα από τις επιλογές του προγράμματος αυτού, επιλέγετε ποια δεδομένα ή αποτελέσματα θα τυπωθούν και για ποιους ορόφους. Για αναλυτική παρουσίαση του προγράμματος, βλέπε και Κεφάλαιο 11 «Εκτύπωση τεύχους μελέτης».

1.4 Συνοπτική τεχνική περιγραφή του Fespa

1.4.1 Εφαρμοζόμενοι κανονισμοί

Κατά την σύνταξη της μελέτης του δομήματος, εφαρμόζονται οι παρακάτω κανονισμοί και διατάξεις.

Εθνικά Πρότυπα Ευρωκωδίκων

- ΕΛΟΤ ΕΝ 1990: 2002 Ευρωκώδικας: "Βάσεις Σχεδιασμού"
- ΕΛΟΤ ΕΝ 1991: 2002 Ευρωκώδικας 1: "Δράσεις"
- ΕΛΟΤ ΕΝ 1992 Ευρωκώδικας 2: "Σχεδιασμός φορέων από Σκυρόδεμα"

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1992-1-1: 2005: Γενικοί Κανόνες και κανόνες για κτίρια,

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1992-1-2: 2005: Γενικοί Κανόνες: Δομοστατικός σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς.
- ΕΛΟΤ ΕΝ 1993 Ευρωκώδικας 3: "Σχεδιασμός Φορέων από Χάλυβα"

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1993-1-1: 2005: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1993-1-3: 2006: Γενικοί κανόνες Πρόσθετοι κανόνες για μέλη και φύλλα ψυχρής έλασης.

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1993-1-8: 2005: Σχεδιασμός κόμβων
- ΕΛΟΤ ΕΝ 1995 Ευρωκώδικας 5: " Σχεδιασμός Ξύλινων Φορέων"
- ΕΛΟΤ ΕΝ 1996 Ευρωκώδικας 6: "Σχεδιασμός Φορέων από Τοιχοποιία"
- ΕΛΟΤ ΕΝ 1997 Ευρωκώδικας 7: "Γεωτεχνικός Σχεδιασμός"

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1997-1: 2005: Γενικοί κανόνες
- ΕΛΟΤ ΕΝ 1998 Ευρωκώδικας 8: "Αντισεισμικός Σχεδιασμός"

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1998-1: 2005: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1998-3: 2005: Αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και ενισχύσεις κτιρίων

  ΕΛΟΤ ΕΝ 1998-5: 2005: Θεμελιώσεις, φορείς αντιστήριξης και γεωτεχνικά θέματα

Παραρτήματα

Τα Παραρτήματα (κανονιστικά ή πληροφοριακά) των αναφερομένων κανονισμών λαμβάνονται υπόψη κατά την σύνταξη της μελέτης.

Εθνικά Προσαρτήματα

Με την επιλογή του Εθνικού Προσαρτήματος λαμβάνονται υπόψη οι Εθνικά Προσδιορισμένες Παράμετροι ή διαδικασίες.

ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Κανονισμός επεμβάσεων σε κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα, ο οποίος είναι εναρμονισμένος με τους Ευρωκώδικες και εφαρμόζεται σε συνδυασμό με αυτούς. ΦΕΚ 2984/Β/30-08-2017.

Ελληνικοί κανονισμοί

- Ελληνικός Κανονισμός για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα, ΦΕΚ 1329β - 6 Νοεμβρίου 2000.
- Η συμπλήρωση της απόφασης έγκρισης του Ελληνικού Κανονισμού Οπλισμένου Σκυροδέματος ΕΚΩΣ 2000, ΦΕΚ 447β, 5 Μαρτίου 2004.
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός-έκδοση 2000, ΦΕΚ 2184β - 20 Δεκεμβρίου 1999
- Διόρθωση λαθών στον Ελληνικό Αντισεισμικό κανονισμό (ΕΑΚ-2000), ΦΕΚ 423β - 12 Απριλίου 2001
- Τροποποίηση και συμπλήρωση της απόφασης έγκρισης του "Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού", ΦΕΚ 781β - 18 Ιουνίου 2003
- Τροποποίηση διατάξεων του «Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού ΕΑΚ-2000» λόγω αναθεώρησης του Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας", ΦΕΚ 1154β - 12 Αυγούστου 2003
- Ελληνικός Κανονισμός Φορτίσεων Δομικών Έργων,Β.Δ. ΦΕΚ 325α 31/12/1954.

Σχόλια επί των κανονισμών

Τα σχόλια επί των αναφερομένων κανονισμών λαμβάνονται υπόψη κατά την σύνταξη της μελέτης.

1.4.2 Υλικά

Τα υλικά που προδιαγράφονται από την μελέτη αναφέρονται πινακοποιημένα κατ' όροφο και δομικό στοιχείο στο τέλος της τεχνικής έκθεσης (εκτύπωση Τεύχους).

Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας υλικών για οριακές καταστάσεις

	Ο.Κ. Αστοχίας [EC2-1 πιν.2.1N]	Ο.Κ. λειτουργικότητας [EC0 §6.5.4(1) & EC2 §2.4.2.4(2)]
Σκυρόδεμα **γc**	1.50	1.00
Χάλυβας **γs**	1.15	1.00

Πίνακας 1.1: *Συντελεστές ασφαλείας υλικών για οριακή κατάσταση αστοχίας και λειτουργικότητας*

1.4.3 Μέθοδοι υπολογισμού, γενικές αρχές

Προσομοίωση δυσκαμψίας φερόντων στοιχείων

Το προσομοίωμα του δομήματος είναι πλαίσιο τριών διαστάσεων, εδραζόμενο επί ελαστικού εδάφους. Κατά συνέπεια η αλληλεπίδραση εδάφους - κατασκευής εισέρχεται εξ' αρχής στους υπολογισμούς και δεν απαιτείται εκ νέου διανομή των δράσεων λόγω εκκεντροτήτων των στοιχείων θεμελίωσης.

Λαμβάνονται υπόψη έργα από αξονικές & τέμνουσες δυνάμεις, ροπές κάμψης & ροπές στρέψης. Οι καμπτικές και διατμητικές δυσκαμψίες των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος και τοιχοποιίας λαμβάνονται, σύμφωνα με την EC8-1 §4.3.1(7), ίσες με το 1/2 της αρηγμάτωτης γεωμετρικής διατομής, ενώ η στρεπτική δυσκαμψία ίση με το 1/10 της αρηγμάτωτης γεωμετρικής διατομής. Βλέπε στο Τεύχος κεφάλαιο "Στοιχεία - δεδομένα κτιρίου", πίνακες 401.1, 402.1 για δοκούς και 201.1, 202.1 για κατακόρυφα στοιχεία.

Προσομοίωση μαζών

Σημεία συγκέντρωσης μάζας ορίζονται γενικά οι κόμβοι του προσομοιώματος. Παραλείπονται οι μάζες που αντιστοιχούν στη θεμελίωση και απαλείφονται οι αντίστοιχοι βαθμοί ελευθερίας του συστήματος μιά και οι κόμβοι αυτοί είναι οριζόντια παγιωμένοι.

Ελευθερίες κίνησης

Σε κάθε κόμβο αντιστοιχούν έξι βαθμοί ελευθερίας κίνησης, ενώ οι κόμβοι που αντιστοιχούν στη θεμελίωση θεωρούνται οριζόντια παγιωμένοι και έχουν τέσσερις βαθμούς ελευθερίας.

Επιλύσεις προσομοιώματος

Οι επιλύσεις γίνονται με την ακριβή μέθοδο αντιστροφής του μητρώου ακαμψίας (κατά GAUSS) των μελών του χωρικού προσομοιώματος. Λαμβάνονται υπόψη έργα από αξονικές, τέμνουσες δυνάμεις, ροπές κάμψης και ροπές στρέψης.

Δυναμική ανάλυση του δομήματος, πλήθος ιδιομορφών

Στην μελέτη αναλύεται το δόμημα με την δυναμική φασματική μέθοδο[EC8-1 §4.3.3.3]. Το πλήθος των ιδιομορφών που αναλύονται επιλέγεται ώστε να πληρούνται τα κριτήρια της EC8-1§4.3.3.3.1(3), Βλέπε Κεφάλαιο "Αποτελέσματα Επίλυσης-Επίλυση σεισμικών φορτίσεων" του Τεύχους.

Κατακόρυφη σεισμική διέγερση

Πλάκες - πρόβολοι

Κατά τον υπολογισμό των πλακών - προβόλων, η συνεισφορά της κατακόρυφης συνιστώσας λαμβάνεται υπόψη με την απλοποιημένη φασματική μέθοδο:

Η κατακόρυφη σεισμική διέγερση εφαρμόζεται στα σημεία στήριξης του φορέα

Η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του φορέα υπολογίζεται με τον τύπο του Rayleigh:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\sum_i m_i \cdot y_i^2}{\sum_i m_i \cdot y_i}}$$

όπου

yi: (i=1,2,…,n) οι μετατοπίσεις των συγκεντρωμένων μαζών mi λόγω κατακόρυφων φορτίων m·1

Τα κατακόρυφα σεισμικά φορτία υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Fi = M \cdot Svd(T) \cdot \frac{m_i \cdot y_i}{\sum_i m_j \cdot y_i},\ (i,j=1,2,\ldots,n)$$

όπου

M: η ταλαντούμενη μάζα του φορέα,

Svd(T): η τιμή της φασματικής επιτάχυνσης σχεδιασμού

n: ο αριθμός των συγκεντρωμένων μαζών mi.

Τα σεισμικά φορτία Fi εφαρμόζονται στατικά επάνω στο φορέα και επαλληλίζονται με την ένταση από τις οριζόντιες συνιστώσες του σεισμού.

Πρόβολοι - φυτευτά υποστυλώματα

Όταν υπάρχουν φυτευτά υποστυλώματα ή μεγάλοι πρόβολοι - δοκοί ακολουθείται η ακριβής διαδικασία της φασματικής και χωρικής επαλληλίας.

Εν τούτοις και όταν κρίνεται απαραίτητο η κατακόρυφη διέγερση λαμβάνεται υπόψη. Λεπτομέρειες αναγράφονται στο κεφάλαιο "Αποτελέσματα Επίλυσης - Σεισμικοί συντελεστές" της εκτύπωσης του Τεύχους.

1.4.4 Κανονικότητα δομήματος

Κανονικότητα σε κάτοψη

Ελέγχονται τα κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη της EC8-1§4.2.3.2(6). Στο Κεφάλαιο «Απαίτηση Ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων σε κάμψη» του Τεύχους παρουσιάζονται για κάθε επίπεδο και σεισμική διεύθυνση, ο έλεγχος περιορισμού της στατικής εκκεντρότητας $e_o \leq 0.3*r$ [EC8-1 Σχέση (4.1α)] και ο έλεγχος στρεπτικής δυσκαμψίας $r \geq l_s$ [EC8-1 Σχέση(4.1β)].

Εφόσον δεν πληρούνται τα παραπάνω κριτήρια ή τα γεωμετρικά της EC8-1 §4.2.3.2(2)-(5), τότε το δόμημα θεωρείται **μη κανονικό σε κάτοψη.** Για κτίρια μη κανονικά σε κάτοψη για τα οποία ο λόγος υπεραντοχής α_u/α_1 δεν καθορίζεται από ανελαστική στατική ανάλυση, η προσεγγιστική τιμή του λόγου α_u/α_1 που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι ίση με την μέση τιμή μεταξύ της μονάδας και της τιμής που δίνεται στην EC8-1 §5.2.2.2(5). [EC8-1 §5.2.2.2(6)].

Στρεπτική δυσκαμψία

Ειδικά στην περίπτωση που δεν πληρούται η ανίσωση EC8-1 (4.1β) σε κάποιο επίπεδο ή σε κάποια σεισμική διεύθυνση, τότε σύμφωνα με την EC8-1 §5.2.2.1(6) το δόμημα θεωρείται στρεπτικά εύκαμπτο.

Κανονικότητα καθ' ύψος

Εφόσον το δόμημα προκύπτει μη κανονικό καθ' ύψος βάσει των κριτηρίων της EC8-1§4.2.3.3, τότε η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q_o λαμβάνεται μειωμένη κατά 20%, όπως αναφέρεται στην EC8-1§5.2.2.2(3).

Βάσει της EC8-1 §4.3.6.3.2 σε πλαισιωτά συστήματα ΚΠΥ εάν υπάρχει δραστική μείωση τοιχοπληρώσεων σε κάποιον όροφο συγκριτικά με τον υπερκείμενο (π.χ. πιλοτή), τότε τα σεισμικά εντατικά των υποστυλωμάτων και των τοιχωμάτων του ορόφου αυτού μεγεθύνονται με το συντελεστή:

$$\eta = 1 + \frac{\Delta V_{Rw}}{\Delta V_{Ed}} \leq q$$

όπου ΔVEd η σεισμική τέμνουσα του ορόφου και ΔVRw η μείωση της αντοχής των τοιχοπληρώσεων σχετικά με τον υπερκείμενο όροφο

Οι συντελεστές προσαύξησης εντατικών μεγεθών (ΣΠΕΜ) -η- παρουσιάζονται για κάθε όροφο και διεύθυνση σεισμικής δράσης στον Πίνακα «Στοιχεία τοιχοπληρώσεων – ης (ΣΠΕΜ) υποστυλωμάτων» του κεφαλαίου «Γενικοί έλεγχοι δομήματος» του Τεύχους.

Τα σεισμικά "Εντατικά μεγέθη" όπως εμφανίζονται στον ομώνυμο πίνακα του Τεύχους, ενσωματώνουν τον πολλαπλασιαστή -η-

1.4.5 Τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις

Προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις το Κέντρο Μάζας κάθε ορόφου λαμβάνεται μετατεθειμένο κατά την τυχηματική εκκεντρότητα eai = 0.05·Li, όπου Li το πλάτος του ορόφου κάθετα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση. Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν τέσσερις ανεξάρτητοι φορείς προς επίλυση, EC8-1 §4.3.2(1)A.

Η παραπάνω μεθοδολογία βρίσκει εφαρμογή στη μέθοδο επίλυσης: «Δυναμική με μετατόπιση μαζών»

Εναλλακτικά προς την προηγούμενη μεθοδολογία, οι τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις μπορούν να καθοριστούν ως περιβάλλουσα των εντατικών μεγεθών στατικών φορτίσεων, που αποτελούνται από ομάδα στρεπτικών ροπών *M*ai = Fi·eai περί τον κατακόρυφο άξονα κάθε ορόφου i, όπου Fi είναι η οριζόντια φόρτιση που δρα στο όροφο i όπως αυτή προκύπτει από τη §4.3.3.2.3 του EC8-1 για κάθε σεισμική διεύθυνση.

Στη «Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη» εφαρμόζεται η δεύτερη μεθοδολογία, ενώ μια τροποποίηση αυτής εφαρμόζεται στην «Απλοποιημένη φασματική μέθοδο» όπου η τυχηματική εκκεντρότητα αντικαθίσταται από τις εκκεντρότητες σχεδιασμού. Βλ. παράρτημα Β του παρόντος.

1.4.6 Οριακή κατάσταση αστοχίας

Επιρροές 2ας Τάξεως P-Δ - Δείκτες Σχετικής Μεταθετότητας Θ

Υπολογίζονται και παρουσιάζονται με μορφή πίνακα στο Κεφάλαιο του Τεύχους «Γενικοί έλεγχοι δομήματος» οι δείκτες σχετικής μεταθετότητας του δομήματος Θ ανά όροφο και για κάθε εξεταζόμενη σεισμική διεύθυνση.

Ο συντελεστής ευαισθησίας σχετικής μετακίνησης του ορόφου Θ ορίζεται ως εξής:

$$\Theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$

όπου:

Ptot, Vtot:

οι συνολικές, αξονική και τέμνουσα δύναμη, των κατακόρυφων στοιχείων του ορόφου,

dr: Τιμή σχεδιασμού της σχετικής μετακίνησης του ορόφου, που λαμβάνεται ως η διαφορά των μέσων οριζόντιων μετακινήσεων d_s των δαπέδων του υπό εξέταση ορόφου [EC8-1 §4.4.2.2]. (Το μέγεθος ds υπολογίζεται βάσει της EC8-1 §4.3.4)

h: Ύψος του ορόφου

Για τιμές του $0.2 > \Theta > 0.1$ γίνεται επαύξηση της αντίστοιχης σεισμικής δράσης σύμφωνα με την EC8-1 §4.4.2.2(3). Για $0.3 > \Theta > 0.2$ θα πρέπει να ληφθούν υπόψη φαινόμενα 2ας τάξης μέσω ακριβέστερων μεθόδων, ενώ το Θ δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την τιμή 0.30 σε καμία περίπτωση.

Εξασφάλιση γενικής και τοπικής πλαστιμότητας

- Σχετικά με την "Αποφυγή σχηματισμού πλαστικού μηχανισμού μαλακού ορόφου" EC8-1 §4.4.2.3(3) βλέπε την §1.4.11.
- Σχετικά με την "Αποφυγή ψαθυρών μορφών αστοχίας" EC8-1 §4.4.2.3(7) βλέπε στην §1.4.10 την Αποφυγή ψαθυρής αστοχίας – Τέμνουσα σχεδιασμού
- Σχετικά με την "Αντοχή των θεμελιώσεων" EC8-1 §4.4.2.6 βλέπε §1.4.16.
- Μέγεθος σεισμικού αρμού

Θα πρέπει η απόσταση από τη γραμμή ιδιοκτησίας στα πιθανά σημεία πρόσκρουσης να είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη οριζόντια μετακίνηση ds του κτιρίου στην αντίστοιχη στάθμη.

Εάν τα κτίρια ανήκουν στην ίδια ιδιοκτησία, θα πρέπει η απόσταση μεταξύ τους να είναι μεγαλύτερη από $\sqrt{ds1^2 + ds2^2}$

όπου

ds1 & ds2: οι μέγιστες οριζόντιες μετακινήσεις των δύο κτιρίων στην αντίστοιχη στάθμη

Στην περίπτωση που οι στάθμες των ορόφων του υπό μελέτη κτιρίου ταυτίζονται με εκείνες του παρακείμενου κτιρίου, η παραπάνω αναφερόμενη ελάχιστη απόσταση επιτρέπεται να μειώνεται στο 70%.

Οι μετατοπίσεις ds υπολογίζονται από την EC8-1 (4.23):

$$ds=qd*de$$

όπου:

qd: είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς μετακίνησης, που εν γένει λαμβάνεται ίσος με τον q

de: είναι η μετακίνηση όπως προσδιορίζεται από την γραμμική ανάλυση βασισμένη στο φάσμα απόκρισης σχεδιασμού λαμβάνοντας υπόψη και τις στρεπτικές επιδράσεις.

1.4.7 Έλεγχοι οριακής κατάστασης περιορισμού βλαβών οργανισμού πλήρωσης

Η **μέση γωνιακή παραμόρφωση dr/h** του ορόφου παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο «Γενικοί έλεγχοι δομήματος» του Τεύχους για κάθε σεισμική διεύθυνση και ελέγχεται με τα όρια της EC8-1 §4.4.3.2(1) (α),(β) ή (γ) ανάλογα με τον τύπο των μη φερόντων στοιχείων.

Η τιμή της μέσης σχετικής μετακίνησης dr υπολογίζεται βάσει της EC8-1 §4.4.2.2(2), ενώ η αναγραφόμενη τιμή dr/h είναι πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή ν (βλ. EC8-1 §4.4.3.2)

dr: Τιμή σχεδιασμού της σχετικής μετακίνησης του ορόφου, που λαμβάνεται ως η διαφορά των μέσων οριζόντιων μετακινήσεων d_s των δαπέδων του υπό εξέταση ορόφου [EC8-1 §4.4.2.2]. (Το μέγεθος ds υπολογίζεται βάσει της EC8-1 §4.3.4).

h: Ύψος του ορόφου.

ν: Συντελεστής μείωσης που λαμβάνει υπόψη τη μικρότερη περίοδο επαναφοράς της σεισμικής δράσης που συνδέεται με την απαίτηση περιορισμού βλαβών. Οι συνιστώμενες τιμές του ν είναι 0,4 για τις κατηγορίες σπουδαιότητας III και IV και 0,5 για τις κατηγορίες σπουδαιότητας I και II.

1.4.8 Συντελεστής συμπεριφοράς q

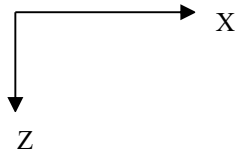
Η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q_o διαμορφώνεται βάσει της EC8-1 §5.2.2 λαμβάνοντας υπόψη την Κατηγορία Πλαστιμότητας, την δυστρεψία του δομήματος [EC8-1 §5.2.2.1(4)A], το ποσοστό τέμνουσας δύναμης ην που αναλαμβάνουν τα πλάστιμα τοιχώματα, και την κανονικότητα καθ' ύψος [EC8-1 §5.2.2.2(3)].

Ο λόγος υπεραντοχής α_u/α_1 μπορεί να ελέγχεται από ανελαστική στατική ανάλυση (pushover), διαφορετικά λαμβάνονται κατά περίπτωση οι τιμές της EC8-1

§5.2.2.2(5) λαμβάνοντας υπόψη την κανονικότητα σε κάτοψη του δομήματος EC8-1 §5.2.2.2(6)

1.4.9 Ανάλυση του δομήματος

Άξονες (καθολικό σύστημα)



Φορτίσεις

Γίνεται επίλυση του χωρικού προσομοιώματος για τις εξής φορτίσεις:

Φ1	Στατική Φόρτιση	Μόνιμα Φορτία	G
Φ2	Στατική Φόρτιση	Κινητά Φορτία	Q
Φ3	Στατική Φόρτιση	Δυσμενής μεταβλητή δράση Α	QA*
Φ4	Στατική Φόρτιση	Δυσμενής μεταβλητή δράση Β	QB*
Φ5	Στατική Φόρτιση	Δυσμενής μεταβλητή δράση C	QC*
Φ6	Στατική Φόρτιση	Δυσμενής μεταβλητή δράση D	QD*
Φ7	Στατική Φόρτιση	Δυσμενής μεταβλητή δράση Ε	QE*
Φ8	Στατική Φόρτιση	Οιονεί μόνιμα φορτία	G+ψ2*Q
Λοιπές Φορτίσεις (Πίνακες 808, 809, 815)			
Φ9	1η Λοιπή Φόρτιση		
Φ10	2η Λοιπή Φόρτιση		
*Οι φορτίσεις QA έως QE παράγονται από την εναλλάξ φόρτιση ανοιγμάτων και ορόφων με το μεταβλητό φορτίο σχεδιασμού βάσει της EC2-1-1 §5.1.3(1)A(a) ή παράρτ. Β.2(1)Β(α), ώστε να προκύψει η κρίσιμη εντατική κατάσταση για το άνοιγμα (θετικές ροπές) της δοκού.			

Πίνακας 1.2: *Στατικές φορτίσεις για την επίλυση του χωρικού προσομοιώματος*

Συνδυασμοί φορτίσεων για διαστασιολόγηση στη ΟΚΑ και ΟΚΛ

Συνδυασμοί για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας		
ΣΦ	*Θεμελιώδεις συνδυασμοί δράσεων*	ξ*γg*G+γq1*Q1+Σ(γqi*ψ0i*Qi) και γg*G+Σ(γqi*ψ0i*Qi) [EC0-1 §6.4.3.2, σχέσεις 6.10α & 6.10β]
Εάν εξετάζονται δυσμενείς φορτίσεις, ως Q1 ορίζονται διαδοχικά οι φορτίσεις Q, QA έως QE (1-12 συνδυασμοί) Οι συντελεστές συνδυασμού δράσεων γg και γq*ψ κάθε στατικής φόρτισης φαίνονται στον πίνακα 816		
ΣΣ	*Σεισμικοί συνδυασμοί*	G+Ej+ψ2*Q [EC0-1 §6.4.3.4]
Λαμβάνονται οι ακόλουθοι σεισμικοί συνδυασμοί		
ΣΣ:+x	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 0° = (μετακίνηση μάζας κατά + X)	
ΣΣ:+x	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 90° = (μετακίνηση μάζας κατά + X)	
ΣΣ:+z	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 0° = (μετακίνηση μάζας κατά + Z)	
ΣΣ:+z	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 90° = (μετακίνηση μάζας κατά + Z)	
ΣΣ:-x	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 0° = (μετακίνηση μάζας κατά - X)	
ΣΣ:-x	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 90° = (μετακίνηση μάζας κατά - X)	
ΣΣ:-z	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 0° = (μετακίνηση μάζας κατά - Z)	
ΣΣ:-z	Σεισμικός Συνδυασμός κατά διεύθυνση 90° = (μετακίνηση μάζας κατά - Z)	

Πίνακας 1.3: *Συνδυασμοί φορτίσεων για έλεγχο στην **Οριακή Κατάσταση Αστοχία**ς*

Συνδυασμοί για έλεγχο στην Ορ. Κατάσταση Λειτουργικότητας		
ΣΦ	Χαρακτηριστικός Συνδυασμός *Για έλεγχο περιορισμού τάσεων χάλυβα & σκυροδέματος*	Σ(G)+Q1+Σ(ψ0i Qi) [EC0-1 §6.5.3(2)α)]
	συνδυασμός οιονεί μόνιμων δράσεων *Για έλεγχο ρηγμάτωσης και βέλους*	Σ(G)+ψ2i*Qi [EC0-1 §6.5.3(2)γ]

Πίνακας 1.4: *Συνδυασμοί φορτίσεων για έλεγχο στην **Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας***

Ιδιοπερίοδοι Τ - φασματικές επιταχύνσεις Sd(T)

Οι τιμές των ιδιοπεριόδων Τ του δομήματος, των δεδομένων του φάσματος (σεισμική ζώνη, συντ. συμπεριφοράς, σπουδαιότητα, εδαφικός τύπος κλπ) καθώς και οι φασματικές επιταχύνσεις Sd(T), όπως αυτές προκύπτουν βάσει της EC8-1

§3.2.2, αναγράφονται αναλυτικά στο Τεύχος, Κεφάλαιο «Αποτελέσματα Επίλυσης» – «Ανάλυση φασματικής απόκρισης» και «Ιδιοπερίοδοι-Φασματικές επιταχύνσεις».

Τα αδρανειακά αποτελέσματα της σεισμικής δράσης

Τα αδρανειακά αποτελέσματα της σεισμικής δράσης σχεδιασμού Ej θα υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την παρουσία των μαζών που συνδέονται με τα φορτία βαρύτητας που περιλαμβάνονται στον ακόλουθο συνδυασμό δράσεων [EC8-1 §3.2.4]:

$$\Sigma G_{k,j} \text{"+"} \Sigma \psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}$$

όπου

$\psi_{E,i} = \varphi \cdot \psi_{2,i}$ είναι ο συντελεστής συνδυασμού για την μεταβλητή δράση i, οι τιμές του οποίου εξαρτώνται από τις χρήσεις των ορόφων της κατασκευής [EC8-1 §4.2.4].

Συνδυασμοί της σεισμικής δράσης με άλλες δράσεις

Για κάθε σεισμική φόρτιση Ej γίνεται ο συνδυασμός

$$\Sigma G_{k,j} \text{"+"} E_j \text{"+"} \Sigma \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \qquad \text{[EC-1 §6.4.3.4]}$$

Το ψ2 λαμβάνεται από τον πιν. Α.1.1 του EC0

Το j είναι ο αριθμός της σεισμικής φόρτισης, j=1,2,3,4...N

Οι επιμέρους τιμές των ψ_2 και φ αναγράφονται ανά όροφο στον Πίνακα «Στοιχεία ορόφων» του Κεφαλαίου «Στοιχεία – δεδομένα κτιρίου» του Τεύχους.

Εκτυπώνονται τα εντατικά μεγέθη, η φόρτιση που τα προκαλεί, οι απαιτούμενοι οπλισμοί κατά φόρτιση και τελικά οι μέγιστοι οπλισμοί και οι πυκνότεροι συνδετήρες από όλους τους έλεγχους.

1.4.10 Κύριες (ή πρωτεύουσες) δοκοί

Αντοχή σε κάμψη

Για τη διαστασιολόγηση των δοκών σε κάμψη συνεκτιμάται και ο συνεργαζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός της πλάκας, EC8-1 §5.4.3.1.1 για ΚΠΜ και §5.5.3.1.1 για ΚΠΥ. Προσμετράται ο οπλισμός της πλάκας που βρίσκεται διατεταγμένος σε πλάτος beff, το οποίο λαμβάνεται ως το μικρότερο από αυτό που δίδεται στον EC8-1 Σχήμα 5.5 και στον EC2-1-1§5.3.2.1.

Εφαρμόζεται πάντα εντός του συνδετήρα ο, βάσει κανονισμού, ελάχιστος οπλισμός ρl,min (βλ. επόμενα) ή ένα ποσοστό του απαιτούμενου εφελκυόμενου οπλισμού.

Ελαστική ανάλυση με Περιορισμένη Ανακατανομή

Η καμπτική ένταση σχεδιασμού συνεχών δοκών στην ΟΚΑ προκύπτει από περιορισμένη ανακατανομή των ροπών κάμψης της ανάλυσης. Βλέπε EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.2.1(1)Α ή ΚΠΥ §5.5.2.1(2)Α και EC2-1-1 §5.5.

Εξασφάλιση ισορροπίας των ανακατανεμημένων ροπών με τα εφαρμοζόμενα φορτία

- Στις στατικές φορτίσεις υποβιβάζονται οι αρνητικές ροπές στήριξης με ταυτόχρονη αύξηση των ροπών ανοίγματος
- Στις σεισμικές φορτίσεις και **για κάθε διεύθυνση της οριζόντιας δράσης το άθροισμα των ροπών στηρίξεων κατά μήκος της δοκοσειράς πριν και μετά την ανακατανομή παραμένει σταθερό**.
- Οι ροπές σχεδιασμού των υποστυλωμάτων είναι οι μέγιστες που προκύπτουν από την ανάλυση και από την ισορροπία με τις ανακαταμενημένες ροπές των δοκών. Βλ. EC2-1-1 §5.3.2.2(3).

Το βάθος της θλιβόμενης ζώνης x_u μετά την ανακατανομή περιορίζεται ώστε να πληρούται η συνθήκη EC2-1-1 (5.10):

$$\delta > 0.44 + \frac{1.25 x_u}{d}$$

όπου δ > 0,7 το ποσοστό της ανακατανομής.

Η ανακατανεμημένη ροπή σχεδιασμού, το ποσοστό ανακατανομής δ, καθώς και το βάθος της θλιβόμενης ζώνης x_u παρουσιάζονται για κάθε θέση διαστασιολόγησης και κάθε φόρτιση στον Πίνακα «Ανακατανομή ροπών» στο Κεφάλαιο «Δοκοί» του Τεύχους.

Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται "Φόρτιση υποστυλωμάτων με τις ροπές ανακατανομής των δοκών", ώστε να εξασφαλίζεται η ισορροπία των πλαισίων. Βλ. EC2-1-1 §5.3.2.2(3) και το Κεφάλαιο «Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη - Διανομή ροπών ανακατανομής δοκών στα υποστυλώματα» του Τεύχους.

Εξασφάλιση τοπικής πλαστιμότητας

Οι λεπτομέρειες όπλισης των κρίσιμων περιοχών κύριων δοκών διαμορφώνονται κατάλληλα ώστε να εξασφαλίζεται τοπική πλαστιμότητα [EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.3.1.2 και ΚΠΥ-§5.5.3.1.3], ειδικότερα:

- Στη θλιβόμενη περιοχή τοποθετείται οπλισμός που υπερβαίνει το μισό του εφαρμοζόμενου εφελκυόμενου, πλέον του απαιτούμενου θλιβόμενου στην σεισμική κατάσταση σχεδιασμού.

- Ο τοποθετούμενος οπλισμός στη θλιβόμενη ζώνη διαμορφώνεται ώστε να καλύπτεται η απαίτηση μη υπέρβασης του μέγιστου εφελκυόμενου οπλισμού που δίδεται στην EC8-1 (5.11)

$$\rho_{\max} = \rho' + 0.0018 \cdot \frac{f_{cd}}{\mu_\phi \cdot \varepsilon_{syd} \cdot f_{yd}}$$

- Το μέγιστο βήμα των συνδετήρων s στις κρίσιμες περιοχές δεν υπερβαίνει το όριο που δίδεται στην EC8-1 ΚΠΜ (5.13) & ΚΠΥ (5.29)

Οι παραπάνω έλεγχοι πραγματοποιούνται στις κρίσιμες περιοχές για εναλλασσόμενο πρόσημο ροπής και παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε δοκοσειρά στον πίνακα «Έλεγχοι διαμόρφωσης λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα» του Κεφαλαίου «Δοκοί» του Τεύχους.

Αποφυγή ψαθυρής αστοχίας – Τέμνουσα σχεδιασμού

Η αντοχή σε διάτμηση ελέγχεται με την ικανοτική τέμνουσα σχεδιασμού, η οποία υπολογίζεται από τις ροπές αντοχής MRb στα άκρα της δοκού (EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.2.2 και ΚΠΥ-§5.5.2.1), ενώ στον υπολογισμό της MRb συνεισφέρει και ο συνεργαζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός της πλάκας.

Στις δοκούς Υψηλής Κατηγορίας Πλαστιμότητας τοποθετείται δισδιαγώνιος οπλισμός, εάν απαιτείται, βάσει της EC8-1§5.5.3.1.2(3). Ο οπλισμός αυτός περιγράφεται στον Πίνακα «Οπλισμοί διάτμησης» του κεφαλαίου «Δοκοί» του Τεύχους.

Αγκύρωση ράβδων-Αποφυγή αστοχίας συνάφειας

Για την αποφυγή αστοχίας συνάφειας των ράβδων που διέρχονται μέσω κόμβου δοκού - υποστυλώματος η διάμετρός τους d_{bl} περιορίζεται ώστε να πληρούνται οι εκφράσεις EC8-1 (5.50a) & (5.50b) για εσωτερικό και εξωτερικό κόμβο αντίστοιχα. [EC8-1 §5.6.2.2(2)A]

- Εσωτερικός κόμβος [EC8-1 (5.50a)]

$$\frac{d_{bl}}{h_c} \le \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0.8 \cdot \nu_d}{1 + 0.75 \cdot k_d \cdot \rho' / \rho_{\max}}$$

- Εξωτερικός κόμβος [EC8-1 (5.50b)]

$$\frac{d_{bl}}{h_c} \le \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0.8 \cdot \nu_d)$$

Στον πίνακα «Έλεγχος συνάφειας κόμβων» του κεφαλαίου «Δοκοί» του Τεύχους παρουσιάζονται συγκεντρωτικά κατά μήκος της δοκοσειράς και για κάθε κόμβο η μέγιστη επιτρεπόμενη διάμετρος $d_{bl,max}$ για τη δεδομένη διάσταση h_c και ανηγμένη αξονική δύναμη ν_d του υποστυλώματος.

1.4.11 Κύρια (ή πρωτεύοντα) Υποστυλώματα

Αποφυγή σχηματισμού μαλακού ορόφου –

Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη

- Τα κριτήρια εφαρμογής του ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων σε κάμψη των §4.4.2.3(4) και §5.2.3.3(2)(β) και συγκεκριμένα, ο λόγος η_v της τέμνουσας που αναλαμβάνουν τα τοιχώματα ως προς την συνολική, καθώς και η μέγιστη ανηγμένη αξονική δύναμη των κατακόρυφων μελών ν_d του ορόφου βάσης παρουσιάζονται στο κεφάλαιο "Γενικοί έλεγχοι δομήματος" του Τεύχους.
- Σε κάθε κόμβο, για κάθε διεύθυνση και φορά της σεισμικής δράσης υπολογίζονται τα αθροίσματα των ροπών υπεραντοχής των δοκών 1,3*ΣMRb και διανέμονται στα συντρέχοντα υποστυλώματα.

Η ροπή αντοχής της δοκού MRb διαμορφώνεται **συνυπολογίζοντας και τον συνεργαζόμενο εφελκυόμενο οπλισμό της πλάκας**. Βλέπε EC8-1 §5.2.3.3(3) και στην §1.4.10 την «Αντοχή σε κάμψη»

Η ικανοτική ροπή σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη αξονική και την εγκάρσια καμπτική ένταση αποτελούν την ένταση σχεδιασμού του υποστυλώματος.

Στον Πίνακα «Διανομή ροπών αντοχής των δοκών στα υποστυλώματα» στο κεφάλαιο «Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη» του Τεύχους παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της διανομής των ροπών υπεραντοχής των δοκών $1.3*\Sigma M_{Rb}$ στα υποστυλώματα και στις διευθύνσεις που ορίζονται από τους τοπικούς άξονες των υποστυλωμάτων. Επιπλέον, στον ίδιο πίνακα δίδεται πληροφοριακά και ο μεγεθυντικός συντελεστής της ροπής σχεδιασμού, όπως αυτός προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία.

Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται "Φόρτιση υποστυλωμάτων με τις ροπές ανακατανομής των δοκών", ώστε να εξασφαλίζεται η ισορροπία των πλαισίων. Βλ. EC2-1-1 §5.3.2.2(3).

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα «Διανομή ροπών ανακατανομής δοκών στα υποστυλώματα» στο κεφάλαιο «Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη» του Τεύχους με την έννοια της επαύξησης των ροπών σχεδιασμού των υποστυλωμάτων. Βλέπε και στην §1.4.10 την «Ελαστική ανάλυση με Περιορισμένη Ανακατανομή».

Εξασφάλιση τοπικής πλαστιμότητας

Για την εξασφάλιση τοπικής πλαστιμότητας, στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων:

- Υπολογίζεται και τοποθετείται (όταν απαιτείται) ο αναγκαίος οπλισμός περίσφιγξης σύμφωνα με την EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.3.2.2 ή την ΚΠΥ-§5.5.3.2.2. Το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό περίσφιγξης, ω_{wd}, αναγράφεται μαζί με τις άλλες λεπτομέρειες του υπολογισμού των υποστυλωμάτων των ορόφων, στον πίνακα "Οπλισμοί Διάτμησης" του Κεφαλαίου «Υποστυλώματα» του Τεύχους.
- Το μέγιστο βήμα των συνδετήρων, s, δεν υπερβαίνει το όριο που δίδεται στις EC8-1 ΚΠΜ (5.18) ή ΚΠΥ (5.32)
- Η απόσταση, b_i, των εγκάρσια συγκρατούμενων ράβδων δεν υπερβαίνει τα όρια των EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.3.2.2(11)β ή ΚΠΥ-§5.5.3.2.2(12)γ.

Αποφυγή ψαθυρής αστοχίας – Τέμνουσα σχεδιασμού

Η αντοχή σε διάτμηση ελέγχεται με την ικανοτική τέμνουσα σχεδιασμού, η οποία υπολογίζεται σύμφωνα με τον EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.2.3 και ΚΠΥ-§5.5.2.23, από τις ροπές αντοχής MRb στα άκρα του μέλους

Σε πλαισιωτά συστήματα τα υποστυλώματα εξασφαλίζονται έναντι των τοπικών επιδράσεων, που οφείλονται στην αλληλεπίδραση πλαισίου - τοιχοπληρώσεων. EC8-1 4.3.6.1(1)A & EC8-1 4.3.6.2(4)A. Συγκεκριμένα, ο ικανοτικός σχεδιασμός έναντι τέμνουσας όπως περιγράφεται στην EC8-1 §5.5.2.2 πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές προβλέψεις της EC8-1 §5.9 για τοιχοπληρώσεις που είτε διακόπτονται καθ' ύψος, είτε είναι μονόπλευρες.

Κοντά υποστυλώματα

- **Αποφυγή ψαθυρής αστοχίας**

Διαστασιολόγηση έναντι τέμνουσας των θέσει κοντών υποστυλωμάτων.

Σε πλαισιωτά συστήματα και σε θέσεις όπου η τοιχοπληρώσεις διακόπτονται καθ' ύψος του υποστυλώματος, καθιστώντας το θέσει κοντό υποστύλωμα, η εξασφάλιση του μέλους έναντι ψαθυρής διατμητικής αστοχίας επιτυγχάνεται με τον ικανοτικό σχεδιασμό έναντι τέμνουσας (EC8-1 §5.5.2.2), ενώ λαμβάνονται υπόψη και οι σχετικές προβλέψεις της EC8-1 §5.9(2).

- **Εξασφάλιση ελαστικής συμπεριφοράς**

Σε υποστυλώματα με μικρό λόγο διάτμησης ($\alpha s = M/(V*h) < 2,0$) διαμορφώνεται τέτοιος οπλισμός, ώστε να εξασφαλίζεται η ελαστική απόκριση του μέλους. Για το σκοπό αυτό η σεισμική ροπή προσαυξάνεται με το συντελεστή q/1.50

1.4.12 Κόμβοι Δοκού – Υποστυλώματος

Διαμόρφωση λεπτομερειών όπλισης

Εξασφαλίζεται η ακεραιότητα κόμβων Κύριων δοκών - Υποστυλωμάτων με κατάλληλη διαμόρφωση λεπτομερειών όπλισης του υποστυλώματος εντός του κόμβου (βήμα συνδετήρων, εγκάρσια απόσταση διαμήκων ράβδων) σύμφωνα με την EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.3.3 ή ΚΠΥ-§5.5.3.3(7)-(9).

Ειδικά για ΚΠΥ υπολογίζεται εγκάρσιος (συνδετήρες) και κατακόρυφος (διαμήκεις ράβδοι) οπλισμός περίσφιγξης κόμβου σύμφωνα με EC8-1 §5.5.3.3(3)-(6)

Οι παραπάνω έλεγχοι παρουσιάζονται για τους κόμβους Δοκού - Υποστυλώματος συγκεντρωτικά για κάθε δοκοσειρά στον πίνακα «Έλεγχος διάτμησης κόμβου» στο κεφάλαιο «Δοκοί» του Τεύχους.

Σε περίπτωση που ο εγκάρσιος οπλισμός (συνδετήρες), που υπολογίζεται παραπάνω προκύψει καθοριστικός για την όπλιση του υποστυλώματος, αυτό σημαίνεται με το σύμβολο "κ" στον πίνακα υπολογισμού του οπλισμού διάτμησης.

Αντοχή λοξού θλιπτήρα

Για ΚΠΥ ελέγχεται η αντοχή του λοξού θλιπτήρα σκυροδέματος, που δημιουργείται στον πυρήνα του κόμβου [EC8-1 §5.5.3.3].

1.4.13 Πλάστιμα Τοιχώματα

Γενικά

Σύμφωνα με τις §9.6.1 του EC2-1-1 και §5.1.2 του EC8-1, ένα κατακόρυφο στοιχείο θεωρείται τοίχωμα όταν ο λόγος των πλευρών του (l / b)> 4.

Περιβάλλουσα Ροπών

Η καμπτική ένταση σχεδιασμού Πλάστιμων Τοιχωμάτων με hw/lw>2 προκύπτει από την περιβάλλουσα των ροπών κάμψης της ανάλυσης με κατακόρυφη μετατόπιση. 'Κοντά' τοιχώματα (hw/lw<=2) σχεδιάζονται έναντι κάμψης με τα αποτελέσματα της ανάλυσης. EC8-1 §5.4.2.4(4)A & (5) ή §5.5.2.4.1(4)A & (5) & §5.5.2.4.2

Περιβάλλουσα Τεμνουσών

Οι τέμνουσες δυνάμεις της ανάλυσης πολλαπλασιάζονται με το συντελεστή ε, ο οποίος για ΚΠΜ λαμβάνεται ίσος με 1.5, ενώ για ΚΠΥ προσδιορίζεται βάσει της (5.25). Εφόσον συντρέχουν οι προϋποθέσεις της ΚΠΜ-§5.4.2.4(8) ή αντίστοιχα

της ΚΠΥ-§5.5.2.4.2(8), τότε χρησιμοποιείται η περιβάλλουσα σχεδιασμού τεμνουσών δυνάμεων του ΕC8-1 σχ. 5.4 Η τέμνουσα σχεδιασμού στο υπόγειο τμήμα Πλάστιμων Τοιχωμάτων υπολογίζεται σύμφωνα με την §5.8.1(3). Για κοντά τοιχώματα ΚΠΥ η τέμνουσα δύναμη από την ανάλυση αυξάνεται σύμφωνα με την §5.5.2.4.2(2)

Στο κεφάλαιο «Διαγράμματα τοιχωμάτων» του Τεύχους παριστάνεται γραφικά η περιβάλλουσα ροπών & τεμνουσών των τοιχωμάτων, όπως προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία

Εξασφάλιση τοπικής πλαστιμότητας

Οι κρίσιμες περιοχές Πλάστιμων Τοιχωμάτων οπλίζονται για εξασφάλιση τοπικής πλαστιμότητας. Για το λόγο αυτό διαμορφώνονται ενισχυμένα -περισφιγμένα- άκρα βάσει των ΚΠΜ-§5.4.3.4.2 ή ΚΠΥ-§5.5.3.4.5

Αντοχή σε Διάτμηση

Η αντοχή σε διάτμηση Πλάστιμων Τοιχωμάτων προσδιορίζεται για ΚΠΜ βάσει της §5.4.3.1.1

Για Πλάστιμα τοιχώματα ΚΠΥ ελέγχεται η διαγώνια εφελκυστική αντοχή του κορμού λόγω διάτμησης βάσει της §5.5.3.4.3 και προσδιορίζεται ο εγκάρσιος και κατακόρυφος οπλισμός κορμού. Η αντοχή του κορμού έναντι διαγώνιας θλιπτικής αστοχίας ελέγχεται είτε βάσει της ΕC8-1§5.5.3.4.2, είτε βάσει της ακριβέστερης σχέσης (Α.15) του ΕC8-3.

Σημείωση: Τα τοιχώματα που συμμετέχουν στην τιμή του η_v, αναφέρονται στο κεφάλαιο «Γενικοί έλεγχοι δομήματος» του Τεύχους ενώ ο καθορισμός του μέλους ως «Τοίχωμα» - «Υποστύλωμα» αναγράφεται στον Πίνακα «Γενικά δεδομένα» στο κεφάλαιο «Υποστυλώματα» του Τεύχους.

1.4.14 Δευτερεύοντα Σεισμικά Μέλη (Δ.Σ.Μ.)

Γενικά

Είναι δυνατόν ορισμένα δοκάρια και υποστυλώματα να έχουν οριστεί ως Δευτερεύοντα Σεισμικά Μέλη σύμφωνα με την ΕC8-1 §4.2.2. Η καμπτική δυσκαμψία και αντοχή των στοιχείων αυτών στις σεισμικές δράσεις αγνοείται, ενώ διατηρούν την ικανότητα ανάληψης κατακόρυφων φορτίων βαρύτητας.

Ανάλυση – Διαστασιολόγηση

- Μοντέλο 1: Πλήρες προσομοίωμα της κατασκευής με τα πρωτεύοντα και δευτερεύοντα μέλη.
- Μοντέλο 2: Προσομοίωμα της κατασκευής αμελώντας τη συμμετοχή των δευτερευόντων μελών στην οριζόντια δυσκαμψία (αρθρώσεις στα άκρα τους).

- Μη-σεισμικά φορτία

  Ανάλυση της κατασκευής και διαστασιολόγηση κύριων και δευτερευόντων μελών χρησιμοποιώντας το μοντέλο 1

- Σεισμικά φορτία

  Ανάλυση της κατασκευής χρησιμοποιώντας το μοντέλο 2 και υπολογισμός μετακινήσεων $\boldsymbol{d_{e,2}}$ βάσει του φάσματος σχεδιασμού. Εξαγωγή εντατικών μεγεθών E_{Ed} χρησιμοποιώντας το μητρώο ακαμψίας του μοντέλου 1 $\boldsymbol{K_1}$ και τις μετακινήσεις του μοντέλου 2 $\boldsymbol{d_{e,2}}$, $E_{Ed} = K_1 * d_{e,2}$. Η απαίτηση για ελαστική απόκριση των ΔΣΜ (EC8-1 §4.2.2(1)Α) ικανοποιείται λαμβάνοντας για αυτά τα μέλη στον παραπάνω τύπο αντί της μετακίνησης σχεδιασμού $d_{e,2}$, την μέγιστη μετακίνηση όπως προκύπτει από την EC8-1 §4.3.4 $\boldsymbol{d_{S,2}} = q * \boldsymbol{d_{e,2}}$ λαμβάνοντας υπόψη και τα φαινόμενα P-Δ της §4.4.2.2(2).

Για τα Δ.Σ.Μ. εφαρμόζονται οι σχετικοί κανόνες διαστασιολόγησης του EC2-1-1

Έλεγχος σχετικής δυσκαμψίας

Ελέγχεται σύμφωνα με την EC8-1 §4.2.2(4) εάν η συνολική δυσκαμψία των Δ.Σ.Μ. υπερβαίνει το 15% της δυσκαμψίας των Κύριων Μελών. Το ποσοστό αυτό για κάθε όροφο και σεισμική διεύθυνση παρουσιάζεται στον πίνακα «Ποσοστό δυσκαμψίας Δευτερευόντων Σεισμικών Μελών» του κεφαλαίου «Γενικοί έλεγχοι δομήματος» του Τεύχους.

Τα σεισμικά εντατικά μεγέθη των Δευτερευόντων Σεισμικών Μελών εμφανίζονται στον Πίνακα «Εντατικά μεγέθη δοκού» του κεφαλαίου «Δοκοί» του Τεύχους και προκειμένου να ενσωματωθεί η απαίτηση της ελαστικής απόκρισης, είναι πολλαπλασιασμένα με τον συντελεστή συμπεριφοράς q.

Ο χαρακτηρισμός ενός μέλους ως Κύριο ή Δευτερεύον φαίνεται στον Πίνακα «Γενικά δεδομένα» του κεφαλαίου «Δοκοί» του Τεύχους.

1.4.15 Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας

Περιορισμός τάσεων χάλυβα και σκυροδέματος

Υπολογίζεται ο απαιτούμενος οπλισμός, ώστε να ικανοποιείται ο έλεγχος τάσεων χάλυβα και σκυροδέματος [βλ. EC2-1-1 §7.2(2) & (5)].

Γίνεται παραδοχή τριγωνικής κατανομής τάσεων, ενώ ως επιτρεπόμενες τιμές των τάσεων λαμβάνονται:

- Χάλυβας, $\sigma_{s,\varepsilon\pi} = 0{,}8 \cdot fyk$
- Σκυρόδεμα, $\sigma_{c,\varepsilon\pi} = 0{,}6 \cdot fck$

Ο έλεγχος πλακών και δοκών πραγματοποιείται εν γένει με τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων [EC-1 §6.5.3(2)]. Για δοκούς βλ. πίν. 816. Εφόσον ο έλεγχος σε θέση στήριξης ή ανοίγματος δοκού ή πλάκας καταδεικνύει ανεπάρκεια της διατομής, τότε τοποθετείται πρόσθετος οπλισμός.

Έλεγχος ρηγμάτωσης

Για πλάκες ή δοκούς με πάχος μεγαλύτερο από 20cm και για τον εφαρμοζόμενο οπλισμό υπολογίζεται η τάση χάλυβα σs με παραδοχή τριγωνικής κατανομής τάσεων και είτε ελέγχεται η μέγιστη χρησιμοποιούμενη διάμετρος Φ βάσει του Πίνακα 7.2 του EC2-1-1, είτε ελέγχεται η μέση απόσταση των ράβδων οπλισμού (Πίνακας 7.3 EC2-1-1), είτε υπολογίζεται αναλυτικά το εύρος ρωγμής w_k βάσει της EC2-1-1 §7.3.4 ώστε να ελεγχθεί με τα τεθέντα όρια (π.χ. 0.3mm).

Εφόσον ο έλεγχος σε θέση στήριξης ή ανοίγματος δοκού ή πλάκας καταδεικνύει ανεπάρκεια της διατομής τόσο βάσει της μεθοδολογίας της EC2-1-1 §7.3.3 όσο και βάσει της §7.3.4, τότε προστίθενται επιπλέον ράβδοι.

Ο έλεγχος ρηγμάτωσης πλακών και δοκών πραγματοποιείται εν γένει με τα οιονεί μόνιμα φορτία [EC0 §6.5.3(2)γ]. Για δοκούς βλ. πίν. 816.

Στο τεύχος παρουσιάζεται σε κάθε θέση ελέγχου κατά περίπτωση η μέγιστη επιτρεπόμενη διάμετρος Φ_{max}, η απόσταση S_{max} ή το υπολογιζόμενο εύρος ρωγμής w_k.

Έλεγχος βέλους

Ο έλεγχος βέλους δοκών και πλακών πραγματοποιείται με την μέθοδο που περιγράφεται στην EC2-1-1 §7.4.2. Το όριο $(l/d)_{lim}$, που υπολογίζεται βάσει της σχέσης 7.16 του EC2-1-1, αυξομειώνεται ανάλογα με τον εφαρμοζόμενο οπλισμό και το μέγεθος του συνεργαζόμενου πλάτους beff. Βλ. EC2-1-1 §7.4.2(2).

Εξετάζεται, ακόμη και η περίπτωση όπου το εξεταζόμενο μέλος φέρει ευαίσθητα διαχωριστικά (π.χ. τοιχοπληρώσεις). Βλ. EC2-1-1 §7.4.2(2)

Στον Πίνακα «Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας: Συνθήκη απαλλαγής αναλυτικού υπολογισμού βέλους» στα κεφάλαια «Δοκοί» και «Πλάκες» του Τεύχους παρουσιάζεται το όριο $(l/d)_{lim}$, ενώ στις πλάκες όπου απαιτείται πραγματοποιείται και αναλυτικός υπολογισμός του βέλους βάσει της EC2-1-1 §7.4.3 και προσδιορίζεται τυχόν απαίτηση ανύψωσης ξυλοτύπου.

1.4.16 Επιφανειακές θεμελιώσεις

Γενικά

Η παραμορφωσιμότητα της θεμελίωσης (περιλαμβανομένης και της αλληλεπίδρασης εδάφους-φορέα) έχει ληφθεί υπόψη στην ανάλυση της κατασκευής. Βλ. EC8-1 §4.3.1(9)Α.

Δράσεις σχεδιασμού

Οι δράσεις σχεδιασμού των στοιχείων θεμελίωσης υπολογίζονται με βάση την υπεραντοχή των Θεμελιούμενων στοιχείων [EC8-1 §4.4.2.6(2)Α].

- Πέδιλα

Οι υπολογιστικές δράσεις των πεδίλων προσαυξάνονται σύμφωνα με τη σχέση (4.30) του EC8-1, λαμβάνοντας υπόψη την ροπή υπεραντοχής του Θεμελιούμενου στοιχείου.

- Συνδετήριες Δοκοί

Οι σεισμικές συνιστώσες των υπολογιστικών δράσεων στις συνδετήριες δοκούς λαμβάνονται προσαυξημένες με ενιαία τιμή του γRd*Ω=1.40 [EC8-1 §4.4.2.6(8)].

- Πεδιλοδοκοί

Οι σεισμικές συνιστώσες των υπολογιστικών δράσεων στις πεδιλοδοκούς λαμβάνονται προσαυξημένες με ενιαία τιμή του γRd*Ω=1.40 [EC8-1 §4.4.2.6(8)].

Φέρουσα ικανότητα

Γίνεται αναλυτικός έλεγχος της φέρουσας ικανότητας έδρασης (οριακού φορτίου) σύμφωνα με την EC7-1 §6.5.2.2 στα μεν αργιλώδη εδάφη θεωρώντας φόρτιση υπό αστράγγιστες συνθήκες (EC7-1 Παράρτημα Δ.3), στα δε αμμώδη εδάφη θεωρώντας φόρτιση χωρίς ανάπτυξη υδατικών υπερπιέσεων πόρων (EC7-1 Παράρτημα Δ.4).

Έλεγχος Αστοχίας σε ολίσθηση

Γίνεται έλεγχος έναντι αστοχίας σε ολίσθηση, σύμφωνα με την EC7-1 §6.5.3

Αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής

Όλα τα μέλη επί ελαστικού εδάφους ελέγχονται στην οριακή κατάσταση αστοχίας υπό την επίδραση δράσεων σχεδιασμού και των σχετικών αντιδράσεων του εδάφους, που προκύπτουν από θεώρηση ελαστικού ημιχώρου.

1.4.17 Συνοπτική περιγραφή της ακολουθουμένης μεθόδου

Συνοπτικά η δυναμική φασματική μέθοδος αντισεισμικού υπολογισμού ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Καθορισμός - επιλογή φάσματος σχεδιασμού που εξαρτάται από την τοποθεσία, την σπουδαιότητα του δομήματος, τον εδαφικό τύπο κ.λ.π.
- Εξιδανίκευση του δομήματος και καθορισμός προσομοιώματος.
- Υπολογισμός των μητρώου ακαμψίας [K].
- Υπολογισμός του μητρώου μάζας [M].
- Λύση του προβλήματος των ιδιομορφών για τον προσδιορισμό των υψηλοτέρων ιδιοπεριόδων Ti και των αντίστοιχων ιδιομορφών.

Για δυναμική ανάλυση με μετατόπιση μαζών η παραπάνω διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε έναν από τους τέσσερεις φορείς, οι οποίοι προκύπτουν από τη μετάθεση του Κέντρου Μάζας κατά την τυχηματική εκκεντρότητα (+x, +z, -x, -z).

- Υπολογισμός της μέγιστης ιδιομορφικής απόκρισης για κάθε ιδιομορφή ως εξής:
  - Για κάθε ιδιοπερίοδο Ti ανάγνωση από το φάσμα σχεδιασμού των τεταγμένων επιτάχυνσης Sd(T).
  - Με βάση τα Sd(T) υπολογισμός των ιδιομορφικών μετατοπίσεων.
  - Υπολογισμός των ιδιομορφικών εντατικών μεγεθών.
- Υπολογισμός των μεγίστων των εντατικών μεγεθών από τις ιδιομορφικές τους συνιστώσες (μέθοδος πλήρους τετραγωνικής επαλληλίας CQC) ΕC8-1 §4.3.3.3.2(3)A.
- Χωρική επαλληλία. Υπολογισμός των μεγίστων μετατοπίσεων και δυνάμεων για τις δύο (ή τις τρεις) συνιστώσες της σεισμικής φόρτισης (μέθοδος τετραγωνικής επαλληλίας SRSS) ΕC8-1 §4.3.3.5.1(2)β (ή ΕC8-1 §4.3.3.5.2(4) όταν υπάρχει και κατακόρυφη συνιστώσα).
- Υπολογισμός των ταυτόχρονων (με τις μέγιστες) τιμών των εντατικών μεγεθών (Έλλειψη Gupta) ΕC8-1 §4.3.3.5.1(2)γ.
- Έλεγχος δυστρεψίας και κανονικότητας σε κάτοψη του δομήματος βάσει των ποσοτικών κριτηρίων των σχέσεων των ΕC8-1 §4.3.3.2(6) & §5.2.2.1(4)A&(6).

- Υπολογισμός επιπρόσθετου κριτηρίου δυστρεψίας, βάσει του οποίου ελέγχεται εάν οι δύο σημαντικές ιδιομορφές είναι κυρίως μεταφορικές.
- Υπολογισμός πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μφ [EC8-1 §5.2.3.4(3)] για τις δυο σεισμικές διευθύνσεις (κτίρια από μσκυρόδεμα).
- Υπολογισμός των αναγκαίων οπλισμών ώστε να προκύψει ανθεκτική και πλάστιμη κατασκευή:
  - Ανθεκτική κατασκευή: Διαστασιολόγηση μελών ώστε να τηρείται η συνθήκη αντοχής: Ed < Rd.
  - Πλάστιμη κατασκευή: Εξασφάλιση ολικής και τοπικής πλαστιμότητας. Τα δομικά μέλη διαστασιολογούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να προηγείται η καμπτική αστοχία της διατμητικής. Σε πλαισιακά δομήματα εξασφαλίζεται ότι η αντοχή σε κάμψη των υποστυλωμάτων σε ένα κόμβο θα είναι μεγαλύτερη από την αντοχή σε κάμψη των δοκών που συντρέχουν στον ίδιο κόμβο. Εξασφαλίζεται, ακόμη, η τοπική πλαστιμότητα σε θέσεις πιθανών πλαστικών αρθρώσεων.
- Όταν κρίνεται αναγκαίο ή σκόπιμο πραγματοποιείται ανελαστική στατική ανάλυση (pushover) ώστε να ελεγχθούν οι πλαστικοί μηχανισμοί, η ακολουθία δημιουργίας των πλαστικών αρθρώσεων και τα περιθώρια του λόγου υπεραντοχής αu/α1. Βλ. EC8-1 §4.4.2.3(8), §4.3.3.4.2.4 .

2

Το περιβάλλον του προγράμματος

2.1 Στοιχεία του περιβάλλοντος

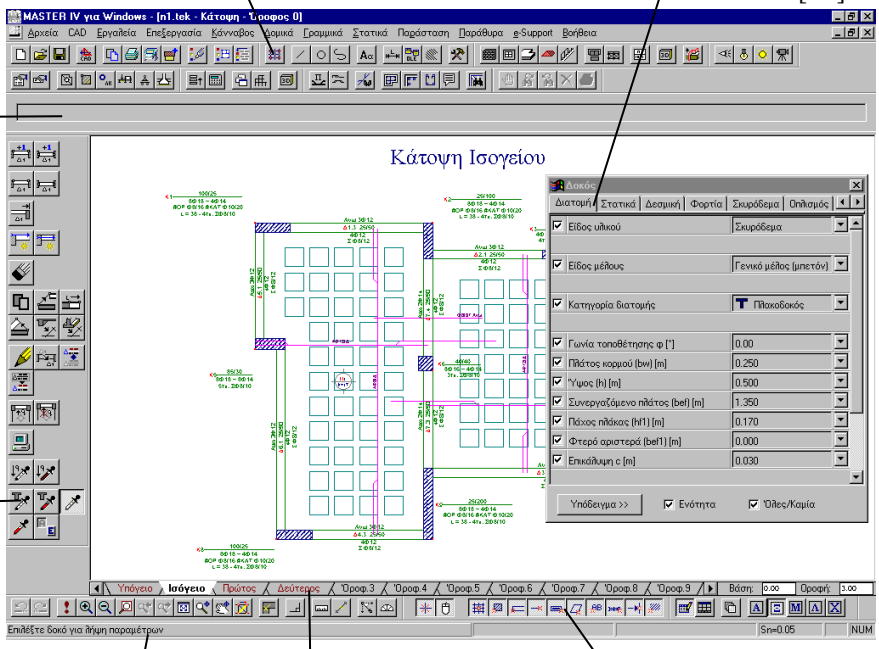
2.1.1 Η κεντρική οθόνη

Κεντρική εργαλειογραμμή Εδώ επιλέγετε οντότητα (π.χ. δοκό, πλάκα κείμενο, κ.λπ.).

Πλαίσιο παραμέτρων στοιχείου (πάχος, τύπος, φορτία, χρώμα, πένα, κ.λπ.). Για να ανοίξει, επιλέγετε οντότητα και πατάτε [**F6**].

Η γραμμή **πληροφοριών**

Εργαλειοθήκη της επιλεγμένης οντότητας. (προσθήκη, διαγραφή, μετακίνηση, κ.λπ.). Για να ανοίξει, επιλέγετε οντότητα και πατάτε [**F5**].



Γραμμή κατάστασης και συνεχούς βοήθειας των εντολών.

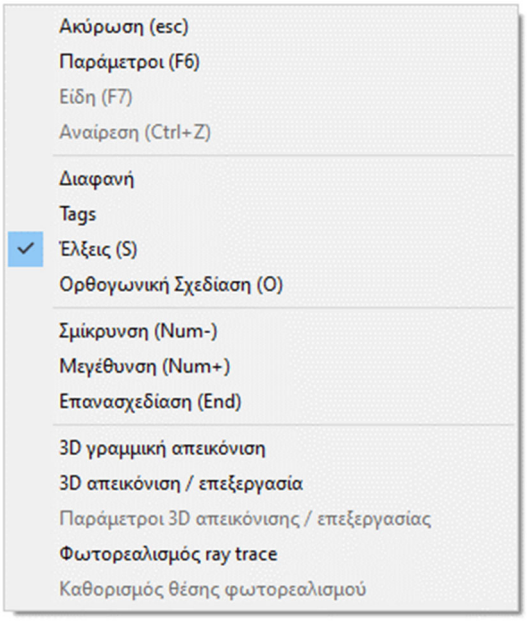
Γραμμή επιλογής ορόφου.

Γραμμή βοηθητικών εργαλείων σχεδίασης (μεγέθυνση, έλξεις, μέτρο, undo, κ.λπ.).

Εικόνα 2.1: *Η κεντρική οθόνη του προγράμματος, με ανοιχτά τα παράθυρα των εντολών και των παραμέτρων*

Δεξί κλικ στο χώρο εργασίας

Το δεξί πλήκτρο του mouse, όταν ενεργοποιείται μέσα στην περιοχή σχεδίασης, εμφανίζει λίστα (menu) με τις εξής επιλογές:



Εικόνα 2.2: *Μενού επιλογών που εμφανίζεται με δεξί κλικ στην επιφάνεια σχεδίασης*

Πατώντας δεξί κλικ κατά τη διάρκεια μιας εντολής, και δίνοντας την εντολή της ακύρωσης [Esc] η ίδια εντολή ξεκινά από την αρχή.

Χρήση της ρόδας του mouse

Υπάρχει η δυνατότητα μεγέθυνσης και μετακίνησης του σχεδίου σε πραγματικό χρόνο, με τη χρήση της ρόδας του mouse.

Κίνηση σχεδίου προς όλες τις διευθύνσεις (pan) με χρήση mouse. Η εντολή αυτή δουλεύει με πιεσμένη τη ρόδα του mouse.

Μεγέθυνση (zoom-in / zoom-out) με την χρήση της ρόδας του mouse. Διπλό κλικ στη ρόδα εκτελεί την εντολή «Πλήρης όψη» [Home].

Υπάρχει η παράμετρος «**Βήμα zoom**» στον Κάνναβο, με την οποία επιλέγει ο μελετητής το βήμα της μεγέθυνσης / σμίκρυνσης του σχεδίου, όταν γίνεται χρήση της ρόδας του mouse. Μικρότερη τιμή βήματος δίνει ομαλότερο zoom.

2.1.2 Η κεντρική εργαλειογραμμή

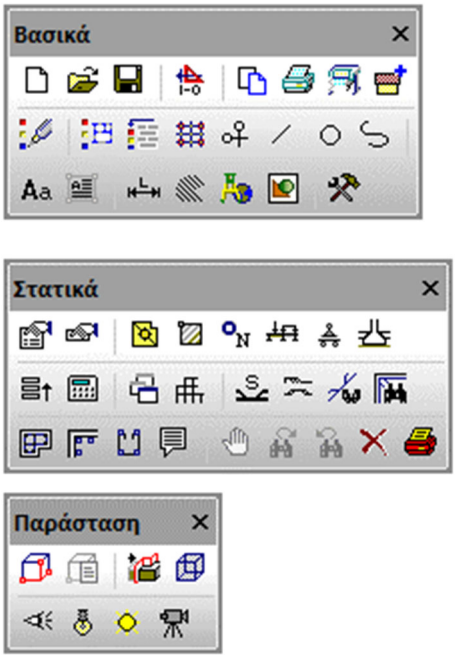
Η κεντρική εργαλειογραμμή του Fespa βρίσκεται στην κορυφή του βασικού παραθύρου εργασίας (Εικόνα 2.3), ακριβώς κάτω από τη γραμμή του μενού.



Εικόνα 2.3*: Η κεντρική γραμμή εργαλείων του Fespa*

Με τις εντολές αυτές:

- **επιλέγετε οντότητα** για επεξεργασία (π.χ. δοκό, πλάκα, κ.λπ.),
- **εκτελείτε εντολή** (π.χ. άνοιγμα ή φύλαξη αρχείου), ή
- **μεταβαίνετε σε άλλη κατάσταση του προγράμματος** (σχεδίαση, 3D απεικόνιση - επεξεργασία, 3D γραμμική απεικόνιση, πίνακες δεδομένων).



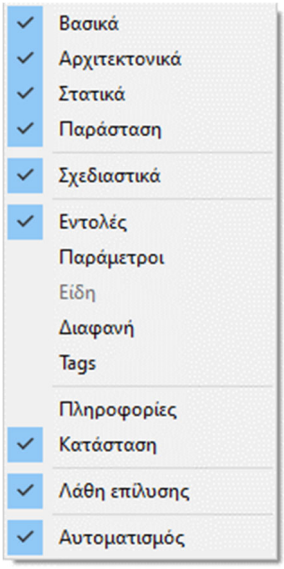
Εικόνα 2.4: *Οι βασικές εργαλειογραμμές του Fespa*

Ο μελετητής μπορεί να έχει ορατές οποιεσδήποτε από αυτές τις επιμέρους εργαλειογραμμές, διαμορφώνοντας έτσι το περιβάλλον εργασίας σύμφωνα με τις προτιμήσεις του (π.χ. αν το σχέδιο δεν περιέχει αρχιτεκτονικές οντότητες, μπορεί

να κλείσει την ομάδα των «Αρχιτεκτονικών»). Αυτό γίνεται από το κεντρικό menu «**Εργαλεία**». Οι ορατές εργαλειογραμμές έχουν το σύμβολο √ στα αριστερά τους.

Δεξί κλικ σε εργαλειογραμμή

Εμφανίζει λίστα με τις εργαλειοθήκες του περιβάλλοντος, από την οποία επιλέγετε αυτές που θέλετε να είναι ορατές. Τις ίδιες επιλογές έχετε και από το κεντρικό menu του προγράμματος, με την επιλογή "**Εργαλεία**". Οι εργαλειοθήκες που είναι ορατές εμφανίζονται με το σύμβολο √ στα αριστερά του ονόματός τους.



Εικόνα 2.5: *Ο κατάλογος των εργαλειοθηκών του προγράμματος*

Εντολές που οδηγούν σε νέα παράθυρα



Σχεδίαση

Μετάβαση στο περιβάλλον σχεδίασης του προγράμματος. Καθορισμός κλίμακας, μεγέθους χαρτιού, μέσου σχεδίασης και διαχείριση του χαρτιού (τοποθέτηση των αρχείων σχεδίασης). **Βλέπε Κεφάλαιο 11 «Σχεδίαση»**.

Όψη σε χαρτί

Εμφανίζεται άμεσα το τρέχον σχέδιο επάνω στο χαρτί της σχεδίασης. Αντικαθιστά τη διαδικασία «Σχεδίαση» & «Προσθήκη οικοδομής».



Πίνακες

Μετάβαση στο παράθυρο παρουσίασης των δεδομένων του φορέα υπό μορφή πινάκων, με δυνατότητα εύκολης τροποποίησής τους.



Τρισδιάστατο (3DV)

Μετάβαση στο παράθυρο τριδιάστατης απεικόνισης του στατικού προσομοιώματος του φορέα, με δυνατότητα περιστροφής του στο χώρο. Παρουσίαση και εκτύπωση παραμορφώσεων. Φορτίσεων και διαγραμμάτων εντατικών μεγεθών. **Βλέπε Κεφάλαιο 10 «Γράφημα του φορέα σε τρεις διαστάσεις».**



3D απεικόνιση / επεξεργασία (OpenGL)

Με επιλογή της **«3D απεικόνισης / επεξεργασίας»** γίνεται η μετάβαση στο παράθυρο / περιβάλλον της στερεοσκοπικής τριδιάστατης απεικόνισης (OpenGL) στο οποίο δίνεται η δυνατότητα **γρήγορης & ομαλής περιήγησης** (orbit, zoom, pan) **εντός** και **εκτός** του **3D κτιρίου**. Το μοντέλο απεικονίζεται **με υλικά** ή **χωρίς**, σε **αξονομετρική** ή **προοπτική** προβολή. Με δυνατότητα παρουσίασης ενός μόνο ορόφου, περισσότερων επιλεγμένων ορόφων ή του συνόλου του κτιρίου. Η **OpenGL** είναι εξοπλισμένη με ένα **σύνολο δυνατοτήτων** που **διευκολύνουν** την **επικοινωνία** του **αρχιτέκτονα / πολιτικού μηχανικού** με τον **πελάτη** του, είτε πρόκειται για επίσημη είτε για ανεπίσημη παρουσίαση της μελέτης.

Επιπλέον στο περιβάλλον της OpenGL δίνεται η δυνατότητα **δημιουργίας**, **επεξεργασίας** & **επέκτασης** του **αρχιτεκτονικού μοντέλου** ή του **στατικού φορέα** μέσω των **3D εντολών**. Οι 3D εντολές αποτελούν επέκταση των αντίστοιχων εντολών που υπάρχουν στο περιβάλλον της κάτοψης. Οι διάφορες αλλαγές που γίνονται στο περιβάλλον της OpenGL μεταφέρονται **αυτόματα στο περιβάλλον της κάτοψης** διευκολύνοντας ιδιαίτερα την πορεία δημιουργίας του μοντέλου.

Τέλος, στο περιβάλλον 3D απεικόνισης – επεξεργασίας δίνεται η **δυνατότητα δημιουργίας παρατηρητών** για την αποθήκευση των διαφορετικών θέσεων απεικόνισης του κτιρίου ή των εσωτερικών του χώρων. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρεται γρήγορη **επαναφορά στην ίδια θέση** στο περιβάλλον της OpenGL αλλά και **άμεση δημιουργία φωτορεαλιστικής απεικόνισης** από τη συγκεκριμένη οπτική.

Βλέπε §Error! Reference source not found. **«3D απεικόνιση / επεξεργασία (OpenGL)».**



3D γραμμική απεικόνιση

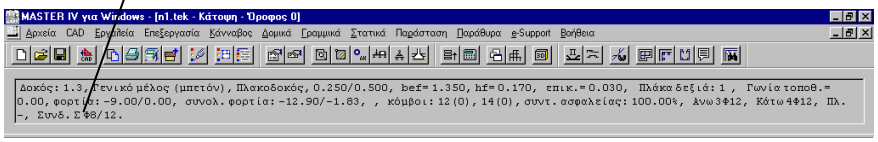
Με επιλογή της «**3D γραμμικής απεικόνισης**» γίνεται η μετάβαση στο παράθυρο / περιβάλλον **γραμμικών τρισδιάστατων απεικονίσεων** του ορόφου ή του συνόλου του κτιρίου στο χώρο, σε **αξονομετρική** ή **προοπτική** απεικόνιση. Από εδώ **παράγονται οι όψεις**. Μπορείτε να σχεδιάσετε στην οθόνη με διαφανή, ημιδιαφανή, αδιαφανή τρόπο με δυνατότητα περιστροφής του τρισδιάστατου, καθώς και τον προσδιορισμό των παραμέτρων θέσης του παρατηρητή και της γωνίας οράσεως.

2.1.3 Γραμμή πληροφοριών

Στη γραμμή πληροφοριών αναγράφονται τα στοιχεία για τις παραμέτρους και τη συνδεσμολογία της οντότητας που το mouse ανιχνεύει στην οθόνη. Η γραμμή πληροφοριών εμφανίζεται ή εξαφανίζεται από την οθόνη με την επιλογή «Πληροφορίες» του μενού «Εργαλεία». Επίσης, προκειμένου να εμφανίζονται σε αυτήν **περισσότερες πληροφορίες**, έχετε τη δυνατότητα να αυξήσετε το ύψος της, αν με το δείκτη του mouse πιάσετε το κάτω άκρο της και το σύρετε.

Με **μπλε χρώματος** γράμματα, εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά του στοιχείου που πρόκειται να εισάγει η επόμενη εντολή «Προσθήκης».

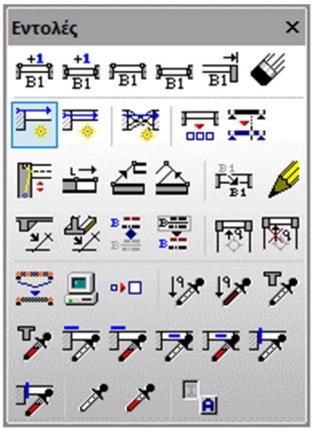
Η **γραμμή πληροφοριών**. Εδώ αναγράφονται περιληπτικά δεδομένα του στοιχείου που το mouse ανιχνεύει στο παράθυρο γραφικής εισαγωγής δεδομένων.



Εικόνα 2.6: *Η γραμμή πληροφοριών (εδώ εμφανίζεται με αυξημένο ύψος, προκειμένου να χωρά τρεις σειρές)*

2.1.4 Οι εργαλειοθήκες

Η εργαλειοθήκη (“toolbar”) περιέχει όλες τις εντολές / λειτουργίες του στοιχείου που είναι ενεργοποιημένο από τη κεντρική γραμμή εντολών. Το παράθυρο μετακινείται και αλλάζει διαστάσεις κατά τη βούληση του χρήστη.



Εικόνα 2.7: *Τυπική εργαλειοθήκη (εδώ οι εντολές δοκού)*

Με το πλήκτρο **F5** του πληκτρολογίου εμφανίζεται ή εξαφανίζεται η εργαλειοθήκη από την οθόνη.

2.1.5 Το παράθυρο των παραμέτρων

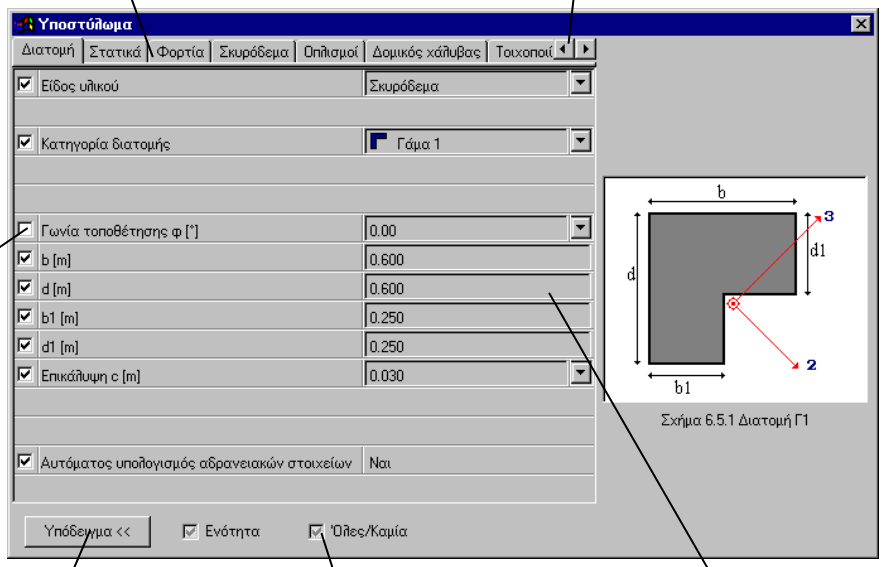
Το παράθυρο των παραμέτρων περιέχει τα χαρακτηριστικά του στοιχείου που είναι ενεργοποιημένο από τη κεντρική γραμμή εντολών, και το οποίο αναφέρεται στη γραμμή τίτλου του. Το παράθυρο μετακινείται και αλλάζει διαστάσεις με το δείκτη του mouse.

Το παράθυρο των παραμέτρων εμφανίζεται / εξαφανίζεται από την οθόνη, με κλικ στο εικονίδιο «**Εμφάνιση παραμέτρων**», με το πλήκτρο **F6** του πληκτρολογίου, με δεξί κλικ στην επιφάνεια εργασίας, αλλά και από την επιλογή «Εργαλεία - Παράμετροι» του κεντρικού μενού του προγράμματος

Με τα πλήκτρα αυτά εμφανίζονται οι κρυμμένες ενότητες παραμέτρων. Αντί για αυτά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το δεξί πλήκτρο του mouse.

Ενότητες παραμέτρων. Με το mouse επιλέγετε ποια ενότητα θα είναι εμφανής.

Οι εντολές **Πάρε - Δώσε** παραμέτρους ισχύουν για τις παραμέτρους που είναι τσεκαρισμένες (√)



Πατώντας αυτό το πλήκτρο ανοίγει / κλείνει το βοηθητικό σκαρίφημα.

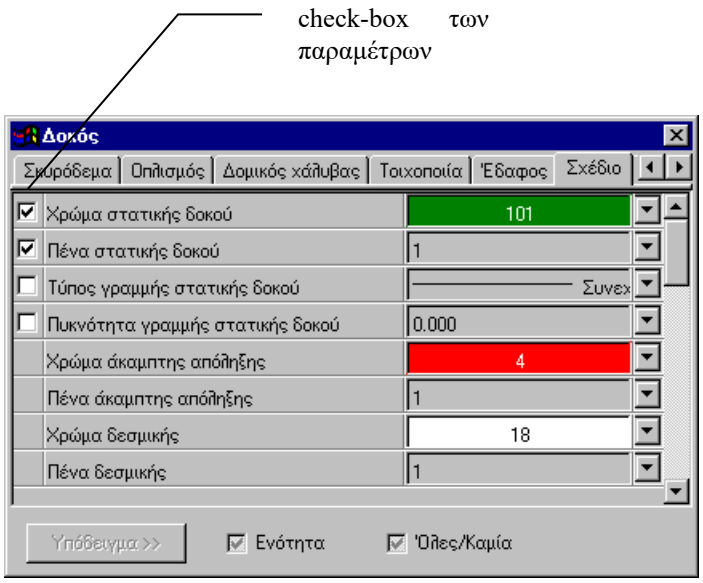
(Ξε)τσεκάρει **μαζικά** όλες τις παραμέτρους της τρέχουσας ενότητας ή όλων των ενοτήτων μαζί.

Ανοίγει λίστα με προτεινόμενες τιμές για να επιλέξετε μία. Με το [Esc] κλείνει η λίστα.

Εικόνα 2.8: *Τυπικό παράθυρο παραμέτρων*

Παράμετροι που έχουν check-box με το σύμβολο √ στα αριστερά τους, είναι **τοπικές**, αφορούν δηλαδή μεμονωμένες οντότητες του σχεδίου. Όταν το σύμβολο αυτό είναι ορατό, η συγκεκριμένη παράμετρος είναι ενεργή, μεταφέρεται δηλαδή από στοιχείο σε στοιχείο με τις εντολές «Πάρε / Δώσε παραμέτρους», «Μαζική αλλαγή παραμέτρων» της «Πλάκας», του «Υποστυλώματος» και της «Δοκού».

Παράμετροι που δεν έχουν καθόλου check-box στα αριστερά τους είναι **καθολικές**, αφορούν δηλαδή όλες τις όμοιες οντότητες του σχεδίου. Π.χ. αλλάζοντας την «Δοκός > Σχέδιο > Χρώμα άκαμπτης απόληξης» αλλάζει το χρώμα των άκαμπτων απολήξεων όλων των δοκών του κτιρίου. Αλλάζοντας την «Υποστύλωμα > Κείμενο > Τύπος σταθερού ονόματος» αλλάζει η γραμματοσειρά σε όλα τα υποστυλώματα του τρέχοντος αρχείου.

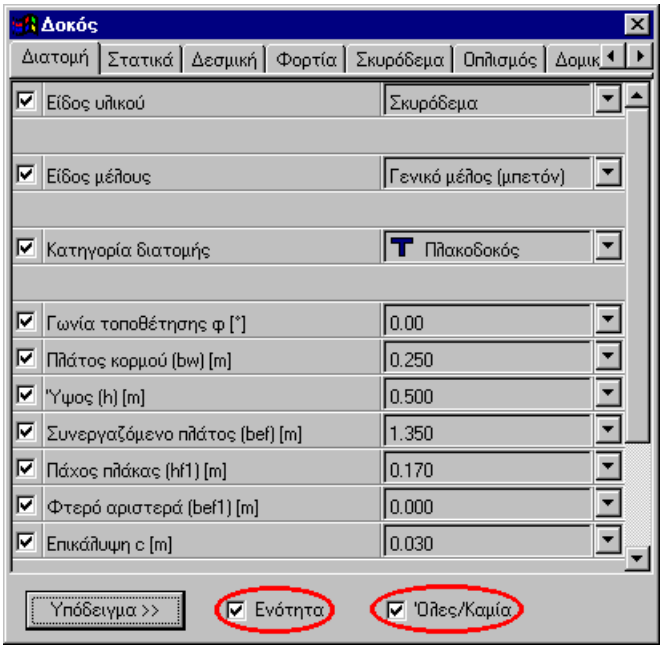


Εικόνα 2.9: *Με την εντολή «Δώσε παραμέτρους» της δοκού, οι πρώτες δύο παράμετροι θα εκχωρηθούν στο μέλος που θα επιλέξετε ενώ οι επόμενες δύο όχι. Οι υπόλοιπες παράμετροι αυτής της ενότητας είναι καθολικές: κάθε αλλαγή τους επηρεάζει όλες τις δοκούς του φορέα, χωρίς να απαιτείται η εντολή «Δώσε παραμέτρους».*



Μαζική αλλαγή παραμέτρων ή Παράμετροι με ενότητες

Οι παράμετροι μπορούν να εκχωρούνται στις οντότητες και κατά ενότητες, προκειμένου να επηρεάζονται επιλεγμένες παράμετροι κάθε οντότητας, χωρίς όμως να αλλάζουν οι υπόλοιπες.



Εικόνα 2.10: *Παράθυρο παραμέτρων με ενότητες*

Έστω ότι θέλετε να αλλάξετε την τιμή της επικάλυψης σε 5cm για ορισμένες δοκούς, χωρίς να επηρεάσετε τις άλλες παραμέτρους τους.

- Μέσω των εντολών «**+/- Περιοχή**», «**+/- Στοιχείο**», «**+/- Χρώμα**», «**+/- Όλα τα ορατά**», «**+/- Tags**» της «**Επεξεργασίας**» γίνεται η επιλογή των δοκών των οποίων θέλετε να αλλάξετε μαζικά την τιμή της επικάλυψης. Οι επιλεγμένες δοκοί φωτίζονται.
- Ανοίγετε το παράθυρο των παραμέτρων της δοκού, π.χ με [F6].
- Κάνετε κλικ στη θέση «**Όλες / Καμία**» έτσι ώστε να φύγει η ένδειξη √ από όλες τις παραμέτρους.
- Κάνετε κλικ στην ένδειξη √ της «**Επικάλυψης**» ώστε να επιλεγεί.
- Δίνετε την τιμή 0.05 m στην παράμετρο «**Επικάλυψη**».

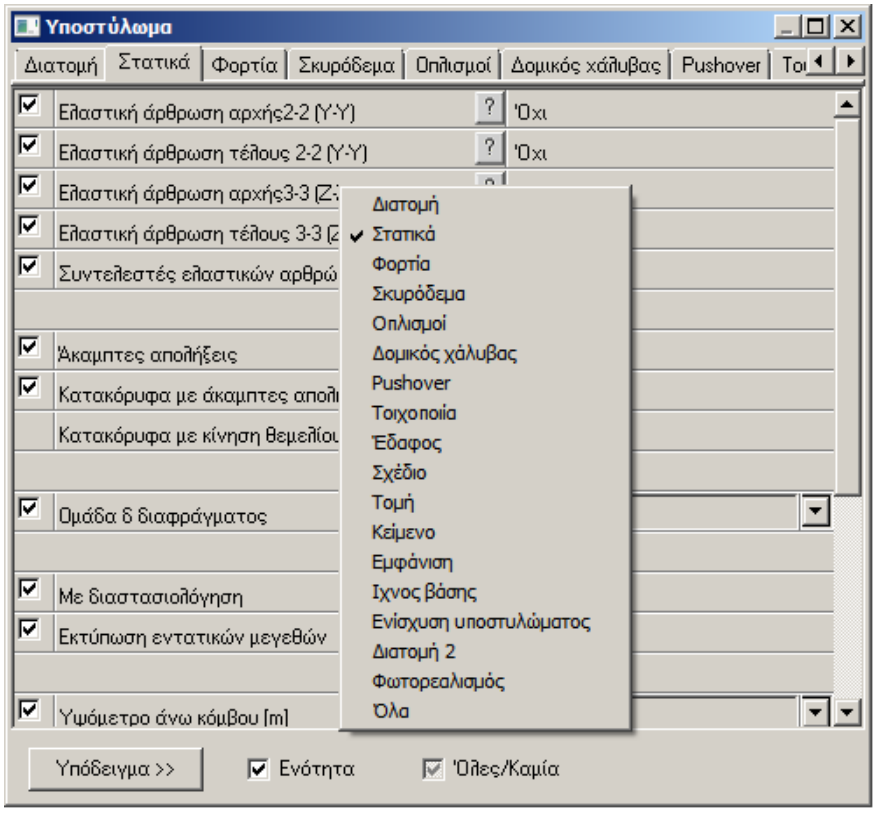
- Επιλέγετε την εντολή «**Μαζική αλλαγή παραμέτρων**» της «**Δοκού**», η νέα τιμή επικάλυψης εφαρμόζεται σε όλες τις επιλεγμένες δοκούς. Μετά την εκτέλεση της εντολής οι δοκοί στις οποίες έχει εφαρμοστεί η νέα τιμή από – επιλέγονται αυτόματα.

  Εναλλακτικά μπορείτε να εκχωρήσετε τη νέα τιμή με την εντολή «Δώσε παραμέτρους» κάνοντας κλικ σε κάθε δοκό που θέλετε να έχει επικάλυψη 5cm.

- Τέλος, κάνετε δύο κλικ στη θέση «**Όλες / Καμία**» ώστε να επαναφέρετε το εργαλείο των παραμέτρων στην προηγούμενη κατάστασή του (όλα επιλεγμένα).

- Με τη διαδικασία αυτή, δεν υπάρχει κίνδυνος να αλλάξετε άλλες παραμέτρους των δοκών, όπως π.χ. το ύψος, το συνεργαζόμενο πλάτος ή τα φορτία.

Δεξί κλικ μέσα σε παράθυρο παραμέτρων



Εικόνα 2.11: *Παράθυρο παραμέτρων με εμφανή τον κατάλογο των ενοτήτων*

Εμφανίζει τον κατάλογο με τις ενότητες, από τον οποίο επιλέγετε αυτή που θέλετε να μεταβείτε. Είναι πιο γρήγορος τρόπος από την χρήση των σελιδοδεικτών που βρίσκονται στην επάνω πλευρά του παραθύρου, ή των βελών κύλισης (δεξιά-αριστερά).

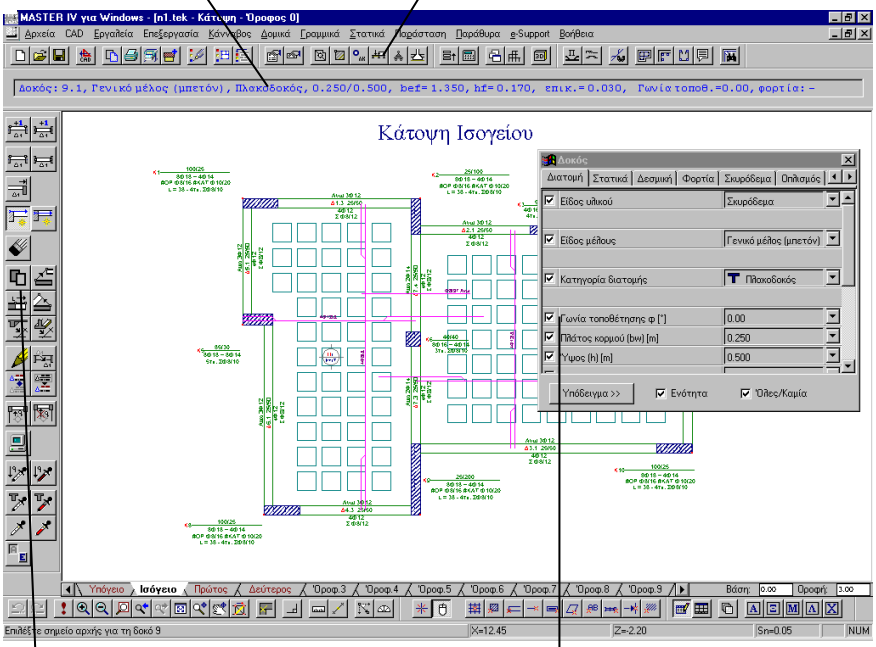
Σημείωση

Πολλές παράμετροι, εκτός από τις επιλογές «**Ναι**» και «**Όχι**», έχουν και την επιλογή «**Αυτόματο**». Αυτή η τελευταία, όταν είναι επιλεγμένη, αφήνει το πρόγραμμα να κάνει μόνο του την επιλογή μεταξύ του «Ναι» και του «Όχι», χρησιμοποιώντας ενσωματωμένα κριτήρια επιλογής.

Εισαγωγή στοιχείων στο Fespa

Οι τιμές παραμέτρων του στοιχείου που θα εισαχθεί αναγράφονται και εδώ.

1. Εδώ επιλέγετε **οντότητα** (π.χ. τη Δοκό).



2. Εδώ δίνετε τιμές στις **παραμέτρους** που καθορίζουν τη γεωμετρία της διατομής, τη στατική λειτουργία του μέλους, το υλικό του, κ.λπ.

Όλα τα μέλη που θα εισάγετε εφεξής, θα έχουν αυτές τις τιμές παραμέτρων. Δείτε και τη **γραμμή πληροφοριών**.

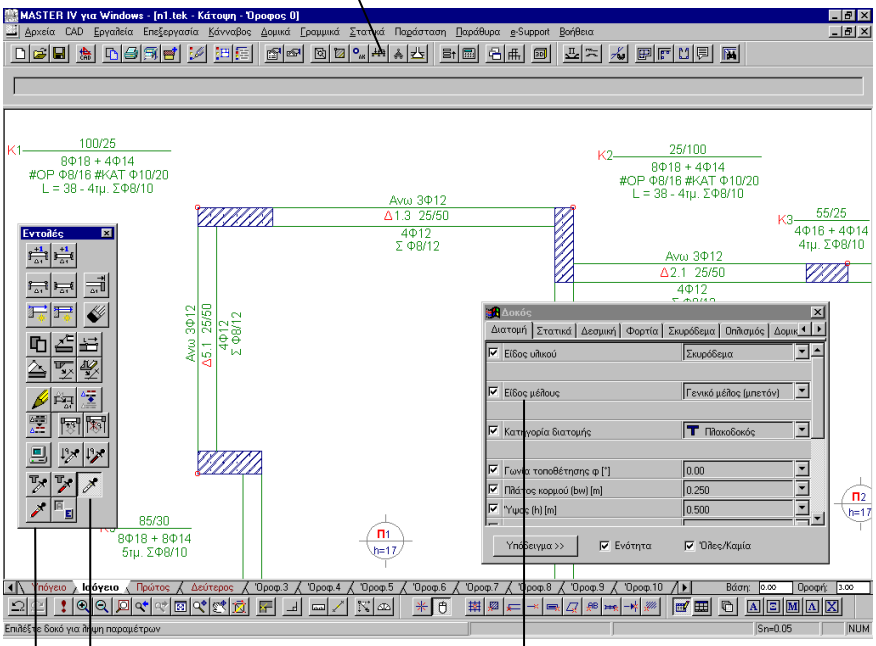
3. Εδώ επιλέγετε την εντολή «**Προσθήκη**» για το επιλεγμένο μέλος.

Για την ολοκλήρωση κάθε εντολής, ακολουθείτε τις προτροπές της **γραμμής συνεχούς βοήθειας**.

Εικόνα 2.12: *Τα βήματα που απαιτούνται προκειμένου να εισάγετε στην κάτοψη ένα νέο στοιχείο, π.χ. μία δοκό*

Αλλαγή παραμέτρων στοιχείου

1. Εδώ επιλέγετε το **στοιχείο** (π.χ. Δοκό).



2. Επιλέγετε την εντολή «**Πάρε παραμέτρους**» και δείχνετε με το mouse το μέλος. Το πλαίσιο των παραμέτρων

3. Εδώ δίνετε τις επιθυμητές **τιμές** στις **παραμέτρους** που θέλετε να αλλάξετε (π.χ. Διατομή, Φορτία, Υλικό, κ.λπ.).

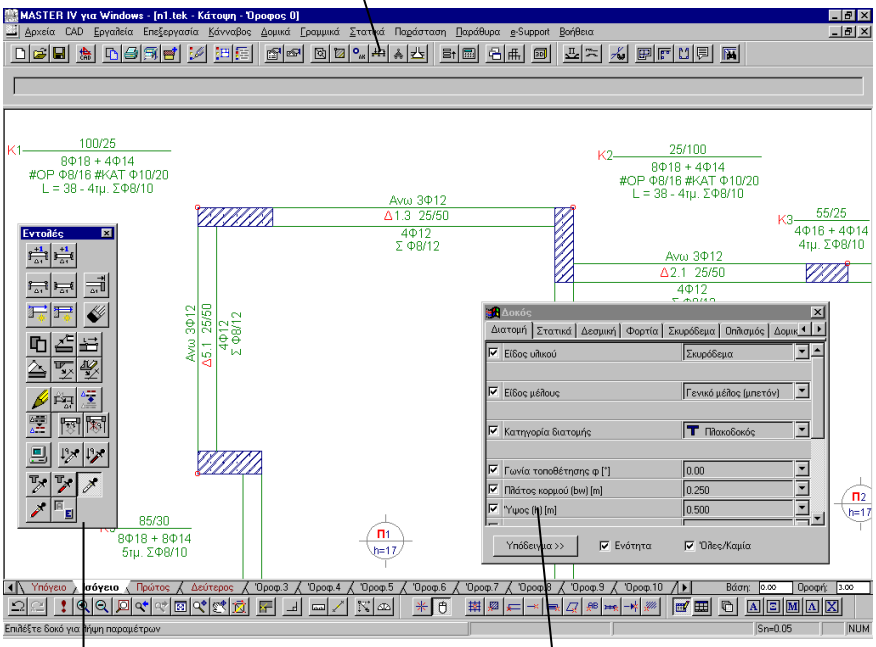
Με το [F6] του πληκτρολογίου, κλείνετε το πλαίσιο.

4. Επιλέγετε την εντολή «**Δώσε παραμέτρους**» και δείχνετε πάλι με το mouse το μέλος. Έτσι αυτό αποκτά τις νέες παραμέτρους.

Εικόνα 2.13: *Τα βήματα που απαιτούνται για την αλλαγή παραμέτρων ενός στοιχείου, π.χ. μίας δοκού*

Αντιγραφή παραμέτρων από στοιχείο σε στοιχείο

1. Εδώ επιλέγετε το **στοιχείο** (π.χ. Δοκό).



2. Επιλέγετε την εντολή «**Πάρε παραμέτρους**».

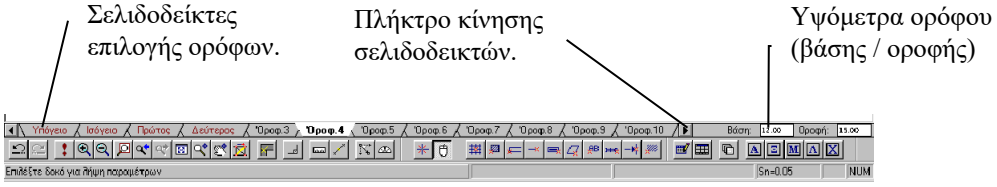
3. Δείχνετε με το mouse το μέλος από το οποίο θα **αντλήσετε** δεδομένα και κάνετε ένα κλικ. Το πλαίσιο των παραμέτρων ενημερώνεται με τις τιμές του μέλους αυτού.

5. **Δείχνετε** με το mouse το μέλος στο οποίο θα δώσετε τα δεδομένα και τα **εκχωρείτε** με πάτημα του πλήκτρου.

Εικόνα 2.14: *Τα βήματα που απαιτούνται για να δώσετε τις παραμέτρους ενός στοιχείου σε ένα άλλο.*

2.1.6 Γραμμή επιλογής ορόφων και υψομέτρων τους

Κάτω από παράθυρο που περιέχει την κάτοψη μιας οικοδομής εμφανίζεται η γραμμή επιλογής ορόφων (Εικόνα 2.15). Είναι μία σειρά από καρτέλες με «σελιδοδείκτες», καθεμιά από τις οποίες αντιστοιχεί σε έναν όροφο της οικοδομής.



Εικόνα 2.15: *Επιλογή ορόφων, εργαλεία σχεδίασης και γραμμή κατάστασης*

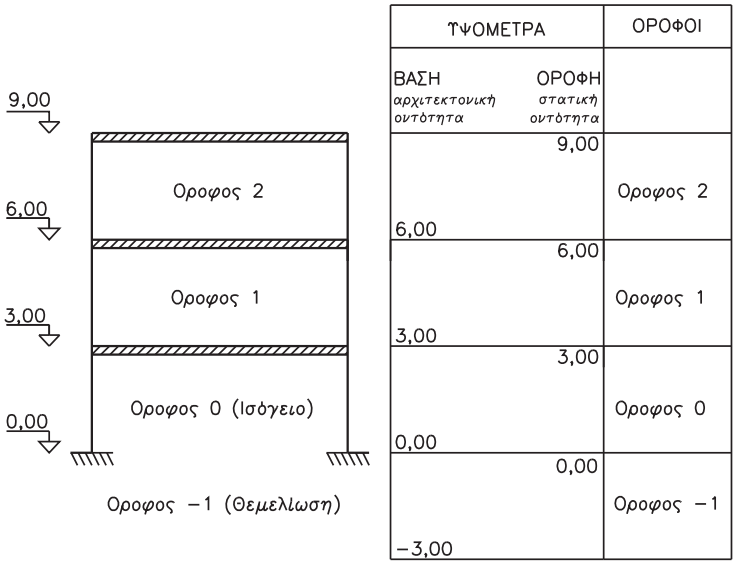
Με έντονα γράμματα τονίζεται ο τρέχων όροφος, ενώ κάνοντας κλικ στην καρτέλα κάποιου ορόφου αυτός γίνεται ο τρέχων όροφος που εμφανίζεται στην οθόνη. Οι όροφοι που έχουν στοιχεία (είναι γεμάτοι), έχουν γραμμένη την λέξη «Οροφ=..» με κόκκινο χρώμα.

Κάθε όροφος έχει δύο χαρακτηριστικά υψόμετρα που καθορίζουν τις στάθμες του: το «**υψόμετρο βάσης**» και το «**υψόμετρο οροφής**». Το υψόμετρο βάσης του ορόφου αφορά μόνο τις γραμμικές και αρχιτεκτονικές οντότητες του κτιρίου (π.χ. τις γραμμές, τους τοίχους), ενώ το υψόμετρο οροφής τις στατικές (π.χ. τα υποστυλώματα και τις πλάκες).

Βλέπε §4.2.1.1, παράμετρος «Όροφος > Γενικά > Υψόμετρο οροφής ορόφου» και §5.1.3.8 εντολή «Αλλαγή υψομέτρου στάθμης».

Τα υψόμετρα κάθε ορόφου εισάγονται αριθμητικά, στην αντίστοιχη θέση, στο ακραίο δεξί τμήμα της γραμμής. Αλλάζοντας το υψόμετρο οροφής, αυτόματα η συντεταγμένη Υ όλων των κόμβων (υποστυλωμάτων και λοιπών κόμβων) και των πλακών του συγκεκριμένου ορόφου θα μεταβληθεί κατά τιμή ίση με τη μεταβολή του υψομέτρου.

Ο προσδιορισμός του υψομέτρου ενός ορόφου δεν επηρεάζει τα υψόμετρα των άλλων ορόφων.

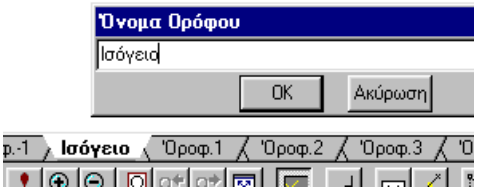


Σχήμα 2.1: *Ορισμός υψομέτρων ορόφων*

Ο κάθε όροφος ανήκει σε ένα ξεχωριστό παράθυρο, στο οποίο επεξεργάζεται κανείς το υπάρχον σχέδιο. Μπορεί επίσης να εκτυπωθεί ξεχωριστά, αλλά όλοι οι όροφοι φυλάγονται στο ίδιο αρχείο.

Όροφοι με ονόματα

Οι όροφοι στην κάτω μπάρα, δέχονται εκτός από τον αριθμό, και συγκεκριμένο **όνομα**, κάνοντας click με το δεξί πλήκτρο του mouse. Βλέπε Εικόνα 2.16.



Εικόνα 2.16: *Μετονομασία ορόφου*

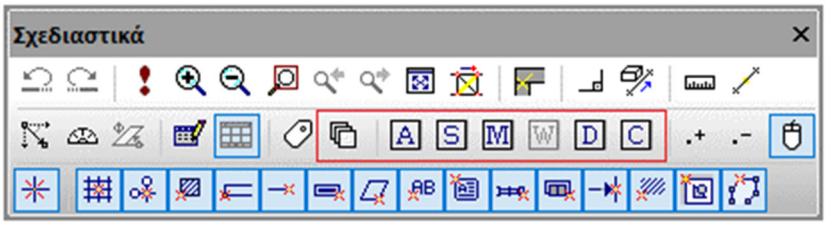
2.1.7 Το πλαίσιο των διαφανών



Τα διαφανή («layers») χρησιμεύουν για τη λογική διαστρωμάτωση των στοιχείων του σχεδίου. Έτσι, κάθε οντότητα τοποθετείται σε δικό της διαφανές, π.χ.. υποστυλώματα, λοιποί κόμβοι, ονόματα δοκών, σίδερα πλακών, κ.λπ. Ο αριθμός των διαφανών είναι προκαθορισμένος από το πρόγραμμα.

Κάθε διαφανές ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται αναλόγως, αν ο χρήστης επιθυμεί οτιδήποτε περιέχεται στο διαφανές να απεικονίζεται, να φυλάσσεται στο αρχείο, να τυπώνεται και να εμφανίζεται ή όχι στο τρισδιάστατο.

Τα διαφανή διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: αυτά που αφορούν το μοντέλο (προσομοίωμα) του φορέα, αυτά που αφορούν τον ξυλότυπο (σχεδιαστικά), τις διατομές υποστυλωμάτων (λεπτομέρειες) και τα αρχιτεκτονικά. Για τη εύκολη εναλλαγή τους στο σχέδιο, υπάρχουν στην εργαλειοθήκη σχεδίασης έξι εικονίδια («**Αρχιτεκτονικά σχέδια**», «**Στατικά σχέδια**», «**Μοντέλο**», «**Ραβδόμορφο μοντέλο**» «**Λεπτομέρειες οπλισμών**», «**Χαρακτηρισμός**»), τα οποία (απ)ενεργοποιούν -με ένα μόνο κλικ- τα αντίστοιχα διαφανή στο σχέδιο.

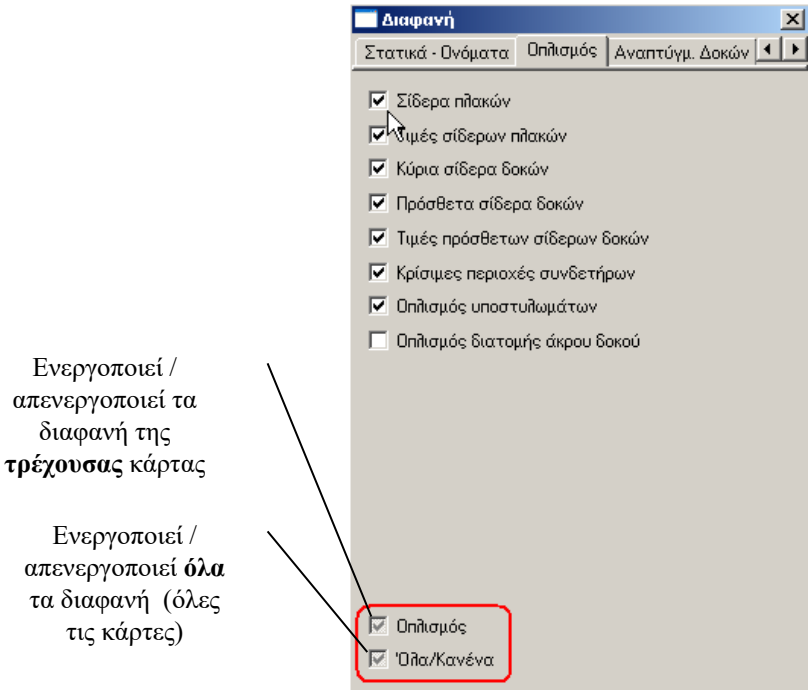


Εικόνα 2.17: *Πλήκτρα επιλογής ομάδων διαφανών ([**A**]Αρχιτεκτονικά σχέδια, [**S**]Στατικά σχέδια, [**M**]Μοντέλο, [**W**]Ραβδόμορφο μοντέλο, [**D**]Λεπτομέρειες, [**C**]Χαρακτηρισμός)*

Διαφανή με ενότητες

Το παράθυρο των διαφανών είναι χωρισμένο σε **καρτέλες** (tabs), φαίνονται στην Εικόνα 2.18. Για να μεταβείτε σε κάποια ενότητα, κάντε δεξί κλικ με το mouse, μέσα στο παράθυρο των διαφανών.

Τα διαφανή ενεργοποιούνται / απενεργοποιούνται και κατά ενότητες ή όλα μαζί.



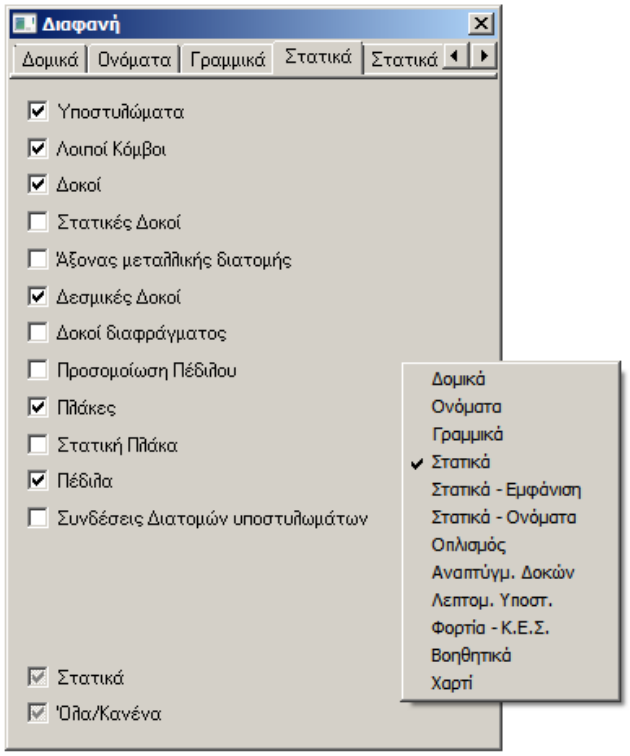
Εικόνα 2.18: *Παράθυρο διαφανών με ενότητες*

Έστω ότι θέλετε να απεικονίσετε στη οθόνη τον ξυλότυπο, χωρίς όμως άλλους οπλισμούς εκτός από τα σίδερα των πλακών.

- από το toolbar της εμφάνισης, επιλέξτε να είναι ενεργοποιημένο μόνο το πλήκτρο [**M**]
- ανοίξτε το παράθυρο των διαφανών (π.χ. με το [F6])
- μεταβείτε στην ενότητα «Οπλισμός» (με χρήση του δεξιού πλήκτρου του mouse)
- κάνετε κλικ στη θέση «Οπλισμός» έτσι ώστε να φύγει η ένδειξη √ από όλα τα διαφανή
- κάνετε κλικ στην ένδειξη √ στα «Σίδερα πλακών» και στις «Τιμές σίδερων πλακών» ώστε να είναι τσεκαρισμένες
- κλείστε το παράθυρο των διαφανών
- κάνετε «Επανασχεδίαση»

Δεξί κλικ μέσα στο πλαίσιο των διαφανών

Εμφανίζει τον κατάλογο με τις ενότητες, (tabs) από τον οποίο επιλέγετε αυτή που θέλετε να εμφανίσετε.



Εικόνα 2.19: *Ο κατάλογος των ενοτήτων των διαφανών*

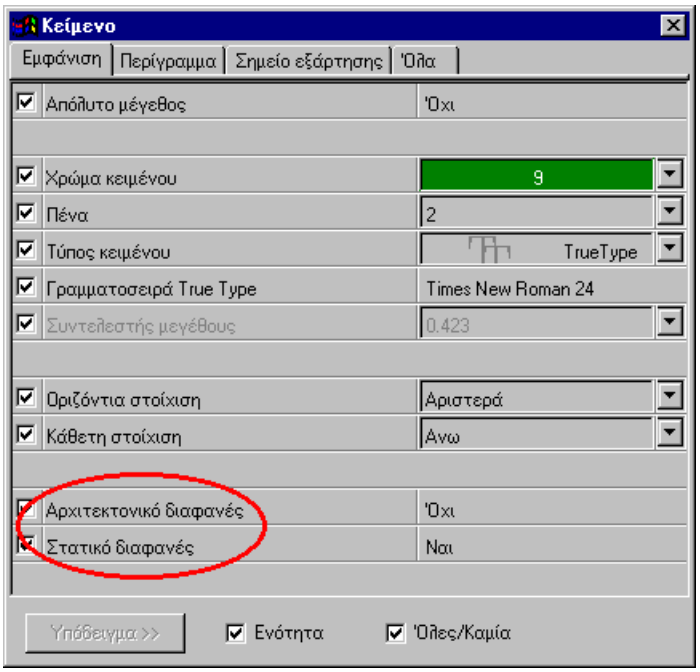
Αρχιτεκτονικό / Στατικό διαφανές

Κάθε οντότητα που εισάγει ο χρήστης τοποθετείται αυτόματα σε ένα από τα δύο (ή και τα δύο) σετ διαφανών του σχεδίου: το αρχιτεκτονικό και το στατικό. Το Fespa θεωρεί ότι οι οντότητες της ομάδας των «**Δομικών**» ανήκουν αποκλειστικά στο διαφανές των αρχιτεκτονικών, ενώ αυτές των «**Στατικών**» στο διαφανές των στατικών.

Οι οντότητες των «**Γραμμικών**» (γραμμές, τόξα, κείμενα, διαστάσεις, κ.λπ.) μπορούν να ανήκουν σε ένα ή και στα δύο διαφανή. Ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει την προεπιλογή του προγράμματος, παρεμβαίνοντας στις παραμέτρους κάθε οντότητας που εισάγει (βλέπε Εικόνα 2.20). Αυτή η δυνατότητα του προγράμματος χρησιμεύει στον σαφή διαχωρισμό των αρχιτεκτονικών από τα στατικά σχέδια. Για παράδειγμα στην ίδια κάτοψη μπορεί να υπάρχουν κείμενα που να αναφέρονται σε:

- αρχιτεκτονικά στοιχεία (π.χ. εμβαδά χώρων, ποιότητες δαπέδων)
- στατικά στοιχεία (π.χ. ποιότητες υλικών και παραδοχές)
- ή και στα δύο (π.χ. όνομα και αριθμός ορόφου).

Με τα πλήκτρα [A] και [S] της εργαλειογραμμής «Σχεδιαστικά» καθορίζετε ποια θα είναι ορατά κα ποια όχι.



Εικόνα 2.20: *Όλες οι γραμμικές οντότητες έχουν επιλογή για το αν ανήκουν στο στατικό ή το αρχιτεκτονικό διαφανές*



Καθορισμός αρχιτεκτονικού / στατικού διαφανούς

Με αυτή την εντολή μπορεί να καθορισθεί **μαζικά** σε ποιο διαφανές θα ανήκουν οι οντότητες της κάτοψης. Ισχύει μόνο για τις οντότητες που μπορεί να ανήκουν και στο αρχιτεκτονικό και στο στατικό διαφανές, δηλαδή για τα γραμμικά στοιχεία. Η διαδικασία είναι η εξής:

- **1**. Επιλέγετε τις επιθυμητές οντότητες (Επεξεργασία / +στοιχείο ή +περιοχή)
- **2**. Από τις παραμέτρους («Επεξεργασία / Εμφάνιση») καθορίζετε αν θέλετε να ανήκουν στο
  - Αρχιτεκτονικό διαφανές (Ναι / Όχι),
  - Στατικό διαφανές (Ναι / Όχι)
- Δίνετε την εντολή «Καθορισμός αρχιτεκτονικού / στατικού διαφανούς»

Σημείωση

Όταν εισάγετε αρχείο dxf από το AutoCAD, όλες οι (γραμμικές) οντότητες έρχονται αυτόματα στο «Αρχιτεκτονικό» διαφανές.

2.1.8 Tags

Με το εργαλείο αυτό εμφανίζεται το παράθυρο Tags για απεικόνιση μέσω του οποίου γίνεται η διαχείριση των tags του αρχείου. Tags δημιουργούνται είτε αυτόματα από το πρόγραμμα είτε τα εισάγει ο χρήστης.

Μέσω του παραθύρου Tags για απεικόνιση:

- Δημιουργείτε νέο tag με κλικ στο Νέο
- Μετονομάζετε υφιστάμενο tag με κλικ στο Μετονομασία
- Επιλέγετε και από – επιλέγετε tag για να ορίσετε αν οι οντότητες που φέρουν το συγκεκριμένο tag θα είναι ορατές ή όχι στην κάτοψη / 3D / όψεις / φωτορεαλισμό / τομή / όψη σε χαρτί.

  Μια οντότητα μπορεί να φέρει περισσότερα από ένα tag και ένα tag μπορεί να ανήκει σε περισσότερες οντότητες. Όταν στο παράθυρο «Tags για απεικόνιση» επιλέξω περισσότερα από ένα tags τότε θα πρέπει να εμφανίζονται στην κάτοψη όλες οι οντότητες που φέρουν τουλάχιστον ένα από τα επιλεγμένα tags.

  Οντότητες που έχουν οριστεί μέσω του παραθύρου Tags για απεικόνιση να μην είναι ορατές δεν μπορούν να επιλεγούν με τις εντολές επιλογής της Επεξεργασίας και άρα δεν συμμετέχουν στις μαζικές αλλαγές μέσω της Επεξεργασίας ή μέσω των εντολών του μενού τους που έχουν σχέση με μαζικές αλλαγές («Αλλαγή Μεγεθών» της «Γραμμής», «Κειμένου», «Διαστάσεων», «Γραμμοσκιάσεων» και «Μαζική αλλαγή παραμέτρων» της «Πλάκας», «Δοκού», «Υποστυλώματος»).
- Με το «Όλα / Κανένα» επιλέγετε και από – επιλέγετε όλα τα tag με ένα κλικ.
- Με την «Επανασχεδίαση» στην εργαλειογραμμή «Σχεδιαστικά» ενεργοποιούνται οι αλλαγές στην κάτοψη ανάλογα με τα επιλεγμένα tags.
- Με τον «Καθαρισμό μη χρησιμοποιούμενων tags» διαγράφονται από τη λίστα όλα τα tag τα οποία δεν ανήκουν σε καμία οντότητα.
- Διαγράφετε υφιστάμενο tag με κλικ στο «Διαγραφή».

Σε τι χρησιμεύουν τα tags

Επισήμανση & μαζική τροποποίηση παραμέτρων μελών ίδιου είδους

Μέσω των αυτομάτως δημιουργούμενων tags δίνεται η δυνατότητα επισήμανσης όλων των μελών ίδιου είδους (π.χ. τεγίδες, ελκυστήρες, διαγώνιοι σύνδεσμοι, αμφιαρθρωτά μέλη, κλπ) τόσο στο περιβάλλον της κάτοψης όσο και στο περιβάλλον «3D απεικόνιση – επεξεργασία».

Στο παράθυρο «Επιλέξτε tag / tags για προσθήκη στην επιλογή» που ενεργοποιείται με την εντολή «+Tag» της «Επεξεργασίας» ο χρήστης επιλέγει το «Είδος μέλους» που θέλει να επισημάνει στον φορέα.

Στα επιλεγμένα μέλη δίνεται η δυνατότητα μαζικής τροποποίησης των παραμέτρων τους με την χρήση της εντολής «Μαζική αλλαγή παραμέτρων» της «Δοκού».

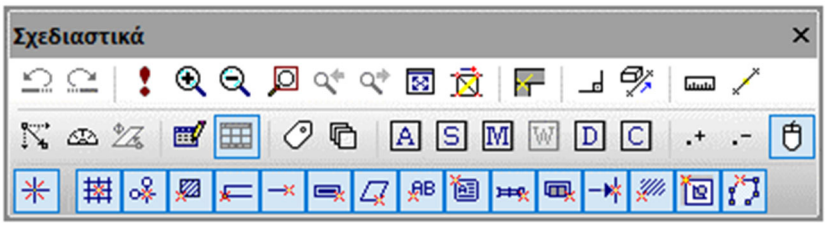
Με «Νέα επιλογή» της «Επεξεργασίας» εξαφανίζονται όλες οι επισημάνσεις των μελών.

Επισήμανση μελών που ανήκουν σε υποφορέα / μελών που φέρουν φορτία ανέμου ή χιονιού

Μέσω των αυτομάτως δημιουργούμενων tags δίνεται η δυνατότητα επισήμανσης όλων των μελών που ανήκουν σε υποφορέα (στέγη).

2.1.9 Γραμμή βοηθητικών εργαλείων σχεδίασης

Στην κάτω πλευρά της οθόνης, ακριβώς κάτω από την γραμμή επιλογής ορόφου, βρίσκονται τα εικονίδια των εργαλείων χειρισμού οθόνης που αφορούν τη διαχείριση των λειτουργιών σχεδίασης.



Εικόνα 2.21: *Εργαλειογραμμές βοηθητικών εργαλείων σχεδίασης*



Μέτρο

Παίρνετε πληροφορίες για ένα ευθύγραμμο τμήμα του σχεδίου. Δείχνετε με το mouse δύο σημεία της κάτοψης, οπότε αναγράφονται σε ένα παράθυρο μηνύματος: το μήκος (l) του τμήματος, η οριζόντια (dx) συνιστώσα του, η

κατακόρυφη (dz) συνιστώσα του καθώς και η γωνία φ (ως προς τον άξονα X). Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο αποστάσεων κ.λπ.



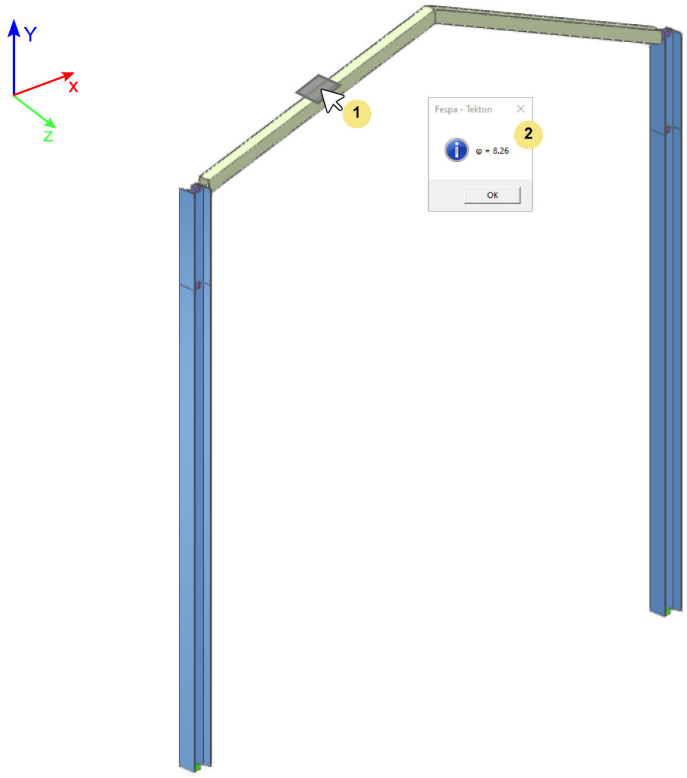
Μέσο

Προσδιορίζετε το μέσο ενός ευθύγραμμου τμήματος, δείχνοντας με το mouse την αρχή και το τέλος του τμήματος. Το σημείο αυτό γίνεται και σημείο έλξης οδηγού.



Κλίση επιφάνειας

Υπολογίζει την κλίση των επιφανειών στον χώρο. Λειτουργεί αποκλειστικά στο περιβάλλον της «3D απεικόνισης – επεξεργασίας».



Εικόνα 2.22: Αυτόματος υπολογισμός κλίσης επιφάνειας

- Επιλέξτε «Κλίση επιφάνειας» στην εργαλειογραμμή «Σχεδιαστικά».
- Επιλέξτε την επιφάνεια της οποίας την κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο XZ, θέλετε το πρόγραμμα να υπολογίσει αυτόματα (Βήμα 1 - **Εικόνα 2.22**).

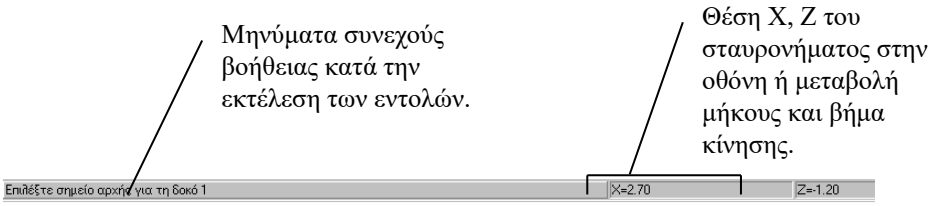
- Εμφανίζεται παράθυρο στο οποίο αναγράφεται η κλίση της επιφάνειας που επιλέξατε (Βήμα 2 - **Εικόνα 2.22**).

2.1.10 Γραμμή κατάστασης

Στην κάτω πλευρά του παραθύρου βρίσκεται η γραμμή κατάστασης (status line), όπου εμφανίζονται μεταξύ άλλων τα εξής:

- Η συνεχής βοήθεια, που εξηγεί ποιο είναι το επόμενο βήμα του χρήστη στην εντολή που εκτελεί.
- Η συντεταγμένη X της θέσης που βρίσκεται κάθε στιγμή το mouse.
- Η συντεταγμένη Z της θέσης που βρίσκεται κάθε στιγμή το mouse.

Όταν το mouse εκτελεί λειτουργία λήψης χρώματος από την οθόνη σχεδίασης, η συντεταγμένη X αντικαθίσταται από την πληροφορία c=(αριθμός χρώματος) και ένα κουτί με το χρώμα που το mouse ανιχνεύει.



Εικόνα 2.23*: Γραμμή κατάστασης*

2.1.11 Το μενού «Αρχεία» του προγράμματος

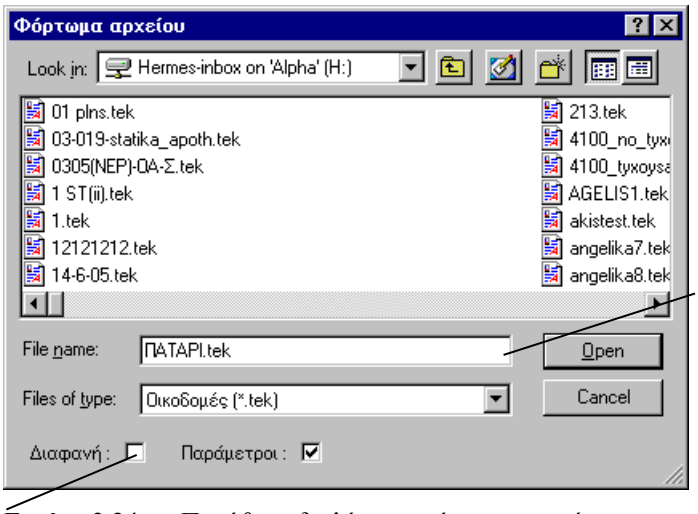
- **Φόρτωμα ως κείμενο**...: Διαβάζει και εισάγει στο σχέδιο ένα υπάρχον αρχείο κειμένου. Το κείμενο που έρχεται είναι επεξεργάσιμο (υπακούει στις εντολές του Κειμένου). Η μορφή του αρχείου πρέπει να είναι «Απλό κείμενο (plain text)». Χρήσιμο για την εισαγωγή μεγάλων κειμένων μέσα στο σχέδιο (π.χ. παραδοχές, όροι δόμησης, κλπ).
- **Αρχικές τιμές**: Διαβάζει το αρχείο Fspvals.tek που περιέχει τις προεπιλεγμένες (default) τιμές των παραμέτρων του προγράμματος. Για μόνιμη αλλαγή των τιμών αυτών θα πρέπει μετά τις αλλαγές, ο χρήστης να ζητά φύλαξη και κλείσιμο του αρχείου. Όποιες αλλαγές γίνουν στο αρχείο αυτό επηρεάζουν όλες τις νέες μελέτες, γι' αυτό χρειάζεται προσοχή στη χρήση αυτής της εντολής.
- **Ένωση**...: Ενώνει την τρέχουσα οικοδομή με την οικοδομή που επιλέγετε, τοποθετώντας το περιεχόμενο του κάθε ορόφου της στον αντίστοιχο της

τρέχουσας. Ισχύει μόνο για γραμμικές ή αρχιτεκτονικές οντότητες. Σε συνδυασμό με την εντολή «Φύλαξη σε γραμμές ως…» μπορεί να είναι χρήσιμο για τη σχεδίαση κτιρίων που χωρίζονται με αρμό.

- **Φύλαξη σε γραμμές ως…** Μετατρέπει σε απλές γραμμικές οντότητες το κτίριο (όλους τους ορόφους) και το φυλάει σε νέο αρχείο, προσθέτοντας το επίθεμα «_Γρ» στο όνομα αρχείου, προκειμένου να μην αντικατασταθεί το πρωτότυπο αρχείο της μελέτης. Χρησιμεύει για να μετατρέπονται τα τελικά σχέδια σε γραμμικές οντότητες έτσι ώστε οι επεμβάσεις στο τελικό σχέδιο να γίνονται ευκολότερα ενώ το αρχείο με το μοντέλο να παραμένει ανεπηρέαστο με το παλιό όνομα.
- **Εκτύπωση...:** Εκτυπώνει χωρίς κλίμακα το ενεργό παράθυρο. Βλέπε §11.6 «Η πρόχειρη σχεδίαση»
- **Σχεδίαση**: Εκκινεί την διαδικασία σχεδίασης υπό κλίμακα, σε εκτυπωτή ή σχεδιογράφο (plotter). Ανοίγει ένα νέο (κενό) χαρτί πάνω στο οποίο θα τοποθετηθούν τα προς σχεδίαση αρχεία. Βλέπε Κεφάλαιο 10 «Σχεδίαση».
- **Φάκελος εκκίνησης** Επιλογή με την οποία ο μελετητής του προγράμματος μπορεί να επιλέξει τον προεπιλεγμένο φάκελο (directory) για το φόρτωμα και τη φύλαξη των μελετών. Για να εκμεταλλευτείτε καλύτερα αυτή τη δυνατότητα του προγράμματος, θα πρέπει:
  - Να φτιάξετε (με τη συνήθη διαδικασία των Windows) ένα νέο φάκελο στο δίσκο σας, π.χ. `c:\meletes`,
  - Να ορίσετε μέσα από το πρόγραμμα αυτόν τον φάκελο ως «φάκελο εκκίνησης».
  - Κάθε φορά που θα δίνετε εντολή για φύλαξη ή φόρτωμα αρχείου, το πρόγραμμα θα πηγαίνει απευθείας στον προεπιλεγμένο φάκελο, διευκολύνοντας έτσι την καλή οργάνωση των μελετών σας.
- **Αντιγραφή στο Πρόχειρο** (Clipboard). Με την εντολή αυτή μεταφέρεται το μέρος του σχεδίου που καλύπτει την οθόνη στο Πρόχειρο (clipboard) προκειμένου να το μεταφερθεί (μέσω της εντολής «Επικόλληση») σε οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή (π.χ. να ενταχθεί σχέδιο μέσα σε κείμενο του Word). Υπάρχει και η αντίστοιχη εντολή «Αρχεία» – «Φύλαξη ως…» που αποθηκεύει ολόκληρη την κάτοψη σε αρχείο τύπου enhanced metafile (.emf) για χρήση από άλλες εφαρμογές των Windows.

Το πλαίσιο διαχείρισης αρχείων

Η διαχείριση των αρχείων του προγράμματος Fespa γίνεται μέσα από το παρακάτω πλαίσιο διαλόγου (το οποίο είναι κοινό για όλες τις εφαρμογές που τρέχουν κάτω από τα Windows):



Καθορίζει αν θα φορτώσετε (ή θα φυλάξετε) τις παραμέτρους της τρέχουσας οικοδομής.

Καθορίζει αν θα φορτώσετε (ή θα φυλάξετε) μόνο τα στοιχεία που είναι επιλεγμένα από τα «Διαφανή». **Προσοχή**: Αν είναι τσεκαρισμένο κατά τη φύλαξη, τα κλειστά διαφανή χάνονται οριστικά!

Εικόνα 2.24: *Παράθυρο διαλόγου ανοίγματος αρχείου*

Η επιλογή √ στα "**Διαφανή"** φορτώνει ή φυλάσσει μόνο τα διαφανή που είναι ενεργά εκείνη τη στιγμή. Γενικά, η επιλογή αυτή πρέπει να είναι πάντα ατσεκάριστη.

Η επιλογή √ στις «**Παραμέτρους**» φορτώνει ή φυλάσσει τις παραμέτρους όλων των οντοτήτων, έτσι όπως τις είχε ορίσει ο χρήστης. Γενικά, η επιλογή αυτή πρέπει να είναι πάντα τσεκαρισμένη.

Η ονοματολογία των αρχείων

Οικοδομή: π.χ. «Test.tek»: Το αρχείο των δεδομένων της μελέτης. Η επιλογή του εκάστοτε ορόφου γίνεται από τις καρτέλες ορόφων που βρίσκονται στο κάτω τμήμα της οθόνης..

Αντίγραφο ασφαλείας: π.χ. «Test.bak»: Το αρχείο της οικοδομής, όπως ήταν πριν φυλαχτεί για τελευταία φορά.

Αρχείο τύπου Autocad: π.χ. «Test.dxf»

2.2 Πλήκτρα που χρησιμοποιούνται συχνά κατά τη σχεδίαση

Ορισμένα πλήκτρα χρησιμοποιούνται συχνά κατά τη σχεδίαση, τόσο επειδή ενεργοποιούν πολύ χρήσιμες λειτουργίες όσο και διότι ενεργοποιούνται παράλληλα με την εκτέλεση όλων των εντολών. Πληκτρολογούνται με το χέρι του χρήστη που δεν κρατά το mouse, με αποτέλεσμα να μη διακόπτεται η ροή της εργασίας.

Πλήκτρα	**Ιδιότητες**
Delete ή S	(Απ)ενεργοποίηση έλξεων
Insert ή O	(Απ)ενεργοποίηση ορθογωνικής σχεδίασης
Home	Zoom όλα
End	Επανασχεδίαση
PgUp	Αυξάνει το βήμα της βηματικής μετακίνησης
PgDn	Μειώνει το βήμα της βηματικής μετακίνησης
+ (Αριθμητικό)	Μεγαλώνει το σχέδιο μέσα στην οθόνη (zoom in)
– (Αριθμητικό)	Μικραίνει το σχέδιο μέσα στην οθόνη (zoom out)
→←	Μετακινεί το σχέδιο δεξιά ή αριστερά μέσα στην οθόνη
↑↓	Μετακινεί το σχέδιο άνω ή κάτω, μέσα στην οθόνη
F5	Εμφάνιση εργαλειοθήκης
F6	Εμφάνιση πλαισίου παραμέτρων
F7	Εμφάνιση πλαισίου ειδών (μόνο για το «Τέκτων»)
F8	Εμφάνιση γραμμής πληροφοριών
[Control] + [F6]	Εναλλαγή μεταξύ παραθύρων
[Control] + [Z]	Αναίρεση πράξης (undo)
[Control] + [Y]	Αναίρεση αναίρεσης (redo)

Πίνακας 2.1: *Συντομεύσεις πληκτρολογίου*

2.3 Κοινές εντολές

Κάποιες από τις εντολές (αλλά και τις παραμέτρους) θα τις συναντήσετε σε περισσότερα του ενός στοιχεία. Περιγραφή αυτών των εντολών θα γίνει σε αυτό το κεφάλαιο, ενώ στα επόμενα θα βρείτε αναλυτική περιγραφή των εντολών και παραμέτρων που είναι ιδιαίτερες για το κάθε δομικό στοιχείο.



Διαγραφή

Σημαίνει την απάλειψη ενός στοιχείου από το σχέδιο. Δείχνετε το προς διαγραφή στοιχείο, και μόλις αυτό φωτιστεί πατάτε το κουμπί του mouse.

Μια και αυτή η λειτουργία αφορά μόνο το στοιχείο στο οποίο αναφέρεται, δεν υπάρχει κίνδυνος ενώ θέλετε να διαγράψετε μία πλάκα να διαγράψετε δοκό. Αν θέλετε μαζική διαγραφή στοιχείων, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε τις λειτουργίες της "Επεξεργασίας".



Κίνηση

Σημαίνει τη μετάθεση ενός στοιχείου από μια θέση σε άλλη. Αφού δείξετε το στοιχείο που θα κινηθεί (κάνοντας ένα κλικ), κινείτε το mouse μέχρι την επιθυμητή θέση, όπου και κάνετε δεύτερο κλικ για να το τοποθετήσετε. Στο κάτω δεξιά τμήμα της οθόνης αναγράφονται οι σχετικές αποστάσεις dx, dz.

Σημειώσεις

Κάθε φορά που ο χρήστης καλείται να δώσει τη νέα θέση μιας οντότητας, οι διαθέσιμες τεχνικές είναι τρεις:

Να δείξει με το **mouse** τη νέα θέση. Αυτή είναι η πιο λογική επιλογή αν εκεί υπάρχει ήδη σημείο έλξης.

Να πληκτρολογήσει τις νέες συντεταγμένες: **X** [Enter], **Y** [Enter].

Να πληκτρολογήσει τη σχετική απόσταση μετακίνησης, σε σχέση με την παλιά θέση της: [Spacebar], **dX** [Enter], **dY** [Enter].



Κίνηση ονόματος

Παρόμοια εντολή με την προηγούμενη, με τη διαφορά ότι εδώ μετακινείται το όνομα που συνοδεύει το στοιχείο πάνω στο σχέδιο.

Συχνά χρειάζεται να έχετε απενεργοποιήσει την «Έλξη οδηγού», έτσι ώστε το στοιχείο να κινείται ελεύθερα.



Αλλαγή ονόματος

Με την εντολή αυτή μπορείτε να αλλάξετε το όνομα οποιουδήποτε στοιχείου.



Σε γραμμές

Προκειμένου να έχετε μεγαλύτερη ευελιξία στην επεξεργασία του σχεδίου, μπορείτε να μετατρέψετε οποιαδήποτε οντότητα του σχεδίου σας σε γραμμές, των οποίων ο χειρισμός προσφέρει περισσότερες δυνατότητες. Μπορείτε δηλαδή να διαχωρίσετε σε γραμμές το περίγραμμα μίας πλάκας, δοκού, ενός πέδιλου, ή οποιουδήποτε άλλου στατικού αντικειμένου του σχεδίου.

Κάθε γραμμή που δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο, υπακούει πλέον στις λειτουργίες των "**Γραμμών**", και όχι στις εντολές του στοιχείου από το οποίο προήλθε. Ομοίως, αν το αντικείμενο συνοδεύεται από κείμενο (π.χ. το όνομα της δοκού) ή γραμμοσκίαση (π.χ. το γέμισμα του υποστυλώματος), και αυτά θα υπακούουν πλέον στις αντίστοιχες εντολές του «**Κειμένου**» και της «**Γραμμοσκίασης**». Όλες οι παραγόμενες οντότητες ανήκουν στο διαφανές των «Στατικών».

Η εντολή αυτή **δεν διαγράφει την αρχική οντότητα**, παρά μόνο την μετατρέπει σε **μη-ορατή** και **ανενεργή.** Αυτό σημαίνει ότι αν αργότερα χρειαστεί να τροποποιήσετε την αρχική οντότητα, θα πρέπει (αφού διαγράψετε τις γραμμές που παρήχθησαν) να μετατρέψετε πάλι την οντότητα σε «Ενεργή» (από την εργαλειοθήκη της) και σε «Ορατή» (από τις παραμέτρους της).

Η χρήση αυτής της εντολής σας δίνει μεγαλύτερες δυνατότητες στη διαχείριση του σχεδίου, πάνω στο οποίο μπορείτε να επέμβετε και να επεξεργαστείτε σα να ήταν απλές γραμμές.

Σημειώσεις

Πριν καταφύγετε στην εντολή αυτή, εκμεταλλευτείτε όλες τις άλλες διαθέσιμες εντολές για την τακτοποίηση του ξυλοτύπου («κίνηση», «κίνηση ονόματος», «κίνηση ονόματος ίχνους», «πάρε / δώσε παραμέτρους», «τοποθέτηση ονομάτων και οπλισμών», κλπ). Έχουν σαφή πλεονεκτήματα έναντι της επεξεργασίας απλών γραμμικών οντοτήτων.

Συνιστούμε επίσης να κάνετε πάντα φύλαξη του αρχείου με νέο όνομα **πριν** δώσετε οποιαδήποτε εντολή για μετατροπή σε γραμμές.

Υπάρχει και η σχετική εντολή «Αρχεία > Φύλαξη σε γραμμές ως …» με την οποία ολόκληρο το αρχείο διασπάται σε γραμμικές οντότητες και φυλάσσεται στο δίσκο με νέο όνομα.



Πάρε / Δώσε παραμέτρους

Με τις λειτουργίες αυτές μπορεί να συνδεθεί ένα στοιχείο με τις παραμέτρους του. Έτσι μπορούν να τεθούν κοινές παράμετροι για ήδη σχεδιασμένα στοιχεία, να δείτε τις τιμές των παραμέτρων κάποιου στοιχείου ή να χρησιμοποιήσετε τις παραμέτρους ενός στοιχείου για νέα στοιχεία που θα σχεδιάσετε. Οι λειτουργίες αυτές αναφέρονται πάντα σε ένα μόνο τύπο στοιχείων (μόνο στις πλάκες, μόνο στις γραμμές κ.λπ.). Είναι δυνατό να ορίσετε ποιες από τις παραμέτρους θα συμμετέχουν, χρησιμοποιώντας τους δείκτες ενεργού ανενεργού √ παραμέτρου που βρίσκεται αριστερά από κάθε παράμετρο στο πλαίσιο παραμέτρων.

Με τη λειτουργία "Πάρε παραμέτρους", επιλέγετε ένα στοιχείο από το σχέδιο, και οι τιμές των παραμέτρων στο αντίστοιχο παράθυρο ενημερώνονται, παίρνοντας τις τιμές των παραμέτρων του στοιχείου που επιλέχθηκε. Με την λειτουργία "Δώσε παραμέτρους", επιλέγετε ένα στοιχείο από το σχέδιο, και οι παράμετροι του στοιχείου που επιλέχθηκε παίρνουν τις τιμές που έχουν οι παράμετροι στο παράθυρο παραμέτρων.



Πάρε / Δώσε φορτία

Λειτουργούν ανάλογα με τις εντολές «Πάρε / Δώσε παραμέτρους», αλλά επιδρούν μόνο στα φορτία. Χρησιμεύουν στη γρήγορη αντιγραφή φορτίων από οντότητα σε οντότητα, χωρίς να επηρεάζονται οι υπόλοιπες παράμετροι (διατομή, υλικό, κ.λπ.). Όταν ένα μέλος διαθέτει περισσότερες από μια δράσεις, η συμπεριφορά της εντολής εξαρτάται από την παράμετρο «**Εφαρμογή όλων των δράσεων**». Βλ. §7.2.



Πάρε / Δώσε διατομές

Λειτουργούν ανάλογα με τις εντολές «Πάρε / Δώσε παραμέτρους», αλλά επιδρούν μόνο στις ιδιότητες της διατομής. Χρησιμεύουν στη γρήγορη αντιγραφή των ιδιοτήτων διατομής από οντότητα σε οντότητα, χωρίς να επηρεάζονται οι υπόλοιπες παράμετροι.



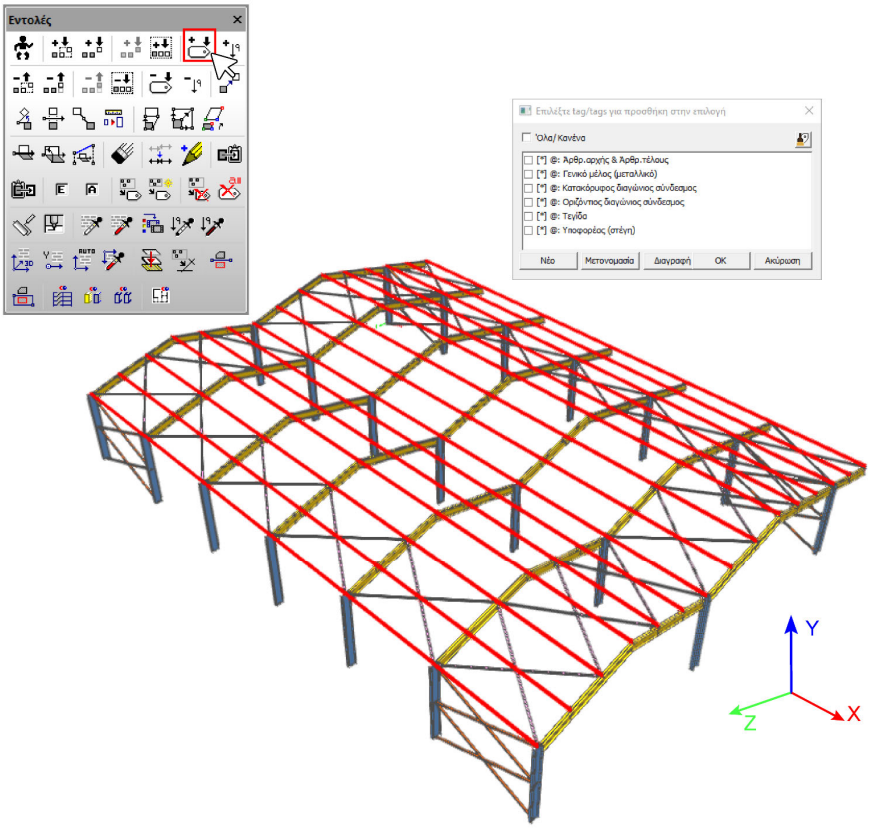
Μαζική αλλαγή παραμέτρων

Με την εντολή «**Μαζική αλλαγή παραμέτρων**» γίνεται συνολική αλλαγή στις τρέχουσες παραμέτρους δοκών που έχουν επιλεγεί με τα εργαλεία της Επεξεργασίας («+**Περιοχή**», «+**Στοιχείο**», «+**Χρώμα**», «+**Όλα τα ορατά**», «+**Tags**»). Για παράδειγμα μπορεί να γίνει μαζική απόδοση φορτίων ανέμου σε επιλεγμένες τεγίδες.

Πιο συγκεκριμένα για να αλλάξετε μαζικά παραμέτρους δοκών ακολουθείστε την παρακάτω διαδικασία:

- Μετάβαση το περιβάλλον της «**3D απεικόνισης – επεξεργασίας**». Στην εργαλειογραμμή «**Παράσταση**» επιλέξτε «3D επεξεργασία – απεικόνιση».

- Μέσω των εντολών «+/- **Περιοχή**», «+/- **Στοιχείο**», «+/- **Χρώμα**», «+/- **Όλα τα ορατά**», «+/- **Tags**» της «**Επεξεργασίας**» γίνεται η επιλογή των δοκών των οποίων θέλετε να αλλάξετε μαζικά τις παραμέτρους (**Εικόνα 2.25**). Τα επιλεγμένα στοιχεία φωτίζονται.
- Μετάβαση στην οντότητα «**Δοκός**» της εργαλειογραμμής «Στατικά».
- Με την εντολή «**Πάρε παραμέτρους**» επιλέγετε μία από τις δοκούς στις οποίες θέλετε να αποδώσετε φορτία ανέμου. Ανοίγει το παράθυρο παραμέτρων στο οποίο μπορείτε να ρυθμίσετε τις επιθυμητές αλλαγές.



Εικόνα 2.25: Με την εντολή «+Tag», της «Επεξεργασίας» επιλέγονται οι δοκοί στις οποίες έχει αποδοθεί αυτόματα από το Fespa το tag «**@: Τεγίδα**». Στις δοκούς αυτές θα αποδοθούν μαζικά, με την εντολή «**Μαζική αλλαγή παραμέτρων**», οι παράμετροι «Δοκός > Στατικά > Ανήκει σε υποφορέα (στέγη)», «Δοκός > Στατικά >

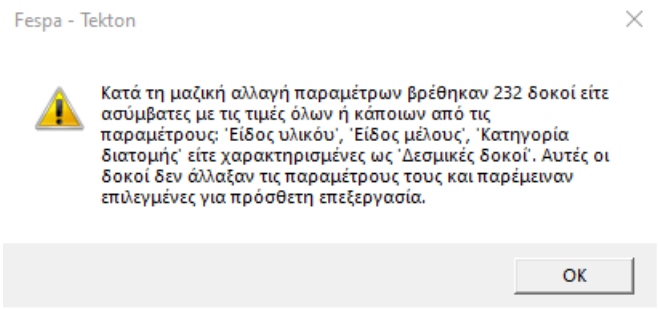
Παραλαβή φορτίων ανέμου (στέγη)» και «Δοκός > Στατικά > Παραλαβή φορτίων χιονιού (στέγη)»

Για να εφαρμόσετε αλλαγή που να αφορά π.χ. μόνο την παραλαβή φορτίων ανέμου από – επιλέγετε το «**Όλα / Κανένα**» ώστε να φύγει η ένδειξη √ από όλες τις παραμέτρους και και **επιλέγετε √ μόνο** την παράμετρο που επιθυμείτε να αποδώσετε [π.χ. «Δοκός > Στατικά > Παραλαβή φορτίων ανέμου (στέγη)»]. Όπως συμβαίνει και με την εντολή «Δώσε παραμέτρους» , έτσι και εδώ οι παράμετροι που εκχωρούνται στις επιλεγμένες δοκούς είναι αυτές που είναι επιλεγμένες (√) στο παράθυρο παραμέτρων.

- Με επιλογή της εντολής «**Μαζική αλλαγή παραμέτρων**» εκχωρούνται μαζικά σε όλες τις επιλεγμένες δοκούς, οι επιλεγμένες παράμετροι.
- Τέλος, κάνετε δύο κλικ στη θέση «**Όλες / Καμία**» ώστε να επαναφέρετε το εργαλείο των παραμέτρων στην προηγούμενη κατάστασή του (όλα επιλεγμένα).
- Με τη διαδικασία αυτή, δεν υπάρχει κίνδυνος να αλλάξετε άλλες παραμέτρους των δοκών, όπως π.χ. το ύψος, το συνεργαζόμενο πλάτος ή τα φορτία.

Παρατηρήσεις

- Η εντολή «**Μαζική αλλαγή παραμέτρων**» εκχωρεί μαζικά τις τρέχουσες παραμέτρους σε επιλεγμένες δοκούς που ανήκουν στο ίδιο είδος μέλους **(**ή **είδος υλικού** ή **κατηγορία διατομής)**. Αν για παράδειγμα έχετε επιλέξει, με «**+ Όλα τα ορατά**», όλα τα ορατά στοιχεία της μελέτης σας και εφαρμόσετε μαζικά κάποιες αλλαγές σε δοκούς τότε οι αλλαγές αυτές θα αποδοθούν στις δοκούς που ανήκουν στο είδος μέλους που είναι επιλεγμένο εκείνη τη στιγμή στο παράθυρο παραμέτρων, «Δοκός > Διατομής > Είδος μέλους».
- Με την εφαρμογή της εντολής οι δοκοί στις οποίες εκχωρούνται οι αλλαγές από – επιλέγονται ώστε να είναι απευθείας αντιληπτό ποιες δοκοί επηρεάστηκαν από τη συγκεκριμένη αλλαγή. Εάν μεταξύ των επιλεγμένων δοκών υπάρχουν δοκοί που ανήκουν σε άλλο είδος μέλους τότε εμφανίζεται το μήνυμα της . Οι δοκοί στις οποίες δεν εφαρμόστηκαν οι αλλαγές παραμένουν επιλεγμένες για περαιτέρω επεξεργασία.



Εικόνα 2.26: **Μήνυμα:** Κατά τη μαζική αλλαγή παραμέτρων βρέθηκαν «x» δοκοί είτε ασύμβατες με τις τιμές όλων ή κάποιων από τις παραμέτρους «Είδος υλικού», «Είδος μέλους», «Κατηγορία διατομής» είτε χαρακτηρισμένες ως «Δεσμικές δοκοί». Αυτές οι δοκοί δεν άλλαξαν τις παραμέτρους τους και παρέμειναν επιλεγμένες για πρόσθετη επεξεργασία.

Για να **αντιμετωπίσετε το παραπάνω μήνυμα (**Error! Reference source not found.**)** θα πρέπει να φροντίσετε οι παράμετροι «**Είδος μέλους**», «**Είδος υλικού**», «**Κατηγορία διατομής**» στο παράθυρο παραμέτρων

◊ είτε να είναι επιλεγμένες

◊ είτε εφόσον είναι από – επιλεγμένες να συμφωνούν με «Είδος μέλους», «Είδος υλικού», «Κατηγορία διατομής» των επιλεγμένων δοκών στις οποίες επιθυμείτε να εκχωρήσετε μαζικά παραμέτρους.

- Για τις δοκούς που είναι χαρακτηρισμένες ως **δεσμικές** δεν λειτουργεί η «Μαζική αλλαγή παραμέτρων».
- Με αντίστοιχο τρόπο μπορείτε να κάνετε μαζικές αλλαγές παραμέτρων για τις οντότητες «Υποστύλωμα», «Πλάκα» με την εντολή «Μαζική αλλαγή παραμέτρων» αλλά και για τις οντότητες «Κείμενο», «Γραμμή», «Διαστάσεις», «Γραμμοσκιάσεις» με την εντολή «Αλλαγή» μεγεθών».
- Η εντολή «Μαζική αλλαγή παραμέτρων» των οντοτήτων «Πλάκα», «Δοκός», «Υποστύλωμα» λειτουργεί τόσο στο περιβάλλον της κάτοψης όσο και στο περιβάλλον της 3D απεικόνισης – επεξεργασίας (OpenGL).
- Για να ενεργοποιηθεί η εντολή πρέπει στο Fespa – Tekton να έχετε προσθέσει το add on module «Tags».



Ενεργό – Ανενεργό

Απενεργοποίηση ενός στοιχείου σημαίνει ότι το στοιχείο αυτό δεν υπακούει σε καμία εντολή (κίνηση, διαγραφή, κ.λπ.), ούτε θα συμμετέχει στις αλλαγές που θα

γίνουν με τις εντολές του μενού “Επεξεργασία”. Επίσης, δε θα συμμετέχει στην τρισδιάστατη απεικόνιση της οικοδομής. Ένδειξη του ότι ένα δομικό στοιχείο είναι απενεργοποιημένο είναι ότι σχεδιάζεται με γκρι χρώμα στην κάτοψη.

3

3D απεικόνιση / επεξεργασία (OpenGL)

3.1 Τί είναι η 3D απεικόνιση / επεξεργασία (OpenGL);



Με επιλογή της «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**» γίνεται η μετάβαση στο παράθυρο / περιβάλλον της στερεοσκοπικής τριδιάστατης απεικόνισης (OpenGL) στο οποίο δίνεται η δυνατότητα **γρήγορης & ομαλής περιήγησης** (orbit, zoom, pan) **εντός** και **εκτός** του **3D κτιρίου**. Το μοντέλο απεικονίζεται **με υλικά** ή **χωρίς**, σε **αξονομετρική** ή **προοπτική** προβολή. Με δυνατότητα παρουσίασης ενός μόνο ορόφου, περισσότερων επιλεγμένων ορόφων ή του συνόλου του κτιρίου. Η **OpenGL** είναι εξοπλισμένη με ένα **σύνολο δυνατοτήτων** που **διευκολύνουν** την **επικοινωνία** του **αρχιτέκτονα / πολιτικού μηχανικού** με τον **πελάτη** του, είτε πρόκειται για επίσημη είτε για ανεπίσημη παρουσίαση της μελέτης.

Επιπλέον, στο περιβάλλον της OpenGL δίνεται η δυνατότητα **δημιουργίας**, **επεξεργασίας** & **επέκτασης** του **αρχιτεκτονικού μοντέλου** ή του **στατικού φορέα** μέσω των **3D εντολών**. Οι 3D εντολές αποτελούν επέκταση των αντίστοιχων εντολών που υπάρχουν στο περιβάλλον της κάτοψης. Οι διάφορες αλλαγές που γίνονται στο περιβάλλον της OpenGL μεταφέρονται **αυτόματα στο περιβάλλον της κάτοψης** διευκολύνοντας ιδιαίτερα την πορεία δημιουργίας του μοντέλου.

Τέλος, στο περιβάλλον 3D απεικόνισης – επεξεργασίας δίνεται η **δυνατότητα δημιουργίας παρατηρητών** για την αποθήκευση των διαφορετικών θέσεων απεικόνισης του κτιρίου ή των εσωτερικών του χώρων. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρεται γρήγορη **επαναφορά στην ίδια θέση** στο περιβάλλον της OpenGL αλλά και **άμεση δημιουργία φωτορεαλιστικής απεικόνισης** από τη συγκεκριμένη οπτική.

3.2 Το περιβάλλον της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας

Η μετάβαση στο **περιβάλλον 3D απεικόνισης/επεξεργασίας** γίνεται με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Επιλέγοντας «**3D απεικόνιση/επεξεργασία**», στην **εργαλειογραμμή** «**Παράσταση**».
- Με **δεξί κλικ** στον χώρο σχεδίασης και επιλέγοντας από το αναδυόμενο παράθυρο «**3D απεικόνιση/επεξεργασία**».
- Επιλέγοντας «**3D απεικόνιση/επεξεργασία**» από το **κεντρικό μενού** «**Παράσταση**».

Η επιλογή «3D απεικόνιση / επεξεργασία» ενεργοποιεί ένα νέο παράθυρο στο οποίο (δυνατότητα **3D απεικόνισης**):

- Απεικονίζεται η **3D γεωμετρία** του φορέα ενός μόνο ορόφου, περισσότερων επιλεγμένων ορόφων ή του συνόλου του κτιρίου
- Εμφανίζεται το **γραμμικό προσομοίωμα του φορέα** (κόμβοι & μέλη) και η **3D γεωμετρική** του απεικόνιση.

  Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλη εναλλαγή των διαφανών **[S]** – Στατικά σχέδια, **[W]** – ραβδόμορφο μοντέλο, στην εργαλειογραμμή «**Σχεδιαστικά**».
- Εμφανίζονται οι **καθολικοί άξονες XZY** στο **(0,0,0)** για κατανόηση της θέσης σχεδίασης στον χώρο.

  Η εμφάνιση των καθολικών αξόνων XZY επηρεάζεται από τις **παραμέτρους** «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Βοηθητικά στοιχεία > Άξονες XZY».
- Δίνονται **πληροφορίες** για οποιοδήποτε **κόμβο** (π.χ. όνομα, όροφο στον οποίο ανήκει, XZY συντεταγμένες του, ονόματα μελών που συντρέχουν στον κόμβο, κλπ) ή **μέλος** (π.χ. όνομα, όροφο στον οποίο ανήκει, υλικό, είδος μέλους, tag, κλπ) του φορέα μέσω του εργαλείου «**Πληροφορίες οντοτήτων**».

  Η εμφάνιση ή όχι του «πλαισίου πληροφοριών» εξαρτάται από την **παράμετρο** ««3D απεικόνιση / επεξεργασία > Βοηθητικά στοιχεία > **Εμφάνιση πλαισίου πληροφοριών**».
- Δίνεται η δυνατότητα εμφάνισης των **τοπικών αξόνων κάθε μέλους,** όταν είναι ορατό το **γραμμικό προσομοίωμα** του φορέα [W].

  Με επιλογή του εργαλείου «**Πληροφορίες οντοτήτων**» και **mouse over σε** οποιοδήποτε **μέλος** εμφανίζονται οι τοπικοί του άξονες. **Εναλλακτικά**, από «**Διαφανή > Στατικά P.M.**» και επιλογή του «**Εμφάνιση τοπικών αξόνων**

XZY, όλου του μοντέλου» εμφανίζονται οι τοπικοί άξονες όλων ορατών μελών στην οθόνη σας.

- Μπορούν να **επισημανθούν** μέλη με κοινές ιδιότητες **π.χ. μέλη που ανήκουν σε υποφορέα (στέγη), τεγίδες**, ελκυστήρες, διαγώνιοι σύνδεσμοι, κλπ.

  Αυτό επιτυγχάνεται με επιλογή του αντίστοιχου «tag» (π.χ. «Τεγίδα») μέσω της εντολής «**+Tag**» της «**Επεξεργασίας**». Τα tag αυτά έχουν δημιουργηθεί αυτόματα είτε κατά την **εισαγωγή του μέλους** είτε με την εντολή «**Αυτόματη απόδοση tags**» της «**Επεξεργασίας**».

  Στα **επιλεγμένα/επισημασμένα μέλη** μπορούν να εφαρμοστούν αλλαγές μέσω των **εντολών της «Επεξεργασίας»** αλλά και **μαζικές αλλαγές στις παραμέτρους** τους μέσω της εντολής «**Μαζική αλλαγή παραμέτρων**» σε «Δοκό», «Υποστύλωμα», «Πλάκα».

3.2.1 Πλοήγηση στο περιβάλλον 3D απεικόνισης / επεξεργασίας

Στο περιβάλλον της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας έχετε την δυνατότητα **περιστροφής** του φορέα ελεύθερα στον χώρο (**orbit**), **μεγέθυνσης – σμίκρυνσης**, **λειτουργίας pan & look around** με χρήση του **mouse**.

Υπάρχουν οι παρακάτω **καταστάσεις** που αντιστοιχούν στον **κέρσορα**:

- Με τη μετάβαση στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία» ο κέρσορας εμφανίζεται ως «**3D σταυρόνημα**». **Τρεις γραμμές** με χρώμα **μπλε** (αντίστοιχα με καθολικό άξονα **Y**), **κόκκινο** (αντίστοιχα με καθολικό άξονα **X**) και **πράσινο** (αντίστοιχα με καθολικό άξονα **Z**) βοηθούν ώστε να βρίσκετε πιο εύκολα της θέση σας στο χώρο του 3D περιβάλλοντος.

  Προσκολλημένο στο 3D σταυρόνημα εμφανίζεται το «**επίπεδο ανίχνευσης οντοτήτων**» το οποίο εξυπηρετεί στην **κατανόηση των χωρικών σχέσεων**.

- Με την εμφάνιση του **«x»** το πρόγραμμα ενημερώνει ότι **ο κέρσορας** βρίσκεται στο **κενό**. Σε αυτή την περίπτωση **δεν εμφανίζονται** συντεταγμένες **XZY**, κάτω δεξιά στο παράθυρο του προγράμματος και **δεν** έχετε την δυνατότητα να εκτελέσετε **εντολές της 3D επεξεργασίας** για να τροποποιήσετε το μοντέλο σας.

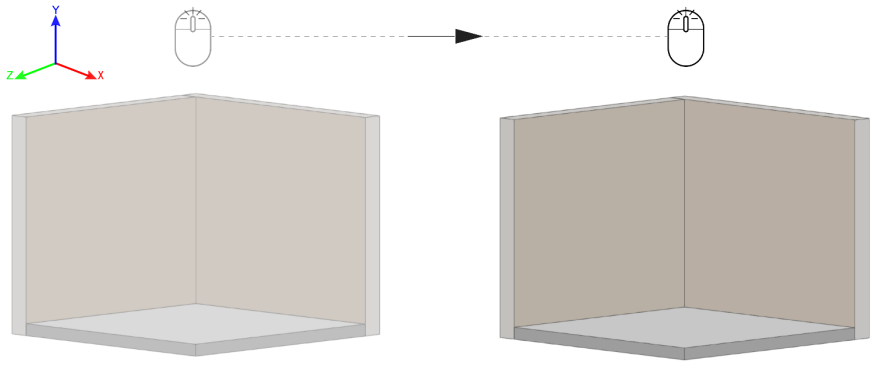
- **«Βελάκι»** εμφανίζεται στις εντολές επιλογής οντοτήτων π.χ. «Πάρε/Δώσε παραμέτρους», «+Στοιχείο» της «Επεξεργασίας», κλπ. Σε αυτές τις περιπτώσεις με mouse over στις αντίστοιχες οντότητες:

  - εμφανίζεται το όνομα του μέλους (π.χ. **e = Δ1.1** για δοκό) κάτω δεξιά στο παράθυρο του προγράμματος
  - εμφανίζεται το γκρι πλαίσιο με πληροφορίες για επιλεγμένο μέλος

- εμφανίζονται επιπλέον πληροφορίες για το μέλος στο παράθυρο «Πληροφορίες» εφόσον είναι ενεργοποιημένο από «Εργαλεία > Πληροφορίες» στο κεντρικό μενού.

Λειτουργία pan (ροδέλα mouse)

Πατώντας παρατεταμένα το μεσαίο κουμπί του mouse (ροδέλα mouse) στο παράθυρο «3D απεικόνισης / επεξεργασίας» το 3D σταυρόνημα εξαφανίζεται, **σέρνοντας ταυτόχρονα** το mouse **δεξιά**, **αριστερά**, **πάνω**, **κάτω** το κτίριο κινείται με αντίστοιχο τρόπο (**Εικόνα 3.1**).



Εικόνα 3.1: Κίνηση pan προς τα δεξιά

Με **διπλό κλικ** στην **ροδέλα του mouse** βλέπετε το κτίριο ξανά σε **πλήρη όψη**, εντός των ορίων του παραθύρου. Αντίστοιχα με την λειτουργία της επιλογής «Πλήρης όψη» της εργαλειογραμμής «Σχεδιαστικά» ή με το «Home» στο πληκτρολόγιο.

Μεγέθυνση / Σμίκρυνση (ροδέλα mouse)

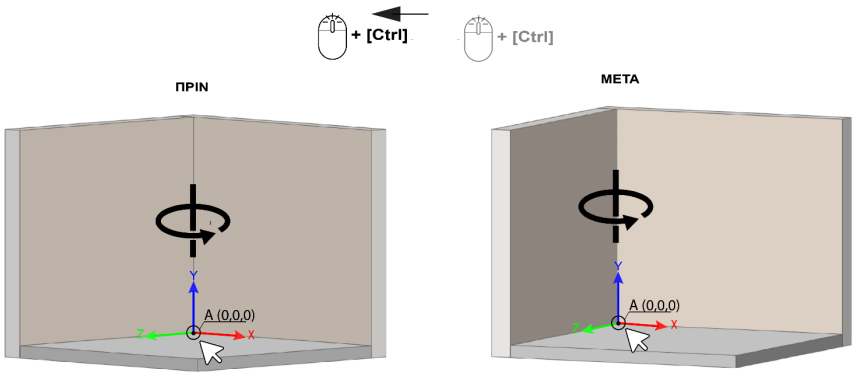
Με το 3D σταυρόνημα πάνω στο σημείο στο οποίο θέλετε να μεγεθύνετε ή να μικρύνετε και με **κύλιση της ροδέλας του mouse,** μπορείτε να πλησιάσετε το σημείο ή να απομακρυνθείτε από αυτό αντίστοιχα.

Αντίστοιχες κινήσεις εκτελούνται με τις «**Μεγέθυνση**», «**Σμίκρυνση**» της εργαλειογραμμής «**Σχεδιαστικά**» καθώς και με «+» / «-» από το πληκτρολόγιο.

Το zoom in / zoom out **επιβραδύνεται** πατώντας συνδυαστικά κύλιση της ροδέλας του mouse και **[Ctrl]** παρατεταμένα. **Το βήμα μεγέθυνσης / σμίκρυνσης** ελέγχεται από την τιμή της παραμέτρου «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Πλοήγηση > **Κάμερα – Ταχύτητα κίνησης**». **Μικρότερη τιμή** της παραμέτρου «Κάμερα – Ταχύτητα κίνησης» δίνει **πιο ομαλό zoom**.

Περιστροφή κτιρίου γύρω από σημείο – λειτουργία orbit (ροδέλα mouse + Ctrl)

Για να **περιστρέψετε το κτίριο γύρω από σημείο** κρατήστε πατημένη τη **ροδέλα του mouse** ενώ παράλληλα κρατάτε πατημένο το **[Ctrl]** και σύρετε το mouse (**Εικόνα 3.2**).



Εικόνα 3.2: Περιστροφή **orbit**, γύρω από το σημείο **A,** πατώντας το **[Ctrl] & ροδέλα mouse** και κινώντας το **mouse από δεξιά προς τα αριστερά.**

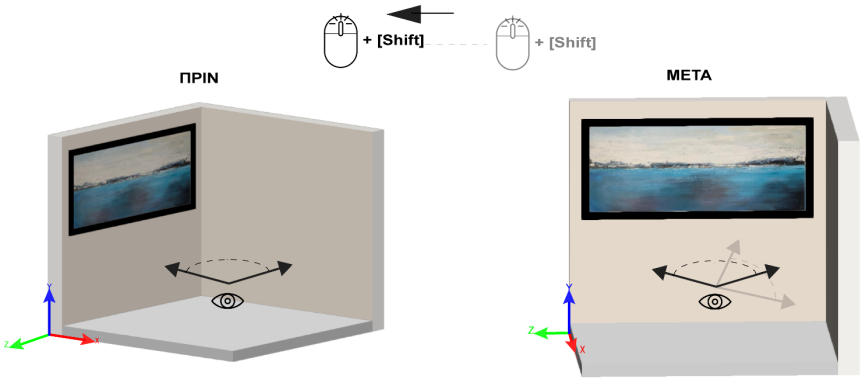
Σημείωση:

Αν τοποθετήσετε το **3D σταυρόνημα** σε σημείο **εκτός του κτιρίου** η λειτουργία **orbit** φέρνει το μοντέλο στο κέντρο της οθόνης και κάνει την περιστροφή γύρω από αυτό.

Περιστροφή παρατηρητή – λειτουργία look around (ροδέλα mouse +Shift)

Για να κουνήσετε την κάμερα **σαν να κινείτε το κεφάλι σας**, πάνω, κάτω, αριστερά, δεξιά, κρατήστε πατήστε παρατεταμένα τη **ροδέλα του mouse** και το **[Shift]** ενώ παράλληλα σύρετε το mouse προς την επιθυμητή κατεύθυνση (**Εικόνα 3.3**).

Η ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται η κάμερα, στην λειτουργία «look around», ελέγχεται από την τιμή της παραμέτρου «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Πλοήγηση >**Κάμερα-Ταχύτητα περιστροφής**».



Εικόνα 3.3: Στροφή **look around** με κίνηση της κάμερας προς τα αριστερά

Σημείωση:

Η λειτουργία «**look around**» είναι χρήσιμη κατά την περιήγηση στους εσωτερικούς χώρους του γεωμετρικού μοντέλου.

3.2.2 Τα εργαλεία της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας

Στην επάνω πλευρά του περιβάλλοντος «3D απεικόνιση / επεξεργασία» εμφανίζεται τα διαθέσιμα εργαλεία του.



Στερεοσκοπικό μοντέλο

Το πρόγραμμα διαθέτει δύο διαφορετικούς τρόπους προβολής του μοντέλου (**Εικόνα 3.4**):

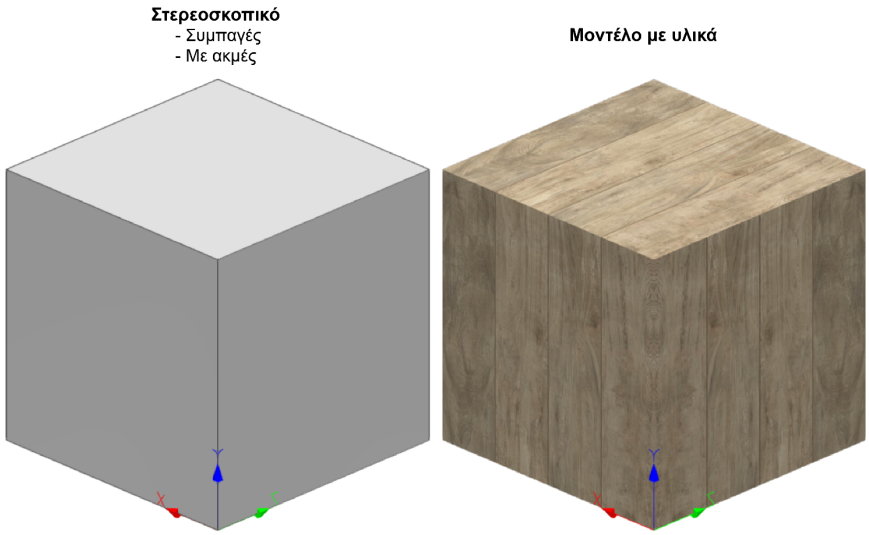
- Στερεοσκοπικό μοντέλο
- Μοντέλο με υλικά

Όταν είναι επιλεγμένο το «**Στερεοσκοπικό μοντέλο**» τα γεωμετρικά στερεά που απεικονίζουν δοκούς, υποστυλώματα, λοιπούς κόμβους, κλπ εμφανίζονται με τα **χρώματα φωτορεαλισμού** που έχουν αποδοθεί στις παραμέτρους «**Φωτορεαλισμός** > **Χρώμα επιφάνειας**» & «**Φωτορεαλισμός** > **Χρώμα διάχυσης**» της εκάστοτε οντότητας.

Γενικά η **εμφάνιση** των διαφόρων οντοτήτων στο περιβάλλον της «3D επεξεργασίας / απεικόνισης» με επιλεγμένο το «**Στερεοσκοπικό μοντέλο**» **επηρεάζεται** από τις παρακάτω **παραμέτρους** της καρτέλας «Φωτορεαλισμός»:

- **Απόχρωση:** Χρώμα επιφάνειας, Συντελεστής φωτεινότητας, Χρώμα διάχυσης

Υφή: Έτοιμες ιδιότητες επιφάνειας, Χρώμα ανάκλασης, Ανάκλαση επιφάνειας, Συγκέντρωση ανακλάσεων, Διαφάνεια



Εικόνα 3.4: Στερεοσκοπικό μοντέλο & μοντέλο με υλικά

Σημειώσεις:

- Στο περιβάλλον της «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**» η **τιμή** του **συντελεστή διάχυσης** είναι **ενιαία** για όλες τις οντότητες και ίση με **1.00** όταν είναι επιλεγμένο το «**Στερεοσκοπικό μοντέλο**».

  Αλλαγή στην τιμή της παραμέτρου «Φωτορεαλισμός > **Συντελεστής διάχυσης**» **επηρεάζει** την εμφάνιση των οντοτήτων στις **φωτορεαλιστικές απεικονίσεις** και **όχι** στη «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**».

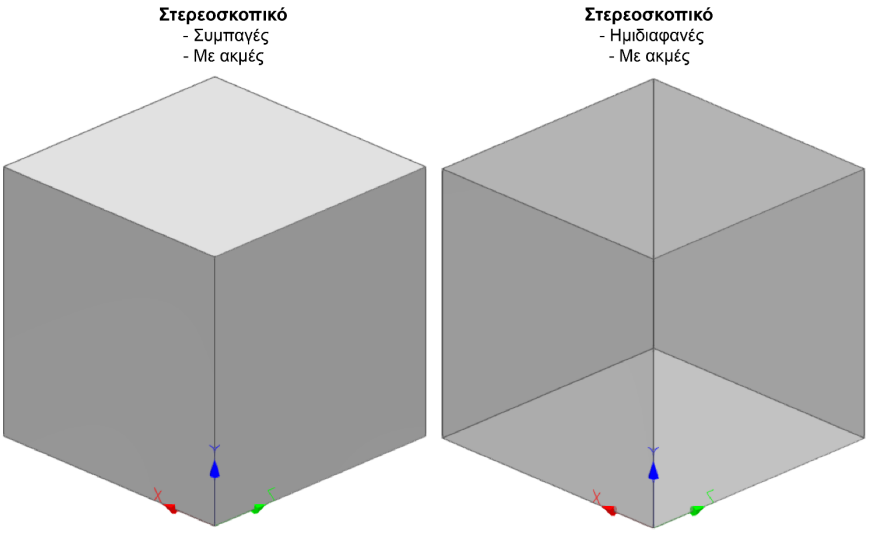
- Οι **διαφορετικοί τρόποι προβολής του μοντέλου** (στερεοσκοπικό μοντέλο ή μοντέλο με υλικά) καθορίζονται **και** από την **τιμή της παραμέτρου** «**3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Επιλογές θέασης**».



Συμπαγές / Ημιδιαφανές

Ορίζει αν το μοντέλο θα απεικονίζεται με ή χωρίς διαφάνεια όταν ο επιλεγμένος τρόπος απεικόνισης είναι το «Στερεοσκοπικό μοντέλο» (**Εικόνα 3.5**).

Η τιμή της διαφάνειας που θα εφαρμοστεί ορίζεται από την παράμετρο «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Διαφάνεια».



Εικόνα 3.5: Μοντέλο συμπαγές & με διαφάνεια

Σημείωση:

Στο περιβάλλον της «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**», **κάθε** στατική **οντότητα** (υποστύλωμα, δοκός, πέδιλο, κλπ) μπορεί να έχει την **δική της τιμή διαφάνειας** μέσω της παραμέτρου «**Φωτορεαλισμός > Διαφάνεια**».

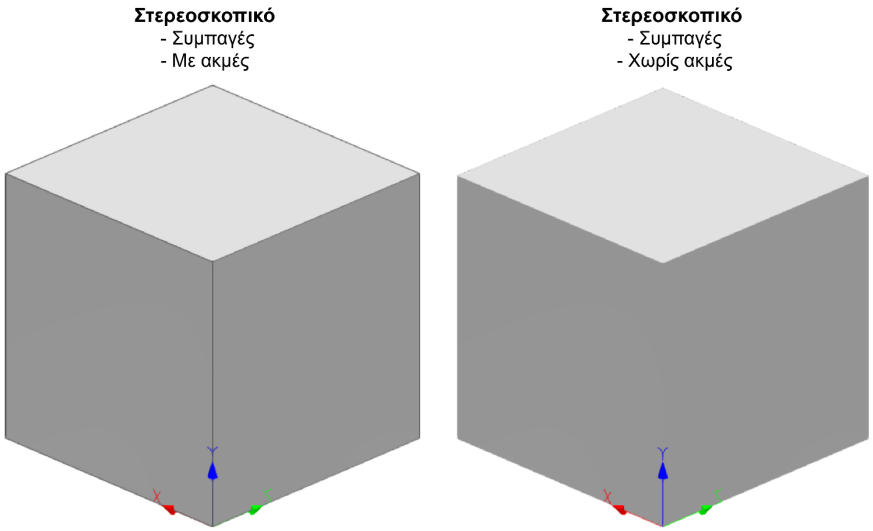
Ωστόσο, **όλες οι οντότητες** μπορούν να έχουν μια **κοινή τιμή διαφάνειας**, η οποία καθορίζεται μέσω της καθολικής παραμέτρου «**3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Διαφάνεια**». Η τιμή της τελευταίας παραμέτρου **επικρατεί** της τοπικής τιμής διαφάνειας κάθε οντότητας.



Με ακμές / Χωρίς ακμές

Ορίζει το αν το μοντέλο θα απεικονίζεται με ή χωρίς τις ακμές του όταν ο επιλεγμένος τρόπος απεικόνισης είναι το «Στερεοσκοπικό μοντέλο».

Μπορείτε να ορίσετε το χρώμα των ακμών μέσω της παραμέτρου «**3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Χρώμα ακμών**».



Εικόνα 3.6: Απεικόνιση μοντέλου με ακμές & χωρίς ακμές



Μοντέλο με υλικά

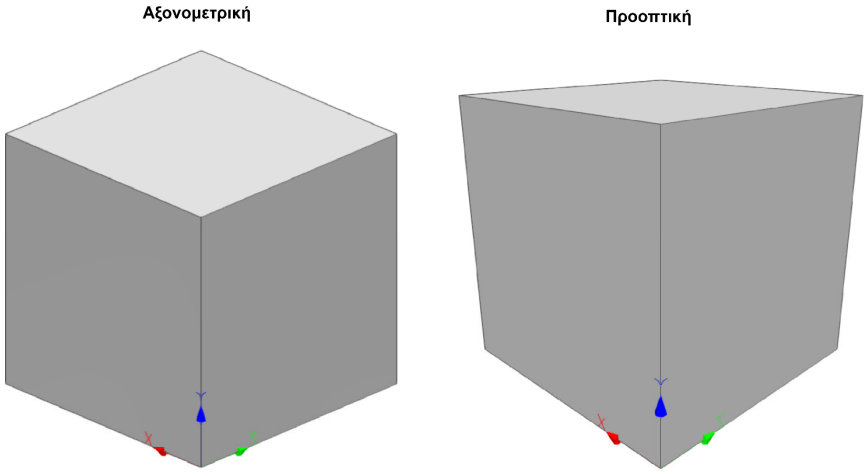
Όταν είναι επιλεγμένο το «**Μοντέλο με υλικά**» τα γεωμετρικά στερεά που απεικονίζουν δοκούς, υποστυλώματα, λοιπούς κόμβους, κλπ εμφανίζονται με το υλικό που έχει οριστεί στην παράμετρο «**Φωτορεαλισμός** > **Αρχείο Υφής (24 - bit)**» της εκάστοτε οντότητας επιπλέον των **χρωμάτων φωτορεαλισμού** που έχουν αποδοθεί στις παραμέτρους «**Φωτορεαλισμός** > **Χρώμα επιφάνειας**» & «**Φωτορεαλισμός** > **Χρώμα διάχυσης**».

Γενικά η **εμφάνιση** των διαφόρων οντοτήτων στο περιβάλλον της «3D επεξεργασίας / απεικόνισης» με επιλεγμένο το «**Μοντέλο με υλικά» επηρεάζεται** από τις παρακάτω **παραμέτρους** της καρτέλας «Φωτορεαλισμός»:

- **Απόχρωση:** Χρώμα επιφάνειας, Συντελεστής φωτεινότητας, Χρώμα διάχυσης, Συντελεστής διάχυσης
- **Υπέρθεση εικόνας υλικού:** Αρχείο υλικού, Αρχείο Υφής (24-bit), Επαναλήψεις κατά u, Επαναλήψεις κατά v, Du [m], Dv [m].
- **Υφή:** Έτοιμες ιδιότητες επιφάνειας, Χρώμα ανάκλασης, Ανάκλαση επιφάνειας, Συγκέντρωση ανακλάσεων, Διαφάνεια



Προοπτική / Αξονομετρική



Εικόνα 3.7: Αξονομετρική & προοπτική προβολή

3.2.2.1 Άξονες

Στο περιβάλλον «3D απεικόνισης / επεξεργασίας» ενεργοποιούνται οι επιλογές «Άξονα XZ», «Άξονα XZY», «Άξονα Y» κατά την εκτέλεση εντολών (π.χ. «Εξυπνη εισαγωγή δοκού», «Προσθήκη με επόμενο όνομα» του ΛΚ, κλπ).

Οι συγκεκριμένες δυνατότητες είτε απελευθερώνουν πλήρως τις επιλογές σχεδίασης στον χώρο (Άξονα XZY) είτε δεσμεύουν με συγκεκριμένο τρόπο κάθε φορά την ελευθερία σχεδίασης («Άξονα XZ», «Άξονα Y») ώστε να διευκολύνεται η εργασία στο 3D περιβάλλον.



Άξονα XZ

Με επιλογή της «**Άξονας XZ**», το πρόγραμμα **επιτρέπει την σχεδίαση** σε **συντεταγμένες X, Z** κρατώντας **σταθερή** τη συντεταγμένη **«Y»** με τιμή ίση με το υψόμετρο οροφής του ενεργού ορόφου για τις στατικές οντότητες (ή το υψόμετρο της βάσης του ενεργού ορόφου για τις αρχιτεκτονικές οντότητες).

Παράδειγμα:

Με κλικ στην εντολή «**Προθήκη με επόμενο όνομα**» του «**Λοιπού κόμβου**» ενεργοποιούνται οι «**Άξονα XZ**», «**Άξονα XZY**» και «**Άξονα Y**». Με επιλογή της «**Άξονα XZ**» παρατηρήστε ότι, στην **γραμμή κατάστασης**, με **κίνηση του mouse αλλάζουν** οι τιμές των συντεταγμένων **«X»**, **«Z»** ενώ η τιμή της συντεταγμένης **«Y»** παραμένει **σταθερή** και ίση με την τιμή του **υψομέτρου οροφής** του **ενεργού ορόφου**.

Έχοντας επιλέξει «**Προσθήκη με επόμενο όνομα**» & «**Έλξη XZ**»:

- Μπορείτε με **click**, να επιλέξετε **οποιοδήποτε σημείο στο χώρο.** Ο νέος ΛΚ θα τοποθετηθεί σε σημείο με συντεταγμένες X, Z αυτές του σημείου στο οποίο κάνατε click και υψόμετρο, Y, ίσο με αυτό του ενεργού ορόφου.
- Μπορείτε να πληκτρολογήσετε **απόλυτες συντεταγμένες** X, Z. Ο νέος ΛΚ θα προστεθεί σε σημείο με συντεταγμένες X, Z αυτές που πληκτρολογήσατε και υψόμετρο, Y, ίσο με αυτό του ενεργού ορόφου
- Με «Spacebar» και πληκτρολογώντας **σχετικές συντεταγμένες** dX, dZ.



Έλξη XZY

Με επιλογή της «**Έλξης XZY**», μπορείτε να εργαστείτε **ελεύθερα στον χώρο**. Λόγω της ελευθερίας που προσφέρει η συγκεκριμένη έλξη, αποτελεί και την προεπιλογή του προγράμματος για όλες τις εντολές. Με επιλογή της «Έλξη XZY» παρατηρήστε ότι, στην γραμμή κατάστασης, με κίνηση του mouse αλλάζουν οι τιμές των συντεταγμένων «X», «Z», «Y».

Η «**Έλξη XZY**» ενεργοποιείται κατά τη χρήση εντολών προσθήκης, κίνησης και επεξεργασίας των οντοτήτων.



Έλξη Y

Με επιλογή της «**Έλξης Y**», το πρόγραμμα επιτρέπει την σχεδίαση κατά «Y» κρατώντας σταθερές τις τιμές των συντεταγμένων «X» & «Z». Δηλαδή, «**κλειδώνει**» την δυνατότητα σχεδίασης κατά μήκος κατακόρυφου άξονα που διέρχεται από σημείο XZ που έχει ορίσει ο χρήστης.

Η «**Έλξη Y**» ενεργοποιείται κατά τη χρήση εντολών προσθήκης, κίνησης και επεξεργασίας των οντοτήτων.

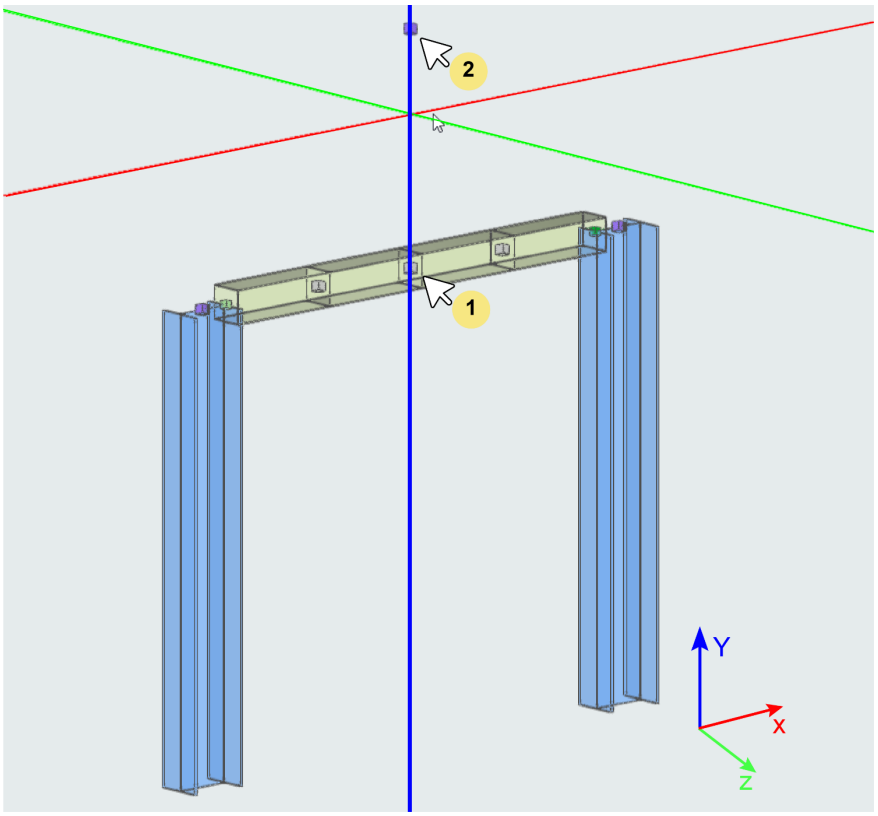
Παράδειγμα:

Με κλικ στην εντολή «**Προθήκη με επόμενο όνομα**» του «**Λοιπού κόμβου**» ενεργοποιούνται οι «**Έλξη XZ**», «**Έλξη XZY**» και «**Έλξη Y**». Με επιλογή της «**Έλξη Y**» παρατηρήστε ότι, στην **γραμμή κατάστασης**, το πρόγραμμα προτρέπει να οριστεί **σημείο (X, Z) της κατακορύφου** (**Βήμα 1** - Εικόνα 3.8).

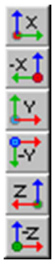
Με την επιλογή του σημείου (X, Z) το **3D σταυρόνημα «κλειδώνει»**, το πρόγραμμα επιτρέπει προσθήκη νέου κόμβου **κατά μήκος** του **κατακόρυφου** άξονα **Y.** Στην **γραμμή κατάστασης** οι συντεταγμένες **X, Z** παραμένουν **σταθερές** και **αλλάζει** μόνο η τιμή της συντεταγμένης **Y**.

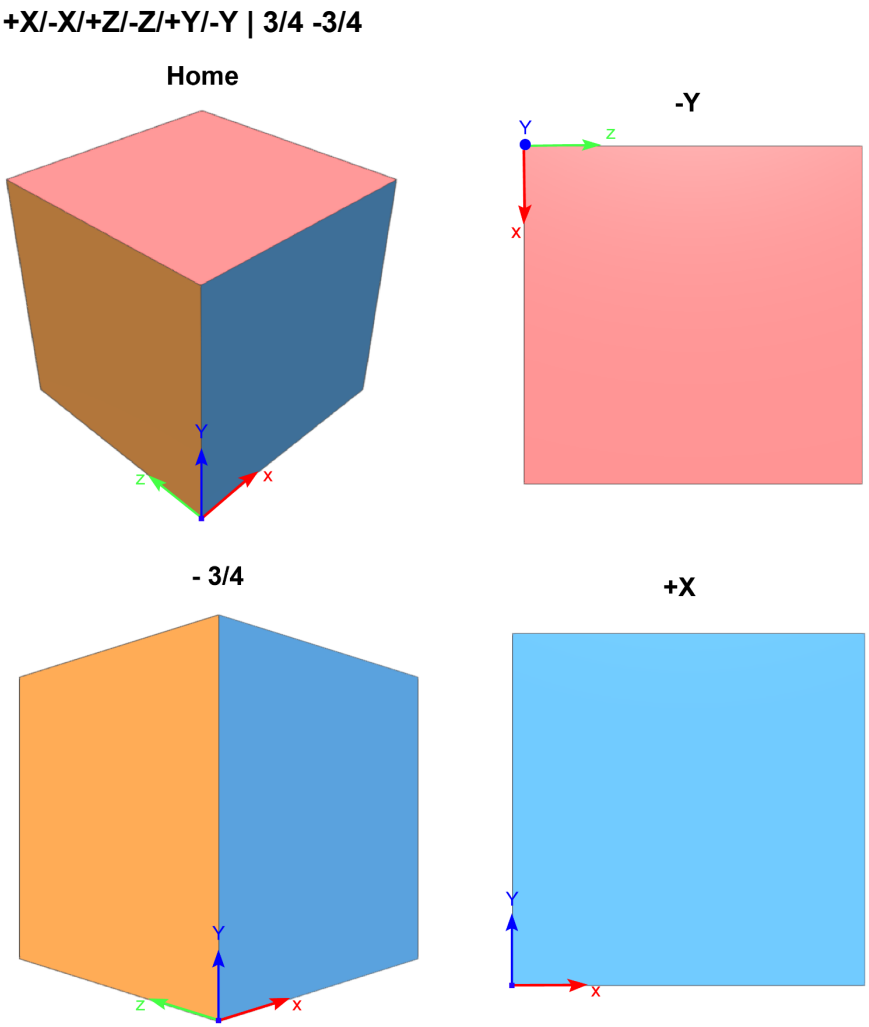
Για να προσδιορίσετε την συντεταγμένη «Y» μπορείτε:

- Να πληκτρολογήσετε την **απόλυτη συντεταγμένη Y**.
- Με «Spacebar» να πληκτρολογήσετε τη **σχετική συντεταγμένη** dY.



Εικόνα 3.8: Με χρήση της «Έλξης Y» κατά την «Προσθήκη με επόμενο όνομα» του ΛΚ, το 3D σταυρόνημα κλειδώνει στις συντεταγμένες (X, Z) που επιθυμεί ο χρήστης (**Βήμα 1**) και επιτρέπει την προσθήκη ΛΚ μόνο καθ' ύψος του άξονα Y (μπλε άξονας).





Εικόνα 3.9: Με επιλογή «+X», «-X», «+Z», «-Z» βλέπετε τις ορθογωνικές όψεις ενός ορόφου, περισσότερων επιλεγμένων ορόφων ή ολόκληρου του κτιρίου.



Τυχούσα

Καθορίζετε προβολή της επιλογής σας. Μπορείτε να τοποθετήσετε την «κάμερα παρατήρησης» σε συγκεκριμένο σημείο και να την στρέψετε προς την κατεύθυνση που σας εξυπηρετεί:

- Επιλέξτε «Τυχούσα».

- Για να ορίσετε τη θέση του νοητού παρατηρητή στον χώρο, επιλέξτε διαδοχικά τα άκρα του ευθύγραμμου τμήματος στο κέντρο του οποίου θέλετε να τοποθετηθεί. Η κλίση του ευθύγραμμου τμήματος καθορίζει και την κατεύθυνση της οπτικής του παρατηρητή.
- Κάντε κλικ μπροστά ή πίσω από το ευθύγραμμο τμήμα, για να ορίσετε το ημι - επίπεδο του παρατηρητή.

Παρατήρηση:

Χρησιμοποιείστε την εντολή «**Τυχούσα**» σε συνδυασμό με την εντολή «**Παρατηρητής> Καθορισμός θέσης φωτορεαλισμού**», για να μπορέσετε να αποθηκεύσετε την προβολή που δημιουργήσατε και να την εξατομικεύσετε περαιτέρω μέσα από τις παραμέτρους του Παρατηρητή, Βλ. περισσότερα στο manual Tekton, §24.6.2 - Καθορισμός θέσης φωτορεαλισμού.



Οριζόντια περιστροφή

Σας δίνει τη δυνατότητα να κλειδώσετε την περιήγηση σε συγκεκριμένη γωνία παρατήρησης κατά τον άξονα Y και να περιστρέψετε το μοντέλο μόνο κατά X και Z .

Ενεργοποιώντας την εντολή, το πρόγραμμα κλειδώνει στη γωνία παρατήρησης που βρίσκεστε τη δεδομένη στιγμή (κίνηση επάνω, κάτω) και σας επιτρέπει περιστροφή κατά X και Z (κίνηση αριστερά, δεξιά).

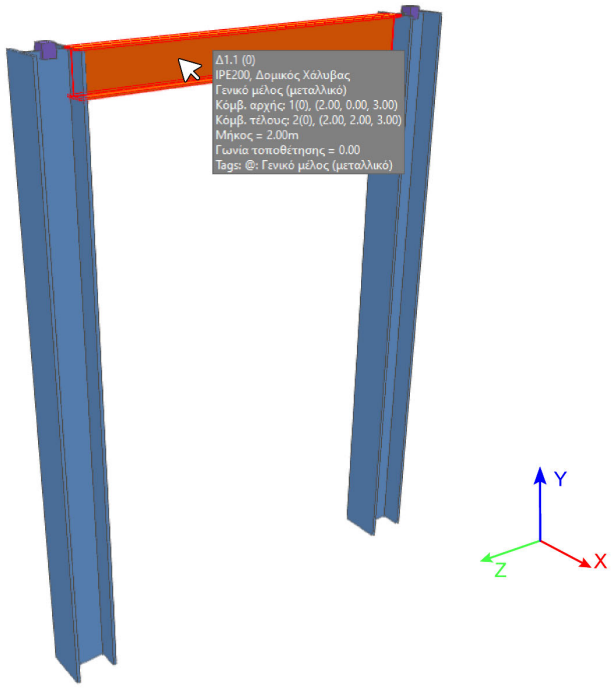
Για να περιστρέψετε το μοντέλο σας σε ορθή προβολή χρησιμοποιήστε την εντολή «Οριζόντια περιστροφή» μετά από τη χρήση των εντολών «+X», «-X», «+Z», «-Z».



Πληροφορίες οντοτήτων

Με **mouse over** σε **οποιαδήποτε οντότητα** του μοντέλου δίνονται **πληροφορίες** για αυτή (π.χ. όνομα, όροφο στον οποίο ανήκει, tag, κλπ).

Η εμφάνιση ή όχι του «πλαισίου πληροφοριών» εξαρτάται από την **παράμετρο** «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Βοηθητικά στοιχεία > Εμφάνιση πλαισίου πληροφοριών».



Εικόνα 3.10: Πληροφορίες οντοτήτων δοκού Δ1.1(0): δοκός με **όνομα** «**1**» η οποία **ανήκει** στον **όροφο** «**0**» με **κόμβο αρχής 1(0)**, **συντεταγμένες κόμβου αρχής X,Z,Y** (2.00, 0.00, 3.00) αντίστοιχα, με κόμβο τέλους 2(0), μήκος 2.00m, γωνία τοποθέτησης 0.00 και **αυτομάτως δημιουργημένο tag** «**@: Γενικό μέλος (μεταλλικό)**».



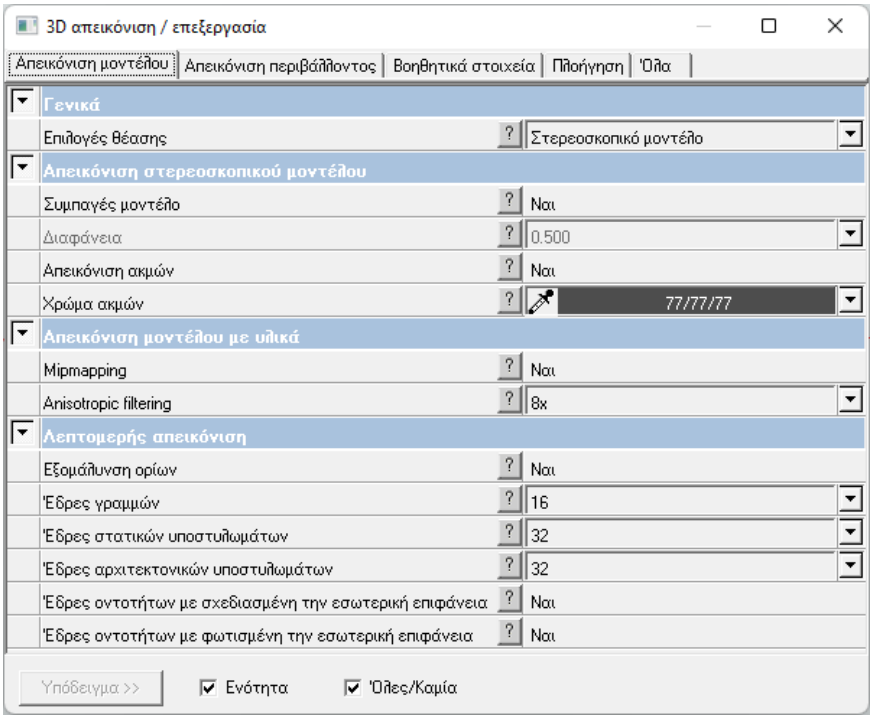
Κλείσιμο

Κλείνει το τρέχον παράθυρο «3D απεικόνισης / επεξεργασίας» που εμφανίζεται στην οθόνη σας. Σε περίπτωση που για την τρέχουσα οικοδομή έχετε ανοιχτό **μόνο παράθυρο «3D απεικόνισης / επεξεργασίας»** το πρόγραμμα θα σας ρωτήσει αν θέλετε να την αποθηκεύσετε ή όχι.

3.2.3 Οι παράμετροι της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας

Οι **παράμετροι 3D απεικόνισης/επεξεργασίας** είναι διαθέσιμες μόνο στο περιβάλλον της **3D απεικόνισης / επεξεργασίας** και μπορούν να ανοίξουν με τους παρακάτω τρόπους:

- Επιλέγοντας «Παράμετροι 3D απεικόνισης/επεξεργασίας», από την εργαλειογραμμή «Παράσταση».
- Κάνοντας δεξί κλικ στον χώρο σχεδίασης και επιλέγοντας από το αναδυόμενο παράθυρο «**Παράμετροι 3D απεικόνισης/επεξεργασίας**».
- Επιλέγοντας «Παράσταση > Παράμετροι 3D απεικόνισης/επεξεργασίας».



Εικόνα 3.11: Η καρτέλα «**Απεικόνιση μοντέλου**» στο παράθυρο παραμέτρων «3D απεικόνισης/επεξεργασίας».

3.2.4 Απεικόνιση μοντέλου

3.2.4.1 Επιλογές θέασης

Καθορίζει εάν το μοντέλο θα εμφανιστεί με τα **υλικά** φωτορεαλισμού ή με τα **χρώματα** φωτορεαλισμού.

Στερεοσκοπικό μοντέλο

Όταν είναι επιλεγμένο το «Στερεοσκοπικό μοντέλο» τα γεωμετρικά στερεά που απεικονίζουν πλάκες, δοκούς, υποστυλώματα κλπ εμφανίζονται με τα χρώματα φωτορεαλισμού που έχουν αποδοθεί στις παραμέτρους «Φωτορεαλισμός > Χρώμα **επιφάνειας**» & «Φωτορεαλισμός > **Χρώμα διάχυσης**» της εκάστοτε οντότητας (**Εικόνα 3.4**).

Γενικά η **εμφάνιση** των διαφόρων οντοτήτων στο περιβάλλον της «3D απεικόνισης / επεξεργασίας» με επιλεγμένο το «**Στερεοσκοπικό μοντέλο**» **επηρεάζεται** από τις παρακάτω **παραμέτρους** της καρτέλας «Φωτορεαλισμός»:

- **Απόχρωση**: Χρώμα επιφάνειας, Συντελεστής φωτεινότητας, Χρώμα διάχυσης
- **Υφή:** Έτοιμες ιδιότητες επιφάνειας, Χρώμα ανάκλασης, Ανάκλαση επιφάνειας, Συγκέντρωση ανακλάσεων, Διαφάνεια

Μοντέλο με υλικά

Όταν είναι επιλεγμένο το «**Μοντέλο με υλικά**» τα γεωμετρικά στερεά που απεικονίζουν πλάκες, δοκούς, υποστυλώματα, κλπ εμφανίζονται με το υλικό που έχει οριστεί στην παράμετρο «**Φωτορεαλισμός > Αρχείο Υφής (24 - bit)**» της εκάστοτε οντότητας επιπλέον των χρωμάτων φωτορεαλισμού που έχουν αποδοθεί στις παραμέτρους «**Φωτορεαλισμός > Χρώμα επιφάνειας**» **& «Φωτορεαλισμός > Χρώμα διάχυσης**» (**Εικόνα 3.4**).

Για πιο ρεαλιστικό οπτικό αποτέλεσμα, **οι ακμές του μοντέλου δεν εμφανίζονται** όταν ο επιλεγμένος τρόπος απεικόνισης είναι το «**Μοντέλο με υλικά**».

Γενικά η **εμφάνιση** των διαφόρων οντοτήτων στο περιβάλλον της «3D επεξεργασίας / απεικόνισης» με επιλεγμένο το «Μοντέλο με υλικά» επηρεάζεται από τις παρακάτω παραμέτρους της καρτέλας «Φωτορεαλισμός»:

- **Απόχρωση:** Χρώμα επιφάνειας, Συντελεστής φωτεινότητας, Χρώμα διάχυσης, Συντελεστής διάχυσης
- **Υπέρθεση εικόνας υλικού:** Αρχείο υλικού, Αρχείο Υφής (24-bit), Επαναλήψεις κατά u, Επαναλήψεις κατά v, Du [m], Dv [m].
- **Υφή:** Έτοιμες ιδιότητες επιφάνειας, Χρώμα ανάκλασης, Ανάκλαση επιφάνειας, Συγκέντρωση ανακλάσεων, Διαφάνεια

Τι πρέπει να προσέξετε:

- Στο περιβάλλον της «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**» η τιμή του συντελεστή διάχυσης είναι ενιαία για όλες τις οντότητες και ίση με 1.00, όταν είναι επιλεγμένο το «**Στερεοσκοπικό μοντέλο**».

  Αλλαγή στην τιμή της παραμέτρου «Φωτορεαλισμός > **Συντελεστής διάχυσης**» επηρεάζει την εμφάνιση των οντοτήτων στις **φωτορεαλιστικές απεικονίσεις** και **όχι** στην «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**».

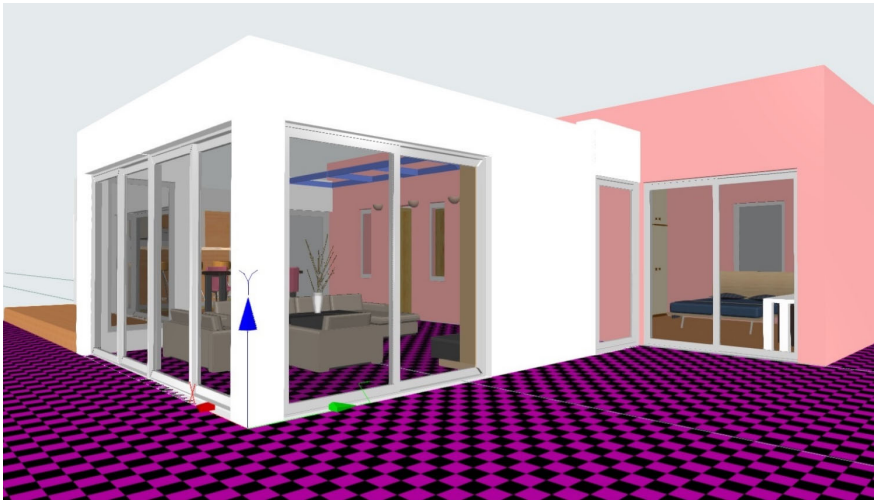
- Στην περίπτωση που το αρχείο υφής κάποιας επιφάνειας του μοντέλου έχει «χαθεί» διότι έχει αλλάξει διαδρομή στον δίσκο, (πχ. με μετακίνηση του σε άλλο φάκελο ή με μεταφορά του αρχείου tek σε άλλον Η/Υ) τότε κατά την ενεργοποίηση του «**Μοντέλου με υλικά**» συμβαίνουν τα εξής:

  Εμφανίζεται σχετικό προειδοποιητικό μήνυμα όπου **αναγράφεται το όνομα και ο τύπος** του χαμένου αρχείου, πχ: Γκρί Τσιμέντο.bmp.

  Αντικαθίσταται αυτόματα από το αρχείο υφής **«σκακιέρα»** με όνομα missing texture.bmp. Έτσι γίνεται εύκολα και γρήγορα αντιληπτό στο χρήστη το ποια/ ποιες επιφάνεια/ επιφάνειες έχουν επηρεαστεί. (βλ. **Εικόνα 3.12**)

  Για να το **επανεμφανίσετε** ακολουθήστε τη διαδικασία που περιγράφεται στο manual Tekton, § 24.2.3 - Πολλαπλοί φάκελοι συνοδευτικών αρχείων (textures).

  Λάβετε ακόμα υπόψη σας ότι το αρχείο υφής «σκακιέρα» θα «ντύσει» τις ίδιες επιφάνειες **και κατά την παραγωγή φωτορεαλιστικών απεικονίσεων**, εφόσον δεν αντικατασταθεί.



Εικόνα 3.12: Αντικατάσταση του αρχείου υφής με το υλικό «σκακιέρα», missing texture.bmp στο περιβάλλον της «**3D Απεικόνισης / Επεξεργασίας**» – Μοντέλο με Υλικά.

Συμπαγές μοντέλο

- ***Ναι***: Τα γεωμετρικά στερεά που απεικονίζουν πλάκες, δοκούς, υποστυλώματα, κλπ. εμφανίζονται με την τιμή διαφάνειας που έχει αποδοθεί στην παράμετρο «**Φωτορεαλισμός > Διαφάνεια**» της **εκάστοτε οντότητας**.

  Καθώς οι περισσότερες οντότητες έχουν αρχική τιμή διαφάνειας ίση με το **«0.000»** το μοντέλο απεικονίζεται συμπαγές.

- ***Όχι***: Τα γεωμετρικά στερεά που απεικονίζουν πλάκες, δοκούς, υποστυλώματα, κλπ εμφανίζονται με μια **καθολική τιμή διαφάνειας** η οποία καθορίζεται μέσω της παραμέτρου «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Διαφάνεια». Η τιμή της τελευταίας παραμέτρου **επικρατεί** της τοπικής τιμής διαφάνειας κάθε οντότητας.

Διαφάνεια (0.5)

Σε μία κλίμακα από το 0 μέχρι το 1 ορίζεται πόσο έντονη θα είναι η διαφάνεια με την οποία απεικονίζεται το γεωμετρικό μοντέλο. Τιμή ίση με «1.000» συνεπάγεται σχεδόν αόρατο μοντέλο (**Εικόνα 3.5**).

Για να **ενεργοποιηθεί** η παράμετρος «**Διαφάνεια**», θα πρέπει η παράμετρος «**3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Συμπαγές μοντέλο**» να έχει τιμή «**Όχι**».

Η τιμή της παραμέτρου «**3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Διαφάνεια**» είναι **καθολική** και **επικρατεί** της τοπικής τιμής διαφάνειας κάθε οντότητας.

Απεικόνιση ακμών (Ναι / Όχι)

Καθορίζει αν οι ακμές του μοντέλου θα χρωματίζονται ή όχι (**Εικόνα 3.6**).

Χρώμα ακμών

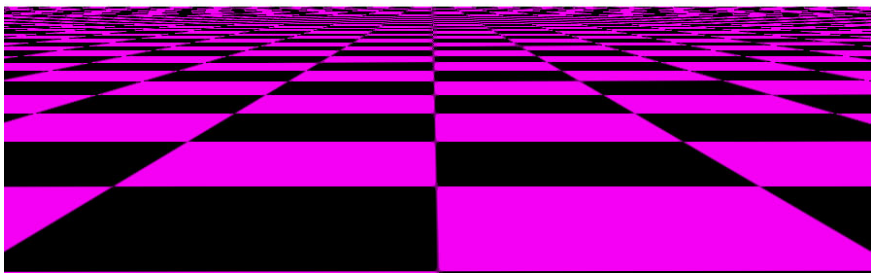
Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων, μπορείτε να καθορίσετε το χρώμα των ακμών του μοντέλου.

Mipmapping (Ναι / Όχι)

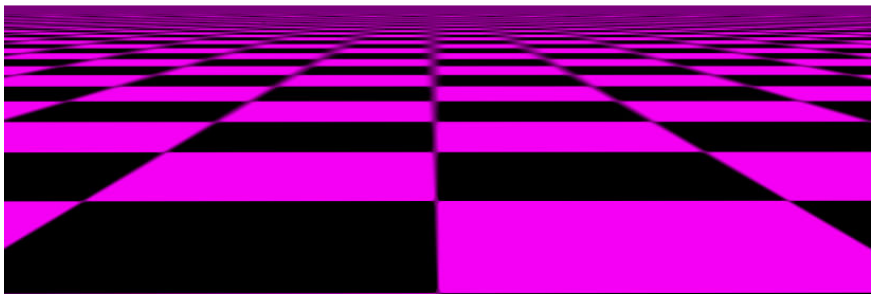
Με την ενεργοποίηση του ***mipmapping*** εξαλείφεται η παραποίηση των εικόνων μεγάλης ανάλυσης, όταν αυτές βρίσκονται οπτικά στο βάθος της οθόνης ή όταν βρίσκονται υπό γωνία κατά την περιήγηση στον χώρο (Εικόνα 3.13). Αυτό επιτυγχάνεται αυτόματα από το πρόγραμμα με τη δημιουργία μιας ακολουθίας εικόνων, καθεμία από τις οποίες είναι αναπαράσταση της προηγούμενης με σταδιακά χαμηλότερη ανάλυση (Εικόνα 3.14).

Anisotropic filtering (8x)

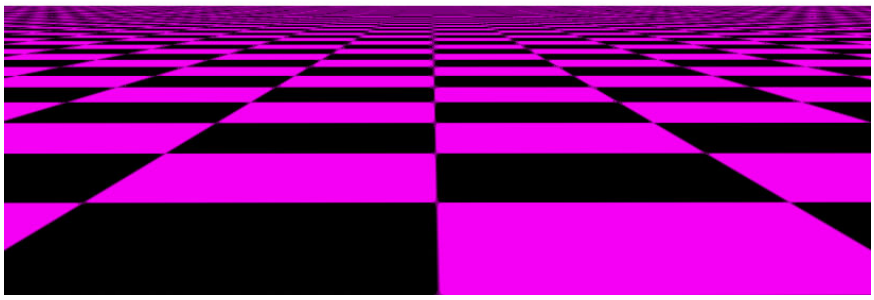
Εξασφαλίζει την ευκρίνεια της εικόνας. Γίνεται διαθέσιμη με την ενεργοποίηση της παραμέτρου «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > **Mipmapping**» και επιτυγχάνει την ευκρινέστερη απεικόνιση των υλικών που βρίσκονται οπτικά στο βάθος της οθόνης ή όταν βρίσκονται υπό γωνία κατά την περιήγηση στον χώρο (Εικόνα 3.13**,** Εικόνα 3.14**,** Εικόνα 3.15).



Εικόνα 3.13: Απεικόνιση του υλικού με απενεργοποιημένες τις παραμέτρους «**Mipmapping**» και «**Anisotropic filtering».** Το υλικό σταδιακά παραποιείται όσο απομακρύνεται οπτικά από την οθόνη.



Εικόνα 3.14: Απεικόνιση του υλικού με ενεργοποιημένη την παράμετρο «**Mipmapping**». Το υλικό παύει να παραποιείται στο βάθος της οθόνης ενώ ταυτόχρονα γίνεται λιγότερο ευκρινές.



Εικόνα 3.15: Η βέλτιστη απεικόνιση του υλικού με ενεργοποιημένες τις παραμέτρους «Mipmapping» και «Anisotropic filtering».

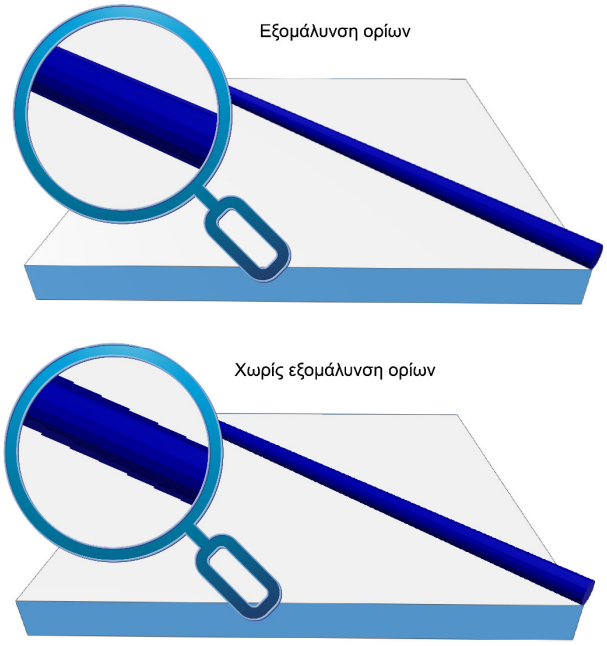
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Σε αρχεία όπου παρατηρείται καθυστέρηση κατά την περιήγηση στο περιβάλλον «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**», επιλέξτε να μειώσετε την τιμή της παραμέτρου «**Anisotropic filtering**».

Εάν η καθυστέρηση συνεχίζεται, καθώς η παράμετρος «**Mipmapping**» χρησιμοποιεί μεγάλο μέρος της μνήμης στη κάρτα γραφικών, δοκιμάστε να την απενεργοποιήσετε τελείως δίνοντας της την τιμή «**Όχι**».

Εξομάλυνση ορίων (Anti-aliasing) (Ναι / Όχι)

Η ενεργοποίηση της εξομάλυνσης ορίων κάνει πιο ομαλά τα όρια των οντοτήτων και των γραμμών του μοντέλου (Εικόνα 3.16).



Εικόνα 3.16: Απεικόνιση γραμμής πριν και μετά από την ενεργοποίηση της παραμέτρου «Εξομάλυνση ορίων».

- ***Έδρες γραμμών (16)***: Καθορίζει τον αριθμό των εδρών από τις οποίες απαρτίζονται οι γραμμές στην «3D απεικόνιση/επεξεργασία». Όσο μεγαλύτερη η τιμή της παραμέτρου, τόσο πιο «κυλινδρικές/ομαλές» απεικονίζονται οι γραμμές.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Για να είναι ορατές οι γραμμές στο περιβάλλον **«3D απεικόνισης / επεξεργασίας»** θα πρέπει η παράμετρος «Γραμμή > Εμφάνιση > **Εμφάνιση σε φωτορεαλισμό-3D απεικόνιση / επεξεργασία»**, να έχει τιμή **«Ναι»**.

Έδρες στατικών υποστυλωμάτων (32)

Καθορίζει τον αριθμών των εδρών από τις οποίες απαρτίζονται τα κυκλικά υποστυλώματα του στατικού προγράμματος Fespa. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή, τόσο πιο ομαλά απεικονίζονται οι καμπύλες επιφάνειες του στερεού.

Αλλαγή στην **τιμή** της **παραμέτρου «Έδρες στατικών υποστυλωμάτων»** μέσω του παραθύρου παραμέτρων της «3D απεικόνισης / επεξεργασίας» συνεπάγεται

αυτόματη αλλαγή στην τιμή της **αντίστοιχης παραμέτρου** στο παράθυρο παραμέτρων της «**3D γραμμικής απεικόνισης**» και αντίστροφα.

Έδρες αρχιτεκτονικών υποστυλωμάτων (32)

Καθορίζει τον αριθμών των εδρών από τις οποίες απαρτίζονται τα κυκλικά υποστυλώματα του αρχιτεκτονικού υποστυλώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή, τόσο πιο ομαλά απεικονίζονται οι καμπύλες επιφάνειες του στερεού.

Αλλαγή στην **τιμή** της **παραμέτρου** «**Έδρες αρχιτεκτονικών υποστυλωμάτων**» μέσω του παραθύρου παραμέτρων της «3D απεικόνισης / επεξεργασίας» συνεπάγεται **αυτόματη αλλαγή** στην τιμή της **αντίστοιχης παραμέτρου** στο παράθυρο παραμέτρων της «**3D γραμμικής απεικόνισης**» και αντίστροφα.

Τι πρέπει να προσέξετε

Οι παράμετροι «**3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση μοντέλου > Έδρες γραμμών, Έδρες στατικών υποστυλωμάτων, Έδρες αρχιτεκτονικών υποστυλωμάτων**» αντικαθιστούν τις παλαιές παραμέτρους «**Τριδιάστατο > Απεικόνιση OpenGL > Έδρες γραμμών**», «**Τριδιάστατο > Γενικά > Έδρες στατικών υποστυλωμάτων & Έδρες αρχιτεκτονικών υποστυλωμάτων**» αντίστοιχα (έκδοση 8.3.0.16d και παλαιότερη).

Στην **έκδοση 9.1** δεν διατηρείται συμβατότητα με παλαιά αρχεία για τις παλαιές παραμέτρους. Με φόρτωμα παλαιού αρχείου με την έκδοση 9.1 οι παραπάνω παράμετροι λαμβάνουν τις αρχικές τιμές της έκδοσης 9.1 (**16** έδρες γραμμών, **32** έδρες στατικών υποστυλωμάτων, **32** έδρες αρχιτεκτονικών υποστυλωμάτων).

Έδρες οντοτήτων με σχεδιασμένη την εσωτερική επιφάνεια (Ναι / Όχι)

Καθορίζει το αν οι έδρες των οντοτήτων θα αποτελούνται από μια επιφάνεια (εξωτερική) ή από δύο επιφάνειες (εξωτερική και εσωτερική).

Δίνοντας την τιμή «**Ναι**», σχεδιάζεται αυτόματα και η εσωτερική επιφάνεια κάθε έδρας.

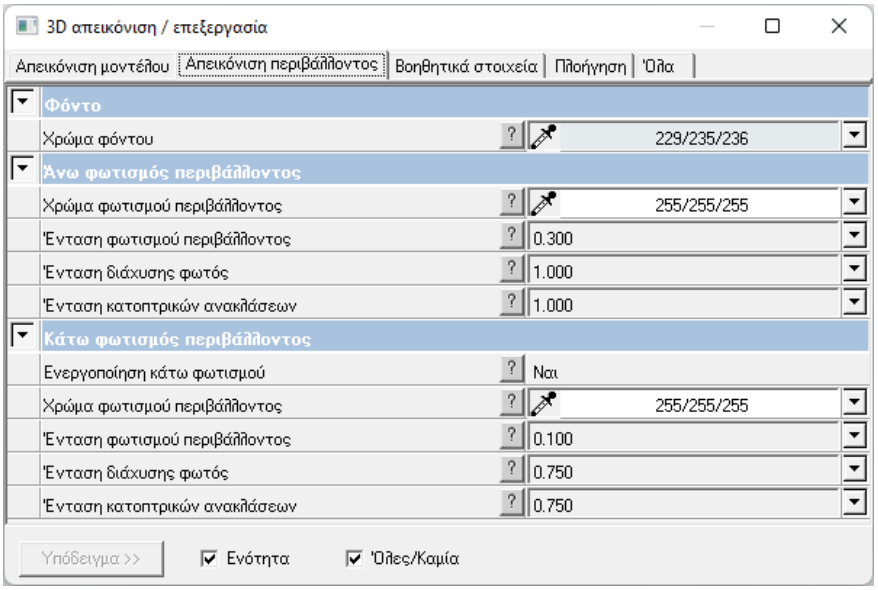
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Δίνοντας στην παράμετρο «**Έδρες οντοτήτων με σχεδιασμένη την εσωτερική επιφάνεια**» την τιμή «**Ναι**» εξασφαλίζετε τον επαρκή σχεδιασμό και την καλύτερη απεικόνιση π.χ. των επιπέδων **μηδενικού πάχους**.

Έδρες οντοτήτων με φωτισμένη την εσωτερική επιφάνεια (Ναι / Όχι)

Καθορίζει το αν η εσωτερική επιφάνεια κάθε έδρας θα είναι φωτισμένη. Γίνεται διαθέσιμη με την ενεργοποίηση της παραμέτρου «Έδρες οντοτήτων με σχεδιασμένη την εσωτερική επιφάνεια».

3.2.5 Απεικόνιση περιβάλλοντος



Εικόνα 3.17: Καρτέλα «**Απεικόνιση περιβάλλοντος**».

Χρώμα φόντου

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων, μπορείτε να επιλέξετε το χρώμα το οποίο θέλετε να έχετε σαν φόντο στο περιβάλλον «3D απεικόνισης/επεξεργασίας».

Άνω / Κάτω φωτισμός περιβάλλοντος

Ο **άνω φωτισμός**, αποτελεί τον **κύριο φωτισμό** του περιβάλλοντος της «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**» και έχει τέτοια θέση στον χώρο ώστε να **φωτίζει** το μοντέλο από **επάνω προς** τα **κάτω**.

Η χρήση του **κάτω φωτισμού** περιβάλλοντος είναι προαιρετική και εξαρτάται από την τιμή της παραμέτρου «3D απεικόνιση / επεξεργασία > Απεικόνιση περιβάλλοντος > **Ενεργοποίηση κάτω φωτισμού**». Η προκαθορισμένη θέση

αυτού του φωτισμού, εξασφαλίζει τον φωτισμό του μοντέλου από κάτω προς τα πάνω. Η χρήση του συνιστάται, για τον καλύτερο φωτισμό εσωτερικών χώρων (ταβάνια κτλ.).

Οι **άνω & κάτω φωτισμοί** αφορούν μόνο το περιβάλλον της «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**» και σκοπός τους είναι να διευκολύνουν τον χρήστη ώστε να βλέπει καθαρά το μοντέλο του.

Η **φωτεινότητα** κάθε οντότητας στο περιβάλλον «**3D απεικόνισης / επεξεργασίας**», **προκύπτει** από τον πολλαπλασιασμό των παραμέτρων της καρτέλας «Απεικόνιση περιβάλλοντος» («Ένταση φωτισμού περιβάλλοντος», «Ένταση διάχυσης φωτός», «Ένταση κατοπτρικών ανακλάσεων»), με τις αντίστοιχες παραμέτρους που έχει κάθε οντότητα «τοπικά» στην καρτέλα «Φωτορεαλισμός» («Συντελεστής φωτεινότητας», «Συντελεστής διάχυσης», «Συγκέντρωση κατοπτρικών ανακλάσεων»).

Χρώμα φωτισμού περιβάλλοντος

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων, μπορείτε να επιλέξετε το χρώμα άνω φωτισμού.

Ένταση φωτισμού περιβάλλοντος

Ορίζει ποσοτικά την ικανότητα των επιφανειών να λαμβάνουν το φως, σε μία κλίμακα από το 0 μέχρι το 1. Όσο μεγαλύτερη η τιμή της παραμέτρου τόσο πιο έντονος φαίνεται ο άνω / κάτω φωτισμός πάνω στις επιφάνειες.

Ένταση διάχυσης φωτός

Ορίζει ποσοτικά την ένταση με την οποία διαχέεται το φως στις επιφάνειες του μοντέλου.

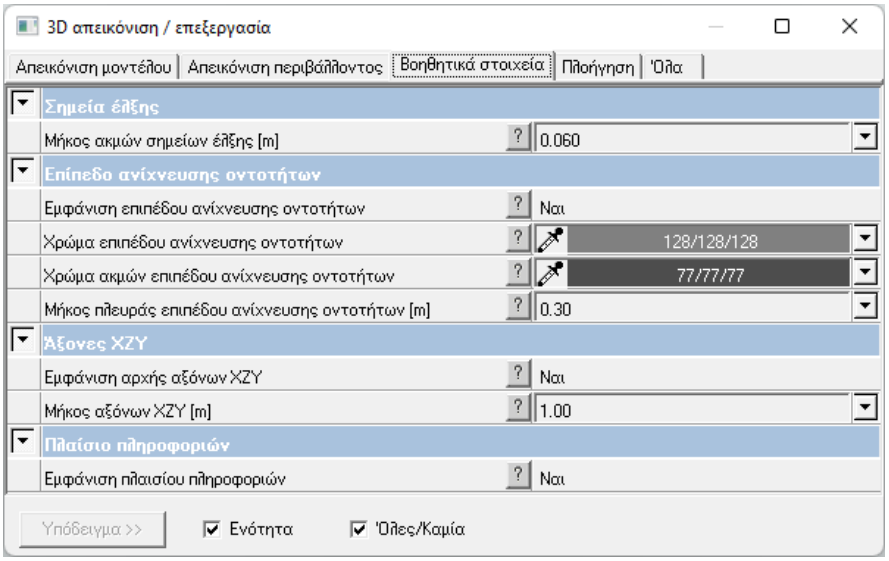
Ένταση κατοπτρικών ανακλάσεων

Ορίζει την ένταση των κατοπτρικών ανακλάσεων πάνω στις επιφάνειες. Όσο μεγαλύτερη η τιμή της παραμέτρου τόσο πιο έντονη η ανάκλαση του άνω / κάτω φωτισμού πάνω στην επιφάνεια.

Ενεργοποίηση κάτω φωτισμού(Ναι/Όχι)

Καθορίζει το αν ο κάτω φωτισμός θα είναι ενεργός ή όχι.

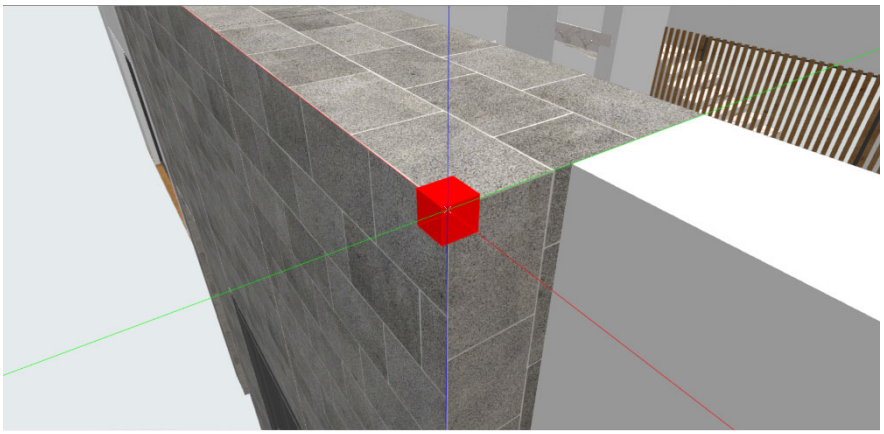
3.2.6 Βοηθητικά στοιχεία



Εικόνα 3.18: Καρτέλα «**Βοηθητικά στοιχεία**».

Μήκος ακμών σημείων έλξης (0.06m)

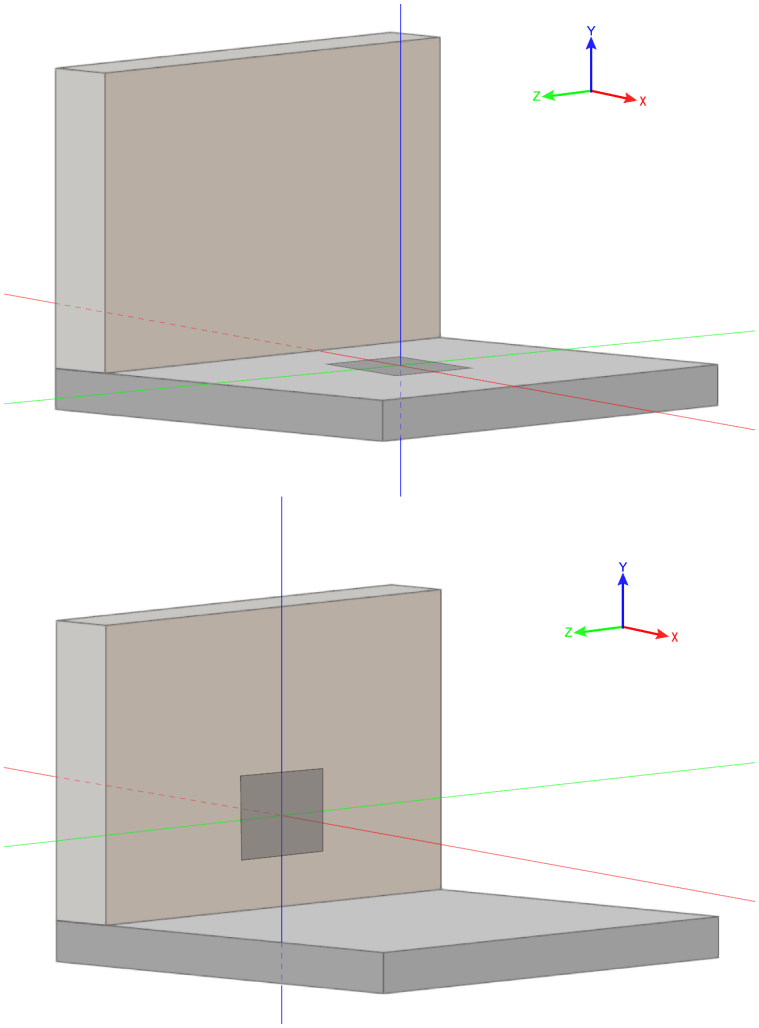
Τα **σημεία έλξης** στο περιβάλλον **«3D απεικόνισης/επεξεργασίας»** απεικονίζονται με την μορφή **κύβου** (Εικόνα 3.19). Η παράμετρος ορίζει το μήκος των ακμών που τα απαρτίζουν, ορίζει δηλαδή το μέγεθος του σημείου έλξης (κύβου) στον χώρο.



Εικόνα 3.19: Σημείο έλξης τοίχου, στο περιβάλλον 3D απεικόνισης/επεξεργασίας.

Εμφάνιση επιπέδου ανίχνευσης οντοτήτων(Ναι / Όχι):

Το επίπεδο ανίχνευσης οντοτήτων βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση των χωρικών σχέσεων. Όταν η τιμή της παραμέτρου είναι «Ναι», ένα επίπεδο εμφανίζεται προσκολλημένο στο **3D σταυρόνημα** και στρέφεται κατάλληλα ώστε να παίρνει την κλίση της επιφάνειας που ανιχνεύει (Εικόνα 3.20.).



Εικόνα 3.20: Το επίπεδο ανίχνευσης οντοτήτων, πάνω σε οριζόντια και κατακόρυφη επιφάνεια.

Χρώμα επιπέδου ανίχνευσης οντοτήτων

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων, μπορείτε να επιλέξετε το χρώμα εμφάνισης του επιπέδου ανίχνευσης οντοτήτων.

Χρώμα ακμών επιπέδου ανίχνευσης οντοτήτων

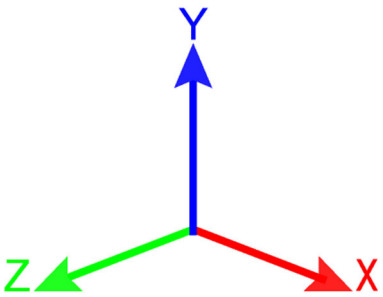
Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων, μπορείτε να επιλέξετε το χρώμα απεικόνισης των ακμών του επιπέδου ανίχνευσης οντοτήτων.

Μήκος πλευράς επιπέδου ανίχνευσης οντοτήτων [m]

Ορίζει το μήκος της πλευράς του επιπέδου ανίχνευσης οντοτήτων.

Εμφάνιση αρχής αξόνων XZY(Ναι / Όχι)

Ορίζει το αν θα εμφανίζεται ή όχι η αρχή των αξόνων XZY στις συντεταγμένες (0,0,0). Η «**αρχή αξόνων XZY**» εξυπηρετεί στον καλύτερο προσανατολισμό στον χώρο.



Εικόνα 3.21: Η αρχή των αξόνων στις συντεταγμένες (0,0,0).

Μήκος αξόνων XZY [m]

Από αυτή την παράμετρο μπορείτε να αυξομειώσετε το μέγεθος των αξόνων XZY.

Εμφάνιση πλαισίου πληροφοριών (Ναι /Όχι)

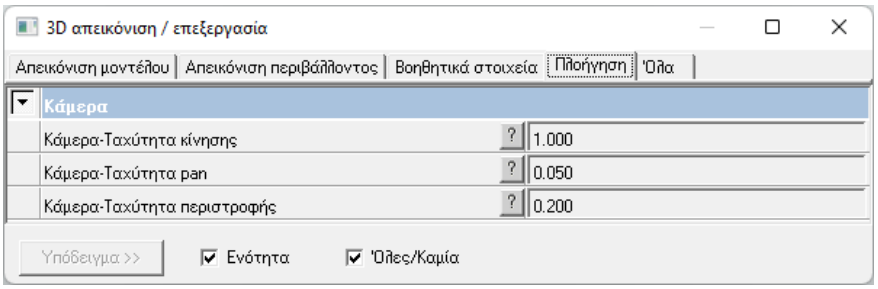
Πληροφορίες για τις διάφορες οντότητες (π.χ. όνομα δοκού, όροφος στον οποίο ανήκει, όνομα υποστυλώματος, κλπ), στο περιβάλλον της «3D απεικόνισης / επεξεργασίας» εμφανίζονται:

- Κατά την **εκτέλεση** οποιασδήποτε **εντολής,** για όποια οντότητα:
  - ενεργοποιηθεί **σημείο έλξης της** καθώς την προσεγγίζει ο κέρσορας ή
  - **επισημαίνεται** με διαφορετικό χρώμα όταν **επιλέγεται** π.χ. με πάρε / δώσε παραμέτρους.
- Όταν αυτές επιλέγονται με χρήση του **εργαλείου** «**Πληροφορίες οντοτήτων**».
  - ► **Ναι**: Το πλαίσιο πληροφοριών εμφανίζεται σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, τόσο κατά την εκτέλεση εντολών όσο και κατά την χρήση του

«Πληροφορίες οντοτήτων» της εργαλειογραμμής «3D απεικόνισης / επεξεργασίας».

- **Όχι**: Το πλαίσιο πληροφοριών δεν θα εμφανίζεται κατά την εκτέλεση εντολών. Εμφανίζεται **μόνο** κατά την χρήση του «**Πληροφορίες οντοτήτων**».

3.2.7 Πλοήγηση



Εικόνα 3.22: Οι παράμετροι της καρτέλας «Πλοήγηση».

Κάμερα-Ταχύτητα κίνησης

Ορίζει το ανά πόσα μέτρα κινείται η κάμερα με την χρήση των κουμπιών του πληκτρολογίου (πάνω, κάτω, αριστερά, δεξιά) και κατά την κύλιση της ροδέλας.

Κάμερα-Ταχύτητα pan

Ορίζει την ταχύτητα με την οποία κινείται η κάμερα κατά την λειτουργία της κίνησης pan, με πατημένη την ροδέλα και κίνηση του ποντικιού.

Κάμερα-Ταχύτητα περιστροφής

Ορίζει την ταχύτητα με την οποία στρέφεται η κάμερα.

4

Εντολές και παράμετροι στατικών μελών

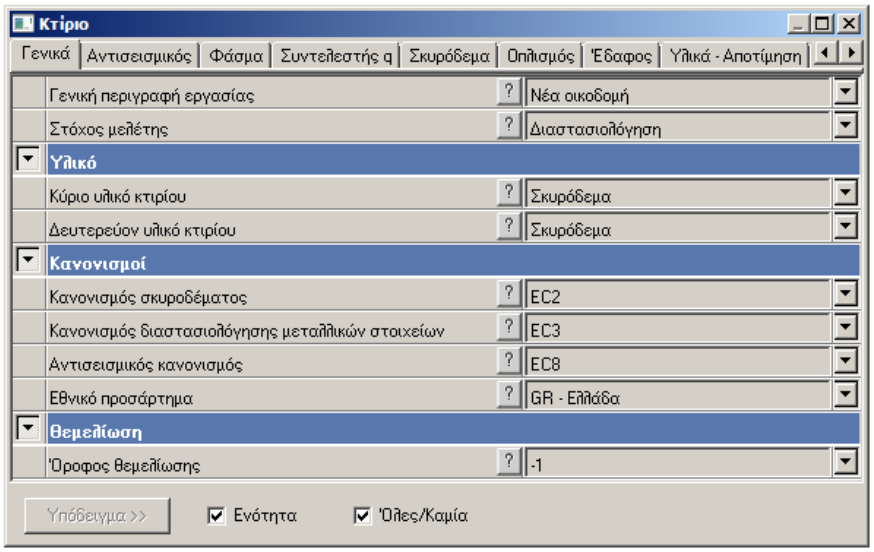
4.1 Κτίριο 

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι γενικές παράμετροι της συγκεκριμένης μελέτης, όπως π.χ. ο εφαρμοζόμενος κανονισμός, η μέθοδος επίλυσης (ισοδύναμη στατική ή δυναμική), οι ποιότητες σκυροδέματος και χάλυβα, η επιτρεπόμενη τάση εδάφους, κ.λπ. Κάθε αλλαγή που γίνεται σε αυτές τις παραμέτρους επιδρά μαζικά σε όλο το κτίριο (σε όλα τα μέλη όλων των ορόφων).

Οι τιμές των παραμέτρων του κτιρίου έχουν κάποιες προκαθορισμένες τιμές, τις οποίες διαβάζει το πρόγραμμα από το αρχείο αρχικών τιμών (fspvals.tek) κάθε φορά που ξεκινά νέα μελέτη.

4.1.1 Παράμετροι του Κτιρίου

4.1.1.1 Γενικά



Εικόνα 4.1: *Οι παράμετροι της κάρτας «Γενικά» του Κτιρίου*

Γενική περιγραφή εργασίας

- **<u>Νέα οικοδομή:</u>** Επιλέγεται για διαστασιολόγηση νέων κατασκευών, ενώ στην περίπτωση που πραγματοποιείται και ανάλυση pushover, π.χ. για επιβεβαίωση του λόγου υπεραντοχής αu/α1, όλα τα μέλη λαμβάνονται ως «Νέα». Δεν λαμβάνεται δηλαδή υπόψη τυχόν διαφορετική τιμή στην παράμετρο «Κτίριο, Υποστύλωμα, Δοκός > Υλικά – Αποτίμηση > Χαρακτηρισμός μελών». Επίσης, στο τεύχος εμφανίζονται μόνο αποτελέσματα που αφορούν διαστασιολόγηση νέας κατασκευής, καθώς και διαγράμματα Ροπών – Καμπυλοτήτων, Ροπών – Γωνιών στροφής χορδής. Βλ. «Επίλυση > Αποτελέσματα» §5.2.1.5.
- **Προσθήκες – Ενισχύσεις – Αποτίμηση**: Με την επιλογή αυτή παρέχονται οι εξής δυνατότητες στον μελετητή (πλέον αυτών που υποστηρίζονται σε «Νέα οικοδομή»):
  - Να διακριθούν τα μέλη σε Νέα ή υφιστάμενα ώστε να υπολογιστούν κατάλληλα οι αντοχές των υλικών βάσει EC8-3 §2.2.1 ή βάσει ΚΑΝ.ΕΠΕ. §4.
  - Ενεργοποιούνται οι παράμετροι στις καρτέλες «Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας».

- Αποτίμηση φέρουσας Ικανότητας δοκών υπό στατικά φορτία με δεδομένο οπλισμό άκρων και ανοίγματος. Οι έλεγχοι περιλαμβάνουν κάμψη με περιορισμένη ανακατανομή, διάτμηση, περιορισμό τάσεων και έλεγχο βέλους.
- Αποτίμηση φέρουσας της κατασκευής υπό σεισμικά φορτία με ανελαστική ανάλυση (pushover) ή ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας της απόκρισης, καθορισμός έως τριών διαφορετικών φασμάτων απαίτησης και έλεγχος επιτελεστικότητας.
- Αναλυτικός έλεγχος θεμελίωσης βάσει των αποτελεσμάτων της ανελαστικής ανάλυσης.
- Εφόσον απαιτηθεί, για ορισμένα μέλη μπορεί να υπολογιστεί ενίσχυση με μανδύα σκυροδέματος ή ινοπλισμένα πολυμερή (FRP).
- Στο τεύχος εμφανίζονται λόγοι επάρκειας για την αποτίμηση με στατικά και σεισμικά φορτία και διαγράμματα απαίτησης – ικανότητας (ADRS). Βλ. «Επίλυση > Αποτελέσματα» §5.2.1.5 & §9.15.3.

Στόχος μελέτης

Η παράμετρος αυτή αφορά μόνο την «Δοκιμή οπλισμού» (βλ. εντολή σε Υποστύλωμα και Δοκό».

- **Διαστασιολόγηση:** Εμφανίζονται μόνο αποτελέσματα τεύχους που σχετίζονται με την διαστασιολόγηση νέων μελών π.χ. Εντατικά μεγέθη, έλεγχος σε κάμψη και διάτμηση, διαγράμματα ανακατανομής, ράβδοι οπλισμού κλπ.
- **Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας:** Για το επιλεγμένο υποστύλωμα η δοκό και για δεδομένο οπλισμό εμφανίζονται τα απαραίτητα στοιχεία για την αποτίμηση της Φέρουσας Ικανότητας σε σεισμικές δράσεις. Συμπεριλαμβάνονται τα διαγράμματα Ροπών – Καμπυλοτήτων, Ροπών – Γωνιών στροφής χορδής και οι πίνακες αντοχής σε διάτμηση.

Κύριο & Δευτερεύον υλικό κτιρίου

- **Σκυρόδεμα**
- **Τοιχοποιία**
- **Δομικός χάλυβας**
- **Δομική ξυλεία**

Η επιλογή πρωτεύοντος και δευτερεύοντος υλικού **καθορίζει** π.χ.:

- Τη δυνατότητα εισαγωγής δράσεων ατελειών, η οποία ενεργοποιείται μόνο όταν «Κύριο υλικό κτιρίου» = «Δομικός Χάλυβας».

■ Την προεπιλεγμένη τιμή του συντελεστή ιξώδους απόσβεσης ζ.

Παρατηρήσεις:

- Οι παράμετροι αυτές τροποποιούν τις τρέχουσες (ή αρχικές) τιμές των παραμέτρων δοκού και υποστυλώματος. Δηλαδή, αν μετά την αλλαγή κύριου υλικού δοθεί νέο μέλος αυτό θα έχει ως προεπιλεγμένη τιμή υλικού αυτήν που φαίνεται στην εν λόγω παράμετρο.
- Αν ο φορέας έχει μέλη από οπλισμένο σκυρόδεμα και δομικό χάλυβα, τότε θα πρέπει αυτά να δοθούν αντίστοιχα ως πρωτεύον και δευτερεύον υλικό. Σε φορέα αποκλειστικά από οπλισμένο σκυρόδεμα, πρωτεύον και δευτερεύον υλικό ορίζεται το ίδιο.
- Ανεξάρτητα από την επιλογή πρωτεύοντος και δευτερεύοντος υλικού υποστηρίζεται η ταυτόχρονη διαστασιολόγηση και περισσοτέρων των δύο υλικών.

Κανονισμός σκυροδέματος

► Παλαιός 54: όταν η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μεταξύ 1954 και 1995.

► Νέος 1995: όταν η οικοδομική άδεια εκδόθηκε μεταξύ 1995 και 2001.

► ΕΚΩΣ 2000, ΦΕΚ 1329/Β/6-11-2000: Ισχύει για μελέτες που εκπονούνται μετά την 1/7/2001.

► Νέος Κυπριακός: Ο νέος Κυπριακός κανονισμός σκυροδέματος.

► EC2: (ΕΛΟΤ ΕΝ 1992-1-1:2004) Ευρωκώδικας 2.

Κανονισμός διαστασιολόγησης δομικού χάλυβα

► EC-3: (ΕΛΟΤ ΕΝ 1993) Το τελικό κείμενο του Ευρωκώδικα 3 για κτιριακές κατασκευές.

Αντισεισμικός κανονισμός

► Παλαιός 59: Τα εντατικά μεγέθη λόγω σεισμού υπολογίζονται με οριζόντια ισοδύναμη στατική φόρτιση ορθογωνικής μορφής. Για οικοδομικές άδειες που εκδόθηκαν πριν το 1985.

► Παλαιός 85: Η οριζόντια ισοδύναμη στατική φόρτιση είναι ανεστραμμένης τριγωνικής μορφής. Για οικοδομικές άδειες που εκδόθηκαν μεταξύ 1985 και 1995.

► Νέος 95: Με αυτόν τον κανονισμό, υπάρχει επιλογή μεταξύ ισοδύναμης στατικής ή φασματικής δυναμικής ανάλυσης. Για οικοδομικές άδειες που εκδόθηκαν μεταξύ 1995 και 2001.

- ΕΑΚ 2000, ΦΕΚ 2184/Β/20-12-1999, καθώς και οι διορθώσεις που περιλαμβάνονται στο ΦΕΚ 423/Β/12-4-2001. Με αυτόν τον κανονισμό, υπάρχει επιλογή μεταξύ απλοποιημένης φασματικής (ισοδύναμης στατικής) ή δυναμικής ανάλυσης. Ελέγχονται οι μελέτες που εκπονήθηκαν μεταξύ 1/7/2001 και 31/12/2003.
- ΕΑΚ 2003, ΦΕΚ 781/Β/18-6-2003. Για οικοδομικές άδειες που εκδόθηκαν μετά την 1/1/2004.

Ο ΕΑΚ 2003 περιλαμβάνει τις αλλαγές που επιφέρουν τα ΦΕΚ 781/Β/18-6-2003 και 1154/Β/12-8-2003 στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ) του 2000 και συνδυάζεται μόνο με τον Ελληνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΕΚΩΣ) 2000. Με τις τροποποιήσεις αυτές, γίνεται προσπάθεια να διευκρινιστεί η έννοια του τοιχώματος. Έτσι, τα κατακόρυφα στοιχεία των συνηθισμένων κτιρίων που είναι μεγαλύτερα από 2.0μ (1.5μ για κτίρια μέχρι και 4 υπέργειους ορόφους) χαρακτηρίζονται ως τοιχώματα κατά ΕΑΚ2003 χωρίς περαιτέρω ελέγχους.

- Κυπριακός: Ο νέος Κυπριακός αντισεισμικός κανονισμός
- EC8: ΕΛΟΤ ΕΝ 1998 Ευρωκώδικας 8.

	ΒΔ '54	**ΝΚΩΣ '95**	**ΕΚΩΣ 2000**	**Κυπριακός**	**EC2**
ΒΔ '59	√	Έλεγχος	Ενίσχυση	-	-
ΑΚ '85	√	Έλεγχος	Ενίσχυση	-	-
ΝΕΑΚ '95	-	√	Ενίσχυση	-	-
ΕΑΚ 2000	-	-	√	-	-
ΕΑΚ 2003	-	-	√	-	-
Κυπριακός	-	-	-	√	-
EC8	-	-	-	-	√

Πίνακας 4.1: *Πίνακας αντιστοιχιών μεταξύ κανονισμών.*

Παρατηρήσεις:

- Η επιλογή των νέων Ευρωκωδίκων 2, 3 και 8 ως κανονισμών για την εκπόνηση της μελέτης σε κατασκευές από σκυρόδεμα ή χάληβα ενεργοποιεί αυτόματα και τις σχετικές διατάξεις των Ευρωκωδίκων EC0, EC1 & EC7.
- Ο κανονισμός φορτίσεων που ακολουθείται σε μελέτες με τους Ελληνικούς κανονισμούς (ΕΑΚ, ΕΚΩΣ) είναι αυτός που έχει δημοσιευτεί στα ΦΕΚ 325Α/45-ΦΕΚ 171Α/4.
- Ο αυτόματος υπολογισμός φορτίων ανέμου πραγματοποιείται βάσει του EC1-1-4 και της φόρτισης χιονιού σύμφωνα με EC1-1-3.
- Μελέτη **αποτίμησης, ενίσχυσης ή προσθήκης** πραγματοποιείται σύμφωνα με EC8-3 και με τον Κανονισμό Επεμβάσεων ΚΑΝ.ΕΠΕ. (ΦΕΚ ΦΕΚ 2984/Β/30-08-2017 για κατασκευές από σκυρόδεμα, ενώ γιακατασκευές από τοιχοποιία λαμβάνεται υπόψη εκτός από τον EC6, το προσχέδιο του ΚΑ.Δ.Ε.Τ. (3/2019), καθώς και το draft του EC8-3:2023. Οι ΚΑΝ.ΕΠΕ. και ΚΑ.Δ.Ε.Τ. είναι εναρμονισμένοι με τους Ευρωκώδικες και εφαρμόζονται σε συνδυασμό με αυτούς.
- Η διαστασιολόγηση νέων κατασκευών από Δομική ξυλεία ή τοιχοποιία διενεργείται βάσει των EC5 και EC6, αντίστοιχα, ανεξάρτητα εάν έχει επιλεγεί EC2-EC8 ή οι παλαιότεροι Ελληνικοί κανονισμοί.

Αλλαγές από νεότερους σε παλαιότερους κανονισμούς και αντίστροφα, συνοδεύονται από τις παρακάτω ενέργειες:

- Μετατρέπονται οι τιμές των τάσεων και των φορτίων, καθώς και οι μονάδες που χρησιμοποιούνται, σε μονάδες συμβατές με τον επιλεγμένο κανονισμό.
- Μετατρέπονται οι χαρακτηριστικές τιμές των υλικών (E, G, Kg, ε).
- Γίνεται η αντιστοίχιση των ποιοτήτων BETON και STAHL (η ποιότητα χάλυβα Παλαιού Κανονισμού συμβολίζεται πλέον με St 1, 2, 3, αντί των St. I, II, III).
- Υπολογίζονται οι ροπές αδράνειας των δοκών, υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων με τις μειώσεις που προδιαγράφει ο ΕΑΚ ή ο EC8. Βλ. «Κτίριο > Αντισεισμικός > **Error! Reference source not found.**».

Εθνικό προσάρτημα

- ► **GR – Ελλάδα**
- ► **Cy – Κύπρος**
- ► **BG – Βουλγαρία**
- ► **TR – Τουρκία**

- **RO – Ρουμανία**
- **Γενικό**

Η τιμή της παραμέτρου αυτής ενημερώνει αυτόματα στο πρόγραμμα και την τιμή που λαμβάνουν οι εθνικά προσδιοριζόμενες παράμετροι.

Εθνικά προσδιοριζόμενες παράμετροι

Ενδεικτικά αναφέρονται:

- **«Κτίριο > Φάσμα / Αντισεισμικός»**
  - Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση agR *σε κάθε σεισμική ζώνη*
  - Λόγος επιτάχυνσης κατακόρυφα προς οριζόντια λ=avg/ag=
  - Εδαφική επιτάχυνση κατακόρ. avgR (=λ*agR)
  - Συντελεστής σπουδαιότητας κτιρίου γI
  - Συντελεστής εδάφους S & Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος
  - Συντελεστής β κάτω ορίου φάσματος σχεδιασμού
  - Ακτίνες δυστρεψίας *ως προς το κέντρο μάζας ή κέντρο δυσκαμψίας*
- **«Κτίριο > Δράσεις»**
  - Απομείωση δυσμενών μονίμων δράσεων & Μειωτικός συντ. δυσμενών μονίμων δράσεων ξ
- **«Όροφος > Αντισεισμικός»**
  - Συντ. μεταβλητών δράσεων ΣΣΜΔ μάζα (ψE = φ*ψ2) φ =…
- **«Κτίριο/Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα»**
  - Συντ. μακροχρόνιων επιδράσεων στην θλιπτική αντοχή acc
  - Συνεφαπτομένη γωνίας θλιπτήρα σκυρ/τος cotθ <= λ. λ=...
  - Μέγιστο εύρος ρωγμής ανοίγματος wk [mm]

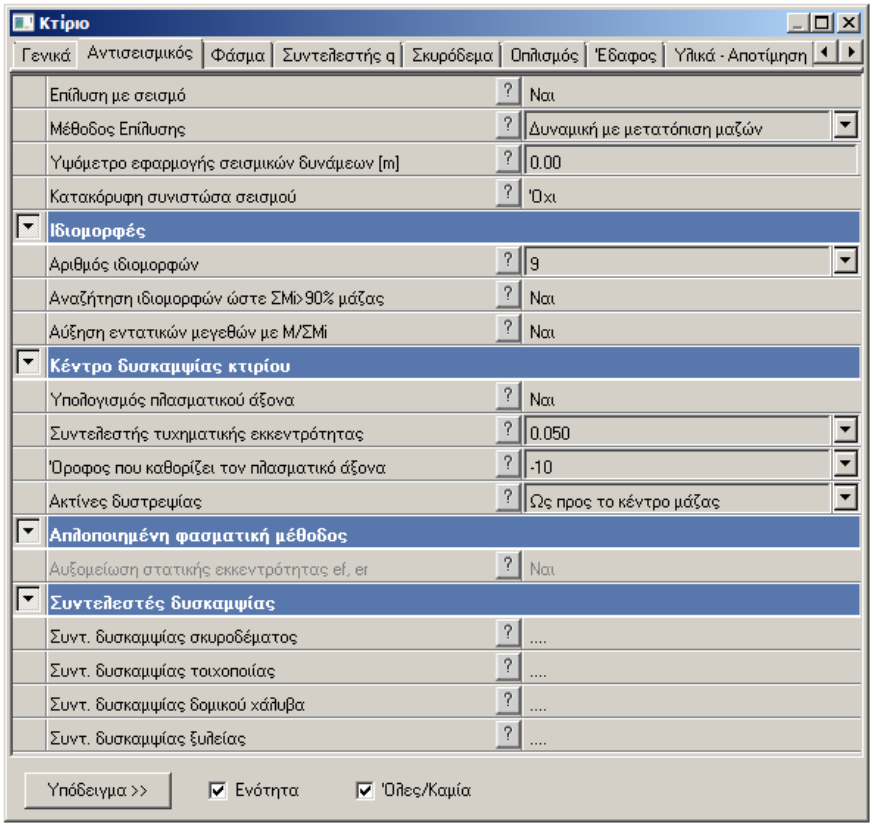
Όροφος θεμελίωσης

Η επιλογή της παραμέτρου αυτής έχει της ακόλουθες επιδράσεις:

- Για υποστυλώματα που εισάγονται στον αμέσως ανώτερο όροφο είναι προεπιλεγμένη η πάκτωση του κόμβου αρχής, ο οποίος -βέβαια- κείται στον όροφο θεμελίωσης.
- Στον όροφο αυτό γίνεται Παραγωγή θεμελίωσης με τις εντολές που περιγράφονται στην §5.1.2

- Από τον όροφο αυτόν και χαμηλότερα όλοι οι κόμβοι έχουν ομάδα διαφράγματος δ=0, δηλαδή για τους ορόφους αυτούς:
  - Δεν υπολογίζεται πλασματικός άξονας.
  - Δεν λαμβάνονται υπόψη τυχηματικές εκκεντρότητες.
  - Δεν τυπώνονται αποτελέσματα σεισμικού αρμού, σχετικών μετατοπίσεων, ούτε φαινόμενα 2ας τάξης.

4.1.1.2 Αντισεισμικός



Εικόνα 4.2: *Οι παράμετροι της κάρτας «Αντισεισμικός» του Κτιρίου.*

Επίλυση με σεισμό

- ► **Ναι**
- ► **Όχι:** Με επίλυση χωρίς σεισμό, δεν υπολογίζονται ιδιομορφές και δεν παράγονται αποτελέσματα σεισμικών φορτίσεων. Η διαστασιολόγηση

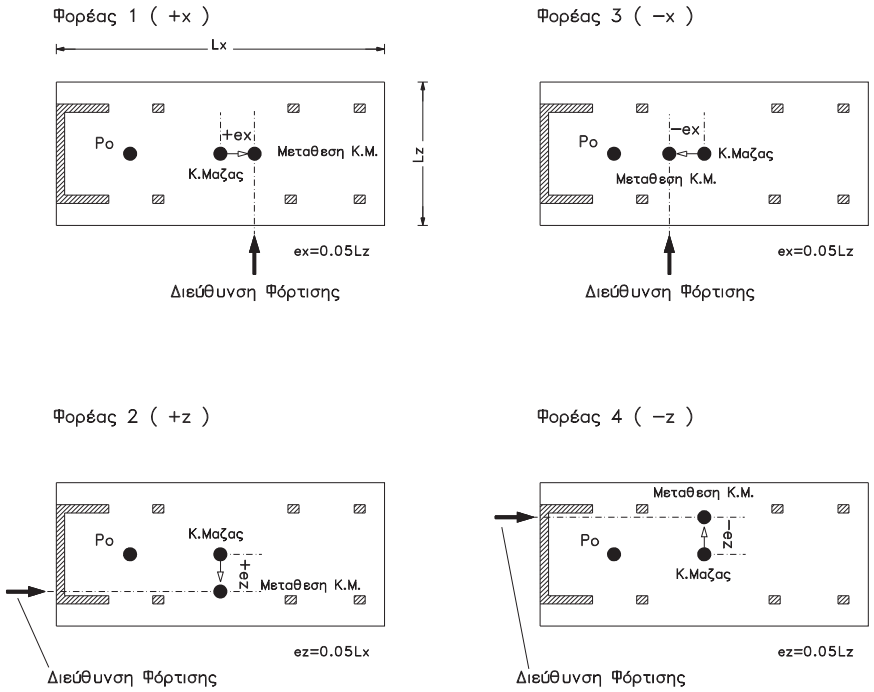
δοκών και υποστυλωμάτων πραγματοποιείται βάσει των απαιτήσεων της Χαμηλής Κατηγορίας Πλαστιμότητας (ΚΠΧ), δεν γίνονται –δηλαδή– οι έλεγχοι του EC8.

Μέθοδος επίλυσης

► **<u>Δυναμική με μετατόπιση μαζών</u>**

Το κέντρο μάζας κάθε ορόφου λαμβάνεται μετατοπισμένο από την ονομαστική του θέση κατά την τυχηματική εκκεντρότητα $e_{ai} = 0.05 \cdot Li$, όπου Li το πλάτος του ορόφου κάθετα προς την εξεταζόμενη διεύθυνση. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε διεύθυνση, οπότε με τον τρόπο αυτό προκύπτουν τέσσερις ανεξάρτητοι φορείς προς επίλυση (EC8-1 §4.3.2(1)A).

Ουσιαστικά με την μέθοδο αυτή λαμβάνεται υπόψη η τυχηματική εκκεντρότητα και στην ανελαστική ανάλυση (pushover).



Σχήμα 4.1: *Οι τέσσερις φορείς που προκύπτουν από την μετατόπιση μαζών εκατέρωθεν του Κ.Μ.*

► **Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη**

Πραγματοποιείται δυναμική ανάλυση, ενώ οι τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις καθορίζονται ως περιβάλλουσα των εντατικών μεγεθών στατικών φορτίσεων που

αποτελούνται από ομάδα στρεπτικών ροπών $M_{ai} = F_i \cdot e_{ai}$ περί το κέντρο μάζας κάθε ορόφου **i**, όπου F_i είναι η οριζόντια φόρτιση που δρα στο όροφο **i**, όπως αυτή προκύπτει από τη §4.3.3.2.3 του EC8-1 για κάθε σεισμική διεύθυνση.

► **Απλοποιημένη φασματική μέθοδος**

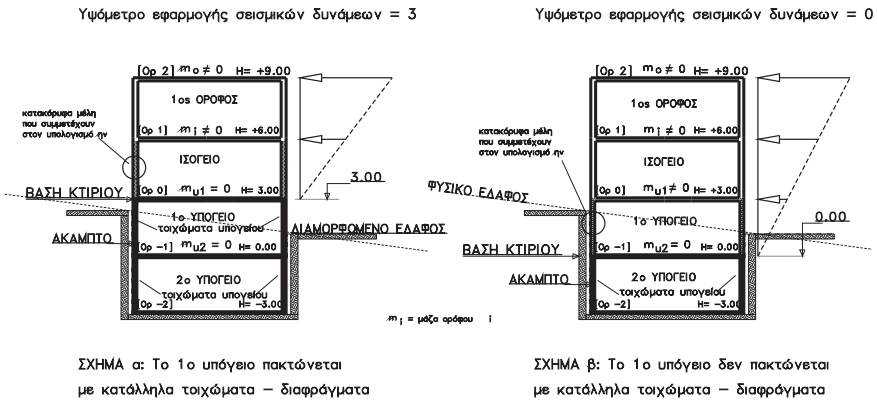
Πρόκειται για την «Μέθοδο ανάλυσης οριζόντιας φόρτισης», όπως αυτή αναφέρεται στον EC8-1 §4.3.3.2. Η επιβαλλόμενη στατική φόρτιση δίδεται με τη μορφή ανεστραμμένου τριγώνου σύμφωνα με την EC8-1 §4.3.3.2.3(3) και επαλληλίζεται με το αποτέλεσμα των στρεπτικών επιδράσεων, όπως αυτό περιγράφεται στην EC8-1 §4.3.3.3.3. Εφόσον επιλεγεί «θεμελιώδης ιδιοπερίοδος Ta_x, Ta_z

Αυξομείωση στατικής εκκεντρότητας ef, er» = «Ναι», τότε προσαυξάνεται η εκκεντρότητα σχεδιασμού.

Παρατήρηση

Από τις τρεις προτεινόμενες από τον κανονισμό μεθόδους, η δυναμική επίλυση με μετατόπιση μαζών θεωρείται πιο ακριβής, όμως η εφαρμογή της απαιτεί ύπαρξη διαφράγματος. Σε περιορισμούς, βέβαια, υπόκειται και η εφαρμογή της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου, αφού προϋποθέτει κανονικότητα καθ' ύψος, ενώ η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος θα πρέπει να είναι μικρότερη από 4·Tc ή 2 sec.

Υψόμετρο εφαρμογής σεισμικών δυνάμεων [m]



Σχήμα 4.2: *Περιγραφή κτιρίου με δύο υπόγεια. Στην πρώτη περίπτωση τα τοιχώματα υπογείου είναι επαρκώς ισχυρά και λειτουργούν ως πάκτωση του φορέα, ενώ στη δεύτερη όχι. Ως υψόμετρο εφαρμογής σεισμικών δυνάμεων δίδεται H=3.00 και H=0.00 αντίστοιχα, ενώ δεν απαιτείται τροποποίηση των υψομέτρων των ορόφων.*

Μόνο σε κόμβους που κείνται στο υψόμετρο αυτό ή ψηλότερα:

- Στη δυναμική μέθοδο επίλυσης αποδίδεται μάζα
- Στην απλοποιημένη φασματική ανάλυση εφαρμόζεται οριζόντια σεισμική δύναμη.
- Βλ. και παράμετρο «Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός ην & νd)» στο Κτίριο > Σκυρόδεμα.

Αριθμός ιδιομορφών

Εδώ δηλώνεται ο ελάχιστος αριθμός των ιδιομορφών που θα χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα.

Αναζήτηση ιδιομορφών, ώστε ΣMi > 90% μάζας

- ► **Ναι**: Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα τις ιδιομορφές που απαιτούνται, ώστε να καλυφθεί τουλάχιστον το 90% της συνολικής μάζας του φορέα στις δυο οριζόντιες συνιστώσες. Βλ. EC8-1 §4.3.3.3.1(3), αυξάνοντας σταδιακά το πλήθος τον απαιτούμενων ιδιομορφών μέχρι τις 400 (άνω όριο).
- ► **Όχι**: Το πρόγραμμα υπολογίζει ακριβώς τόσες ιδιομορφές, όσες έχει επιλέξει ο μελετητής, χωρίς να ελεγχθεί εάν ικανοποιείται η απαίτηση του κανονισμού για ΣMi > 90%.

Παρατήρηση

Σε περιπτώσεις που δεν είναι εύκολο να συγκεντρωθεί το επιδιωκόμενο ποσοστό μάζας (π.χ. σε κατασκευές με μεγάλη ανομοιομορφία ακαμψίας ή ιδιαίτερα εύστρεπτες), παρέχονται στον μελετητή 3 **εναλλακτικές**:

- Να επιλέξει τη μεταφορά μαζών από υπογορείς στον κύριο φορέα «Κτίριο > Αντισεισμικός > Μεταφορά μαζών από υποφορείς στον κύριο φορέα».
- Να καταφύγει στην EC8-1 §4.3.3.3.1(5), βάσει της οποίας επαρκούν $k \geq 3 \cdot n^{1/2}$ ιδιομορφές, όπου n ο αριθμός των ορόφων, ενώ θα πρέπει να εξασφαλιστεί και ότι η k ιδιομορφή εμφανίζει ιδιοπερίοδο $T_k \leq 0.20$sec.
- Να επιλέξει «Αύξηση εντατικών μεγεθών με Μ/ΣMi», ώστε να καλυφθεί έμμεσα το έλλειμμα δρώσας μάζας. Η δεύτερη αυτή λύση προτείνεται και σε περιπτώσεις, όπου παράγονται πολλές χαμηλόσυχνες ιδιομορφές λόγω της κατακόρυφης ταλάντωσης.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων Δυναμικής Ανάλυσης §9.4.7.1.

Αύξηση εντατικών μεγεθών με M/ΣMi

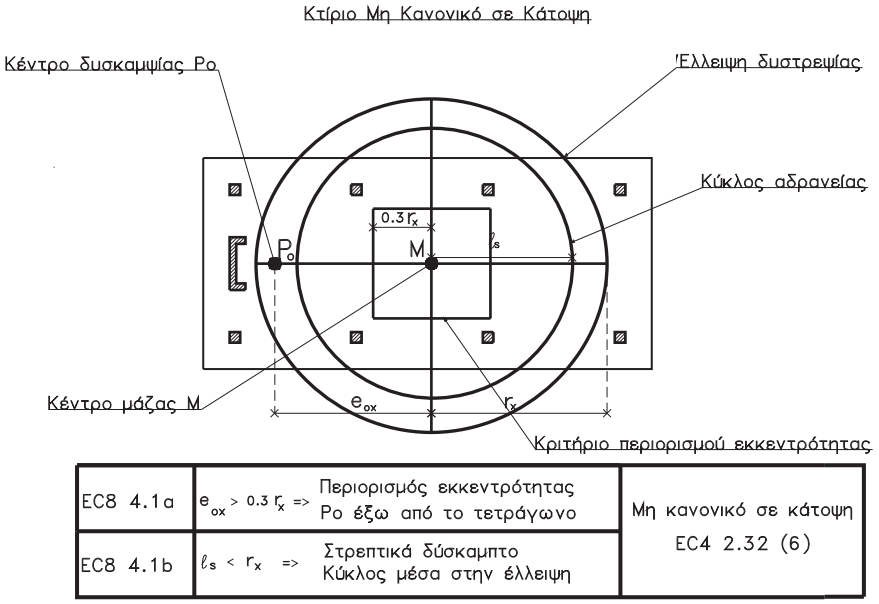
Στη δυναμική ανάλυση και σε περιπτώσεις κατασκευών που αναλύονται στην προηγούμενη παράμετρο, ενδέχεται ακόμη και όταν υπολογιστεί ένας μεγάλος αριθμός ιδιομορφών να μην καλύπτεται το 90% της μάζας σε μια ή και στις δυο οριζόντιες συνιστώσες.

- **Ναι**: Στη «**Δυναμική με μετατόπιση μαζών**», εάν η συνολική δρώσα μάζα ΣMi της οριζόντιας ταλάντωσης δεν καλύπτει το 90% της συνολικής μάζας M, τότε τα αποτελέσματα της σεισμικής δράσης πολλαπλασιάζονται με το λόγο M/ΣMi.
- **Όχι**: Τα εντατικά μεγέθη αντιστοιχούν στη δρώσα μάζα χωρίς επαύξηση.

Υπολογισμός πλασματικού άξονα

- **Ναι:** Υπολογίζονται οι ακτίνες δυστρεψίας και αδρανείας κάθε ορόφου και οι στατικές εκκεντρότητες, μεγέθη απαραίτητα για:
  - τον υπολογισμό κριτηρίου **κανονικότητας σε κάτοψη και στρεπτικής ευαισθησίας του κτιρίου**. Βλ. EC8-1 §4.2.3.2(6) & §5.2.2.1(4)A & §9.2.2 του παρόντος. Τα κριτήρια αυτά υπεισέρχονται στον προσδιορισμό του συντελεστή συμπεριφοράς. Βλ. EC8-1 πιν. 5.1, §5.2.2.2(6) & §6.3.2(4)
  - τον υπολογισμό της εκκεντρότητας σχεδιασμού της απλοποιημένης φασματικής μεθόδου. Βλ. και παράμετρο «θεμελιώδης ιδιοπερίοδος Ta_x, Ta_z
  - Αυξομείωση στατικής εκκεντρότητας ef, er».

  Για τον προσδιορισμό του κέντρου δυσκαμψίας της κατασκευής στο πρόγραμμα υιοθετείται η μεθοδολογία υπολογισμού του πραγματικού ή πλασματικού άξονα του κτιρίου, η οποία περιγράφεται στην §B1.1. Βλ. EC8-1 §4.2.3.2(8).
- **Όχι:** Δεν έχει νόημα ο υπολογισμός πλασματικού άξονα στην περίπτωση που δεν εξασφαλίζεται ουσιαστική διαφραγματική λειτουργία π.χ. σε περιπτώσεις:
  - μεταλλικών στεγάστρων χωρίς περιμετρική διάταξη οριζόντιων συνδέσμων δυσκαμψίας.
  - γενικά, σε ειδικές κατασκευές π.χ. δεξαμενές, καμινάδες κ.α., όπου εκτός των άλλων δεν απαιτείται υπολογισμός των παραπάνω στοιχείων.



Σχήμα 4.3: *Ακτίνες δυστρεψίας & αδρανείας και περιορισμού εκκεντρότητας.*

Συντελεστής τυχηματικής εκκεντρότητας

Γενικά, λαμβάνεται ίσος με το 5% της διάστασης του ορόφου. Βλ. EC8-1 §4.3.2 και §4.3.3.3.3. Η παράμετρος αυτή καθορίζει την τυχηματική εκκεντρότητα που θα ληφθεί υπόψη τόσο στη διαστασιολόγηση νέων κατασκευών με ελαστική ανάλυση και με μέθοδο επίλυσης που περιγράφεται σε προηγούμενη παράμετρο, όσο και στη αποτίμηση Φ.Ι. Βλ. EC8-1 §4.3.3.4.2.2(2)Α.

Για αποτίμηση Φ.Ι. με ανελαστική ανάλυση ή ανάλυση χρονοϊστορίας της απόκρισης βλ. επίσης «Κτίριο > Αποτίμηση > Τυχηματική εκκεντρότητα» §4.1.1.10 και EC8-3 §4.4.4.2(2).

Παρέχεται η δυνατότητα να καθορισθεί διαφορετικός «Συντελεστής τυχηματικής εκκεντρότητας» σε κάθε όροφο και διεύθυνση οριζόντιας σεισμικής δράσης.

Παρατηρήσεις:

- Εφόσον για οποιοδήποτε λόγο είναι επιθυμητό να μην ληφθεί υπόψη η τυχηματική εκκεντρότητα, τότε προτείνεται παράλληλα με τον μηδενισμό της τιμής της παραμέτρου αυτής να επιλεγεί «Μέθοδος επίλυσης > Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη» ή «Απλοποιημένη φασματική». Βλ. προηγούμενη παράμετρο.

- Θα πρέπει ο μελετητής να **διπλασιάσει** την τυχηματική εκκεντρότητας σύμφωνα με την EC8-1 §4.3.6.3.1(4), όταν συντρέχουν όλες οι ακόλουθες συνθήκες:
  - ΚΠ Υ
  - Το σύστημα είναι πλαισιωτό ή διπλό ισοδύναμης πλαισιακής λειτουργίας. Βλ. EC8-1 §5.1.2(1) & §5.2.2.1(4)A & (6).
  - Οι τοιχοπληρώσεις δεν είναι διατεταγμένες ομοιόμορφα στην κάτοψη.
  - Ως μέθοδος ανάλυσης έχει επιλεγεί η «Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη» ή η «Απλοποιημένη φασματική», όπου οι στρεπτικές επιδράσεις υπολογίζονται βάσει της EC8-1 §4.3.3.3.3. Δεν απαιατείται, λοιπόν, διπλασιασμός για «Δυναμική με μετατόπιση μαζών».

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων σχετικά με στρεπτικές επιδράσεις §9.4.6.

Όροφος που καθορίζει τον πλασματικό άξονα

► **-10** (=Αυτόματο)**:** Το πρόγραμμα προσδιορίζει αυτόματα το πλησιέστερο **επίπεδο** προς την στάθμη $y_0 = 0.8 \cdot H$, όπου Η το ύψος του κτιρίου. Βλ. §A1.1.

Η επιλογή συγκεκριμένου επιπέδου κρίνεται σκόπιμη, όταν πλησίον της στάθμης 0.8·Η υπάρχει επίπεδο το οποίο δεν λειτουργεί ως διάφραγμα (π.χ. πέργκολα ή σκελετός από δοκούς και υποστυλώματα χωρίς πλάκες). Σε τέτοια περίπτωση, θα πρέπει να δοθεί ως **επίπεδο** που καθορίζει τον πλασματικό άξονα το πλησιέστερο διάφραγμα στην στάθμη 0.8·Η.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων και αντιστοίχιση ορόφων - επιπέδων στην §9.2.2.

Ακτίνες δυστρεψίας

► **Ως προς το κέντρο μάζας**

► **Ως προς το κέντρο δυσκαμψίας**

Παρατήρηση

Σε κάθε περίπτωση προτείνεται ο υπολογισμός ως προς το κέντρο μάζας. Βλ. §A1.1.

Συντελεστής διόρθωσης λ_x, λ_z *απλοποιημένης φασματικής μεθόδου*

Πρόκειται για μειωτικό συντελεστή διόρθωσης της τέμνουσας βάσης F_b της κατασκευής:

$$F_b = S_d(T_1)\cdot m\cdot\lambda$$

Η τιμή του λ ισούται με 0,85 εάν το κτίριο έχει πάνω από δύο ορόφους και $T_1 < 2$ T_C, αλλιώς λ = 1,0. Βλ. EC8-1 §4.3.3.2.2(1)A.

Παρατήρηση

Με το συντελεστή αυτό εκφράζεται η σχετικά μειωμένη δρώσα μάζα της θεμελιώδους ιδιομορφής σε κτίρια με τρεις ή περισσότερους ορόφους και μεταφορικούς βαθμούς ελευθερίας.

Εκτίμηση θεμελιώδους ιδιοπεριόδου Ta_x, Ta_z

Συντ. υπολογισμού ιδιοπεριόδου T1_x - Ct_x, T1_z - Ct_z

Στην απλοποιημένη φασματική μέθοδο για κτίρια με ύψος μέχρι 40m η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος ταλάντωσης T_1, κτιρίου με ύψος H, μπορεί να προσεγγιστεί με την ακόλουθη έκφραση (EC8-1 §4.3.3.2.2(3)):

$$T_1 = C_t * H^{3/4}$$

Στατικό σύστημα	*C*t
Πλαίσια από σκυρόδεμα	0,075
Χαλύβδινα πλαίσια	0,085
Χαλύβδινα πλαίσια με έκκεντρους δικτυωτούς συνδέσμους	0,075
Άλλο στατικό σύστημα	0,050

Πίνακας 4.2: *Εμπειρικές τιμές συντελεστή Ct για διάφορα στατικά συστήματα. Βλ. EC8-1 §4.3.3.2.2(3).*

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.4.8.

θεμελιώδης ιδιοπερίοδος Ta_x, Ta_z

Αυξομείωση στατικής εκκεντρότητας ef, er

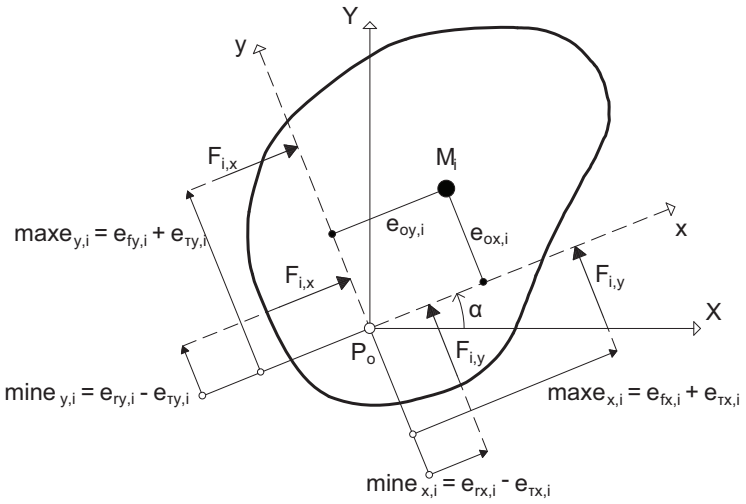
Με τις ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες ef και er (γνωστές και ως δυναμικές εκκεντρότητες) λαμβάνονται υπόψη οι στρεπτικές ταλαντώσεις των μη συμμετρικών κτιρίων για μεταφορική σεισμική διέγερση της βάσης. Βλ. §B1.1.

Στην απλοποιημένη φασματική μέθοδο και στη διαδικασία υπολογισμού της εκκεντρότητας σχεδιασμού, παρέχεται η δυνατότητα επιλογής αυξομείωσης ή όχι της στατικής εκκεντρότητας e0 η οποία ορίζεται ως η απόσταση του κέντρου βάρους από τον πόλο στροφής. Βλ. Σχήμα 4.3):

► **Ναι**: υπολογίζονται οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες (ef, er) σε κάθε κύρια διεύθυνση με κατάλληλη αυξομείωση της στατικής εκκεντρότητας e_0, είτε βάσει των σχέσεων:

$$e_f = 1{,}50 \cdot e_o, \quad e_r = 0{,}50 \cdot e_o,$$

είτε σε στρεπτικά εύκαμπτα κτίρια βάσει της μεθοδολογίας που περιγράφεται αναλυτικά στην δημοσίευση [ΑΝΑΣ92α].



Σχήμα 4.4: *Εκκεντρότητες σχεδιασμού min*e, *max*e.

► **Όχι**: λαμβάνεται για κάθε κύρια διεύθυνση $e_f = e_r = e_o$.

Σε κάθε περίπτωση οι εκκεντρότητες σχεδιασμού *min*ei, *max*ei σε κάθε όροφο ***i*** προκύπτουν για κάθε κύρια διεύθυνση y και z, όπως φαίνεται και στο **Error! Reference source not found.**, ως εξής:

$$max\ e_i = e_{fi} + e_{\tau i}$$

$$min\ e_i = e_{ri} - e_{\tau i}$$

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.4.9

Μεταφορά μαζών από υποφορείς στον κύριο φορέα

► Ναι

Η παράμετρος έχει εφαρμογή σε κτίρια με εύκαμπτα τμήματα, όπως στέγες, πέργκολες κτλ. Πραγματοποιείται αυτόματη μεταφορά της μάζας από τα μέλη που απαρτίζουν τα εύκαμπτα τμήματα του κτιρίου (ξύλινα ζευκτά, μεταλλικά δικτυώματα) στον υποκείμενο, κύριο φορέα. Με αυτό τον τρόπο εφαρμόζεται

σωστά η δυναμική φασματική ανάλυση, καθώς απαλείφονται όλες οι παρασιτικές ιδιομορφές στα εύκαμπτα τμήματα και αναδεικνύονται οι μεταφορικές ιδιομορφές του κυρίως φορέα.

Όταν η συνολική μάζα του υποφορέα μεταφέρεται στον κύριο φορέα το ιδιομορφικό σχήμα του μηδενίζεται. Δηλαδή, δεν υπάρχει καθόλου μάζα στον υποφορέα που να προκαλεί ταλάντωση του ίδιου, αλλά η επιρροή της μεταφέρεται απευθείας στον κύριο φορέα. Ταυτόχρονα, η δυσκαμψία του υποφορέα δεν μεταβάλλεται και συνεπώς συνεχίζει να συνεισφέρει στη δυσκαμψία της συνολικής κατασκευής, πχ τα ζευκτά μιας στέγης συνεχίζουν να συμμετέχουν στη διαφραγματική λειτουργία του κτιρίου.

► Όχι:

Η ανάλυση πραγματοποιείται κανονικά, με όλες τις μάζες των μελών να συνεισφέρουν στη δυναμική συμπεριφορά του κτιρίου

Συντελεστές προσομοίωσης δυσκαμψίας μελών

Για διαστασιολόγηση οπλισμένου σκυροδέματος:

- Υποστυλωμάτων = 0,50
- Τοιχωμάτων = 0,50
- Δοκών = 0,50
- Στρεπτικής δυσκαμψίας = 0,10
- Διαφραγματικής λειτουργίας = 10000

Βλ. EC8-1 §4.3.1(6)&(7).

Για φέρουσα τοιχοποιία (διαστασιολόγηση ή αποτίμηση Φ.Ι.)

- Υποστυλώματα / τοιχώματα (Πεσσοί) = 0,15
- Δοκών (υπέρθυρα) = 0,15
- Στρεπτικής δυσκαμψίας = 0,10
- Διαφραγματικής λειτουργίας = 10000

Για δομικό χάλυβα / ξυλεία :

- Υποστυλωμάτων = 1,00
- Τοιχωμάτων = 1,00
- Δοκών = 1,00
- Στρεπτικής δυσκαμψίας = 1,.00

- Διαφραγματικής λειτουργίας = 1. Για δοκούς με πλάκες Ο.Σ. εκατέρωθεν, είναι ίσο με 10000.

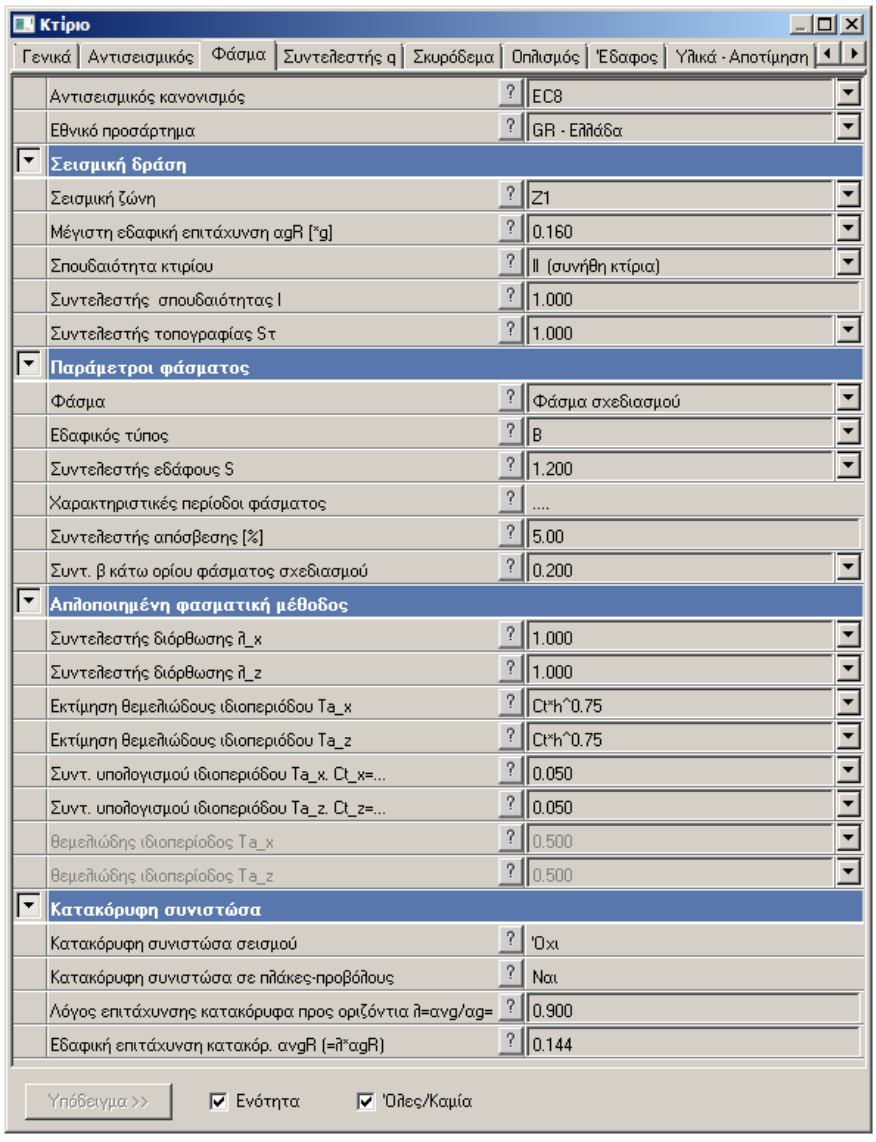
  Ο συντελεστής διαφραγματικής λειτουργίας πολλαπλασιάζει τις ροπές αδράνειας I_y (ή I_2) των πλακοδοκών για να προσομοιωθεί το απαραμόρφωτο των πλακών, επηρεάζοντας την ακαμψία των δοκών στην κατά την έννοια του οριζόντιου επιπέδου. Για το τοπικό σύστημα συντεταγμένων της δοκού βλ. Σχήμα 4.94. Μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή ⇒ πιο άκαμπτο διάφραγμα.

  Βλέπε θέματα προσομοίωσης §14.5.1 και §14.5.2.

Παρατήρηση

Όταν τροποποιηθούν οι συντελεστές δυσκαμψίας, απαιτείται ο Υπολογισμός αδρανειακών χαρακτηριστικών μελών κτιρίου του κτιρίου. Βλ. εντολή των παραγωγών §5.1.3.6.

4.1.1.3 Φάσμα



Εικόνα 4.3: *Οι παράμετροι της κάρτας «Φάσμα» του Κτιρίου.*

Αντισεισμικός κανονισμός

Βλ. την παράμετρο «Αντισεισμικός κανονισμός» της καρτέλας «Γενικά» του Κτιρίου (§4.1.1.1).

Σεισμική ζώνη

Στον Πίνακας 4.3 εμφανίζονται οι ονομασίες των σεισμικών ζωνών, καθώς και οι αντιστοιχίες τους στους διαφορετικούς ελληνικούς κανονισμούς και τον Ευρωκώδικα 8.

ΑΚ '59	ΑΚ '85	ΝΕΑΚ 95	ΕΑΚ 2000	ΕΑΚ 2003	EC8
Σεισμικότητα 1	Σεισμικότητα 1	Ζώνη I	Ζώνη I	Ζώνη I	Z1
		Ζώνη II	Ζώνη II		
Σεισμικότητα 2	Σεισμικότητα 2	Ζώνη III	Ζώνη III	Ζώνη II	Z2
Σεισμικότητα 3	Σεισμικότητα 3	Ζώνη IV	Ζώνη IV	Ζώνη III	Z3

Πίνακας 4.3: *Αντιστοιχία σεισμικών ζωνών στους ελληνικούς κανονισμούς.*

Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση agR

Όταν ως αντισεισμικός κανονισμός έχει επιλεγεί ο «EC8», τότε η μέγιστη εδαφική επιτάχυνση αναφοράς a_{gR} ως ποσοστό του g λαμβάνει για την κάθε σεισμική ζώνη τις εξής τιμές:

agR	Ελλάδα	Κύπρος
Z1	0.16	0.15
Z2	0.24	0.20
Z3	0.36	0.25

Πίνακας 4.4: *Εδαφική επιτάχυνση αναφοράς a_{gR} για την κάθε σεισμική ζώνη.*

Σπουδαιότητα κτιρίου & Συντελεστής σπουδαιότητας γI

Σπουδαιότητα	Κτίρια	Συντ. γI
I	Κτίρια δευτερεύουσας σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. γεωργικά κτίρια, κλπ.	0,80
II	Συνήθη κτίρια	1,00
III	Κτίρια των οποίων η σεισμική ασφάλεια είναι σημαντική, π.χ. σχολεία, αίθουσες συνάθροισης, μουσεία κλπ.	1,20
IV	Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια σεισμών είναι ζωτικής σημασίας, π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, κλπ.	1,40

Πίνακας 4.5: *Κατηγορίες και συντελεστές σπουδαιότητας στο ελληνικό και στο κυπριακό Εθνικό Προσάρτημα. Βλ. EC8-1 §4.2.5(5)Α & Πίνακας 4.3.*

Αλληλεπίδραση με άλλες παραμέτρους σχεδιασμού

Η σπουδαιότητα κτιρίου καθορίζει την τιμή του συντελεστή ***ν***, οποίος υπεισέρχεται στον έλεγχο Οριακής Κατάστασης Περιορισμού Βλαβών (Ο.Κ.Π.Β.), δηλαδή στον έλεγχο της σχετικής παραμόρφωσης ορόφου dr/h. Πρόκειται για μειωτικό συντελεστή, ώστε να ληφθεί υπόψη η μικρότερη περίοδος επαναφοράς της σεισμικής δράσης που αφορά την Ο.Κ.Π.Β. Βλ. EC8-1 §4.4.3.2.

- Σπουδαιότητα I, II ⇨ ν = 0,5
- Σπουδαιότητα III, IV ⇨ ν = 0,4

Ο συντελεστής ***ν*** τυπώνεται στο τεύχος στη θέση του σχετικού ελέγχου και στις παραδοχές υπολογισμού.

Η τιμή του συντελεστή γI αποτελεί κριτήριο εφαρμογής του συντελεστή τοπογραφίας (βλ. την παράμετρο «Κτίριο> Φάσμα> Συντελεστής τοπογραφίας St»).

Συντελεστής τοπογραφίας St

Είναι συντελεστής με τον οποίο λαμβάνονται υπόψη επιδράσεις τοπογραφικής ενίσχυσης. Εφαρμόζεται σε φορείς σε κορυφές πρανών και λόφων, ύψους μεγαλύτερου των 30m, με συντελεστή σπουδαιότητας $\gamma_I > 1{,}0$. Βλ. EC8-1 §3.2.2.1(6) & EC8-5 παράρτ. Α.

Α/Α	Περιγραφή	Μέση κλίση	S_T
1	Μεμονωμένοι λόφοι και πρανή	$i < 15°$ $i > 15°$	1.00 ≥ 1.20
2	“Κορυφογραμμές” με πλάτος στέψης σημαντικά μικρότερο από το πλάτος βάσης	$i < 15°$ $15° < i < 30°$ $i > 30°$	1.00 ≥ 1.20 ≥ 1.40
3	Περίπτωση 1 και παρουσία χαλαρής επιφανειακής στρώσης	$i < 15°$ $i > 15°$	1.00 ≥ 1.44
4	Περίπτωση 2 και παρουσία χαλαρής επιφανειακής στρώσης	$i < 15°$ $15° < i < 30°$ $i > 30°$	≥ 1.00 ≥ 1.44 ≥ 1.68

Για θέσεις μεταξύ της βάσης και της κορυφής, μπορεί να θεωρηθεί γραμμική μεταβολή του S_T μεταξύ της τιμής 1.00 στη βάση και της παραπάνω τιμής στην κορυφή.

Πίνακας 4.6: *Τιμή ST για θέσεις κοντά στην κορυφή πρανούς ή λόφου.*

Φάσμα

Σε κάθε περίπτωση γίνεται χρήση του φάσματος τύπου 1 (Πίνακας 4.7 και Σχήμα 4.5).

- **Φάσμα σχεδιασμού**: Για οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού, αλλά και για την κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής δράσης, βλ. EC8-1 §3.2.2.5.
- **Ελαστικό φάσμα**: Όταν η κατασκευή σχεδιάζεται για ελαστική συμπεριφορά πρέπει να επιλέγεται ελαστικό φάσμα απόκρισης. βλ. EC8-1 §3.2.2.2 και §3.2.2.3. Αφορά σεισμικά μονωμένα συστήματα. Σε τέτοια περίπτωση ο συντελεστής συμπεριφοράς q δεν αφορά.

Παρατήρηση

Ο συντελεστής απόσβεσης ξ υπεισέρχεται μόνο στον υπολογισμό του ελαστικού φάσματος, ενώ στο φάσμα σχεδιασμού είναι ενσωματωμένος στους συντελεστές συμπεριφοράς. Αντίθετα, ο συντελεστής συμπεριφόράς q υπεισέρχεται μόνο στο φάσμα σχεδιασμού.

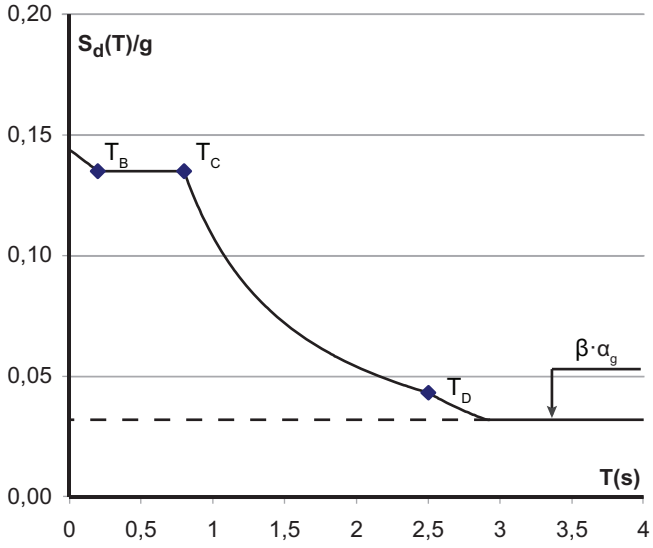
Ελαστικό φάσμα τύπου 1 (§3.2.2.2 & §3.2.2.3)	
Οριζόντια συνιστώσα	**Κατακόρυφη συνιστώσα**
$0 \le T < T_B$: $S_e(T) = \alpha_g . S . \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2{,}5 - 1)\right]$	**$0 \le T < T_{BV}$:** $S_{Ve}(T) = \alpha_{Vg} . \left[1 + \frac{T}{T_{BV}} \cdot (\eta \cdot 3{,}0 - 1)\right]$
$T_B \le T \le T_C$: $S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5$	**$T_{BV} \le T \le T_{CV}$:** $S_{Ve}(T) = \alpha_{Vg} \cdot \eta \cdot 3{,}0$
$T_C < T \le T_D$: $Se(T) = \alpha g \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5 \cdot \left[\frac{T_C}{T}\right]$	**$T_{CV} < T \le T_{DV}$:** $S_{Ve}(T) = \alpha_{Vg} \cdot \eta \cdot 3{,}0 \cdot \left[\frac{T_{CV}}{T}\right]$
$T_D < T$: $S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2{,}5 \cdot \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2}\right]$	**$T_{DV} < T$:** $S_{Ve}(T) = \alpha_{Vg} \cdot \eta \cdot 3{,}0 \cdot \left[\frac{T_{CV} \cdot T_{DV}}{T^2}\right]$
$\boldsymbol{\alpha_g} = \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$, $\alpha_{vg} = 0{,}9 \cdot \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$, $\eta = [10/(5+\xi)]^{0,5} \ge 0{,}55$ ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης	

Πίνακας 4.7: *Τεταγμένη ελαστικού φάσματος απόκρισης τύπου 1.*

Φάσμα σχεδιασμού τύπου 1 (§3.2.2.5)	
Οριζόντια συνιστώσα	**Κατακόρυφη συνιστώσα**
$0 \le T < T_B$: $S_d(T) = \alpha_g . S . \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,5}{q} - \frac{2}{3}\right)\right]$	**$0 \le T < T_{BV}$:** $S_{Vd}(T) = \alpha_{Vg} . \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_{BV}} \cdot \left(\frac{2,5}{q_V} - \frac{2}{3}\right)\right]$
$T_B \le T \le T_C$: $S_d(T) = \alpha_g . S . \frac{2,5}{q}$	**$T_{BV} \le T \le T_{CV}$:** $S_{Vd}(T) = \alpha_{Vg} . \frac{2,5}{qv}$
$T_C < T \le T_D$: $S_d(T) = \alpha_g . S . \frac{2,5}{q} . \left[\frac{T_C}{T}\right]$ $S_d(T) \ge \beta \cdot \alpha_g$	**$T_{CV} < T \le T_{DV}$:** $S_{Vd}(T) = \alpha_{Vg} . \frac{2,5}{q_V} . \left[\frac{T_{CV}}{T}\right]$ $S_{Vd}(T) \ge \beta \cdot \alpha_{Vg}$
$T_D < T$: $S_d(T) = \alpha_g . S . \frac{2,5}{q} . \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2}\right]$ $S_d(T) \ge \beta \cdot \alpha_g$	**$T_{DV} < T$:** $S_{Vd}(T) = \alpha_{Vg} . \frac{2,5}{q_V} . \left[\frac{T_{CV} \cdot T_{DV}}{T^2}\right]$ $S_{Vd}(T) \ge \beta \cdot \alpha_{Vg}$
$\boldsymbol{\alpha_g} = \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$, $\alpha_{vg} = 0,9 \cdot \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$	

Πίνακας 4.8: *Τεταγμένη φάσματος σχεδιασμού τύπου 1.*

Η τεταγμένη του φάσματος απόκρισης $S_e(T)$ ή $S_d(T)$ πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή τοπογραφίας St. Βλ. EC8-1 §3.2.2.1(6) & EC8-5 παράρτημα Α.



Σχήμα 4.5: *Οριζόντια συνιστώσα φάσματος σχεδιασμού τύπου 1 (a_{gR}=0,24 & Εδαφικός τύπος D).*

Εδαφικός τύπος

Κατηγορία Εδάφους	Περιγραφή στρωματογραφίας	$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (κρούσεις/ 30cm	c_u (kPa)
A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός, που περιλαμβάνει το πολύ 5 m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού.	> 800	–	–
B	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλίκων, ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων, που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος.	360 – 800	> 50	> 250
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών (με ή χωρίς κάποια μαλακά στρώματα συνεκτικών υλικών), ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά.	< 180	< 15	< 70
E	Εδαφική τομή που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα ιλύος με τιμές v_s κατηγορίας C ή D και πάχος που ποικίλλει μεταξύ περίπου 5m και 20m, με υπόστρωμα από πιο σκληρό υλικό με v_s > 800 m/s.			

Πίνακας 4.9: *Ενδεικτική κατάταξη των εδαφών βάσει της μέσης ταχύτητας των διατμητικών κυμάτων $v_{s,30}$, των αποτελεσμάτων της δοκιμής κρουσίμετρου N_{SPT} για κοκκώδη εδάφη και της τιμής της*

αστράγγιστης διατμητικής αντοχής c_u για αργιλικά εδάφη. Βλ. EC8-1, Πίνακας 3.1.

Σύμφωνα με την EC8-1 §3.1.1(4) επιτρέπεται η εκτίμηση της κατηγορίας του εδάφους και της φέρουσας ικανότητας χωρίς εδαφοτεχνική έρευνα, βάσει μόνο της εμπειρίας από γειτονικές κατασκευές, οι οποίες θεμελιώνονται σε παρόμοια εδάφη.

Περιπτώσεις παράλειψης της εδαφοτεχνικής έρευνας:

- Ελληνικό Εθνικό προσάρτημα:
  - Κτίρια σπουδαιότητας I επί εδάφους A, B ή C
  - Κτίρια σπουδαιότητας II επί εδάφους A, B
  - Μονώροφα κτίρια σπουδαιότητας III επί εδάφους A, B
- Κυπριακό Εθνικό προσάρτημα:
  - Κτίρια σπουδαιότητας I ή II
  - Κτίρια σπουδαιότητας III ή IV εάν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες

Βλ. παράμετρο «Κτίριο > Έδαφος > Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους»

Συντελεστής εδάφους S & Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος

Εδαφικός Τύπος	*S*	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,5
B	1,2	0,15	0,5	2,5
C	1,15	0,20	0,6	2,5
D	1,35	0,20	0,8	2,5
E	1,4	0,15	0,5	2,5

Πίνακας 4.10: *Συντελεστής εδάφους S, όρια σταθερής φασματικής επιτάχυνσης T_B & T_C και σταθερής μετακίνησης T_D στο οριζόντιο φάσμα τύπου 1 για κάθε εδαφικό τύπο. Βλ. EC8-1 πιν. 3.2 και ελληνικό εθνικό προσάρτημα.*

Παρατήρηση

Στο Κυπριακό Εθνικό Προσάρτημα για την τιμή του ορίου TD ορίζεται στα 2.0 s για κάθε εδαφικό τύπο.

Ο συντελεστής εδάφους S καθώς και οι χαρακτηριστικές τιμές των ιδιοπεριόδων ενημερώνονται αυτόματα στο πρόγραμμα, όταν αλλάξει ο εδαφικός τύπος.

Συντελεστής απόσβεσης [%]

Είδος κατασκευής		*ξ%*
Σκυρόδεμα	άοπλο	3
	οπλισμένο	5
	προεντεταμένο	4
Δομικός χάλυβας	με συγκολλήσεις	2
	με κοχλιώσεις	4
τοιχοποιία	οπλισμένη	6
	διαζωματική	5
Δομική ξυλεία	κολλητή	4
	κοχλιωτή	4
	ηλωτή	5

Πίνακας 4.11: *Ενδεικτικές τιμές συντελεστή απόσβεσης ξ για διάφορους τύπους κατασκευής.*

Αλληλεπίδραση με άλλες παραμέτρους σχεδιασμού

Ο λόγος ιξώδους απόσβεσης του φορέα ξ [%] υπεισέρχεται:

- Στον τύπο υπολογισμού του ελαστικού φάσματος απόκρισης Se(T). Βλ.EC8-1 §3.2.2.2(3), όπου ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης λαμβάνεται από τη σχέση (3.6) του EC8-1: $\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55$.
- Στην επαλληλία ιδιομορφικών αποκρίσεων (Πλήρης Τετραγωνικός Συνδυασμός - CQC). Βλ. EC8-1 §4.3.3.3.2(3)A & EC8-2 §4.2.1.3(3), όπου για κάθε συνιστώσα της σεισμικής διέγερσης οι πιθανές ακραίες τιμές exA του μεγέθους απόκρισης A δίδονται από:

$$ex\,A = \pm \sqrt{\sum_i \sum_j \left(\varepsilon_{ij} \cdot A_i \cdot A_j\right)}$$

όπου:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{8 \cdot \xi^2 \cdot (1+r) \cdot r^{3/2}}{10^4 \cdot (1-r^2) + 4 \cdot \xi^2 \cdot r \cdot (1+r)^2}$$

r = Tj/Ti για ιδιομορφές i, j (i < j) και ιδιοπεριόδους $T_i \geq T_j$

Παρατήρηση

Εφόσον ο δομικός χάλυβας αποτελεί το κύριο υλικό κτιρίου, τότε η παράμετρος λαμβάνει αυτόματα στο πρόγραμμα την τιμή 4%.

Συντελεστής β κάτω ορίου φάσματος σχεδιασμού

Η τεταγμένη του οριζόντιου και κατακόρυφου φάσματος σχεδιασμού *Sd*(T) έχει κάτω όριο την τιμή $\beta \cdot \alpha_g$ ($\alpha_g = \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$) (βλ. Σχήμα 4.5). Η τιμή του συντελεστή β καθορίζεται από το ελληνικό και κυπριακό Εθνικό Προσάρτημα ίση με 0,2. Βλ. ΕΠ, EC8-1 §3.2.2.5(4)Α.

Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού

Αφορά το χωρικό μοντέλο (δοκοί, υποστυλώματα και στοιχεία θεμελίωσης)

► **Ναι / Όχι**

Τα αποτελέσματα της κατακόρυφης συνιστώσας της σεισμικής δράσης σύμφωνα με τον EC8-1 §4.3.3.5.2 **πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην μελέτη, όταν** συντρέχουν όλες οι ακόλουθες συνθήκες:

- $\alpha_{vg} \geq 0.25 \cdot \alpha_g$ (όπου $\alpha_{vg} = 0.9 \cdot \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$), δηλαδή μόνο για κτίρια στη σεισμική ζώνη Z3 και για κτίρια ΣΙΙΙ ή ΣΙV στη σεισμική ζώνη Z2. Βλ. την παράμετρο Κτίριο> Φάσμα> Εδαφική επιτάχυνση κατακόρ. α_{vgR} (=$\lambda \cdot \alpha_{gR}$).
- και σε μέλη με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
  - δοκοί με άνοιγμα μεγαλύτερο των 20m
  - πρόβολοι (δοκοί ή πλάκες) μεγαλύτεροι από 5m
  - δοκοί με φυτευτά υποστυλώματα
  - προεντεταμένες δοκοί
  - καθώς και στα στοιχεία, στα οποία στηρίζονται τα προαναφερόμενα μέλη.

Οι ιδιοπερίοδοι κατακόρυφης ταλάντωσης και οι σεισμικές επιταχύνσεις παρουσιάζονται στο τεύχος.

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.4.7.2.

Κατακόρυφη συνιστώσα σε πλάκες-προβόλους

Αφορά μόνο πλάκες

► **Ναι / Όχι**

Επιλέγεται εάν πλάκες – πρόβολοι θα διαστασιολογηθούν και για σεισμική φόρτιση λόγω κατακόρυφης συνιστώσας σύμφωνα με την EC8-1 §3.2.2.5(5)-(6).

Για τις περιπτώσεις που πρέπει να ληφθεί υπόψη η επίδραση της κατακόρυφης ταλάντωσης σε προβόλους βλέπε προηγούμενα «Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού».

Η κατακόρυφη συνιστώσα σε πλάκες εν γένει καταλήγει σε μεγαλύτερο οπλισμό στήριξης και συχνά και σε πρόσθετο θλιβόμενο κάτω οπλισμό.

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.3.

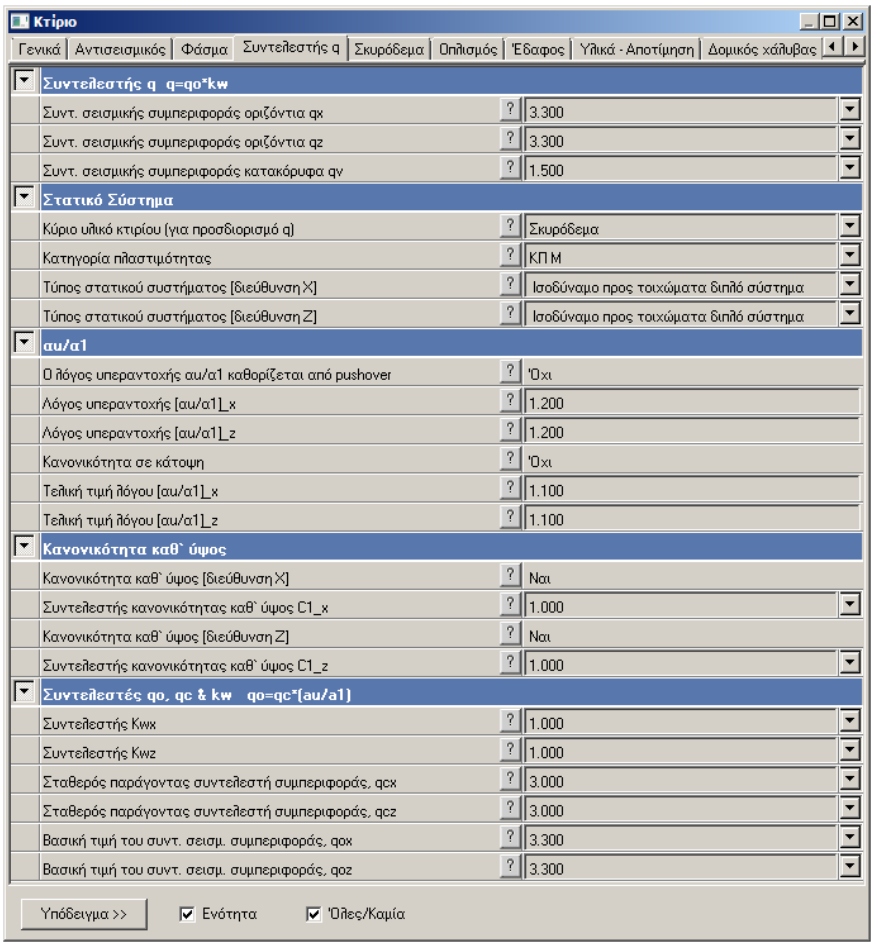
Λόγος επιτάχυνσης κατακόρυφα προς οριζόντια λ=avg/ag=

Εδαφική επιτάχυνση κατακόρ. avgR (=λ*agR)

Η τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης σχεδιασμού στην κατακόρυφη διεύθυνση avg καθορίζεται εθνικά ως λόγος **λ** της οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης σχεδιασμού $\boldsymbol{\alpha}_{\mathbf{g}}$. Στο ελληνικό και το κυπριακό Εθνικό Προσάρτημα το **λ** δίδεται ίσο με 0,9. Βλ. EC8-1 πιν. 3.4. Η τιμή της επιτάχυνσης που δίδεται στην παράμετρο αυτή στη συνέχεια πολλαπλασιάζεται με το συντελεστή σπουδαιότητας. Τελικά, η τιμή της επιτάχυνσης σχεδιασμού κατακόρυφα που υπεισέρχεται στις εξισώσεις της §3.2.2.5(5), καθώς και στις (3.8)-(3.11), προκύπτει ως $\alpha_{vg} = \lambda \cdot \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$.

Στην παράμετρο αυτή ο μελετητής εισάγει το γινόμενο του συντελεστή λ επί τη τιμή αναφοράς της επιτάχυνσης σχεδιασμού $\lambda \cdot \alpha_{gR}$, ενώ ο πολλαπλασιασμός με τον συντελεστή σπουδαιότητας γίνεται από το πρόγραμμα.

4.1.1.4 Συντελεστής q



Εικόνα 4.4: *Οι παράμετροι της κάρτας «Συντελεστής q» του Κτιρίου.*

Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς οριζόντια qx, qz

Είναι η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς, η οποία υπεισέρχεται στις εξισώσεις του EC8-1 §3.2.2.5(4)A για το φάσμα σχεδιασμού $S_d(T)$, στις οριζόντιες διευθύνσεις του φορέα X και Z.

Ο συντελεστής συμπεριφοράς q αντιπροσωπεύει μια προσέγγιση του λόγου των ελαστικών σεισμικών δυνάμεων με ξ = 5% προς τις σεισμικές δυνάμεις σχεδιασμού. Οι τιμές του q, οι οποίες περιλαμβάνουν και την επιρροή της ιξώδους απόσβεσης, δίδονται για διάφορα υλικά και στατικά συστήματα για κάθε κατηγορία πλαστιμότητας.

Για δομικό χάλυβα, τα qx και qz ταυτίζονται με την τιμή αναφοράς του συντελεστή συμπεριφοράς.

Για οιονεί ελαστική συμπεριφορά ο συντελεστής συμπεριφοράς λαμβάνεται ίσος με 1,5, ενώ δεν χρειάζεται να λαμβάνεται μικρότερος. Βλ. EC8-1 §5.2.2.2(1)A Σχέση (5.1) για σκυρόδεμα, EC8-1 §6.1.2(2)A για χάλυβα, EC8-1 §8.3(2) για ξυλεία και την EC8-1 §9.3(5) για τοιχοποιία.

Για ελαστική συμπεριφορά επιλέξτε ελαστικό φάσμα απόκρισης. Βλ. παράμετρο «Κτίριο > Φάσμα».

Παρατήρηση

Οι τιμές των qx και qz ενημερώνονται αυτόματα με οποιαδήποτε μεταβολή στις υπόλοιπες παραμέτρους της παρούσας καρτέλας.

Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς κατακόρυφα qv

Η τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς που εισάγεται στις εκφράσεις της κατακόρυφης συνιστώσας της σεισμικής δράσης. Βλ. EC8-1 §3.2.2.5(5)-(7).

Πρέπει για όλα τα υλικά και τα στατικά συστήματα να επιλέγεται qv ≤ 1,5.

Κατηγορία πλαστιμότητας

Τα κτίρια κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες πλαστιμότητας (ΚΠ) ανάλογα με την ικανότητα υστερητικής απόδοσης ενέργειας που διαθέτουν:

- **ΚΠ Χ**: Κατηγορία Πλαστιμότητας Χαμηλή
- **ΚΠ Μ**: Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση
- **ΚΠ Υ**: Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή

Ανάλογα με το υλικό του κτιρίου, τη σπουδαιότητά του και τη σεισμική ζώνη υπάρχουν περιορισμοί στο σχεδιασμό της κατασκευής σε κάθε κατηγορία πλαστιμότητας, οι οποίοι ορίζονται και από τα Εθνικά Προσαρτήματα. Ακόλουθα για το κάθε υλικό τίθενται σε κάθε ΚΠ διαφορετικοί κανόνες σχεδιασμού που ενδέχεται να αφορούν την επιλογή του συντελεστή συμπεριφοράς q, τους ελέγχους αντοχής κ.λπ.

	ΚΠ Χ	**ΚΠ Μ**	**ΚΠ Υ**
Σκυρόδεμα	Στοιχεία θεμελίωσης & έδαφος (EC8-1 §4.4.2.6(2)-(4)) ***ή*** Στοιχεία θεμελίωσης & υπόγεια (EC8-1 §5.8.1(2)-(5))	≥ C16 και δεν εφαρμόζεται σε Z2 & Z3 όταν ΣIII ή ΣIV	≥ C20
Δομικός Χάλυβας	Πρέπει q ≤1,5	Εφαρμόζεται Για 1,5 ≤ q ≤ 2,0 ⇨ κατηγ. 1, 2 ή 3 Για 2 < q ≤ 4 ⇨ κατηγ. 1 ή 2	Για q > 4⇨ κατηγ. 1
Δομική Ξυλεία	Δεν εφαρμόζεται	q ≤2,5	q ≤ 4
Τοιχοποιία	Δεν εφαρμόζεται ούτε για άοπλη τοιχοποιία	Εφαρμόζονται οι ΚΠ Μ & ΚΠ Υ για κάθε τύπο τοιχοποιίας χωρίς κάποια διάκριση	

Πίνακας 4.12: *Προϋποθέσεις για την εφαρμογή των Κατηγοριών Πλαστιμότητας και την χρήση των υλικών στο **ελληνικό** Εθνικό Προσάρτημα.*

	ΚΠ Χ	**ΚΠ Μ**	**ΚΠ Υ**
Σκυρόδεμα	Μόνο ΣΙ και πρέπει q ≤1,5	≥ C16 και δε συνίσταται για ΣΙV	≥ C20
Δομικός Χάλυβας	Μόνο ΣΙ ή ΣΙΙ-ΣΙV εάν ισχύει η EC8-1 §4.4.1(2) Πρέπει q ≤1,5	δε συνίσταται για ΣΙV Για 1,5 ≤ q ≤ 2,0 ⇨ κατηγ. 1, 2 ή 3 Για 2 < q ≤ 4 ⇨ κατηγ. 1 ή 2	Για q > 4⇨ κατηγ. 1
Δομική Ξυλεία	q ≤1,5	q ≤2,5	q ≤ 4
Τοιχοποιία	άοπλη τοιχοποιία: μόνο σε ΣΙ και πρέπει q ≤1,5	Εφαρμόζονται οι ΚΠ Μ & ΚΠ Υ για κάθε τύπο τοιχοποιίας χωρίς κάποια διάκριση	

Πίνακας 4.13: *Προϋποθέσεις για την εφαρμογή των Κατηγοριών Πλαστιμότητας και την χρήση των υλικών στο* ***κυπριακό*** *Εθνικό Προσάρτημα.*

Παρατηρήσεις

- Εάν σε κάποια κατασκευή Μέσης ή Υψηλής Πλαστιμότητας είναι επιθυμητό να διαστασιολογηθεί ως ΚΠΧ η θεμελίωση και το υπόγειο, θα πρέπει ο μελετητής στους σχετικούς ορόφους να αλλάξει την παράμετρο «Όροφος > Αντισεισμικός > Στοιχεία ορόφου με απαιτήσεις πλαστιμότητας» σε «Όχι». Για περισσότερες πληροφορίας βλ. παράμετρο στη §4.2.1.2.
- Στο κυπριακό εθνικό προσάρτημα και για κτίρια από δομικό χάλυβα σπουδαιότητας ΣΙ-ΣΙV, πρακτικά, επιτρέπεται η χρήση ΚΠΧ σε περιπτώσεις που ισχύει η συνθήκη της §4.4.1(2) του EC8-1, δηλαδή η συνολική σεισμική τέμνουσα, όπως αυτή προκύπτει με συντελεστή συμπεριφοράς q=1,50 δεν υπερβαίνει την τέμνουσα λόγω π.χ. ανεμοπίεσης πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή συνδυασμού γ_Q=1,50.

  Η σεισμική τέμνουσα φαίνεται στο τεύχος, ενώ η τέμνουσα λόγω ανεμοπίεσης μπορεί να υπολογιστεί αθροίζοντας τις τέμνουσες των υποστυλωμάτων, όπως αυτές φαίνονται π.χ. στο 3DV.

- **Σκυρόδεμα**: για ΚΠ βλ. EC8-1 §5.2.1, για επιλογή ποιότητας σκυροδέματος βλ. §5.4.1.1 & §5.5.1.1.

- **Δομικός χάλυβας**: Βλ. EC8-1 §6.1.2 & §6.5.3.
- **Δομική ξυλεία**: Βλ. EC8-1 §8.1.3 & §8.3.
- **Τοιχοποιία**: Βλ. EC8-1 §9.3

Ο λόγος υπεραντοχής αu/α1 καθορίζεται από pushover

► **Ναι / Όχι**

Σύμφωνα με την EC8-1 §5.2.2.2(7) για σκυρόδεμα και την §6.3.2(5) για χάλυβα, όταν η τιμή του αu/α1 που χρησιμοποιείται στη μελέτη επιβεβαιώνεται με ανελαστική ανάλυση (pushover), τότε δε χρειάζεται να υιοθετηθούν οι προτεινόμενες από τον κανονισμό τιμές ούτε να εφαρμοστεί η διάταξη που απομειώνει το συντελεστή σε περίπτωση μη κανονικότητας σε κάτοψη (βλ. επόμενες παραμέτρους).

Κύριο υλικό κτιρίου (για προσδιορισμό q) / Τύπος στατικού συστήματος / Λόγος υπεραντοχής [αu/α1] / Σταθερός παράγοντας συντελεστή συμπεριφοράς, qcx & qcz

Για κάθε υλικό, κατηγορία πλαστιμότητας και στατικό σύστημα, ενημερώνονται αυτόματα στο πρόγραμμα για κάθε διεύθυνση οι προσεγγιστικές τιμές του «Σταθερού παράγοντα του συντελεστή συμπεριφοράς, qcx & qcz» και του «Λόγου υπεραντοχής αu/α1» που προτείνονται στην §5.2.2.2(5) για σκυρόδεμα και στην §6.3.1(5) για χάλυβα.

Παρατηρήσεις:

- Σε όσους από τους ακόλουθους συνδυασμούς Κατηγορίας Πλαστιμότητας και στατικού συστήματος δε δίδεται λόγος υπεραντοχής αu/α1, αυτός θα λαμβάνεται πάντα ίσος με 1,00 και συνεπώς qo=qc. Σε τέτοιες περιπτώσεις δεν προβλέπεται από τον κανονισμό η δυνατότητα καθορισμού του αu/α1 από ανελαστική στατική ανάλυση.
- Για ΚΠ Χ η τιμή του συντελεστή qc τίθεται ίση με 1,5 και του αu/α1 ίση με 1,00.
- Η διάκριση μεταξύ στατικού συστήματος **συζευγμένων τοιχωμάτων** και **ασύζευκτων τοιχωμάτων** πρέπει να πραγματοποιηθεί από το μελετητή, σύμφωνα με την παράγραφο EC8-1 §5.1.2 (1).

Τύπος στατικού συστήματος		**ην**	**qc**		**Λόγος υπεραντοχής αu/α1**	
			ΚΠΜ	**ΚΠΥ**	**ΚΠΜ**	**ΚΠΥ**
Στρεπτικά **δύσκαμπτο** σύστημα $r \geq l_s$	Πλαισιωτό ή ισοδύναμο διπλό, μονώροφο σύστημα (maxvd υποστ/των ≤ 0,3)	<0,50	3,0	4,5	1,1	1,1
	Πλαισιωτό πολυώροφο σύστημα (ένα άνοιγμα)	<0,35	3,0	4,5	1,2	1,2
	Πλαισιωτό ή ισοδύναμο πολυώροφο σύστημα (πολλά ανοίγματα)	<0,50	3,0	4,5	1,3	1,3
	Ισοδύναμο προς τοιχώματα διπλό σύστημα	≥0,50 <0,65	3,0	4,5	1,2	1,2
	Σύστημα ασύζευκτων τοιχωμάτων	≥0,65	3,0	4,0	-	1,1
	Σύστημα συζευγμένων τοιχωμάτων	*≥0,65*	*3,0*	*4,5*	*1,2*	*1,2*
Στρεπτικά **εύκαμπτο** σύστημα $r < l_s$			2,0	3,0	-	-
Ανεστραμμένο εκκρεμές *(>50% της μάζας είναι συγκεντρωμένο στο ανώτερο 1/3 του ύψους. **Δεν** περιλαμβάνονται μονώροφα πλαίσια με vd<0.3 σε όλα τα υποστυλώματα)*			1,5	2,0	-	-

Πίνακας 4.14: *Σκυρόδεμα. Βλ. EC8-1 §5.2.2.2 & πιν. 5.1.*

Τύπος στατικού συστήματος	**qc**		**Συντελεστης αu/α1**	
	ΚΠ Μ	**ΚΠ Υ**	**ΚΠ Μ**	**ΚΠ Υ**
Μονώροφα πλαίσια παραλαβής ροπών ($max N_{Ed}/N_{pl,Rd}$ υποστ/των < 0,3)	4,0	5,0	-	1,1
Πολυώροφα πλαίσια ροπών ενός ανοίγματος	4,0	5,0	-	1,2
Πολυώροφα πλαίσια ροπών πολλών ανοιγμάτων	4,0	5,0	-	1,3
Πλαίσια με διαγώνιους συνδέσμους	4,0	4,0	-	-
Πλαίσια με συνδέσμους μορφής V	2,0	2,5	-	-
Πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους	4,0	5,0	-	-
Πλαίσια ροπών με μη έκκεντρους συνδέσμους	4,0	4,0	-	1,2
Πλαίσια παραλαβής ροπών με τοιχοπληρώσεις	2,0	2,0	-	-
Ανεστραμμένο εκκρεμές *(>50% της μάζας είναι συγκεντρωμένο στο ανώτερο 1/3 του ύψους. Δεν περιλαμβάνονται μονώροφα πλαίσια ροπής, όπου για όλα τα υποστυλώματα είναι $N_{Ed}/N_{pl,Rd}$ <0.3)*	2,0	2,0	-	-

Πίνακας 4.15: *Χάλυβας. Βλ. EC8-1 §6.1.2, §6.3.2 & πιν. 6.2.*

Τύπος στατικού συστήματος	**qc**		**Συντελεστής αu/α1**	
	ΚΠ Μ	**ΚΠ Υ**	**ΚΠ Μ**	**ΚΠ Υ**
Πετάσματα, διαφράγματα με ηλώσεις	2,0	3,0	-	-
Υπερστατικά γραμμικά πλαίσια	2,5	4,0	-	-
Δικτυώματα, μεικτοί φορείς από πλαίσια και τοιχοπληρώσεις.	2,0	3,0	-	-

Πίνακας 4.16: *Δομική Ξυλεία. Βλ. EC8-1 §8.1.3, §8.3 & πιν. 8.1 & 8.2.*

Τύπος στατικού συστήματος	**qc**	**Συντελεστής αu/α1**
	ΚΠ Χ, ΚΠ Μ, ΚΠ Υ	**ΚΠ Χ, ΚΠ Μ, ΚΠ Υ**
Άοπλη τοιχοποιία	1,5	-
Διαζωματική τοιχοποιία	2,0	-
Οπλισμένη τοιχοποιία	2,5	-

Πίνακας 4.17: *Τοιχοποιία. Βλ. EC8-1 §9.3 & πιν. 9.1.*

Κανονικότητα σε κάτοψη

Όχι: Οι «Τελικοί συντελεστές [αu/α1]» υπολογίζονται αυτόματα στο πρόγραμμα ως η μέση τιμή του «Συντελεστής [αu/α1]» και της μονάδας.

«Τελικός συντελεστής [αu/α1]» = («Συντελεστής [αu/α1]»+1)/2

Βλ. EC8-1 §5.2.2.2(6) για σκυρόδεμα και §6.3.2(4) για δομικό χάλυβα

Εάν συντρέχουν οι δύο παρακάτω συνθήκες:

- το δόμημα προκύπτει μη κανονικό σε κάτοψη σύμφωνα με τα κριτήρια της EC8-1 §4.2.3.2 και
- ο λόγος υπεραντοχής αu/α1 δεν ελέγχεται από ανελαστική στατική ανάλυση «pushover»,

τότε η τελική τιμή του *συντελεστή [αu/α1]* θα πρέπει να προκύπτει μειωμένη σχετικά με τις προτεινόμενες.

► **Ναι** : «Τελικός συντελεστής [αu/α1]»=«Συντελεστής [αu/α1]»

Γεωμετρικά κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη

Τα ακόλουθα κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη της EC8-1 §4.2.3.2(2)-(5) είναι ποιοτικά ή γεωμετρικά και εκτιμώνται από τον μελετητή π.χ.:

■ Περιορισμός εμβαδού κάθε εσοχής A_i συγκριτικά με το συνολικό εμβαδόν της κάτοψης του ορόφου A_k, (Σχήμα 4.6)

$$\text{Εμβαδά εσοχών } \frac{A_i}{A_k} \le 0,05$$

όπου

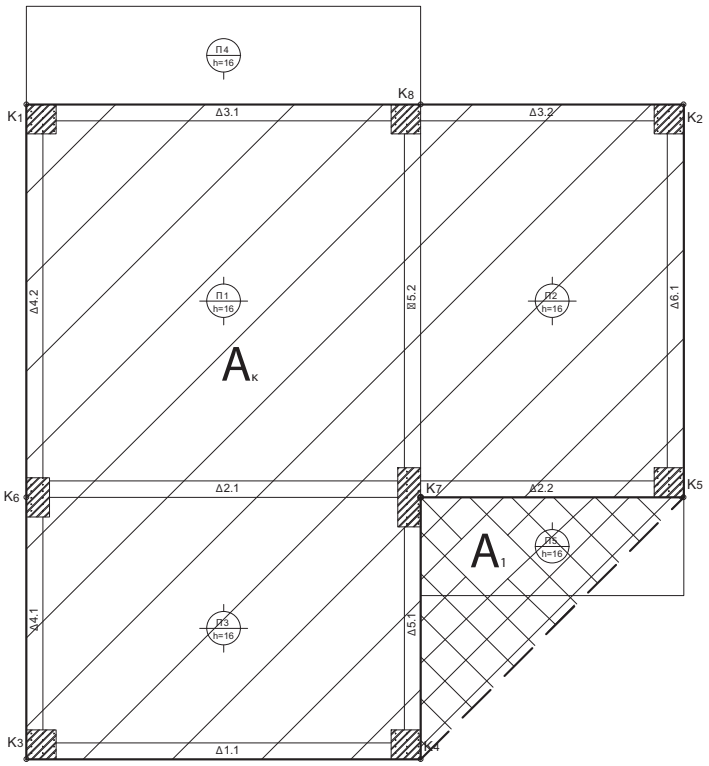
A*i**: εμβαδό εσοχής ***i, το οποίο ορίζεται από το περίγραμμα της κάτοψης και της κυρτής πολυγωνικής γραμμής που περιβάλλει τα περιμετρικά υποστυλώματα.

***Α*κ**: εμβαδό κάτοψης του ορόφου, το οποίο περικλείεται από τα περιμετρικά υποστυλώματα.

$$\lambda = \frac{L_{max}}{L_{min}} \leq 4$$

- Περιορισμός λυγηρότητας:

όπου L_{max} και L_{min} τα μήκη της μεγαλύτερης και μικρότερης διάστασης της κάτοψης του κτιρίου αντίστοιχα.

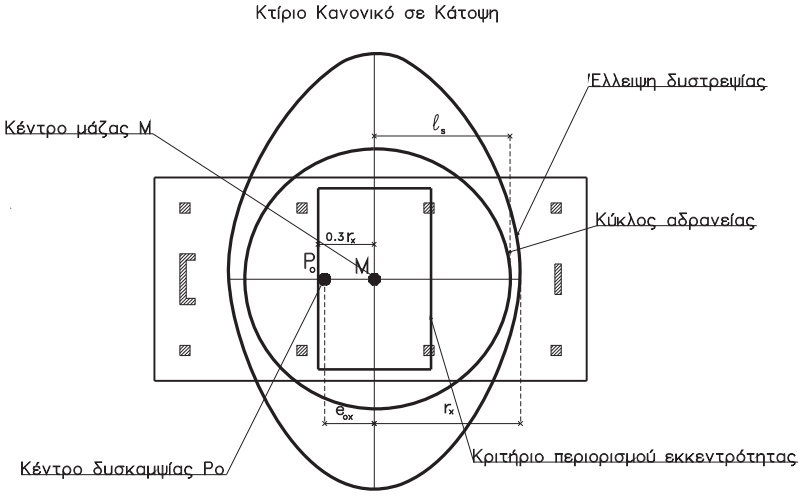


***Σχήμα 4.6**: Εμβαδό κάτοψης ορόφου Ακ και εμβαδό εσοχής Ai, το οποίο ορίζεται από το περίγραμμα της κάτοψης και της κυρτής πολυγωνικής γραμμής που περιβάλλει τα περιμετρικά υποστυλώματα.*

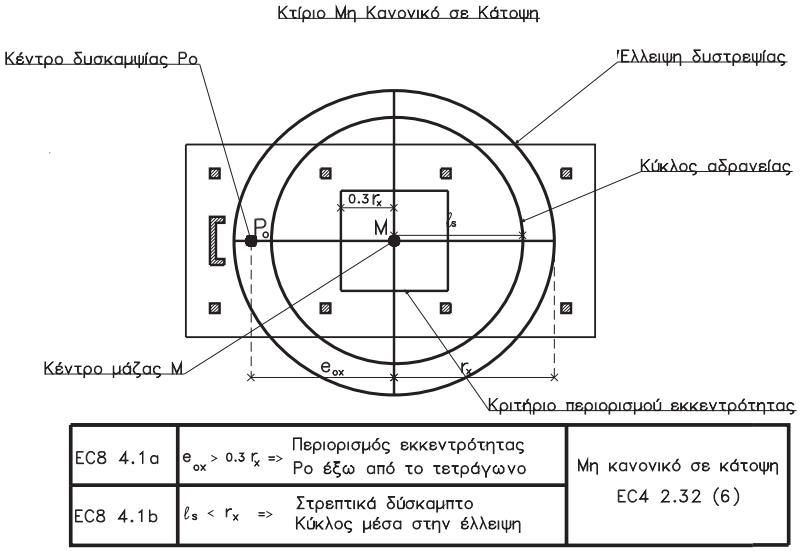
- Συμμετρία σε κάτοψη σε σχέση με δυο ορθογώνιους άξονες.
- Αυξημένη δυσκαμψία δίσκου πλάκας συγκριτικά με τα κατακόρυφα μέλη, ώστε να ικανοποιείται η συνθήκη άκαμπτου διαφράγματος. Πρέπει π.χ. να επιδιώκεται η διαμόρφωση συμπαγούς κάτοψης χωρίς μεγάλες οπές ή κλάδους Χ, L, Π, Η κ.λπ.

Ποσοτικά κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη

Προκειμένου να χαρακτηρισθεί το δόμημα κανονικό σε κάτοψη, θα πρέπει παράλληλα με τις γεωμετρικές προϋποθέσεις να πληρούνται τα δυο ποσοτικά κριτήρια των σχέσεων (4.1α) & (4.1β) του EC8-1 §4.2.3.2(6) σε όλους τους ορόφους και σε κάθε σεισμική διεύθυνση X και Z.



EC8 4.1a	$e_{ox} < 0.3\, r_x$ =>	Περιορισμός εκκεντρότητας Ρο μέσα στο τετράγωνο	Κανονικό σε κάτοψη EC4 2.32 (6)
EC8 4.1b	$\ell_s < r_x$ =>	Στρεπτικά δύσκαμπτο Κύκλος μέσα στην έλλειψη	



Σχήμα 4.7: *Κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη & στρεπτικής δυσκαμψίας.*

Τα αποτελέσματα των ποσοτικών ελέγχων των σχέσεων (4.1α) & (4.1β) παρουσιάζονται στο τεύχος στην παράγραφο «Κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη». Βλ. Σχήμα 4.7.

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.2

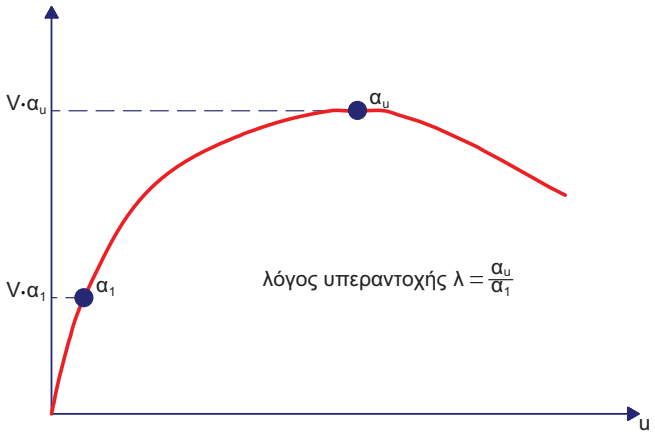
Τελική τιμή λόγου αu/α1

Η τελική τιμή του λόγου υπεραντοχής αu/α1 προκύπτει,

- είτε ως αποτέλεσμα της ανελαστικής στατικής ανάλυσης (pushover)
- είτε βάσει των προτεινόμενων τιμών και των απαιτήσεων των EC8-1 §5.2.2.2 (Πίνακας 4.14) ή σχήματα 6.1-6.7 και §6.3.2(4) (Πίνακας 4.15). Βλ. και παράμετρο «Κανονικότητα σε κάτοψη»

α_1 = τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστούν τα οριζόντια φορτία ***V***, ώστε να διαρρεύσει κάποιο μέλος της κατασκευής καμπτικά.

α_u = τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστούν τα οριζόντια φορτία ***V***, ώστε να δημιουργηθεί ικανός αριθμός πλαστικών αρθρώσεων, ο οποίος θα οδηγήσει σε μηχανισμό τοπικής ή ολικής κατάρρευσης.



Σχήμα 4.8: *Καμπύλη αντίστασης κατασκευής. Ο λόγος υπεραντοχής αu/α1 προκύπτει από το κλάσμα της τέμνουσας βάσης της στιγμή της 1ης καμπτικής διαρροής* V*1 και της δημιουργίας μηχανισμού κατάρρευσης* V*u.*

Η **μέγιστη** τιμή του συντελεστή που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί στη μελέτη είναι:

- για σκυρόδεμα $(\alpha_u/\alpha_1)_{max} = 1,5$. Βλ. §5.2.2.2(8).
- για χάλυβα $(\alpha_u/\alpha_1)_{max} = 1,6$. Βλ. §6.3.2(6).

Παρατήρηση

Στη συνήθη περίπτωση, όπου η κατάρρευση συνίσταται στη δημιουργία πλαστικού μηχανισμού σε κάποιο όροφο π.χ. στην πιλοτή, είναι σκόπιμο και η τέμνουσα βάσης $V_1 = \alpha_1 \cdot V$ να αντιστοιχεί σε καμπτική διαρροή μέλους του ίδιου ορόφου.

Κανονικότητα καθ' ύψος [διεύθυνση X], [διεύθυνση Z]

► **Ναι** / **Όχι**

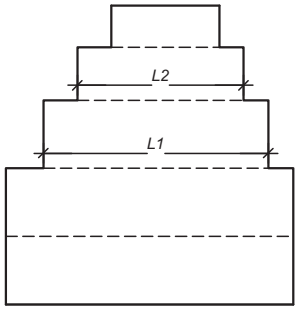
Ορίζεται από τον μελετητή εάν το κτίριο θεωρείται κανονικό καθ' ύψος σε κάθε μια διεύθυνση (βλ. EC8-1 §4.3.3.5.1(4)), σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια της EC8-1 §4.2.3.3:

Κριτήρια κανονικότητας καθ' ύψος

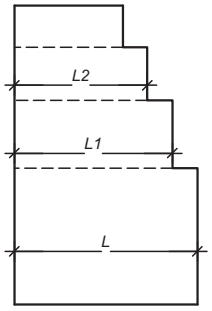
- Απουσία μαλακού ορόφου. Δύστρεπτα κτίρια από σκυρόδεμα, που έχουν καταταχτεί ως πλαισιωτά (λόγος τοιχωμάτων ην < 0,35) και χαλύβδινα ή σύμμικτα πλαίσια, τα οποία αλληλεπιδρούν με φατνώματα τοιχοπλήρωσης,

θεωρούνται μη κανονικά καθ' ύψος, όταν οι τοιχοπληρώσεις διακόπτονται (ή μειώνονται αισθητά) σε κάποιον όροφο π.χ. στην πιλοτή. Η μείωση της αντοχής των τοιχοπληρώσεων μπορεί να θεωρηθεί σημαντική π.χ. όταν ο δείκτης που υπολογίζεται από την σχέση (4.26) του EC8-1 υπερβαίνει την τιμή 1.1. Βλ. [FARD09] σελ. 79.

- Εξασφάλιση συνέχειας καθ' ύψος των στοιχείων ακαμψίας. Π.χ. πλαίσια, τοιχώματα, πυρήνες θα πρέπει να είναι συνεχή από τα θεμέλια ως την οροφή του κτιρίου, εκτός και εάν διακόπτονται σε ζώνες εσοχών.
- Περιορισμός σχετικών διαστάσεων εσοχής:

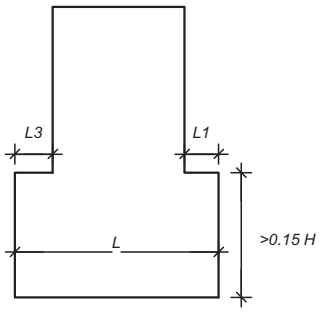


$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \le 0{,}20$$

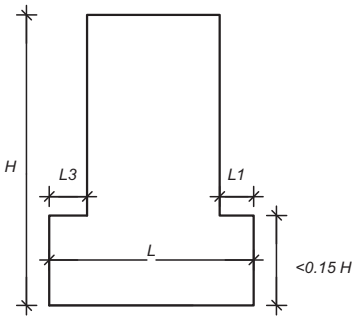


$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \le 0{,}10 \;\&\; \frac{L - L_2}{L} \le 0{,}30$$

Σχήμα 4.9α: *Βαθμιδωτές εσοχές.*



$$\frac{L_3 + L_1}{L} \le 0{,}20$$



$$\frac{L_3 + L_1}{L} \le 0{,}50$$

Σχήμα 4.9β: *Μεμονωμένες εσοχές.*

Συντελεστής κανονικότητας καθ' ύψος C1_x, C1_z

Είναι συντελεστής μείωσης του συντελεστή συμπεριφοράς q και ορίζεται για κάθε διεύθυνση του δομήματος.

Εάν το κτίριο οριστεί ως μη κανονικό καθ' ύψος σε κάποια διεύθυνση, τότε ο συντελεστής συμπεριφοράς στη διεύθυνση αυτή απομειώνεται αυτόματα στο πρόγραμμα κατά 20%. Βλ. EC8-1 §4.2.3.1(7), πιν. 4.1 & §5.2.2.2(3) για σκυρόδεμα, §6.3.2(2) για χάλυβα, §8.3(2) για δομική ξυλεία, §9.3(5) για τοιχοποιία.

Συντελεστής Kwx, Kwz

Ο συντελεστής Kw εκφράζει την κυρίαρχη μορφή αστοχίας σε συστήματα τοιχωμάτων ή ισοδύναμα προς τοιχώματα διπλά συστήματα. Βλ. EC8-1 §5.2.2.2(1)A & §5.2.2.2(11)A-(12).

Το Kw θα λαμβάνεται από το μελετητή σε κάθε διεύθυνση της κατασκευής ως εξής:

- 1,00 σε πλαισιωτά ή ισοδύναμα προς αυτά συστήματα.
- $0{,}50 \le (1+\alpha_o)/3 \le 1{,}00$ σε τοιχωματικά ή ισοδύναμα προς αυτά συστήματα και σε στρεπτικά εύκαμπτα συστήματα, όπου α_o η επικρατούσα τιμή του λόγου h_w/l_w των τοιχωμάτων στη διεύθυνση που εξετάζεται.

Παρατήρηση

Ο συντελεστής Kw συνήθως είναι ίσος με 1,00. Αναμένεται να προκύπτει μικρότερος μόνο όταν η κατασκευή έχει σχεδιαστεί με «κοντά» τοιχώματα (για αυτά ισχύει hw/lw ≤ 2,0). Βλ. και EC8-1 §5.5.2.4.2.

Για πρωτεύον υλικό κτιρίου διαφορετικό από σκυρόδεμα ο συντελεστής λαμβάνεται από το πρόγραμμα σταθερός και ίσος με τη μονάδα.

Βασική τιμή του συντελεστή σεισμικής συμπεριφοράς, qox & qoz

Σε κτίρια από σκυρόδεμα ορίζεται η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς qo, η οποία με πολλαπλασιασμό με τον συντελεστή K_w δίδει τον συντελεστή συμπεριφοράς q. Βλ. EC8-1 §5.2.2.2(1)A.

Το qo υπεισέρχεται στον υπολογισμό της *απαιτούμενης* **πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μφ** των κρίσιμων περιοχών των κύριων μελών. Βλ. EC8-1 §5.2.3.4(3).

$\mu_\varphi = 2 \cdot q_o - 1$ ..... όταν $T_1 \ge T_C$

$\mu_\varphi = 1 + 2 \cdot (q_o - 1) \cdot T_C/T_1$ ..... όταν $T_1 < T_C$

Με αυτόν τον τρόπο η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς **επηρεάζει** το αποτέλεσμα ορισμένων ελέγχων, στις εκφράσεις των οποίων εμφανίζεται το **μφ**, όπως:

- Έλεγχος μέγιστου εφελκυόμενου οπλισμού ρmax σε δοκούς και καθορισμός θλιβόμενου οπλισμού (5.11).
- Έλεγχος συνάφειας οπλισμού δοκού σε εσωτερικούς κόμβους υποστυλωμάτων (5.50α).
- Έλεγχος περίσφιγξης υποστυλωμάτων (5.15) και τοιχωμάτων (5.20).

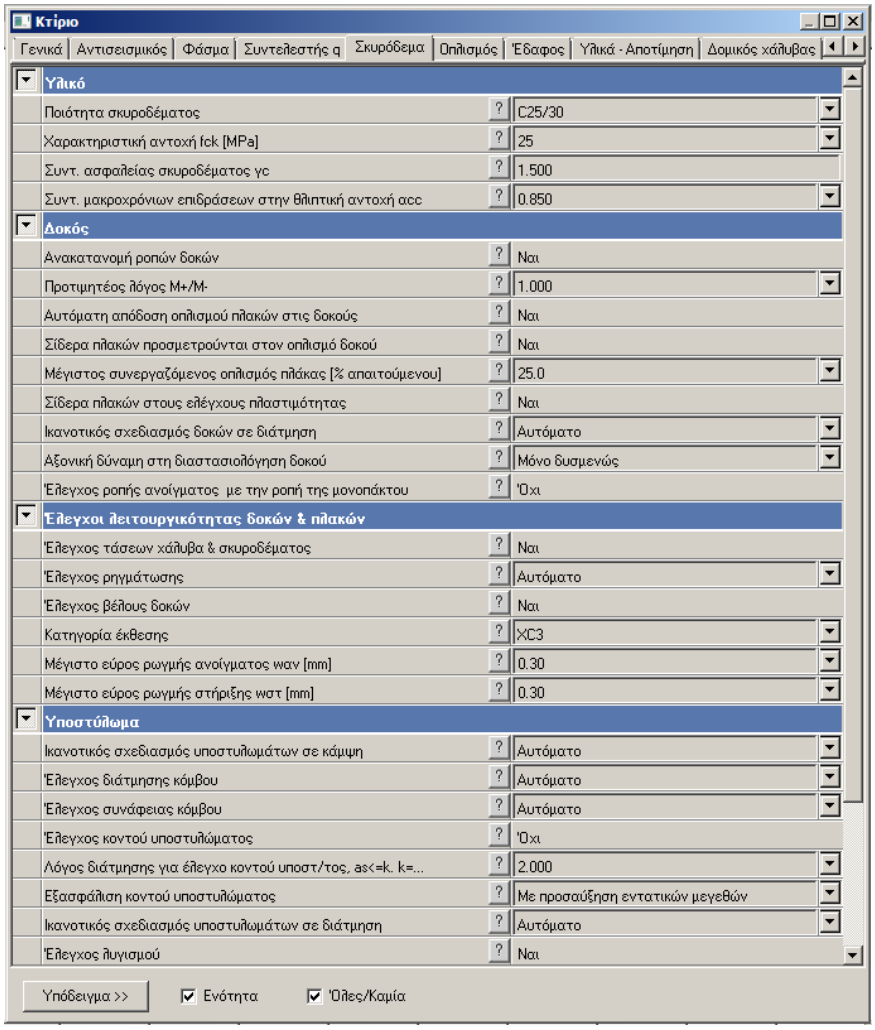
Η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς qo και συνακόλουθα και το μφ ορίζονται χωριστά για κάθε διεύθυνση της κατασκευής.

Παρατήρηση

Συχνά, ιδιαίτερα σε χαμηλές - δύσκαμπτες κατασκευές, απαιτείται μείωση του συντελεστή συμπεριφοράς σε τιμές χαμηλότερες από αυτές που προκύπτουν στην §5.2.2.2, ώστε να μειωθεί η απαιτούμενη πλαστιμότητα σε επίπεδα που δεν επιβαρύνουν τους προαναφερόμενους ελέγχους. Σε τέτοιες περιπτώσεις. ενδέχεται, μείωση του qo να οδηγήσει σε μείωση του συνολικού οπλισμού ιδιαίτερα στις δοκούς.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.3

4.1.1.5 Σκυρόδεμα



Εικόνα 4.5: *Οι παράμετροι της κάρτας «Σκυρόδεμα» του Κτιρίου.*

Ποιότητα σκυροδέματος

Οι προτεινόμενες ποιότητες του EC2 παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1, ενώ στο ελληνικό πρότυπο ΕΝ 206-1, Πίνακας 7Α φαίνονται και οι πρόσθετες κατηγορίες θλιπτικής αντοχής.

Σύμφωνα με το παράρτημα Ε του EC2-1-1 §E.1(2), οι ελάχιστες κατηγορίες αντοχής σκυροδέματος για **ανθεκτικότητα** πρέπει να λαμβάνονται ανάλογα με το Εθνικό προσάρτημα ως εξής:

- **Ελλάδα**: σύμφωνα με τον Πίνακα του Παραρτήματος ΣΤ.1 του ΕΛΟΤ ΕΝ 206-1
- **Κύπρος**: σύμφωνα με τον πίνακα Ε1 του προσαρτήματος του EC2-1-1

Ο Πίνακας 4.18 συνοψίζει τις παραπάνω απαιτήσεις.

Χαρακτηριστική αντοχή fck

Βλ. EC2-1-1, Πίνακας 3.1 & EN 206-1, Πίνακας 7Α.

Όλα τα **νέα** μέλη του κτιρίου με υλικό σκυρόδεμα (δοκοί, υποστυλώματα, πλάκες κλπ), καθώς και τα ενισχυόμενα με μανδύα σκυροδέματος θα σχεδιασθούν με την επιλεγμένη ποιότητα σκυροδέματος. Αλλάζοντας την «Ποιότητα», ενημερώνεται αυτόματα η τιμή της χαρακτηριστικής αντοχής, αλλά ο μελετητής μπορεί να εισάγει και οποιαδήποτε ενδιάμεση τιμή.

Συντ. ασφαλείας σκυροδέματος γc

► **1.50**

Δίδεται ο συντελεστής ασφαλείας γ_c του σκυροδέματος για το σχεδιασμό των νέων στοιχείων από σκυρόδεμα στην οριακή κατάσταση αστοχίας. Βλ. EC2-1-1 πιν.2.1N.

Συντ. μακροχρόνιων επιδράσεων στην θλιπτική αντοχή αcc

Ο συντελεστής acc εισάγεται προκειμένου να ληφθούν υπόψη οι μακροχρόνιες επιδράσεις στην αντοχή του σκυροδέματος.

Η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος για τους ελέγχους σε κάμψη με ή χωρίς αξονική δύναμη στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας προκύπτει ως:

$$f_{cd} = \boldsymbol{\alpha_{CC}} \cdot f_{ck}/\gamma_C$$

► $\boldsymbol{\alpha}_{CC}$ = 0.85 (δυσμενής παραδοχή - προτείνεται)

Στο κυπριακό προσάρτημα μπορεί να επιλεγεί $\boldsymbol{\alpha}_{CC}$=1.00

Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ελέγχων όπου υπεισέρχεται η θλιπτική αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος λαμβάνεται από το πρόγραμμα $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_C$

Ανακατανομή ροπών δοκών

► **Ναι:** Η καμπτική ένταση σχεδιασμού συνεχών δοκών στην ΟΚΑ προκύπτει από περιορισμένη ανακατανομή των ροπών κάμψης της ανάλυσης. Βλ. EC8-1 §5.4.2.1(1)A & §5.5.2.1(2)A & EC2-1-1 §5.5.

Το βάθος της θλιβόμενης ζώνης x_u μετά την ανακατανομή περιορίζεται ώστε να πληρούται η συνθήκη EC2-1-1 (5.10):

$$\delta > 0.44 + \frac{1.25 x_u}{d}$$

όπου δ ≥ 0,7 το ελάχιστο ποσοστό ανακατανομής (βλ. παράμετρο «Δοκός > Σκυρόδεμα > Συντ. ανακατανομής δ αρχής και τέλους»).

Η απαίτηση της EC2-1-1 §5.5(3) για **εξασφάλιση ισορροπίας** των ανακατανεμημένων ροπών με τα εφαρμοζόμενα φορτία επιτυγχάνεται στο πρόγραμμα με τους εξής τρόπους:

- Στις στατικές φορτίσεις υποβιβάζονται οι αρνητικές ροπές στήριξης με ταυτόχρονη αύξηση των ροπών ανοίγματος με στόχο την κατά το δυνατόν εξίσωσή τους.
- Στις σεισμικές φορτίσεις και για κάθε διεύθυνση της οριζόντιας δράσης, το άθροισμα των ροπών στηρίξεων κατά μήκος της δοκοσειράς πριν και μετά την ανακατανομή παραμένει σταθερό. Επίσης, ο λόγος ανακατανεμημένων θετικών ροπών προς αρνητικές (M+/M-), ο οποίος θα προτιμηθεί στην ανάλυση, μπορεί να προεπιλέγεται από τον μελετητή (βλ. «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Προτιμητέος λόγος M+/M-).
- Οι ροπές σχεδιασμού των υποστυλωμάτων είναι οι μέγιστες που προκύπτουν από την ανάλυση και από την ισορροπία του κόμβου με τις ανακατανεμημένες ροπές των δοκών. Βλ. και EC2-1-1 §5.3.2.2(3).

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.3

Προτιμητέος λόγος M+/M-

► **1.00** (προτεινόμενη τιμή).

Ο λόγος ανακατανεμημένων θετικών ροπών προς αρνητικές (M+/M-), ο οποίος θα προτιμηθεί στην ανάλυση, μπορεί να προεπιλέγεται από τον μελετητή. Προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα από την ανακατανομή, το οποίο μεταφράζεται σε οικονομία οπλισμού, ο μελετητής θα μπορούσε να πειραματιστεί δοκιμάζοντας μερικούς διαφορετικούς λόγους. Σε κύριες δοκούς προτείνονται τιμές μεταξύ 0,90 και 1,10, ενώ σε δοκούς χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας ακόμη και χαμηλότερες τιμές του λόγου δεν αναμένεται να επιβαρύνουν τον οπλισμό της δοκού.

Αυτόματη απόδοση οπλισμού πλακών στις δοκούς

► **Ναι**: Με την **επίλυση πλακών,** ο άνω οπλισμός στήριξης των πλακών παράλληλα σε δοκό αποδίδεται σε αυτήν καθώς θεωρείται συνεργαζόμενος βάσει της EC2-1-1 §9.2.1.2(2) & EC8-1 §5.4.3.1.1.

Σε περίπτωση που ο οπλισμός αυτός δεν είναι παράλληλος με την δοκό, αλλά είναι τοποθετημένος υπό γωνία, τότε πραγματοποιείται κατάλληλος μετασχηματισμός.

Ο συνεργαζόμενος οπλισμός πλακών εμφανίζεται για τον κόμβο αρχής και τέλους κάθε δοκού σε μορφή cm^2/m στους Πίνακες 408 και 414.

► **Όχι**: Χρήσιμο σε περιπτώσεις, όπου ο μελετητής έχει χρειαστεί να προβεί σε τροποποιήσεις και δεν επιθυμεί την αναίρεση των αλλαγών μετά από μια ενδεχόμενη νέα επίλυση πλακών.

Η παράμετρος αυτή μπορεί να τροποποιηθεί σε όλους τους κανονισμούς, ώστε να καλυφθεί και η περίπτωση αποτίμησης Φέρουσας Ικανότητας υφιστάμενης κατασκευής όπου ο οπλισμός των δομικών στοιχείων προβλέπεται να ληφθεί με προσομοίωση της παλαιάς μελέτης και όχι με εισαγωγή από τον μελετητή. Σε τέτοια περίπτωση ο οπλισμός της πλάκας που υπολογίζεται με τον παλαιό κανονισμό μπορεί να αποδίδεται αυτόματα στην δοκό.

Σίδερα πλακών προσμετρούνται στον οπλισμό δοκού

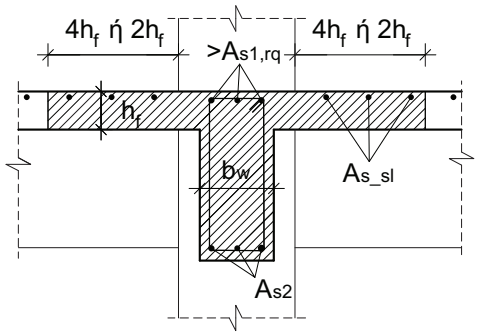
► **Όχι** (δυσμενής θεώρηση).

► **Ναι**: Παρέχεται η δυνατότητα ο εφελκυόμενος οπλισμός πλάκας που διατάσσεται σε πλάτος πέλματος b_{eff}, όπως αυτό καθορίζεται στην EC8-1 §5.4.3.1.1(3), σχήμα 5.5, να προσμετράται κατά την **διαστασιολόγηση** της δοκού, αλλά και κατά την **αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας** (Φ.Ι.) υπό στατικά ή σεισμικά φορτία. Βλ. και ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.1(γ).

Διαστασιολόγηση (βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.4): Εάν ο στατικά απαιτούμενος (*ή υπολογιζόμενος*) εφελκυόμενος οπλισμός είναι A_{s1_ca} και ο συνεργαζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός της πλάκας είναι A_{s_sl}, τότε εντός του συνδετήρα της δοκού αρκεί να τοποθετηθούν ράβδοι συνολικής διατομής $A_{s1_rq} > A_{s1_ca} - \lambda \cdot A_{sl}$. (Σχετικά με τον συντελεστή λ βλ. επόμενη παράμετρο).

Αποτίμηση Φ.Ι. (βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.15.1.3)**:** Εάν ο υφιστάμενος οπλισμός της δοκού είναι A_{s1_pr} και ο συνεργαζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός της πλάκας είναι A_{s_sl}, τότε στον υπολογισμό της αντοχής της δοκού και γενικά στην σύνταξη των διαγραμμάτων ροπών – καμπυλοτήτων υπεισέρχεται οπλισμός συνολικής διατομής $A_{s1_pr} + A_{s_sl}$.

Για τον προσδιορισμό του A_{s_sl} βλέπε την επόμενη παράμετρο.



Σχήμα 4.10: *Ο συνεργαζόμενος οπλισμός πλάκας As_sl που διατάσσεται σε πλάτος 2·hf ή 4·hf εκατέρωθεν του υποστυλώματος μπορεί να επιλεγεί (α) εάν θα προσμετρηθεί στον οπλισμό δοκού μειώνοντας σε φάση διαστασιολόγησης τον οπλισμό που θα τοποθετηθεί εντός του συνδετήρα, (β) εάν θα ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό της ροπής αντοχής για αποτίμηση Φ.Ι. και (γ) εάν θα ληφθεί υπόψη στην ικανοτική ροπή αντοχής και στους ελέγχους πλαστιμότητας.*

Ο συνεργαζόμενος οπλισμός της πλάκας, για το άκρο αρχής και τέλους της δοκού, φαίνεται στους Πίνακες 408 & 414 σε μορφή cm^2/m αριστερά + cm^2/m δεξιά από την δοκό, ενώ σε ακραίους κόμβους δοκοσειρών, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η σχετική πρόβλεψη της EC8-1 σχήμα 5.5, ο οπλισμός της πλάκας υποδιπλασιάζεται.

Στο τεύχος, ο συνεργαζόμενος οπλισμός της πλάκας A_{s_sl} εμφανίζεται πολλαπλασιασμένος με $4 \cdot h_f$ σε μορφή cm^2.

Παραδοχές:

- Ο οπλισμός πλάκας θεωρείται ότι συνεργάζεται μόνο για τη φορά της ροπής κατά την οποία εφελκύεται. Βλ. EC2-1-1 §9.2.1.2(3).
- Εφαρμόζεται πάντα εντός του συνδετήρα ελάχιστος εφελκυόμενος οπλισμός $\rho_{l,min}$ σύμφωνα με τις EC2-1-1 §9.2.1 & EC8-1 §5.4.3.1.2(5)Α ΚΠ Μ ή §5.5.3.1.3(5)Α ΚΠ Υ πλέον του τυχόντος συνεργαζόμενου οπλισμού της πλάκας.
- Από το μέγεθος του οπλισμού πλάκας A_{s_sl}, που εμφανίζεται στο τεύχος (§9.5.4) σε μορφή cm^2, θεωρείται συνεργαζόμενος και αφαιρείται από τον στατικά απαιτούμενο A_{s1_ca} μόνο όσος δεν υπερβαίνει ένα ποσοστό $\boldsymbol{\lambda}$ αυτού. Το ποσοστό $\boldsymbol{\lambda}$ δίδεται στην επόμενη παράμετρο.
- Σε περιπτώσεις ανεστραμμένων πλακοδοκών ή δοκών τύπου Z, ο εφελκυόμενος οπλισμός της κάτω πλάκας δε θεωρείται συνεργαζόμενος.

Μέγιστος συνεργαζόμενος οπλισμός πλάκας [% απαιτούμενου]

Διαστασιολόγηση (βλ. §9.5.4): Δίδεται, ως ποσοστό λ του στατικά απαιτούμενου οπλισμού A_{s1_ca}, ο μέγιστος συνεργαζόμενος οπλισμός πλάκας, που θα αφαιρεθεί από τον A_{s1_ca} ώστε να προκύψει ο τελικά απαιτούμενος A_{s1_rq}.

► **25.0 %** (προτεινόμενη τιμή)

Προφανώς, εάν ο ελάχιστος οπλισμός βάσει κανονιστικών διατάξεων $\rho_{l,min}$ ή βάσει απαιτήσεων του μελετητή (ελάχιστα τεμάχια και διαθέσιμες διάμετροι) υπερβαίνει την τιμή $(1-\lambda)\cdot A_{s1_ca}$, τότε το ποσοστό που δίδεται στην παράμετρο δεν είναι καθοριστικό αφού για τον έλεγχο ισορροπίας της διατομής της διατομής θα επικαλεστούμε ένα ποσοστό του οπλισμού πλάκας μικρότερο από την τιμή της παραμέτρου.

Αποτίμηση Φ.Ι. (βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.15.1.3): Όλος ο οπλισμός της πλάκας προστίθεται στον κύριο οπλισμού της δοκού ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου.

Σίδερα πλακών στους ελέγχους πλαστιμότητας

► **Ναι**: Ο οπλισμός της πλάκας A_{s_sl} που είναι παράλληλος σε μια δοκό και εντός περιοχής που ορίζεται από την EC8-1 §5.4.3.1.1(3) (βλ. Σχήμα 4.10), όταν είναι εφελκυόμενος υπεισέρχεται στους ακόλουθους ελέγχους εξασφάλισης **καθολικής και τοπικής πλαστιμότητας**.

- Προσαυξάνει την ροπή αντοχής M_{Rb} που υπεισέρχεται:
  - στον ικανοτικό σχεδιασμό υποστυλωμάτων σε κάμψη, όπως αυτός περιγράφεται στην EC8-1 §4.4.2.3. Βλ. EC8-1 §5.2.3.3(3).
  - στη διαμόρφωση της ικανοτικής τέμνουσας της δοκού. Βλ. EC8-1 §5.4.2.2 & §5.5.2.1.
- Προστίθεται στον εφελκυόμενο οπλισμό της δοκού, με αποτέλεσμα ο έλεγχος του μέγιστου οπλισμού ρmax να καταλήγει σε **αυξημένη απαίτηση θλιβόμενου οπλισμού** EC8-1 §5.4.3.1.2(4)(α) ή (β).

► **Όχι** (δεν προτείνεται): οι παραπάνω έλεγχοι διενεργούνται βάσει του οπλισμού που τοποθετείται εντός του συνδετήρα της δοκού.

Παρατηρήσεις

- Εφόσον επιλεγεί τα σίδερα πλακών να προσμετρούνται στον οπλισμό της δοκού, τότε αυτά θα συνυπολογίζονται υποχρεωτικά και στον προσδιορισμό της ροπής αντοχής.
- Ολόκληρος ο οπλισμός πλάκας A_{s_sl} που εμφανίζεται στο τεύχος προστίθεται στον τελικά τοποθετημένο A_{s1_pr} και με τον συνολικό αυτό οπλισμό

πραγματοποιούνται οι έλεγχοι, αντίθετα, δηλαδή, με την διαδικασία όπλισης, όπου επικαλούμαστε μόνο ένα ποσοστό του A_{s_sl}. Βλ. προηγούμενες παραμέτρους.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων «Οπλισμοί κάμψης» §9.5.4 & «Έλεγχοι τοπικής πλαστιμότητας» §9.5.12.

Ικανοτικός σχεδιασμός δοκών σε διάτμηση

Αξονική δύναμη στη διαστασιολόγηση δοκού

Η παράμετρος αφορά την **διαστασιολόγηση**, έναντι κάμψης και διάτμησης καθώς και τους ελέγχους λειτουργικότητας. Σχετικά με την αποτίμηση Φ.Ι. βλ. παρατηρήσεις.

- ► **Ναι**: Για τον έλεγχο αντοχής σε κάμψη της δοκού, οι ροπές της στατικής ή της σεισμικής φόρτισης συνδυάζονται με τις αξονικές δυνάμεις του αντίστοιχου συνδυασμού.
- ► **Όχι**: Ο έλεγχος πραγματοποιείται χωρίς αξονική δύναμη.
- ► **Μόνο δυσμενώς**: Η αξονική δύναμη λαμβάνεται υπόψη μόνο εφόσον είναι εφελκυστική, αλλιώς ελέγχουμε χωρίς αξονική δύναμη.

Παρατηρήσεις

- Κατά την αποτίμηση **Φέρουσας Ικανότητας υπό στατικά φορτία** η ροπή αντοχής υπολογίζεται πάντα λαμβάνοντας υπόψη την αξονική δύναμη.
- Κατά την αποτίμηση **Φέρουσας Ικανότητας υπό σεισμικά φορτία** (pushover) η αξονική δύναμη λαμβάνεται πάντα ίση με μηδέν.
- Όπου υπεισέρχεται η ανηγμένη αξονική δύναμη στους ελέγχους κάμψης, διάτμησης ή λειτουργικότητας, ανάγεται στη διατομή της πλακοδοκού.

Έλεγχος ροπής ανοίγματος με τη ροπή της μονοπάκτου

Αφορά διαστασιολόγηση δοκών από σκυρόδεμα στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας.

- ► **Ναι:** Ως ροπή ανοίγματος λαμβάνεται η μέγιστη μεταξύ της ροπής ανάλυσης και της αναλυτικά υπολογιζόμενης ροπής μονόπακτης δοκού:

$$\mathbf{M}_{sd,ανοίγματος} \geq 9/128 \cdot q \cdot l^2 \approx q \cdot l^2/14$$

Όπου ***l*** το μήκος του ανοίγματος για διαστασιολόγηση όπως αυτό ορίζεται από τους κόμβους αρχής και τέλους για διαστασιολόγηση. βλ. πίν. 703 και εντολή στη δοκό «Δοκός για διαστασιολόγηση» §4.6.2.

Με τον τρόπο αυτό αναμένεται να προκύπτει αυξημένη ένταση στο άνοιγμα ιδιαίτερα σε δοκούς με μεγάλο άνοιγμα.

Στόχος της τεχνητής αυτής αύξησης της έντασης μπορεί να είναι:

- Να καλυφθούν τυχόν αβεβαιότητες του προσομοιώματος σχετικά με τις συνθήκες στήριξης της δοκού και τον βαθμό πάκτωσης.
- Ο επιπλέον οπλισμός που ενδέχεται να προκύψει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της ρηγμάτωσης που οφείλεται σε πλημμελή συντήρηση του σκυροδέματος κατά τις πρώτες μέρες μετά τη διάστρωσή του ή την πρόωρη αφαίρεση των ξυλοτύπων. Δείτε επίσης την παράμετρο «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Μέγιστο εύρος ρωγμής ανοίγματος wαν».

► **Όχι:** Η ροπή ανοίγματος προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης.

Βλ. και σχετική παράμετρο Δοκός > Σκυρόδεμα > Έλεγχος ροπής στήριξης με το 65% της ροπής της αμφιπάκτου».

Σημείωση

Σε κάθε περίπτωση ως ελάχιστη τιμή για την ροπή ανοίγματος λαμβάνεται η αναλυτικά υπολογιζόμενη ροπή **αμφίπακτης δοκού**:

$$M_{sd,ανοίγματος} \geq q \cdot l^2/24$$

Στο τεύχος, σε περιπτώσεις όπου η ροπή ανοίγματος, που υπολογίζεται με τον τύπο της μονοπάκτου προκύπτει μεγαλύτερη από την ροπή της ανάλυσης, εμφανίζεται το σύμβολο **M**.

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.4

Έλεγχος τάσεων χάλυβα & σκυροδέματος

Η παράμετρος αφορά την διαστασιολόγηση, αλλά και την αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας υπό στατικά φορτία.

► **Ναι:** Υπολογίζεται ο απαιτούμενος οπλισμός, ώστε να ικανοποιείται ο έλεγχος τάσεων χάλυβα και σκυροδέματος (βλ. EC2-1-1 §7.2(2) & (5)). Γίνεται παραδοχή τριγωνικής κατανομής τάσεων, ενώ ως επιτρεπόμενες τιμές των τάσεων λαμβάνονται:

- Χάλυβας, $\sigma_{s,επ} = 0,8 \cdot f_{yk}$
- Σκυρόδεμα, $\sigma_{c,επ} = 0,6 \cdot f_{ck}$

Ο έλεγχος **πλακών** και **δοκών** γίνεται με τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων (EC0 §6.5.3(2)), ενώ για τις δοκούς παρέχεται και η επιπλέον

δυνατότητα τροποποίησης του συνδυασμού μέσω του Πίνακα 816: Συνδυασμοί δράσεων.

- **Όχι:** π.χ. σε φάση **αποτίμησης Φ.Ι.** δοκών υφιστάμενων κατασκευών, όπου δεν προβλέπεται αλλαγή χρήσης με αύξηση στατικών φορτίων, ενώ από τον οπτικό έλεγχο δεν φαίνονται προβλήματα ρηγμάτωσης ή υπερβολικών παραμορφώσεων.

Διαστασιολόγηση: Εφόσον ο έλεγχος σε θέση στήριξης ή ανοίγματος δοκού ή πλάκας καταδεικνύει ανεπάρκεια της διατομής, τότε τοποθετείται πρόσθετος οπλισμός, ο οποίος σημαίνεται κατάλληλα στον πίνακα ελέγχου στο τεύχος.

Αποτίμηση Φ.Ι.: Ο έλεγχος πραγματοποιείται βάσει του υφιστάμενου οπλισμού της δοκού και τυχόν συνεργαζόμενου οπλισμού πλάκας. Εφόσον από τον έλεγχο προκύψει υπέρβαση τάσεων, αυτό επισημαίνεται με εμφάνιση σφάλματος.

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.6 για δοκούς και §9.3.3 για πλάκες.

Έλεγχος ρηγμάτωσης

Για τον έλεγχο λειτουργικότητας σε ρηγμάτωση ακολουθείται η εξής διαδικασία, η οποία βασίζεται στον εφαρμοζόμενο οπλισμό **As** (***n*** ράβδοι διαμέτρου ***Φ***).

- **Απλοποιημένος έλεγχος** (EC2-1-1 §7.3.3): Υπολογίζεται η τάση χάλυβα σ_s με παραδοχή τριγωνικής κατανομής τάσεων ***και***
  - ***είτε*** ελέγχεται η μέγιστη χρησιμοποιούμενη διάμετρος Φ βάσει του EC2-1-1, Πίνακας 7.2.
  - ***είτε*** ελέγχεται η μέση απόσταση των ράβδων οπλισμού (EC2-1-1, Πίνακας 7.3).

  Αρκεί να ικανοποιείται ο ένας από τους δύο παραπάνω ελέγχους.
- **Υπολογισμός εύρους ρωγμής** : Υπολογίζεται το εύρος ρωγμής wk βάσει της τάσης του χάλυβα σ_s σύμφωνα με την EC2-1-1 §7.3.4 και ελέγχεται με τα όρια που δίδονται στις επόμενες παραμέτρους.
- **Αυτόματο** : Για πάχος πλάκας ή δοκού μεγαλύτερο από 20cm διενεργούνται τόσο ο υπολογισμός εύρους ρωγμής, όσο και ο απλοποιημένος έλεγχος (EC2-1-1 §7.3.3 & §7.3.4). Η διατομή θεωρείται επαρκής έναντι ρηγμάτωσης, εάν ικανοποιείται τουλάχιστον ένας από τους δύο αυτούς ελέγχους.

Εάν δεν ικανοποιείται κανένας από τους δυο ελέγχους ή εάν ο εφαρμοζόμενος οπλισμός As προκύπτει μικρότερος από τον ελάχιστο της §7.3.2, τότε προστίθενται επιπλέον ράβδοι και επαναλαμβάνεται ο έλεγχος.

- **Όχι**: Δεν γίνεται έλεγχος ρηγμάτωσης.

Ο έλεγχος **πλακών και δοκών** γίνεται υπό τα οιονεί μόνιμα φορτία, ενώ για τις δοκούς παρέχεται και η επιπλέον δυνατότητα τροποποίησης του συνδυασμού μέσω του Πίνακα 816: Συνδυασμοί δράσεων.

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.6.2 για δοκούς και §9.3.3 για πλάκες.

Έλεγχος βέλους δοκών

- **Ναι:** Ελέγχεται η συνθήκη απαλλαγής από τον αναλυτικό υπολογισμό βέλους που περιγράφεται στην EC2-1-1 §7.4.2. Ο έλεγχος συνίσταται στην σύγκριση του λόγου μήκους προς στατικό ύψος της δοκού l_{eff}/d με το όριο $(l/d)_{lim}$ που υπολογίζεται βάσει της EC2-1-1 (7.16).
- **Όχι:** π.χ. σε φάση **αποτίμησης Φ.Ι.** δοκών υφιστάμενων κατασκευών, όπου δεν προβλέπεται αλλαγή χρήσης με αύξηση στατικών φορτίων, ενώ από τον οπτικό έλεγχο δεν φαίνονται προβλήματα ρηγμάτωσης ή υπερβολικών παραμορφώσεων.

Παρατηρήσεις

- Όταν η συνθήκη πληρούται θεωρητικά εξασφαλίζεται ότι το αναπτυσσόμενο βέλος υπό τα οιονεί μόνιμα φορτία δεν θα υπερβεί το $l/500$. Βλ. EC2-1-1 §7.4.2(2).
- **Μη ικανοποίηση του κριτηρίου** απαλλαγής *ενδεχομένως* αντιμετωπίζεται κατασκευαστικά με ανύψωση του ξυλότυπου. Άλλωστε, σύμφωνα με την EC2-1-1 §7.4.2(2) αυτό δεν έχει ληφθεί υπόψη στην εξαγωγή της σχέσης (7.16).

Για έλεγχο βέλους πλακών, βλ. την παράμετρο «Πλάκα > Σκυρόδεμα > Έλεγχος βέλους».

Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.7.

Κατηγορία έκθεσης

Δίδεται η κατηγορία έκθεσης της κατασκευής σύμφωνα με την περιγραφή του περιβάλλοντος στον πίνακα 4.1 του EC2-1-1.

Η κατηγορία έκθεσης κάθε δομικού στοιχείου καθορίζει την τιμή της ελάχιστης επικάλυψης (πίνακας 4.3 & 4.4), ενώ στο παράρτημα Ε, για κάθε κατηγορία δίδονται και ενδεικτικές τιμές της ελάχιστης ποιότητας σκυροδέματος.

Επιλέγοντας κατηγορία έκθεσης X0 ή XC1 η τιμή του εύρους ρωγμής ενημερώνεται αυτόματα από το πρόγραμμα σε 0,4mm, ενώ για τις άλλες κατηγορίες σε 0,3mm. Βλ. EC2-1-1 πιν. 7.1N. Ο Πίνακας 4.18 παρατίθεται για λόγους ενημέρωσης, ενώ η ποιότητα σκυροδέματος και οι επικαλύψεις πρέπει να καθοριστούν για κάθε είδος μέλους από τον μελετητή.

Κατηγορία έκθεσης	Πληροφοριακά παραδείγματα	**Cnom (mm)**				**Ελάχιστες Κατηγορίες αντοχής**	
		Δοκοί - Υποστ/τα		**Πλάκες**			
		GR	***CY***	***GR***	***CY***	***GR***	***CY***
1 Χωρίς διακινδύνευση διάβρωσης ή προσβολής							
X0	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με πολύ χαμηλή υγρασία αέρος	**30**	**20**	**30**	**20**		
2 Διάβρωση από ενανθράκωση							
XC1	Σκυρόδεμα **εντός κτιρίων** με **μέτρια ή υψηλή υγρασία** αέρος ***ή*** μόνιμα βυθισμένο στο νερό	**35**	**25**	**30**	**20**	**C20**	**C20**
XC2	Επιφάνειες σκυροδέματος υπό μακροχρόνια επαφή με το νερό. **Θεμελιώσεις**.	**35**	**35**	**30**	**30**	**C25**	**C25**
XC3	Σκυρόδεμα εντός κτιρίων με **μέτρια ή υψηλή υγρασία** αέρος. Εξωτερικό σκυρόδεμα **προφυλαγμένο από τη βροχή**	**45**	**35**	**40**	**30**	**C25**	**C30**
XC4	Επιφάνειες σκυροδέματος **σε επαφή με το νερό**, *εκτός θεμελιώσεων*	**45**	**45**	**40**	**35**	**C30**	**C30**
3 Διάβρωση από χλωριούχα							
XD2	Κολυμβητήρια και στοιχεία σκυροδέματος εκτεθειμένα σε βιομηχανικά απόβλητα που περιέχουν χλωριούχα.	**50**	**50**	**45**	**45**	**C32**	**C30**
XD3	**Πλάκες χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων**.	**-**		**55**	**50**	**C35**	**C35**
4 Διάβρωση από χλωριούχα θαλασσινού νερού							
XS1	Κατασκευές **κοντά ή επί της ακτής.** Εκτεθειμένο σε **άλατα θαλάσσης** *(αερομεταφερόμενα χωρίς άμεση επαφή με το θαλασσινό νερό)*	**50**	**45**	**45**	**40**	**C26**	**C30**

Πίνακας 4.18: *Τιμές ελάχιστης ονομαστικής επικάλυψης δοκών-υπ/των & πλακών, και ελάχιστες ποιότητες αντοχής σκυροδέματος για κατηγορία κατασκευής S4 (διάρκεια ζωής 50 χρόνια) και για διάφορες κατηγορίες έκθεσης στο ελληνικό και κυπριακό εθνικό προσάρτημα. Βλ. EC2-1-1 §4.4 και EN206-1. Στον πίνακα λήφθηκε Δcdev=10mm, ενώ για ποιότητες σκυροδέματος μεγαλύτερες από τις ελάχιστες, οι ελάχιστες επικαλύψεις είναι δυνατόν να μειώνονται. Βλ. πιν. 4.3 του EC2-1-1.*

Μέγιστο εύρος ρωγμής ανοίγματος, $w_{αν}$ και στήριξης, $w_{στ}$

Δίδεται το όριο του εύρους ρωγμής που υπεισέρχεται στους ελέγχους.

Μείωση της τιμής του εύρους ρωγμής (ειδικότερα της τιμής του ανοίγματος) δίνει αυξημένο οπλισμό. Ο επιπλέον αυτός οπλισμός αρκεί για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της ρηγμάτωσης που οφείλεται σε πλημμελή συντήρηση του σκυροδέματος κατά τις πρώτες μέρες μετά τη διάστρωσή του ή την πρόωρη αφαίρεση των ξυλοτύπων.

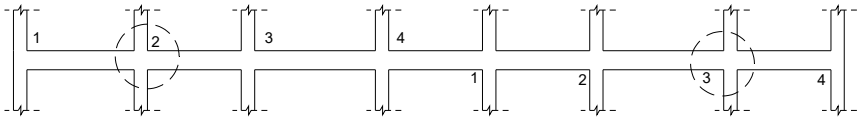
Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.6.2 για δοκούς και §9.3.3 για πλάκες.

Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη

Σύμφωνα με τον EC8-1 §4.4.2.3, για την **αποφυγή σχηματισμού πλαστικού μηχανισμού μαλακού ορόφου** απαιτείται να εξασφαλίζεται ότι η αστοχία των δοκών που συντρέχουν σε κόμβο πλαισίων θα προηγείται της αστοχίας των υποστυλωμάτων:

$$\Sigma M_{Rc} \geq 1.3 \cdot \Sigma M_{Rb}$$

- **Αυτόματο**: Πραγματοποιείται ικανοτικός σχεδιασμός, εφόσον:
  - αυτός γίνει αποδεκτός από τον μελετητή στο παράθυρο διαλόγου του προγράμματος που εμφανίζεται πριν την επίλυση
  - ***και*** το μέλος δεν εμπίπτει στις περιπτώσεις αυτόματης απαλλαγής που αναφέρονται παρακάτω.
- **Όχι:** Η ροπή σχεδιασμού είναι αυτή της ανάλυσης. Προβλέπεται π.χ. στην περίπτωση πολύστυλων πλαισίων. Δηλαδή, θεωρώντας επίπεδα πλαίσια **σκυροδέματος** με τουλάχιστον τέσσερα υποστυλώματα, επιτρέπεται ο έλεγχος να πραγματοποιείται μόνο στα τρία από κάθε τέσσερα υποστυλώματα. Βλ. EC8-1 §5.2.3.3(2)(α). Για τα υποστυλώματα που επιθυμείται να εξαιρεθούν θα πρέπει να τεθεί η τιμή της εν λόγω παραμέτρου στο «Υποστύλωμα» σε τιμή «Όχι».



Σχήμα 4.11: *Οι κυκλωμένοι κόμβοι στην εν λόγω διεύθυνση θα μπορούσαν να εξαιρεθούν του ελέγχου.*

- **Ναι:** Το υποστύλωμα ή το τοίχωμα διαστασιολογείται με ικανοτικές ροπές σχεδιασμού, ανεξάρτητα εάν ο μελετητής κάνει αποδεκτό τον ικανοτικό

σχεδιασμό στο παράθυρο διαλόγου του προγράμματος «» που εμφανίζεται πριν την επίλυση.

Παρατήρηση

- Η τιμή της παραμέτρου του κάτω υποστυλώματος καθορίζει τη διενέργεια ικανοτικού σχεδιασμού σε κάμψη για τον κόμβο κεφαλής του κάτω υποστυλώματος και τον κόμβο ποδός του άνω υποστυλώματος.
- Ο έλεγχος της ανίσωσης, $\Sigma M_{Rc} \geq 1.3 \cdot \Sigma M_{Rb,}$ σε κόμβους υποστυλωμάτων εμφανίζεται στο τεύχος σε συγκεντρωτικό πίνακα για όλα τα μέλη, αλλά και στους ελέγχους κάμψης του κάθε υποστυλώματος παρουσιάζεται ο ισοδύναμος συντελεστής μεγέθυνσης $\boldsymbol{a_{CD}}$ της ροπής σχεδιασμού.

Ο ικανοτικός σχεδιασμός αφορά:

- μόνο κύρια (πρωτεύοντα) υποστυλώματα, ενώ οι δοκοί που συντρέχουν στον κόμβο μπορεί να είναι πρωτεύουσες ή δευτερεύουσες.

  Σημειώνεται πως τοιχώματα, για τα οποία έχει οριστεί από τον μελετητή «Σκυρόδεμα > Έλεγχοι και όπλιση ως τοίχωμα» = Όχι, αντιμετωπίζονται επίσης ως υποστυλώματα και διενεργείται ικανοτικός έλεγχος. Βλ. αναγραφή στα γενικά δεδομένα του μέλους στο τεύχος (9.7.1).

Περιπτώσεις που απαλλάσσονται από τον ικανοτικό σχεδιασμό και ο έλεγχος παραλείπεται αυτόματα από το πρόγραμμα:

- Υποστυλώματα φορέων που σχεδιάζονται για οιονεί ελαστική συμπεριφορά (ΚΠ Χ).
- Ο άνω κόμβος του τελευταίου ορόφου (EC8-1 §4.4.2.3(6)) και γενικότερα κόμβοι πλαισίων, όταν απουσιάζει το υπερκείμενο υποστύλωμα.
- Ο κόμβος **βάσης** (θεμελίωση) του υποστυλώματος, αφού στη θέση αυτή δεν μπορεί να αποφευχθεί η δημιουργία πλαστικής άρθρωσης. Π.χ. Βλ. EC8-1 §6.6.1(1)A και [FARD09], σελ. 23.

  Η **βάση** των υποστυλωμάτων ορίζεται στον όροφο υπολογισμού του ην. Βλ. «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός ην & νd)».
- Υποστυλώματα σε υπόγειους ορόφους, στις δοκούς των οποίων δεν αναμένονται πλαστικές αρθρώσεις. Π.χ. οι δοκοί σε υπόγεια μορφής κιβωτίου. Βλ. EC8-1 §5.8.1(5). Ως υπόγειοι όροφοι λαμβάνονται αυτοί που κείνται χαμηλότερα από το υψόμετρο υπολογισμού του ην, με το οποίο δηλώνεται ταυτόχρονα και η βάση του κτιρίου. Βλ. προηγούμενη παράμετρο.

Μπορούν να απαλλάσσονται από τον ικανοτικό σχεδιασμό από τον μελετητή:

- Μέσω της **εντολής** στο παράθυρο διαλόγου πριν την επίλυση (βλ. «Γενικούς ελέγχους δομήματος» στην §9.2.1).
  - «Σεισμικές» διευθύνσεις, στις οποίες το στατικό σύστημα είναι τοιχωματικό ή ισοδύναμο προς τοιχωματικό (ηv ≥ 0.50). Βλ. EC8-1 §4.4.2.3(5). Για τον καθορισμό του στατικού συστήματος βλ. EC8-1 §5.1.2(1), §5.2.2.1(4)A &(6).
  - Υποστυλώματα σε διώροφες κατασκευές από **σκυρόδεμα** (ανεξάρτητα στατικού συστήματος), όπου για όλα τα υποστυλώματα η μέγιστη ανηγμένη θλιπτική δύναμη νd ≤ 0,3. Βλ. EC8-1 §5.2.3.3(2)(β).
- Μέσω της **παραμέτρου** (βλ. επιλογή «Όχι»)

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.7.4.1.

Συντελεστής ικανοτικής μεγέθυνσης κόμβου

Βλέπε Πίνακα 205.1: Στατικά-γενικά υποστυλωμάτων

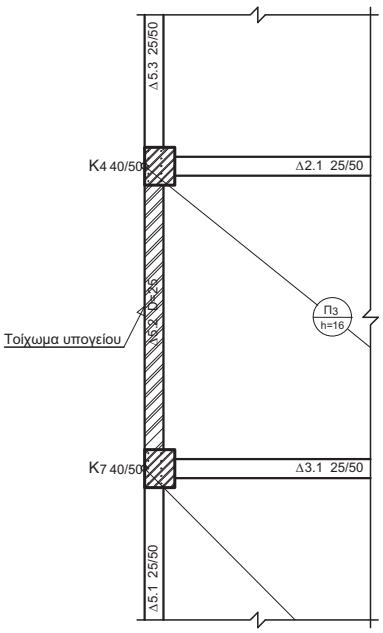
Είναι ο συντελεστής υπεραντοχής του EC8, ο οποίος μετατρέπει την υπολογιστική αντοχή των δοκών στην πιθανή μέγιστη τιμή της. Στην (4.29) του EC8-1 §4.4.2.3(4) λαμβάνεται ίσος με 1.3.

Έλεγχος διάτμησης κόμβου

- ► **Αυτόματο**: Σε κόμβους κύριων δοκών - κύριων υποστυλωμάτων ΚΠ Υ πραγματοποιούνται οι κάτωθι έλεγχοι:
  - Διαγώνιας θλίψης σκυροδέματος βάσει της EC8-1 §5.5.3.3(2)
  - Έλεγχος επάρκειας συνδετήρων βάσει των κανόνων EC8-1 §5.5.3.3(3) ή (4).

Σημείωση

Εξαιρούνται αυτόματα από το πρόγραμμα κόμβοι δοκών – τοιχωμάτων και περιπτώσεις, όπου η μια από τις δυο δοκούς εκατέρωθεν κάποιου κόμβου είναι τοίχωμα υπογείου. Βλ. Σχήμα 4.12.



Σχήμα 4.12: *Κατά την έννοια της δοκού Δ5, οι κόμβοι K4 και K7 εξαιρούνται αυτόματα από το πρόγραμμα από τον έλεγχο συνάφειας και διάτμησης κόμβου επειδή θεωρείται ότι αποτελούν τμήμα τοιχώματος.*

- **Ναι**: Γίνεται έλεγχος διάτμησης κόμβου σε κάθε περίπτωση, δηλαδή ανεξαρτήτως κατηγορίας πλαστιμότητας και τύπου (κύριο ή δευτερεύον) μέλους.
- **Όχι**: π.χ. για να εξαιρεθούν κόμβοι κύριων υποστυλωμάτων, τα οποία ενσωματώνονται σε τοιχώματα (π.χ. τοιχώματα υπογείου) και εγκάρσια στα οποία συντρέχουν κύριες δοκοί. Βλ. Σχήμα 4.13.

Ο έλεγχος διάτμησης κόμβου παρουσιάζεται στο τεύχος στα αποτελέσματα της δοκού, ενώ ο εγκάρσιος οπλισμός A_{Sh} που προκύπτει επαλληλίζεται με τον οπλισμό διάτμησης και περίσφιγξης του υποστυλώματος.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.10.

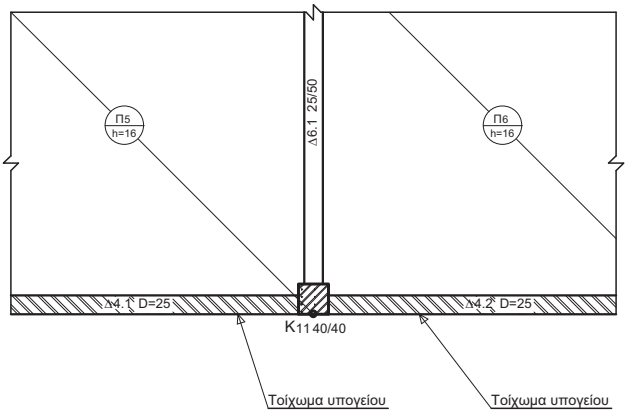
Έλεγχος συνάφειας κόμβου

- **Αυτόματο**: Πραγματοποιείται ο έλεγχος συνάφειας ράβδων που διέρχονται μέσω εσωτερικών ή εξωτερικών κόμβων (κύριων δοκών). Βλ. EC8-1 §5.6.2.2. Για τη δεδομένη διάσταση υποστυλώματος και την αξονική δύναμη του άνω υποστυλώματος προσδιορίζεται η μέγιστη διάμετρος ράβδου δοκού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Παρατήρηση

Εξαιρούνται αυτόματα από το πρόγραμμα περιπτώσεις, όπου η μια από τις δυο δοκούς εκατέρωθεν κάποιου κόμβου είναι τοίχωμα υπογείου. Βλ. Σχήμα 4.12

- **Ναι**: Πραγματοποιείται ο έλεγχος ανεξάρτητα αν πρόκειται για κόμβο υποστυλώματος - κύριας δοκού.
- **Όχι**: π.χ. για να εξαιρεθούν κόμβοι κύριων υποστυλωμάτων, τα οποία ενσωματώνονται σε τοιχώματα (π.χ. τοιχώματα υπογείου) εγκάρσια στα οποία συντρέχουν κύριες δοκοί. Βλ. **Σχήμα 4.13**.



Σχήμα 4.13: *Περίπτωση κύριου υποστυλώματος (K11), που θα μπορούσε να εξαιρεθεί από τον μελετητή από τον έλεγχο συνάφειας και διάτμησης κόμβου, επειδή θεωρείται ότι αποτελεί τμήμα τοιχώματος.*

Παρατηρήσεις

- Ο έλεγχος συνάφειας συχνά αποδεικνύεται **κρίσιμος στον καθορισμό της διάστασης του υποστυλώματος**, γι' αυτό είναι σκόπιμο να λαμβάνεται υπόψη κατά την μόρφωση του στατικού συστήματος.

Τιμές ελάχιστης διάστασης υποστυλώματος $h_{c,min}$ (cm)		**ΚΠΜ**			**ΚΠΥ**	
Σκυρόδεμα	Είδος κόμβου	Φ12	Φ14	Φ16	Φ14	Φ16
C16/20	**Εξω**τερικός	40	45	50		
	Εσωτερικός	55	60	70		
C20/25	**Εξω**τερικός	30	35	40	45	50
	Εσωτερικός	45	55	60	70	80
C25/30	**Εξω**τερικός	30	35	35	40	45
	Εσωτερικός	35	40	45	60	70
C30/37	**Εξω**τερικός	25	30	30	35	40
	Εσωτερικός	30	35	40	55	60

Πίνακας 4.19: Ενδεικτικές ελάχιστες διαστάσεις υποστυλώματος $\mathbf{h_{c,min}}$ προκειμένου να πληρούται ο έλεγχος συνάφειας. Οι τιμές αφορούν τα υποστυλώματα του τελευταίου ορόφου ($\nu d \approx 0.0$). Σε χαμηλότερους ορόφους ενδέχεται για τις παραπάνω διαστάσεις να είναι δυνατή η χρήση και μεγαλύτερων διαμέτρων.

- Ως **εσωτερικοί** κόμβοι δοκών – υποστυλωμάτων θεωρούνται οι κόμβοι από τους οποίους διέρχονται οι ράβδοι οπλισμού καταλήγοντας στο γειτονικό άνοιγμα, ενώ **εξωτερικοί** είναι αυτοί στους οποίους καταλήγουν και αγκυρώνονται τα σίδερα. Βλ. σχήμα 5.13 του EC8-1.
- Όταν δεν πληρούται ο έλεγχος σε εξωτερικό κόμβο εμφανίζεται απλά ειδοποίηση. Σε τέτοια περίπτωση και γενικά, βέβαια, σε ακραίους κόμβους, απαιτείται κατάλληλη διαμόρφωση της αγκύρωσης με καμπύλωση του οπλισμού και εξασφάλιση επαρκούς κατακόρυφου μήκους αγκύρωσης σύμφωνα με EC2-1-1 §8.3, §8.4 και σχήμα 5.13c του EC8-1. Εναλλακτικά μπορεί να διαμορφωθεί αγκύρωση σύμφωνα με τα σχήματα 5.13α & β του EC8-1.
- Ο έλεγχος αυτός βασίζεται σε ικανοτική θεώρηση της συμπεριφοράς του σκυροδέματος και του χάλυβα και εισάγεται από τον κανονισμό ώστε να εξασφαλιστεί ότι η αστοχία σε συνάφεια δεν θα προηγηθεί της αστοχίας σε κάμψη.
- Οι μεγαλύτερες απαιτήσεις ελάχιστης διάστασης σε εσωτερικούς κόμβους συγκριτικά με τους εξωτερικούς αποδίδεται στο εξής φαινόμενο:

- Στην σεισμική κατάσταση αναμένονται δυνητικά ομόφορες ροπές δοκών εκατέρωθεν του κόμβου που οδηγούν σε εφελκυσμό των ράβδων που διέρχονται από αυτόν στην μια όψη και σε θλίψη στην άλλη όψη με αποτέλεσμα να απαιτείται η ανάπτυξη μεγαλύτερης δύναμης συνάφειας ώστε να αποτραπεί η αστοχία.

Ο έλεγχος συνάφειας κόμβου παρουσιάζεται στο τεύχος στα αποτελέσματα της δοκού, συγκεντρωτικά, στο τέλος κάθε δοκοσειράς. Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.11.

Έλεγχος κοντού υποστυλώματος

Στον EC8-1, αντίθετα με τον ΕΚΩΣ, δεν υπάρχουν ειδικές διατάξεις για την εξασφάλιση των **φύσει** κοντών υποστυλωμάτων. Βέβαια, στην EC8-1 §5.9(2) υπάρχει πρόβλεψη για το σχεδιασμό σε τέμνουσα των **θέσει** κοντών υποστυλωμάτων. Δεδομένης της κρισιμότητας για την ακεραιότητα της κατασκευής παρέχεται συμπληρωματικά η δυνατότητα εφαρμογής και των σχετικών διατάξεων του Ελληνικού Κανονισμού για το σχεδιασμό έναντι κάμψης.

- ► **Ναι**: Όταν ο λόγος διάτμησης αs προκύπτει μικρότερος από την τιμή της παρακάτω παραμέτρου, τότε εξασφαλίζεται η ακεραιότητα του υποστυλώματος με τη μέθοδο που επιλέγεται από την επόμενη παράμετρο.
- ► **Όχι**: δε γίνεται έλεγχος κοντού υποστυλώματος.

Παρατηρήσεις:

- Εφαρμογή των διατάξεων του EC8-1 §5.9(2), που αφορούν τις τοπικές επιδράσεις τοιχοπλήρωσης γίνεται μέσω των σχετικών παραμέτρων στην καρτέλα «Σκυρόδεμα» του «Υποστυλώματος». Βλ. §4.4.1.4.
- Ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου αυτής, στην αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας υπό σεισμικά φορτία (με ανάλυση pushover) τα κοντά υποστυλώματα (με λόγο διάτμησης $\alpha s<2.0$) ελέγχονται έναντι τέμνουσας σύμφωνα με τις διατάξεις περί κοντών υποστυλωμάτων της §A.3.3.1 (3) του EC8-3 ή το παράρτημα 7Γ του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Λόγος διάτμησης για έλεγχο κοντού υποστ/τος, as<=k. k=…

Υποστυλώματα με χαμηλό λόγο διάτμησης π.χ. $\alpha_s = M/(V \cdot h_c) \leq 2{,}0$ αναμένεται να αστοχήσουν ψαθυρά και χαρακτηρίζονται ως κοντά. Με τη δεδομένη παράμετρο παρέχεται η δυνατότητα να επιλεγεί το άνω όριο του λόγου διάτμησης, ώστε για χαμηλότερες τιμές και όταν η τιμή της παραμέτρου «Έλεγχος κοντού υποστυλώματος» είναι «Ναι», να εξασφαλίζεται το κοντό υποστύλωμα βάσει της μεθοδολογίας που δίδεται από την ακόλουθη παράμετρο.

Εξασφάλιση κοντού υποστυλώματος

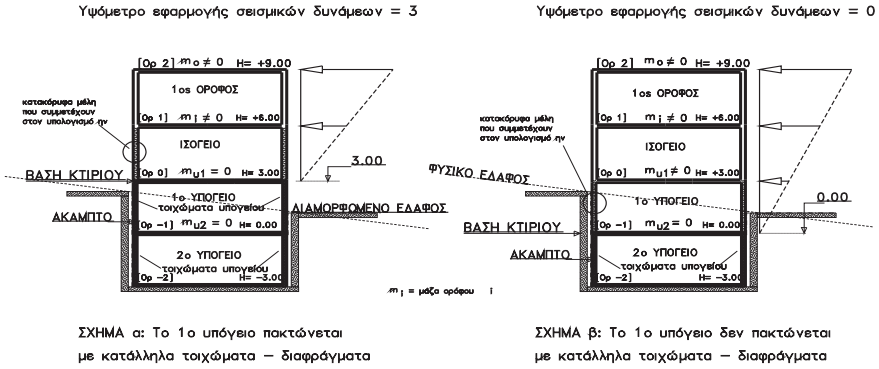
- **Με ικανοτικό σχεδιασμό σε κάμψη**, ώστε να εξασφαλιστεί ότι το μέλος δε θα αστοχήσει πριν τις συντρέχουσες δοκούς.
- **Με προσαύξηση εντατικών μεγεθών**: Η σεισμική συνιστώσα των εντατικών μεγεθών πολλαπλασιάζεται με το λόγο q/1,5 ώστε να εξασφαλιστεί οιονεί ελαστική συμπεριφορά.

Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός ην & vd) [m]

Με την παράμετρο αυτή ορίζεται η **θέση υπολογισμού**:

- Της τέμνουσας βάσης και του λόγου η_v των τοιχωμάτων. Βλ. σχετικές παραγράφους EC8-1 §4.4.2.3, §5.2.3.3 & §4.3.6.
- Της μέγιστης ανηγμένης θλιπτικής αξονικής δύναμης υποστυλωμάτων ν_d,
  - ώστε να ελεγχθεί το κριτήριο απαλλαγής Ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων σε κάμψη σε διώροφες κατασκευές από σκυρόδεμα. Βλ. EC8-1 §5.2.3.3(2)(β).
  - ώστε να ελεγχθεί εάν μονώροφες κατασκευές από σκυρόδεμα ή χάλυβα κατηγοριοποιούνται ως «ανεστραμμένο εκκρεμές». Βλ. EC8-1 §5.1.2(1) & §6.3.1(5).
- Καθορίζεται ο όροφος βάσης της κατασκευής, ώστε ο πόδας των υποστυλωμάτων του ορόφου αυτού, καθώς και όλοι οι κόμβοι υποστυλωμάτων που βρίσκονται χαμηλότερα να εξαιρεθούν αυτόματα από το πρόγραμμα από τον Ικανοτικό σχεδιασμό υποστυλωμάτων σε κάμψη. Βλ. EC8-1 §6.6.1(1)A & [FARD09], σελ. 23.

  Απαραίτητη προϋπόθεση είναι στο υψόμετρο αυτό να υπάρχει όροφος στο κτίριο (Σχήμα 4.14).



Σχήμα 4.14: *Περιγραφή κτιρίου με δύο υπόγεια. Στην πρώτη περίπτωση (σχήμα 1) τα τοιχώματα υπογείου είναι επαρκώς ισχυρά και λειτουργούν ως πάκτωση του φορέα, ενώ στη δεύτερη όχι. Ως υψόμετρο βάσης δίδεται H=3.00 και H=0.00 αντίστοιχα, ενώ δεν απαιτείται τροποποίηση των υψομέτρων των ορόφων.*

Βλ. και παράμετρο «Κτίριο > Αντισεισμικός > Υψόμετρο εφαρμογής σεισμικών δυνάμεων».

Ελάχιστο μήκος τοιχώματος για η_{vG} ελληνικού προσαρτ. [m]

Μόνο στο ελληνικό Προσάρτημα

Το Ελληνικό προσάρτημα §3.2 (μη αντικρουόμενες διατάξεις), εδικά για την κατάταξη του δομικού συστήματος, απαιτεί ο υπολογισμός του λόγου τέμνουσας τοιχωμάτων η_{vG} να λαμβάνει υπόψη μόνο τοιχώματα με ορισμένο ελάχιστο μήκος:

- **1.50m** για κτίρια μέχρι τέσσερις ορόφους
- **2.00m** για κτίρια με περισσότερους από τέσσερις ορόφους

Παρατηρήσεις

- Υπενθυμίζεται ότι σε δομήματα με επαρκή στρεπτική δυσκαμψία το η_v αποτελεί κριτήριο για την κατάταξη του δομικού συστήματος σε πλαισιωτό ή ισοδύναμο προς πλαισιωτό διπλό ($\eta_v < 0.50$), τοιχωματικό ή ισοδύναμο προς τοιχωματικό διπλό ($\eta_v > 0.50$). Βλ. EC8-1 §5.1.2 & §5.2.2.1(4)A. Στην επόμενη παράμετρο παρουσιάζονται οι έλεγχοι του κανονισμού, η διενέργεια των οποίων καθορίζεται από τον τύπο του δομικού συστήματος.
- Σύμφωνα με το εθνικό προσάρτημα επιτρέπεται να περιληφθούν στον υπολογισμό του η_{vG} και τοιχώματα με μήκος μικρότερο κατά 20cm από το ελάχιστο, με την προϋπόθεση ότι σε αυτά διαμορφώνονται πέλματα τύπου Γ ή Π ή αποτελούν τμήμα πυρήνα. Το πρόγραμμα αναγνωρίζει αυτόματα τα

υποστυλώματα αυτά, ενώ ο μελετητής έχει επιπλέον την δυνατότητα να επιλέξει εάν κάποιο κατακόρυφο στοιχείο θα προσαυξήσει ή όχι τα η_V και η_{VG} μέσω της παραμέτρου «Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα > Συμμετοχή στην διαμόρφωση του nv».

- Ανεξάρτητα από το δοθέν ελάχιστο μήκος τοιχώματος, τα κατακόρυφα μέλη διαστασιολογούνται από το πρόγραμμα ως πλάστιμα τοιχώματα ή υποστυλώματα αποκλειστικά με κριτήριο τον λόγο πλευρών l_W/b_W και την τιμή της παραμέτρου «Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα > Έλεγχοι και όπλιση ως τοίχωμα».
- Το εάν ένα μέλος έχει αντιμετωπιστεί από το πρόγραμμα ως τοίχωμα ή ως υποστύλωμα αναγράφεται στο τεύχος στα «Γενικά δεδομένα». Βλ. §9.8.1.

*Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.1**Error! Reference source not found.***

Λόγος πλευρών υποστ/τος ωστε να ληφθεί ως τοίχωμα 1/k. k>...

Υπολογισμός και εκτύπωση ηV

Μόνο στο ελληνικό Προσάρτημα

► **η_V Ευρωκώδικα & η_{VG} ελληνικού Προσαρτήματος**:

Υπολογίζονται και τυπώνονται δύο -εν γένει διαφορετικοί- λόγοι η_V στο τεύχος στους «Γενικούς ελέγχου δομήματος» και στο παράθυρο διαλόγου πριν την επίλυση:

- Το η_V Ευρωκώδικα που συνυπολογίζει όλα τα τοιχώματα με λόγο πλευρών $l_W/b_W \geq 4.0$
- Το η_{VG} του ελληνικού προσαρτήματος που συνυπολογίζει όλα τα τοιχώματα με λόγο πλευρών $l_W/b_W \geq 4.0$ με την επιπλέον απαίτηση το μήκος l_W να είναι μεγαλύτερο από το μήκος που δίδεται στην προηγούμενη παράμετρο.

► **η_{VG} ελληνικού Προσαρτήματος:** Υπολογίζεται και τυπώνεται μόνο το η_{VG} του ελληνικού προσαρτήματος.

► **η_V Ευρωκώδικα:** *Προεπιλεγμένη τιμή για εθνικά προσαρτήματα διαφορετικά από το ελληνικό*. Υπολογίζεται και τυπώνεται μόνο το η_V του Ευρωκώδικα

Ο **τύπος του δομικού συστήματος** καθορίζει ορισμένες σημαντικές παραμέτρους του σχεδιασμού:

- Επιλογή της βασικής τιμής του συντελεστή συμπεριφοράς qo. Βλ. EC8-1 §5.2.2.2.

- Ειδικά για πλαισιωτά ή ισοδύναμα προς πλαισιωτά διπλά συστήματα:
  - Απαιτείται ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη (αποφυγή σχηματισμού πλαστικού μηχανισμού μαλακού ορόφου). Βλ. EC8-1 §4.4.2.3 & §5.2.3.3 και σχετική παράμετρο στο «Κτίριο/Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα > Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη».
  - Προβλέπεται απομείωση του συντελεστή συμπεριφοράς κατά 20% σε κτίρια με σημαντική μεταβολή των τοιχοπληρώσεων μεταξύ διαδοχικών ορόφων π.χ. σε πιλοτή. Βλ. EC8-1 §4.2.3.3(5) και σχετική παράμετρο στο «Κτίριο > Συντελεστής q».
  - Πρέπει σε κτίρια ΚΠΥ να λαμβάνονται υπόψη οι επιδράσεις των τοιχοπληρώσεων σε περίπτωση ανομοιόμορφης διάταξής τους σε κάτοψη (EC8-1 §4.3.6.1) ή μη κανονικότητας καθ' ύψος (EC8-1 §4.3.6.2). Βλ. παράμετρο «Όροφος > Αντισεισμικός > Μείωση διατμητικής αντοχής τοιχ/ρώσεων».

	ηV Ευρωκώδικα	**ηVG ελληνικού Προσαρτ.**
	$\eta_V = \dfrac{\Sigma V_{τοιχωμ.}}{\Sigma V_{βάσης}}$	$\eta_{V,G} = \dfrac{\Sigma V_{τοιχωμ.(l_W \geq l_{οριακό})}}{\Sigma V_{βάσης}}$
Χαρακτηριστικά	Εν γένει ηV ≥ ηVG	
Αυτόματη χρήση από το πρόγραμμα	Έλεγχος συντελεστή συμπεριφοράς q Μεγαλύτερο ηV → μικρότερο q	Έλεγχος απαίτησης Ικανοτικού σχεδιασμού Μικρότερο ηVG (< 0.5) → Απαίτηση Ικανοτικού
Υποχρέωση για ελέγχους βάσει του μεγέθους του ηV	- Μη κανονικό καθ' ύψος σε περίπτωση πιλοτής - Προσαύξηση σεισμικής έντασης υποστυλωμάτων σε πιλοτές λόγω τοιχοπληρώσεων - Τοπικές επιδράσεις τοιχοπληρώσεων	
	Μεγαλύτερο ηV (> 0.5) → απαλλαγή	Μικρότερο ηVG (< 0.5) → Υποχρέωση εκτέλεσης

Πίνακας 4.20: *Υπολογισμός η_v κατά τον Ευρωκώδικα και κατά το ελληνικό εθνικό προσάρτημα*

Βλ. παράμετρο «Κτίριο > Συντελεστής q > Κανονικότητα καθ' ύψος», «Όροφος > Αντισεισμικός > Μείωση αντοχής τοιχοπληρώσεων ΔV_{Rw} και ΣΠΕΜ

υποστυλωμάτων – τοιχωμάτων», «Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα > Ύψος lcl ή lc για Ικανοτική τέμνουσα - Αντοχή φατνώματος τοιχοπλήρωσης».

Παρατήρηση

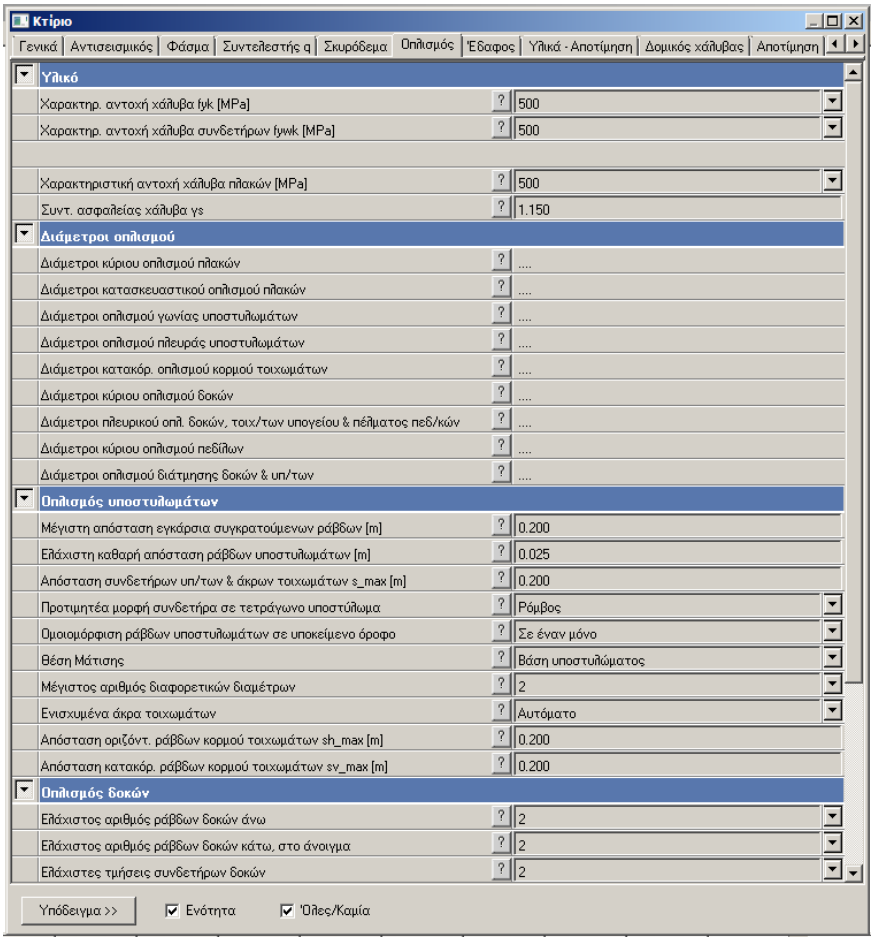
Όσο λιγότερα τοιχώματα περιληφθούν στον υπολογισμό του λόγου η_V, τόσο μικρότερο το η_V και συνεπώς τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα το σύστημα να χαρακτηριστεί πλαισιωτό ή ισοδύναμο προς πλαισιωτό, με αποτέλεσμα, σύμφωνα με τα παραπάνω, να εμπίπτει στις δυσμενείς διατάξεις περί ικανοτικού σχεδιασμού και επιδράσεων τοιχοπλήρωσης. Αντίθετα, για τέτοια συστήματα επιτρέπονται, γενικά, μεγαλύτερες τιμές για τον συντελεστή συμπεριφοράς ***q***. Βλ. EC8-1 πιν. 5.1 & **Πίνακας 4.14**. Εξαιτίας αυτής της αντίρροπής επίδρασης του τύπου του στατικού συστήματος στον σχεδιασμό, με την παράμετρο αυτή δίδεται η εξής δυνατότητα στον μελετητή:

- Να επιλέξει εάν θα πραγματοποιηθεί ικανοτικός σχεδιασμός και εάν π.χ. θα ληφθούν υπόψη οι επιδράσεις τις τοιχοπλήρωσης, βάσει του δομικού συστήματος που προκύπτει υπολογίζοντας το η_V από τοιχώματα με μήκος μεγαλύτερο από αυτό που δίδεται στην προηγούμενη παράμετρο (η_{VG} ελληνικού προσαρτήματος) .
- Να καθορίσει τον συντελεστή συμπεριφοράς βασιζόμενος στο στατικό σύστημα που θα προκύψει λαμβάνοντας υπόψη στον υπολογισμό του η_V όλα τα τοιχώματα (η_V Ευρωκώδικα).

Η ανεξάρτητη επιλογή επιτρέπει την ταυτόχρονη δυσμενοποίηση και των δυο κριτηρίων, ενώ εάν ο μελετητής δεν επιθυμεί να εμφανίζονται δυο ηV μπορεί να επιλέξει μέσω της παρούσας παραμέτρου να λάβει όλες τις παραπάνω αποφάσεις βασιζόμενος σε ένα ηV είτε του ελληνικού προσαρτήματος είτε του Ευρωκώδικα.

*Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.1**Error! Reference source not found.***

4.1.1.6 Οπλισμός



Εικόνα 4.6: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Οπλισμός» του Κτιρίου.*

Χαρακτηριστική αντοχή χάλυβα (πλακών, διαμήκων ράβδων & συνδετήρων) fyk

Δίδεται η τιμή αντοχής με την οποία θα σχεδιαστούν τα νέα μέλη (υποστυλώματα, δοκοί, πλάκες, στοιχεία θεμελίωσης) καθώς και μέλη ενισχυόμενα με μανδύα σκυροδέματος.

Προεπιλεγμένη τιμή = 500MPa (B500C)

Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα γs

Δίδεται ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας του νέου χάλυβα για τους ελέγχους έναντι **Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**.

► γs = 1,15 (Προεπιλεγμένη τιμή). Βλ. EC2-1-1 (πίνακας 2.1).

Στους ελέγχους έναντι Οριακών Καταστάσεων Λειτουργικότητας λαμβάνεται αυτόματα από το πρόγραμμα συντελεστής γs =1,0 [βλ. EC2-1-1 §2.4.2.4(2)].

Διάμετροι κύριου οπλισμού πλακών & πεδίλων

Δίδεται η λίστα των διαθέσιμων διαμέτρων που το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει για την όπλιση:

- **Πλάκες**: Ο κύριος και ο πρόσθετος άνω και κάτω οπλισμός που προκύπτει από υπολογισμούς στην οριακή κατάσταση αστοχίας και λειτουργικότητας.
- **Πέδιλα**: ο κύριος οπλισμός

Διάμετροι κατασκευαστικού οπλισμού πλακών

Π.χ. κάτω οπλισμός στήριξης ή άνω οπλισμός διανομής σε προβόλους, κάτω οπλισμός ή οπλισμός απόσχισης σε διέρειστες πλάκες κλπ.

Διάμετροι οπλισμού γωνίας υποστυλωμάτων

Οι διαθέσιμες διάμετροι που θα χρησιμοποιηθούν για τις ράβδους γωνίας σε ορθογωνικά υποστυλώματα, σε τοιχώματα καθώς και σε διατομές τυχούσας γεωμετρίας.

Διάμετροι οπλισμού πλευράς υποστυλωμάτων

Η λίστα διαμέτρων που θα χρησιμοποιηθούν για τις πλευρικές ράβδους σε υποστυλώματα, σε ενισχυμένα άκρα τοιχωμάτων, καθώς και στις εισέχουσες γωνίες σε διατομές τυχούσας γεωμετρίας.

Διάμετροι κατακόρ. οπλισμού κορμού τοιχωμάτων

Η διάμετρος των ράβδων που θα χρησιμοποιηθεί για τον κατακόρυφο οπλισμό εσχάρας του κορμού των τοιχωμάτων. Βλ. Σχήμα 4.17.

Διάμετροι κύριου οπλισμού δοκών

Ο άνω και κάτω διαμήκης οπλισμός δοκών ανεξάρτητα είδους.

Διάμετροι πλευρικού οπλ. δοκών, τοιχ/των υπογείου & πέλματος πεδ/κών

Αφορά ανάλογα με το είδος δοκού:

- τον διαμήκη οπλισμό που τοποθετείται στις κατακόρυφες πλευρές δοκών ανωδομής ή θεμελίωσης (πεδιλοδοκούς, συνδετήριες).
  - Σε στοιχεία με ύψος ***h*w** μεγαλύτερο των 0.65m τοποθετείται πλευρικός οπλισμός σε κάθε περίπτωση
  - Σε στοιχεία με ύψος ***h*w** μικρότερο των 0.65m τοποθετείται πλευρικός οπλισμός μόνο εάν απαιτείται λόγω στρέψης.
- την κατακόρυφη και οριζόντια εσχάρα δοκών τύπου «Τοίχωμα υπογείου» και «Πεδιλοδοκός - τοίχωμα υπογείου».
- Τον διαμήκη και εγκάρσιο οπλισμό πέλματος πεδιλοδοκού ή πεδιλοδοκού – τοιχώματος υπογείου.

Διάμετροι οπλισμού διάτμησης δοκών & υπ/των

Δίδεται η λίστα των διαθέσιμων διαμέτρων που το πρόγραμμα θα χρησιμοποιήσει:

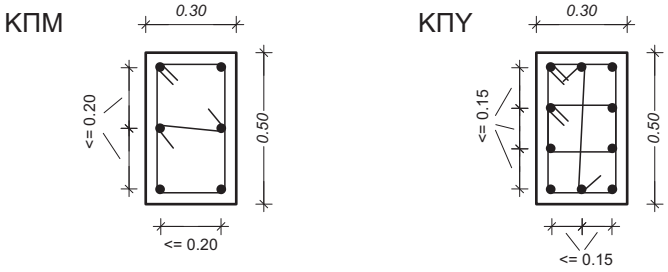
- **Δοκοί & υποστυλώματα**: Συνδετήρες
- **Τοιχώματα**: Συνδετήρες ενισχυμένων άκρων και ράβδοι οριζόντιου & εγκάρσιου (σιγμοειδή) οπλισμού κορμού.

Μέγιστη απόσταση εγκάρσια συγκρατούμενων ράβδων

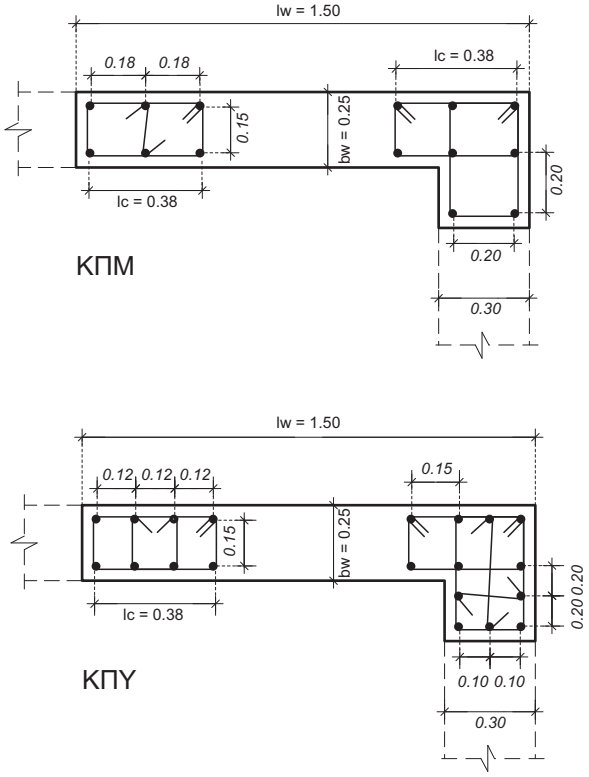
Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών διαμηκών ράβδων συγκρατούμενων με συνδετήρες για υποστυλώματα και για ενισχυμένα άκρα τοιχωμάτων δεν πρέπει να υπερβαίνει:

- τα **300** mm, για ΚΠ Χ και γενικά για υποστυλώματα χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας (π.χ. υπογείου) ή για δευτερεύοντα [EC2-1-1 §9.5.3]
- τα **200** mm, για κύρια μέλη ΚΠ Μ [EC8-1, §5.4.3.2.2 (11)β].
- τα **150** mm, για κύρια μέλη ΚΠ Υ [EC8-1 §5.5.3.2.2 (12)γ]

Με αλλαγή της κατηγορίας πλαστιμότητας, η παράμετρος τροποποιείται αυτόματα στις παραπάνω τιμές, οι οποίες αποτελούν και άνω όριο και τηρούνται σε κάθε περίπτωση από το πρόγραμμα κατά την διαδικασία όπλισης υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων.



Σχήμα 4.15: *Διαμόρφωση όπλισης κύριου υποστυλώματος όταν είναι καθοριστική η μέγιστη απόσταση εγκάρσια συγκρατούμενων ράβδων (για ΚΠ Μ & ΚΠ Υ).*



Σχήμα 4.16: *Διαμόρφωση όπλισης ενισχυμένου άκρου πλάστιμου τοιχώματος όταν είναι καθοριστική η μέγιστη απόσταση εγκάρσια συγκρατούμενων ράβδων (για ΚΠΜ & ΚΠΥ).*

Ελάχιστη καθαρή απόσταση ράβδων υποστυλωμάτων

► 0,025 m (προτεινόμενη τιμή)

Η ελάχιστη καθαρή απόσταση μεταξύ των διαμήκων ράβδων καθορίζεται από τη δυνατότητα ικανοποιητικής διάστρωσης και συμπύκνωσης ώστε να αναπτυχθεί επαρκής συνάφεια. Βλ. EC2-1-1 §8.2.

$$Καθαρή\ απόσταση = max\{ Φ\ ;\ dg+5mm\ ;\ 20mm\}$$

όπου Φ η διάμετρος της ράβδου και dg η μέγιστη διάσταση αδρανούς.

Σημείωση:

Εφόσον η διαστασιολόγηση του υποστυλώματος οδηγήσει σε πολύ πυκνή διάταξη ράβδων παραβιάζοντας το παραπάνω όριο, τότε το πρόγραμμα εμφανίζει σφάλμα και δεν παράγεται λεπτομέρεια όπλισης.

Απόσταση συνδετήρων δοκών, υπ/των & άκρων τοιχωμάτων s_max [m]

Ορίζεται το άνω όριο του βήματος τοποθέτησης smax των συνδετήρων κατά μήκος του μέλους. Σε κάθε περίπτωση εφαρμόζεται από το πρόγραμμα το **ελάχιστο** από:

- την επιλογή του μελετητή,
- το αποτέλεσμα του ελέγχου τέμνουσας, στρέψης ή περίσφιγξης και
- τις μέγιστες τιμές του κανονισμού.

Η μέγιστη απόσταση ***s*** συνήθως δίδεται από τον μελετητή, όταν χρησιμοποιούνται έτοιμοι κλωβοί συνδετήρων με προκαθορισμένο βήμα ***s***, π.χ. 8, 10 ή 12cm.

Παρακάτω δίδονται οι μέγιστες αποστάσεις που εφαρμόζονται στο πρόγραμμα λόγω κανονισμού. Βλ. Σχήμα 4.17.

Υποστυλώματα & ενισχυμένα άκρα τοιχωμάτων

- Στις κρίσιμες περιοχές **κύριων υποστυλωμάτων** και σε ενισχυμένα άκρα **τοιχωμάτων** βάσει του EC8-1 είναι:

	ΚΠ Μ s=min{b_o/2; 175; 8·$d_{bL,min}$}				**ΚΠ Υ** s=min{b_o/3; 125; 6·$d_{bL,min}$}			
$b_{c,min}$ (m)	b_o/2 (m)	Φ14	Φ16	Φ18	b_o/3 (m)	Φ14	Φ16	Φ18
		S (cm)				S (cm)		
0,25	*0.09*	9,0	9,0	9,0	*0.057*	5,7	5,7	5,7
0.30	*0.115*	11,2	11,5	11,5	*0.073*	7,3	7,3	7,3
0.35	*0.14*	11,2	12,8	14,0	*0.09*	8.4	9.0	9.0
>0.45	*>0,19*	11,2	12,8	14,4	*>0.12*	8.4	9,6	10,8

Πίνακας 4.21: *Μέγιστο βήμα συνδετήρων S (cm) στις κρίσιμες περιοχές κύριων υποστυλωμάτων και πλάστιμων τοιχωμάτων συναρτήσει της ελάχιστης διάστασης $b_{c,min}$ της διατομής (ή υποδιατομής) και συνακόλουθα του πυρήνα b_o και της ελάχιστης διαμέτρου του διαμήκους οπλισμού $d_{bL,min}$ (λήφθηκε c_{nom}=3,0cm). Βλ. EC8-1 (5.18) & (5.32).*

- Εκτός κρίσιμων περιοχών και γενικά σε υποστυλώματα **χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας** ή **δευτερεύοντα**:

  s=min{ b_c; *400 ; 20*$d_{bL,min}$ } και 0,6·s σε περιοχές ματίσεων (EC2-1-1 §9.5.3 & §9.6.4).

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.7.5.1.

Δοκοί

- Στις κρίσιμες περιοχές **κύριων δοκών ανωδομής** βάσει του EC8-1 είναι:

	ΚΠ Μ s=min{h_W/4; 24·d_{bw}; 225 ; 8·$d_{bL,min}$}				**ΚΠ Υ** s=min{h_W/4; 24·d_{bw}; 175 ; 6·$d_{bL,min}$}			
$d_{bL,min}$	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18
S (cm)	9,6	11,2	12,8	14,4	7,2	8,4	9,6	10,8

Πίνακας 4.22: *Μέγιστο βήμα συνδετήρων S (cm) στις κρίσιμες περιοχές κύριων δοκών ανωδομής συναρτήσει της ελάχιστης διαμέτρου $d_{bL,min}$. Βλ. EC8-1 (5.13) & (5.29).*

- Σε **πεδιλοδοκούς**, **συνδετήριες** δοκούς, γενικά εκτός κρίσιμων περιοχών και σε δοκούς **χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας** ή **δευτερεύουσες** είναι:

  s=0.75·d [EC2-1-1 (9.6)]

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.8.

Προτιμητέα μορφή συνδετήρα σε τετράγωνο υποστύλωμα

- **Ρόμβος**
- **Τύπου S**

Προϋπόθεση για να τοποθετηθεί ρομβοειδής συνδετήρας είναι να προβλέπεται (π.χ. λόγω των απαιτούμενων τμήσεων) ράβδος στο μέσον της κάθε πλευράς του υποστυλώματος. Σε αντίθετη περίπτωση, το πρόγραμμα αυτόματα θα τοποθετήσει ορθογωνικούς κλειστούς ή σιγμοειδείς.

Ομοιομόρφιση ράβδων υποστυλωμάτων σε υποκείμενο όροφο

- **Σε κανέναν**: Ο κάθε όροφος οπλίζεται ανεξάρτητα από τον υπερκείμενο, ενώ δεν ελέγχεται η επάρκεια της μάτισης των ράβδων του υποστυλώματος με τις ράβδους του υποκείμενου ορόφου. **Δεν προτείνεται**.
- **Σε ένα μόνο** (προτείνεται): Ο οπλισμός κάθε ορόφου **καθορίζεται** όχι μόνο από τον έλεγχο έναντι κάμψης στον άνω και κάτω κόμβο, αλλά και από:
  - την απαίτηση να εξασφαλίζεται κατά το δυνατόν μορφολογική συνέχεια της διάταξης του οπλισμού κάθε ορόφου στον υποκείμενο. Εάν π.χ. σε κάποιον όροφο απαιτήθηκε πύκνωση ράβδων σε γωνίες ή πλευρές, τότε η ίδια ακριβώς πύκνωση θα επαναληφθεί και στον αμέσως υποκείμενο όροφο, ανεξάρτητα εάν απαιτείται, χρησιμοποιώντας την ίδια, μεγαλύτερη ή και μικρότερη διάμετρο.
  - την απαίτηση τα σίδερα που ματίζουν στον πόδα του άνω ορόφου να ικανοποιούν τον έλεγχο επάρκειας και στην θέση αυτή. Στις θέσεις μάτισης ράβδων και σε κάθε θέση συγκέντρωσης ράβδων (γωνία ή πλευρά) θεωρείται ότι ο ενεργός οπλισμός είναι ο ελάχιστος μεταξύ του οπλισμού του άνω και κάτω υποστυλώματος.
- **Σε όλους**: Επεκτείνονται οι μεγαλύτεροι οπλισμοί ενός ανώτερου ορόφου σε όλους τους υποκείμενους μέχρι τα θεμέλια, ανεξαρτήτως αν απαιτείται ή όχι. Π.χ. πύκνωση ράβδων σε κάποιον όροφο σε θέση γωνίας ή πλευράς θα διατηρηθεί με τον ίδιο ή μεγαλύτερο αριθμό τεμαχίων και με την ίδια ή μεγαλύτερη διάμετρο μέχρι των κατώτατο όροφο.

Παρατηρήσεις

- **Προτείνεται** η επιλογή ομοιομόρφισης σε έναν μόνο όροφο συγκριτικά με την απαίτηση ομοιομόρφισης σε όλους τους ορόφους επειδή εξασφαλίζει την απαιτούμενη ασφάλεια οδηγώντας ταυτόχρονα σε οικονομικότερη όπλιση

αφού δεν αποκλείει μείωση τεμαχίων ή διαμέτρων σε κάποια θέση συγκέντρωσης ράβδων (γωνίες ή πλευρές) σε χαμηλότερο όροφο συγκριτικά με υπερκείμενους

- Ομοιομόρφιση είναι δυνατή μόνο όταν τα υποστυλώματα έχουν ίδιο όνομα. Για τον λόγο αυτό δεν προτείνεται η προσθήκη μεσοδοκών σε ενδιάμεση στάθμη ορόφου (π.χ. για προσομοίωση σκάλας), διαδικασία που απαιτεί εναλλαγή στην ονοματολογία συνεχόμενων υποστυλωμάτων. Βλ. το παράδειγμα «Εισαγωγή μεσοδοκού & ανέγερση κεντροβαρικά» (§4.4.2 εντολή του υποστυλώματος «Ανέγερση κεντροβαρικά»). Εφόσον υπάρχει τέτοια ανάγκη καλύτερο είναι να προβλεφθεί διακριτός όροφος.

Θέση Μάτισης

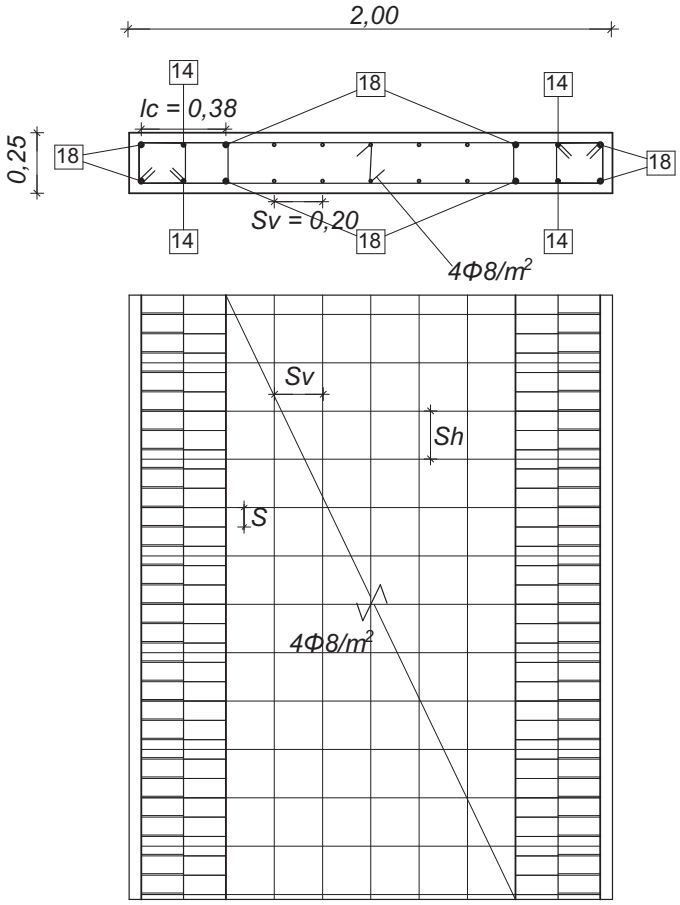
Μέγιστος αριθμός διαφορετικών διαμέτρων

Δίνεται η δυνατότητα της επιλογής χρήσης 2 ή 3 διαφορετικών διαμέτρων στην όπλιση των υποστυλωμάτων

- ► **2** (προτείνεται). Καταλήγει, εν γένει, σε απλούστερη όπλιση.
- ► **3** Μεγαλύτερος αριθμός διαφορετικών διαμέτρων επιτρέπει βελτιστοποίηση της διάταξης όπλισης με όφελος στην οικονομία του οπλισμού.

Απόσταση οριζόντιων ράβδων κορμού τοιχωμάτων sh_max [m] / Απόσταση κατακόρυφων ράβδων κορμού τοιχωμάτων sv_max [m]

Δίδεται το μέγιστο βήμα τοποθέτησης των ράβδων οπλισμού της εσχάρας του κορμού τοιχώματος κατά την κατακόρυφη και οριζόντια έννοια.



Σχήμα 4.17: *Οριζόντιο και κατακόρυφο βήμα Sh/Sv ράβδων εσχάρας κορμού τοιχώματος και βήμα συνδετήρων ενισχυμένων άκρων S.*

Επιλογή διάταξης όπλισης δοκοσειράς

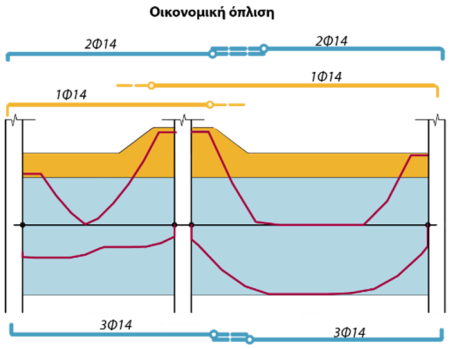
- ► **Ναι**: Γίνεται ενιαία όπλιση της δοκοσειράς, η οποία περιλαμβάνει:
  - Χρήση ενιαίων ράβδων δοκοσειράς για το σύνολο των ανοιγμάτων
  - Εύρεση της βέλτιστης τοποθέτησης ράβδων (δοκοσειράς, ανοίγματος & στηρίξεων), της κατάλληλης θέσης μάτισης και αποφυγή περιττού οπλισμού (διπλός οπλισμός στηρίξεων κτλ.)
  - Σχεδιασμός στο Τεύχος των πλήρων διαγραμμάτων τοποθέτης οπλισμού της δοκοσειράς και σύγκριση της αντίστοιχης αναλαμβανόμενης εφελκυστικής δύναμης με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού.

- **Όχι**: Η δοκοσειρά οπλίζεται χωρίς βελτιστοποίηση, δηλαδή, με ανεξάρτητο προσδιορισμό οπλισμού για κάθε άνοιγμα.

Τύπος όπλισης

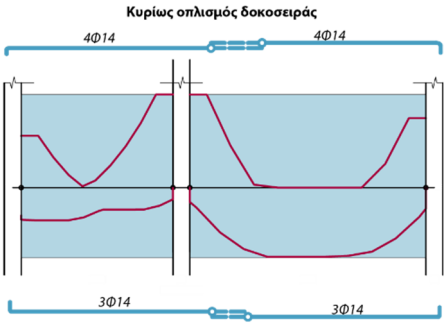
Μπορούν να πραγματοποιηθούν οι εξής 4 τύποι όπλισης:

- **Οικονομική όπλιση**: Αναζητείται ο οικονομικότερος τρόπος όπλισης, γίνεται, δηλαδή, η βέλτιστη σύγκλιση μεταξύ της απαιτούμενης εφελκυστικής δύναμης σχεδιασμού και της παρεχόμενης από τον οπλισμό, ανά θέση της δοκοσειράς. Για το σκοπό αυτό, προτιμάται η αντικατάσταση κάποιων ράβδων δοκοσειράς με επιμέρους ράβδους στηρίξεων ή/και ανοιγμάτων.



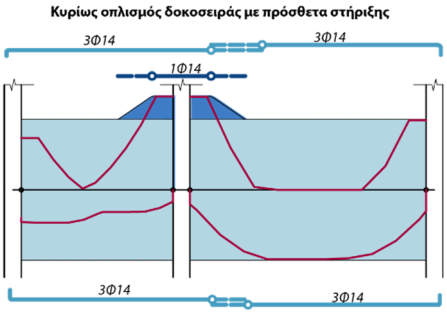
***Σχήμα 4.18**: Σχηματική απεικόνιση του «οικονομικού» τύπου όπλισης.*

- **Κυρίως οπλισμός δοκοσειράς**: Αναζητείται η πλέον ομοιόμορφη τοποθέτηση οπλισμού στο σύνολο της δοκοσειράς. Προτιμάται, δηλαδή, η τοποθέτηση κοινών ράβδων που εκτείνονται σε όλο το μήκος της δοκοσειράς, περιορίζοντας τον αριθμό των πρόσθετων οπλισμών (στηρίξεων & ανοιγμάτων).



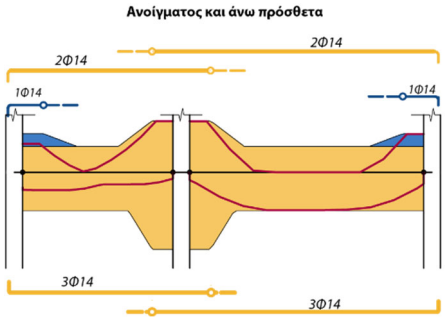
***Σχήμα 4.19**: Σχηματική απεικόνιση του τύπου όπλισης «Κυρίως οπλισμός δοκοσειράς».*

- **Κυρίως οπλισμός δοκοσειράς και άνω πρόσθετα**: Αναζητείται η ομοιόμορφη τοποθέτηση οπλισμού δοκοσειράς (όπως και στην προηγούμενη λύση) με την προσθήκη άνω οπλισμού στις στηρίξεις, όπου αυτός απαιτείται.



***Σχήμα 4.20**: Σχηματική απεικόνιση του τύπου όπλισης «Κυρίως οπλισμός δοκοσειράς και άνω πρόσθετα».*

- **Ανοίγματος και άνω πρόσθετα**: Προτιμάται η τοποθέτηση οπλισμού ανοίγματος και άνω στήριξης, Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται τα μεγάλα μήκη ράβδων οδηγώντας, όμως, σε αύξηση του συνολικού εμβαδού οπλισμού.



Σχήμα 4.21: *Σχηματική απεικόνιση του τύπου όπλισης «Ανοίγματος και άνω πρόσθετα».*

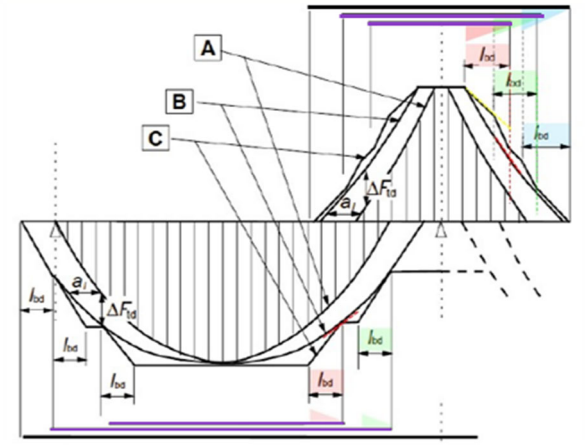
Έλεγχοι πλαστιμότητας για το άνω και κάτω πέλμα

Πραγματοποιούνται οι έλεγχοι του EC8-1 §5.4.3.1.2(4), για τη διαμόρφωση λεπτομερειών για την τοπική πλαστιμότητα.

- **Ναι**: Οι έλεγχοι τοπικής πλαστιμότητας πραγματοποιούνται θεωρώντας ως εφελκυόμενο πέλμα και το άνω και το κάτω.
- **Όχι**: Οι έλεγχοι τοπικής πλαστιμότητας πραγματοποιούνται θεωρώντας ως εφελκυόμενο πέλμα μόνο το άνω, επομένως, προσαυξάνεται ο οπλισμός του κάτω θλιβόμενου πέλματος.
- **Αυτόματο**: Αν υπάρχει πέλμα που εφελκύεται, οι έλεγχοι τοπικής πλαστιμότητας προσαυξάνουν τον οπλισμό του (αντίθετου) θλιβόμενου πέλματος.

Κλιμάκωση οπλισμού ανοίγματος

- **Ναι**/Οχι: Όταν έχει την τιμή «Ναι» παρέχεται η δυνατότητα να τοποθετηθεί πρόσθετος κάτω οπλισμός στο άνοιγμα χωρίς την επέκτασή του στη στήριξη, όταν αυτό δεν είναι απαιτητό. Με την τιμή «Όχι» παράγεται απλούστερη όπλιση της δοκοσειράς, με επιβάρυνση, όμως, στο συνολικό βάρος του οπλισμού.



A – Περιβάλλουσα των εφελκυστικών δυνάμεων $M_{ed}/z+N_{Ed}$

B – Δρώσα εφελκυστική δύναμη F_s C – Εφελκυστική δύναμη αντοχής F_{RS}

***Σχήμα 4.22**: Κλιμακωτή κάλυψη της περιβάλλουσας των εφελκυστικών δυνάμεων με χρήση οπλισμού κλιμάκωσης (με μωβ χρώμα).*

Ελάχιστη καθαρή απόσταση μεταξύ ράβδων δοκών

Η ελάχιστη καθαρή απόσταση μεταξύ των διαμήκων ράβδων της δοκού προσδιορίζεται από τον EC2-1 §8.2(2) ως το άθροισμα d_g+5mm (όπου d_g το μέγιστο μέγεθος των αδρανών). Η παράμετρος d_g προσδιορίζεται μέσω του ΚΤΣ ως το άνοιγμα του χρησιμοποιούμενου κόσκινου (ΚΤΣ Πίνακας ΠΒ1-1). Οι συνηθέστερες τιμές είναι:

- **<u>36mm</u>** = 31mm (ΚΤΣ) + 5mm (EC2), με χρήση σκυροδέματος το οποίο περιέχει συνήθη σε μέγεθος αδρανή.
- **21mm** = 16mm (ΚΤΣ) + 5mm (EC2), με χρήση γαρμπιλοδέματος το οποίο περιέχει γαρμπίλι μικρότερων διαστάσεων. Κατάλληλο για περιπτώσεις που απαιτείται πυκνός οπλισμός με παράλληλη, όμως, αυήξηση του κόστους.

Επιτρεπτή ανοχή, μικρό έλλειμα απόστασης ράβδων

Είναι ανεκτό ένα μικρό έλλειμμα πλάτους μεταξύ των ράβδων, δηλαδή, 0,9αh ≤ αh' ≤ αh, όπου αh η απόσταση μεταξύ των ράβδων *(Ιγνατάκης, «Διαμόρφωση και λεπτομέρειες όπλισης στοιχείων από σκυρόδεμα»)*.

Ελάχιστος αριθμός ράβδων δοκών

Σε συνδυασμό με την επιλογή διαθεσίμων διαμέτρων αποτελεί έναν έμμεσο τρόπο επιλογής της επιθυμητής όπλισης της δοκού. Σε κάθε περίπτωση ο τελικά εφαρμοζόμενος οπλισμός θα είναι η περιβάλλουσα του επιθυμητού, αυτού που προκύπτει από την διαστασιολόγηση και του ελάχιστου βάσει κανονισμού (**Πίνακας 4.23**).

	ρmin					
		C16	**C20**	**C25**	**C30**	**C35**
EC8-1 (5.12) *Κύριες δοκοί ανωδομής*	$0,5\times\left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\right)$	0.19%	0.22%	0.26%	0.29%	0.32%
EC8-1 §5.8.2(4) *Κύριες πεδιλοδοκοί & συνδετήριες*		0,40%				
EC2-1-1 (9.1) *Γενικά, δοκοί ΧΑΑΠ & ΔΣΜ*	$max\{0,26\frac{f_{ctm}}{f_{yk}};0,0013\}$	0,13%	0,13%	0,13%	0,15%	0,17%

Πίνακας 4.23: *Ελάχιστο ποσοστό οπλισμού **ρmin** βάσει του EC8 και του EC2.*

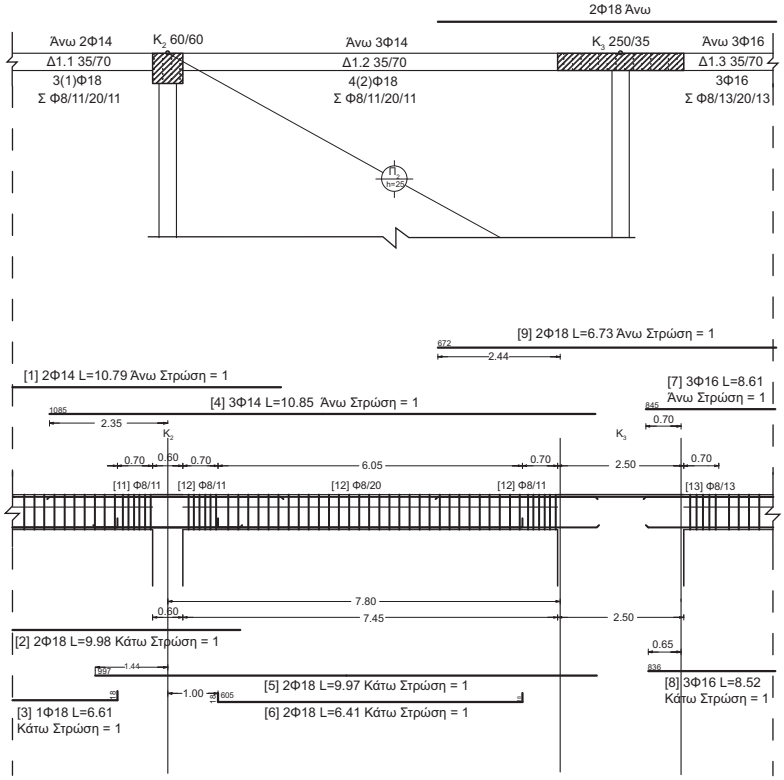
Για πεδιλοδοκούς και συνδετήριες βλέπε ακόμη «Όροφος > Αντισεισμικός > Στοιχεία ορόφου με απαιτήσεις πλαστιμότητας».

Ελάχιστος αριθμός ράβδων δοκών άνω

Στην περίπτωση άνω ράβδων ορίζεται ο ελάχιστος αριθμός των τεμαχίων που τοποθετούνται κατά μήκος του ανοίγματος και διέρχονται ή καταλήγουν στις στηρίξεις.

Ελάχιστος αριθμός ράβδων δοκών κάτω (στο άνοιγμα)

Με την παράμετρο αυτή καθορίζεται πόσες ράβδοι θα τοποθετηθούν συνολικά στο κέντρο του ανοίγματος όπου συνήθως εμφανίζεται η μέγιστη θετική ροπή. Οι ράβδοι αυτές είναι ευθύγραμμες, οι οποίες διέρχονται ή καταλήγουν στις στηρίξεις, ενώ σε περιπτώσεις μεγάλης θετικής ροπής στο άνοιγμα ενδέχεται να τοποθετηθούν και ράβδοι τύπου U, οι οποίες διακόπτονται πριν την κρίσιμη περιοχή. Σε κάθε περίπτωση, τοποθετούνται τουλάχιστον δυο ευθύγραμμες ράβδοι σε όλο το μήκος της δοκού.



Σχήμα 4.23: *Παράδειγμα δοκού όπου ζητήθηκαν άνω 3 ράβδοι και κάτω στο άνοιγμα 4 ράβδοι.*

Ελάχιστες τμήσεις συνδετήρων δοκών

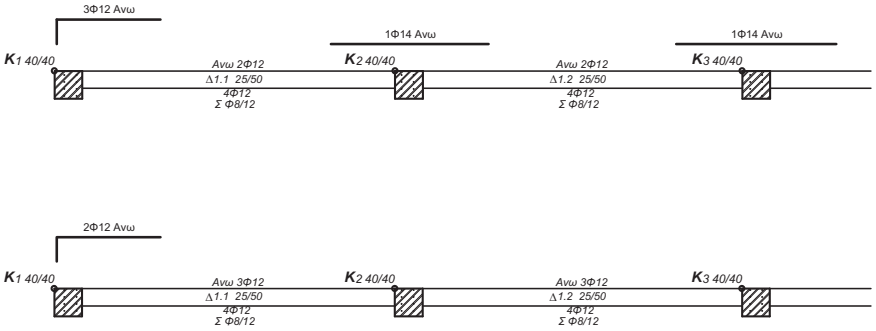
Παρέχεται η δυνατότητα να καθοριστεί αριθμός τμήσεων μεγαλύτερος από αυτόν που προκύπτει από τον έλεγχο τέμνουσας ή από τις κανονιστικές διατάξεις (βλ. π.χ. EC2-1-1 §9.2.2(8)).

Ο ελάχιστος αριθμός τμήσεων καθορίζει τον ελάχιστο αριθμό διαμήκων ράβδων που τοποθετούνται σε όλο το μήκος της δοκού. Εάν δηλαδή από τον μελετητή έχει επιλεγεί «Κτίριο > Οπλισμός > Ελάχιστος αριθμός ράβδων δοκών άνω / Ελάχιστος αριθμός ράβδων δοκών κάτω (στο άνοιγμα)» = «3» και οι ελάχιστες τμήσεις έχουν οριστεί σε 4, τότε θα τοποθετηθούν κατ' ελάχιστο 4 διαμήκεις ράβδοι άνω και κάτω στην δοκό.

Μέγιστο μήκος δοκού για ενοποίηση άνω πρόσθετου οπλισμού. Μέγιστο μήκος δοκού για ενοποίηση προσθέτων οπλισμών στηρίξεων Lmax

► **5,00m**. Προτεινόμενη τιμή

Σε δοκούς με μήκος μικρότερο από το εισακτέο το πρόγραμμα αυξάνει τον κύριο οπλισμό του ανοίγματος, ο οποίος διέρχεται από τις στηρίξεις, ώστε λαμβάνοντας υπόψη και τον οπλισμό του γειτονικού ανοίγματος να καλυφθεί η απαίτηση στην στήριξη αποκλειστικά με κύριο οπλισμό και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν η χρήση πρόσθετων. Παράδειγμα φαίνεται στο Σχήμα 4.24.



Σχήμα 4.24: *Παράδειγμα συνεχούς δοκού όπου τα πρόσθετα σίδερα των στηρίξεων ενσωματώνονται στον άνω οπλισμό των ανοιγμάτων.*

Παρατήρηση

Αν στην τιμή της παραμέτρου δοθεί μια πολύ μικρή τιμή χαμηλότερη π.χ. από το ελάχιστο μήκος δοκού που εμφανίζεται στην οικοδομή, τότε το πρόγραμμα δεν κάνει πουθενά ενοποίηση οπλισμών.

Μέγιστο μήκος ράβδου [m]

Το μέγιστο μήκος ράβδου που εκτιμάται ότι θα χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή. Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- **12 ή 14m**: πρόκειται για τις συνηθέστερα κατασκευαστικά διαθέσιμα μήκη ράβδων.
- **Μικρά μήκη** (**<10m**), σε περιπτώσεις που υπάρχουν κατασκευαστικοί περιορισμοί όπως περιορισμοί στη μεταφορά, γειτνιάζουσες κατασκευές κτλ.
- **Μεγάλα μήκη (30m)**, σε περιπτώσεις που τα ακριβή μήκη των ράβδων προσδιορίζονται στη φάση σύνταξης των σχεδίων.

Εφαρμογή μηκών κοπής σιδήρων για μήκη ράβδων στα 12m, ή 14m

► Ναι/**Όχι**: Με επιλογή της συγκεκριμένης παραμέτρου (=Ναι) γίνεται τυποποίηση των μηκών κοπής των ράβδων σε συγκεκριμένες ομάδες με σκοπό τη μείωση της φύρας του χρησιμοποιούμενου οπλισμού.

Τεμαχισμός Ράβδων											
Τμήμα	**Ράβδος μήκους L=12m**										
1ο	1.0	1.09	1.2	1.33	1.5	1.71	2.0	2.4	3.0	4.0	6.0
2ο	11.0	10.91	10.8	10.67	10.5	10.29	10.0	9.6	9.0	8.0	6.0
	Ράβδος μήκους L=14m										
1ο	1.4	1.55	1.75	2.0	2.33	2.8	3.5	4.65	7.0		
2ο	12.6	12.45	12.25	12.0	11.67	11.2	10.5	9.35	7.0		

Πίνακας 4.24 *Προκαθορισμένα μήκη για τον τεμαχισμό των σιδήρων 12m και 14m με χρήση της παραμέτρου «Εφαρμογή μηκών κοπής σιδήρων για μήκη ράβδων 12m ή 14m».*

Εφαρμογή κανόνων αγκύρωσης

Επιλέγεται εάν σε εξωτερικό κόμβο η επιλογή διαμέτρου για τις ράβδους δοκού θα λάβει υπόψη τους **κανόνες αγκύρωσης του EC2-1-1 §8**. Πρέπει, βέβαια, να σημειωθεί ότι σε κόμβους κύριων δοκών – υποστυλωμάτων, όπου πραγματοποιείται και ο «έλεγχος συνάφειας», συνήθως είναι αυτός που αποδεικνύεται κρίσιμος στον καθορισμό της μέγιστης διαμέτρου. Συγκεκριμένα, οι κανόνες του EC2 αφορούν:

■ Το οριζόντιο μήκος αγκύρωσης $\boldsymbol{l_{b,h}}$, η ελάχιστη τιμή του οποίου ορίζεται ως εξής:

$$l_{b,h,min} = (5 \cdot \Phi) + \Phi_{m,min}/2 + \Phi$$

όπου **Φ** η διάμετρος της ράβδου και $\boldsymbol{\Phi_{m,min}}$ η διάμετρος του τυμπάνου καμπύλωσης (EC2-1-1 §8.3). Ο προσθετέος 5·Φ εφαρμόζεται μόνο σε άμεσες στηρίξεις κύριων δοκών ΚΠ Υ (βλ. EC8-1 5.6.1(3)Α). Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει το $l_{b,h,min}$ να είναι μικρότερο από το μήκος του υποστυλώματος παράλληλα στην δοκό h_C.

■ Το κατακόρυφο μήκος αγκύρωσης, το οποίο προκύπτει εάν από το συνολικό απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $\boldsymbol{l_{b,rqd}}$ αφαιρέσουμε το διαθέσιμο οριζόντιο μήκος λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες συνάφειας. Η επιλεγόμενη διάμετρος

εξυπηρετεί την κατασκευαστική απαίτηση, το κατακόρυφο μήκος αγκύρωσης να είναι μικρότερο από το ύψος του κλωβού των συνδετήρων της δοκού.

Περιπτώσεις ακραίων κόμβων, όπου δεν προβλέπεται έλεγχος συνάφειας και ελέγχεται μόνο η αγκύρωση βάσει του EC2.

- Κόμβος Πεδιλοδοκού – Υποστυλώματος ή Τοιχώματος
- Κόμβος Δευτερεύουσας δοκού – Υποστυλώματος
- Κόμβος Δοκού ΧΑΠ – Υποστυλώματος

Σημείωση

Η ελάχιστη χρησιμοποιούμενη διάμετρος είναι το Φ12 για ΚΠ Μ και Φ14 για ΚΠ Υ.

Εφαρμογή As,req/As,prov αγκυρώσεων ακραίων στηρίξεων

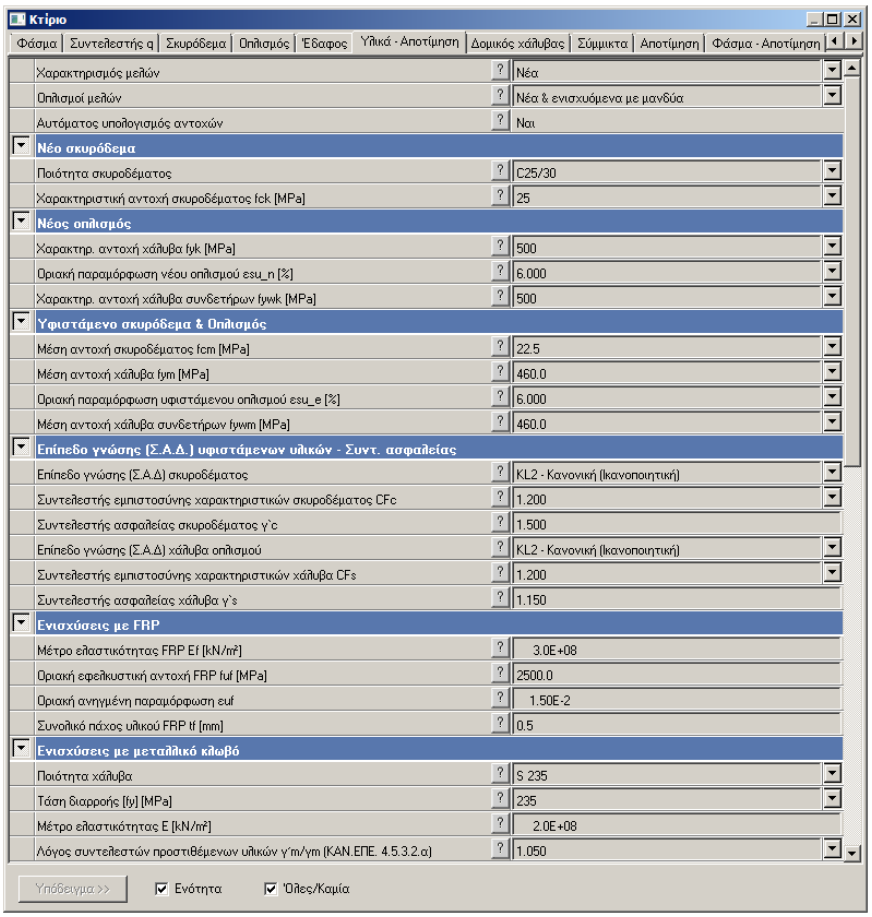
► **Ναι**/Όχι: Η περίσσεια του τοποθετούμενου οπλισμού (As,prov) σε σχέση με τον απαιτούμενο (As,req) χρησιμοποιείται για την απομείωση του απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης των ακραίων στηρίξεων, μέσω του λόγου As,req/ As,prov. Η επιλογή της παραμέτρου «Όχι» οδηγεί σε συντηρητικά αποτελέσματα.

Μέγιστη & Ελάχιστη απόσταση ράβδων πεδίλων [m]

Ορίζεται η μέγιστη διάσταση της εσχάρας όπλισης του πέδιλου, ώστε να επιλεχθεί η μέγιστη μεταξύ αυτής και της υπολογιζόμενης από τον έλεγχο κάμψης.

Εάν π.χ. σε περιπτώσεις μεγάλης έντασης, εξαντλώντας την μέγιστη διαθέσιμη διάμετρο, η απόσταση μεταξύ των ράβδων προκύψει μικρότερη από τη οριζόμενη ελάχιστη, τότε εμφανίζεται σφάλμα και το πέδιλο δεν οπλίζεται.

4.1.1.7 Υλικά – Αποτίμηση



Εικόνα 4.7: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Υλικά - Αποτίμηση» του Κτιρίου.*

Η χρήση των παραμέτρων της καρτέλας αυτής αφορά μόνο για μέλη από σκυρόδεμα και έχει νόημα μόνο εάν έχει επιλεγεί «Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας > Προσθήκες – Ενισχύσεις – Αποτίμηση».

Χαρακτηρισμός μελών

- **Νέα:** Προστιθέμενα μέλη π.χ. δοκοί και υποστυλώματα στον όροφο της προσθήκης, τοιχώματα εμφατνωμένα ή εξωτερικά κ.α.

- ► **Ενισχυόμενα:** Μέλη που ενισχύονται με μέθοδο που περιγράφεται στην επόμενη παράμετρο.
- ► **Υφιστάμενα:** Δομικά μέλη στην υφιστάμενη κατασκευή, τα οποία δεν ενισχύονται.

Η χρήση της παραμέτρου έχει νόημα μόνο για μέλη από οπλισμένο σκυρόδεμα και διέπεται από τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Εάν έχει επιλεγεί «Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας > Προσθήκες – Ενισχύσεις – Αποτίμηση» μέσω της παραμέτρου αυτής η διαφοροποιούνται τα μέλη ως προς την αντιμετώπιση σε φάση **διαστασιολόγησης** με νέους ή παλαιούς κανονισμούς. Βλ. επόμενη παράμετρο.
- Εάν «Γενική περιγραφή εργασίας > Νέα οικοδομή» τότε όλα τα μέλη λαμβάνονται ως «Νέα» και υπολογίζεται οπλισμός.

Παρατήρηση

Ανεξάρτητα από τον χαρακτηρισμό τους, **αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας** υπό στατικά και σεισμικά φορτία πραγματοποιείται για όλα τα μέλη αρκεί να έχει αποδοθεί οπλισμός και να έχει δοθεί «Υποστύλωμα, Δοκός > Στατικά > Με διαστασιολόγηση, με αποτίμηση = Ναι».

Μέθοδος ενίσχυσης

Η παράμετρος είναι ενεργή μόνο εάν «Χαρακτηρισμός μέλους = Ενισχυόμενο».

- ► **Έγχυτο / Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα**: Μανδύας σκυροδέματος, ο οποίος περιγράφεται αποδίδοντας την νέα - μεγαλύτερη διατομή σε δοκό, υποστύλωμα ή τοίχωμα. Για τον μανδύα μπορεί:
  - είτε να γίνεται διαστασιολόγηση και να υπολογίζεται ο απαιτούμενος οπλισμός (βλ. επόμενη παράμετρο).
  - είτε να δίδονται οι ράβδοι οπλισμού από τον μελετητή και να πραγματοποιείται Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας υπό στατικά και σεισμικά φορτία (pushover).
    Σε τέτοια περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές μηχανικών χαρακτηριστικών που προβλέπονται στην EC8-3 §A.4.2.2(2) ή
- ► **Ρητίνες**: Πρακτικά, το μέλος αντιμετωπίζεται από το πρόγραμμα ως υφιστάμενο.
- ► **Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP):** Αφορά τοιχώματα και υποστυλώματα με ορθογωνική ή κυκλική διατομή και δοκούς.

- **Μεταλλικός κλωβός:** Αφορά τοιχώματα και υποστυλώματα με ορθογωνική ή κυκλική διατομή. Για περισσότερα βλ. Παράμετρο «Ενισχύσεις με μεταλλικό κλωβό»

Παρατήρηση

Ειδικά στην περίπτωση ενίσχυσης με μανδύα σκυροδέματος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές μηχανικών χαρακτηριστικών ***r*** που προβλέπονται στην EC8-3 §A.4.2.2(2), ενώ γενικά σε περιπτώσεις μελών με βλάβες θα πρέπει να εισάγονται κατάλληλες τιμές για τους συντελεστές ***r*** π.χ. σύμφωνα με τον πίνακα Π1 του παραρτήματος 7Δ του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Οπλισμοί μελών

- **Νέα, ενισχυόμενα με μανδύα, θεμελίωση & υφιστάμενα:** Ουσιαστικά εξαιρούνται μόνο μέλη ενισχυόμενα με ρητίνες, Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP), ή μεταλλικό κλωβό.
- **Νέα & ενισχυόμενα με μανδύα & θεμελίωση**: Χρήσιμη επιλογή σε περιπτώσεις που στην κατασκευή προβλέπονται προστιθέμενα ή/και ενισχυόμενα μέλη. Σε τέτοιες περιπτώσεις η διαστασιολόγηση των μελών αυτών, αλλά και ο έλεγχος του εδάφους είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί σε πρώτη φάση (έστω προσεγγιστικά) με μια ελαστική ανάλυση π.χ. με Ευρωκώδικες. Με τον τρόπο αυτό, μετά την διαδικασία επίλυσης και οπλισμού κτιρίου, τα υφιστάμενα μέλη διατηρούν τον οπλισμό τους και στην συνέχεια υφιστάμενα, νέα και ενισχυόμενα μέλη, όπως και το έδαφος αποτιμούνται ως προς την Φέρουσα Ικανότητα υπό στατικά και σεισμικά φορτία (pushover).
- **Νέα & ενισχυόμενα με μανδύα**: Για τις περιπτώσεις αποτίμησης που πρέπει να διαστασιολογηθούν πρώτα τα νέα τμήματα με ελαστική ανάλυση, αλλά χωρίς έλεγχο του εδάφους, επειδή αυτό γίνεται στην ανάλυση αποτίμησης φέρουσας ικανότητας.
- **Μόνο υφιστάμενα & θεμελίωση**: Αφορά περιπτώσεις όπου έχει γίνει ήδη διάκριση μεταξύ νέων και υφιστάμενων μελών και χρειάζεται να επαναληφθεί η όπλιση του κτιρίου με παλαιό κανονισμό ώστε να επικαιροποιηθεί ο οπλισμός των υφιστάμενων μελών, όπως και ο έλεγχος του εδάφους, π.χ. μετά από διορθώσεις στο προσομοίωμα.

Ο μελετητής έχει την δυνατότητα να οπλίσει π.χ. τα υφιστάμενα μέλη με κάποιον παλαιό κανονισμό προσομοιάζοντας με αυτόν τον τρόπο την παλαιά μελέτη. Στην συνέχεια αλλάζοντας τον κανονισμό σε κάποιον σύγχρονο π.χ. ΕC μπορεί να διαστασιολογήσει τα προστιθέμενα μέλη ή και τις ενισχύσεις χωρίς να μεταβληθούν οι οπλισμοί στα υφιστάμενα μέλη ώστε να χρησιμοποιηθούν – τελικά- για την αποτίμηση της Φέρουσας Ικανότητας της κατασκευής ως σύνολο.

Παρατηρήσεις

- Η παράμετρος έχει εφαρμογή σε όλους τους κανονισμούς και μόνο σε μέλη από σκυρόδεμα.
- Η χρήση της έχει νόημα μόνο εάν έχει επιλεγεί «Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας > Προσθήκες – Ενισχύσεις – Αποτίμηση».
- Εάν «Γενική περιγραφή εργασίας > Νέα οικοδομή» τότε **όλα** τα μέλη λαμβάνονται ως «Νέα» και υπολογίζεται νέος οπλισμός.
- Επιπρόσθετα, προκειμένου ένα μέλος να διαστασιολογηθεί ή να αποτιμηθεί η συμπεριφορά του, θα πρέπει να έχει δοθεί «Υποστύλωμα, Δοκός > Στατικά > Με διαστασιολόγηση, με αποτίμηση = Ναι».

Αυτόματος υπολογισμός αντοχών

Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση. Οι αντοχές fc_θ, fc_F, fy_θ, fy_F κλπ υπολογίζονται σε κάθε περίπτωση με αλλαγή των fck, fm, fyk, fym κλπ.

Οριακή παραμόρφωση οπλισμού εsu

Δίδεται η **οριακή ανηγμένη παραμόρφωση του διαμήκους οπλισμού ε_{su}**, η τιμή της οποίας έχει σημαντική επίδραση στον υπολογισμό της οριακής καμπυλότητας της διατομής φ_u. Η καμπυλότητα φ_u υπεισέρχεται στον υπολογισμό της οριακής γωνίας στροφής - χορδής θ_{um} υποστυλωμάτων, τοιχωμάτων και δοκών. Βλ. EC8-3 §Α.3.2.2(7) και (Α.4).

Οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού esu_n [%]

Αποτελεί την **χαρακτηριστική τιμή** της παραμόρφωσης και αφορά νέα μέλη καθώς και τον οπλισμό ενισχυόμενων μελών με μανδύα σκυροδέματος (**Πίνακας 4.25**). Βλ. EC2 παράρτ. Γ & EC8-2 παράρτ. Ε.

Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενου οπλισμού esu_e [%]

Εισάγεται η **μέση τιμή** της παραμόρφωσης υφιστάμενου χάλυβα, η οποία μπορεί να υπολογίζεται με εργαστηριακές δοκιμές ή –συνήθως– βάσει της ποιότητας του χάλυβα και ενδεικτικές τιμές από την βιβλιογραφία (**Πίνακας 4.25**). Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. παράρτ. 4.2.

Μέση αντοχή χάλυβα fym [Mpa] - Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων fywm [Mpa]

Δίδεται η μέση τιμή της αντοχής του **υφιστάμενου** χάλυβα του διαμήκη οπλισμού και των συνδετήρων. Εν γένει η εκτίμηση της αντοχής πραγματοποιείται με πειραματικές μετρήσεις, αλλά μπορεί να εκτιμάται βάσει των χαρακτηριστικών του χάλυβα που έχει χρησιμοποιηθεί (**Πίνακας 4.25**). Οι τιμές αντοχής που

παρουσιπαζονται ταυτίζονται με τις «Ερήμην, Ονομαστικές», Μέσες τιμές του πίνακα 2 στο παράρτημα 3.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Παρατηρήσεις

- Εφόσον πραγματοποιηθεί οπτική αναγνώριση/κατάταξη του χάλυβα, τότε σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §3.7.2.1 η Σ.Α.Δ_Υ μπορεί να θεωρηθεί «Ικανοποιητική». Σε τέτοια περίπτωση, δηλαδή, η χρήση των «Ερήμην» τιμών δεν οδηγεί σύμφωνα με το παράρτ. 3.1. σε «Ανεκτή» Σ.Α.Δ_Υ
- Για λόγους απλότητας για υφιστάμενα υλικά ζητείται ως εισακτέο δεδομένο μόνο η μέση τιμή. Για τους ελέγχους όπου υπεισέρχεται η «Αντιπροσωπευτική» ή χαρακτηριστική τιμή, αυτή υπολογίζεται αυτόματα στο πρόγραμμα από την μέση αφαιρώντας μια τυπική απόκλιση σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. παράρτ. 4.1 πιν. 4.1.

	Νέος οπλισμός *Χαρακτηρ. Τιμές*	**Υφιστάμενος οπλισμός** *Μέσες τιμές*		
	B500C	**S500 & Stahl IV**	**S400 & Stahl III**	**S220 & Stahl I**
Αντοχή ***fyk* ή *fym*** [Mpa]	*f*yk = 500	*f*ym = 520	*f*ym = 450	*f*ym = 280
Οριακή παραμόρφωση ***εsuk*** ή ***εsum***	6.0 ÷ 7.5%	5%	5%	10 ÷ 12%
Τυπική απόκλιση s/fym	-	0.06	0.08	0.10

Πίνακας 4.25: *«Ονομαστικές» ή Μέσες τιμές αντοχής για υφιστάμενο χάλυβα (ΚΑΝ.ΕΠΕ, Παραρτ. 3.1, πιν. 2), τιμές οριακές παραμόρφωσης και τυπικής απόκλισης αντοχής (ΚΑΝ.ΕΠΕ §4)*

Μέση αντοχή σκυροδέματος fcm [Mpa]

Εισάγεται η μέση αντοχή σκυροδέματος **υφιστάμενων μελών** όπως αυτή προκύπτει από επί τόπου δοκιμές. Πρόκειται για την αντοχή **κυλινδρικού δοκιμίου**, συνεπώς οι μετρήσεις θα πρέπει να ανάγονται κατάλληλα.

	Ποιότητα υφιστάμενου σκυροδέματος όπως προδιαγράφεται στην μελέτη	
	Μέση τιμή **κυβικού** δοκιμίου [Mpa]	Χαρακτηριστική τιμή **κυλινδρικού** δοκιμίου fck [Mpa]
B160	**16**	
B225	**22,5**	
B300	**30**	
C12/15		**12**
C16/20		**16**
C20/25		**20**
C25/30		**25**

Πίνακας 4.26: *Αντοχές για υφιστάμενο σκυρόδεμα ανάλογα με την ποιότητα που προδιαγράφεται στα κατασκευαστικά σχέδια της αρχικής μελέτης.*

Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ._Υ) σκυροδέματος & (Σ.Α.Δ._Υ) χάλυβα οπλισμού

Αφορά υφιστάμενα υλικά.

Σύμφωνα με την παράγραφο 3.7.2.1 του ΚΑΝΕΠΕ η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων χάλυβα (ΣΑΔ) οπλισμού διαχωρίζεται σε στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων υλικού ($ΣΑΔ_Υ$) και σε στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων λεπτομερειών όπλισης ($ΣΑΔ_Λ$). Η $ΣΑΔ_Υ$ αφορά την αξιοπιστία της αντοχής του χάλυβα. Η κατηγορία του χάλυβα οπλισμού αναγνωρίζεται οπτικά και τότε η $ΣΑΔ_Υ$ μπορεί να λαμβάνεται «Ικανοποιητική».

Ορίζεται το επίπεδο γνώσης ή αλλιώς η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων της αντοχής του **υφιστάμενου** σκυροδέματος και χάλυβα σύμφωνα με EC8-3 §3.3 & §3.4.3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ. §3.6 & §3.7.

- **KL1 - Περιορισμένη γνώση (Ανεκτή Σ.Α.Δ_Υ).** Αφορά μόνο το σκυρόδεμα.
- **KL2 - Κανονική γνώση (Ικανοποιητική Σ.Α.Δ_Υ)**
- **KL3 - Πλήρης γνώση (Υψηλή Σ.Α.Δ_Υ)**

Επίπεδο γνώσης λεπτομερειών όπλισης (Σ.Α.Δ._Λ) χάλυβα οπλισμού

Η Σ.Α.Δ_Λ καθορίζει την αξιοπιστία των λεπτομερειών όπλισης, δηλαδή του εισαγόμενου σιδερώματος στο προσομοίωμα. Καθορίζεται σύμφωνα με τον

πίνακα 3.2 του ΚΑΝΕΠΕ και εξαρτάται από την ύπαρξη ή μη σχεδίων της αρχικής μελέτης και το εύρος της αποτύπωσης και των επί τόπου μετρήσεων.

Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών σκυροδέματος CFc & χάλυβα CFs, Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος γ'c & χάλυβα γ's

Αφορούν υφιστάμενα υλικά.

Το επίπεδο γνώσης (KL) ή Σ.Α.Δ. (Σ.Α.Δ._Υ, Σ.Α.Δ._Λ) καθορίζει τις τιμές των συντελεστών εμπιστοσύνης (CF) καθώς και τους επιμέρους συντελεστές ασφαλείας των υλικών ***γ'c*** και ***γ's***. Στον καθορισμό των σκελετικών διαγραμμάτων αντοχής Μ-θ υπεισέρχονται οι μέσες τιμές αντοχής του χάλυβα και του σκυροδέματος διαιρεμένες με τον συντελεστή εμπιστοσύνης, ενώ στον προσδιορισμό των αντοχών των πρωτευόντων μελών σε τέμνουσα V_R διαιρούνται και με συντελεστές ασφαλείας ***γ'c*** και ***γ's***. Βλ. EC8-3 §2.2.1(5)Α-(7)Α. Αλλαγή του επιπέδου γνώσης ενημερώνει αυτόματα τους συντελεστές σύμφωνα και με το εθνικό προσάρτημα. Οι προεπιλεγμένες τιμές εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Συντελεστές εμπιστοσύνης CFc & CFs		**Επιμέρους συντελεστές ασφαλείας**			
			Σκυρ/μα **γ'c**		Χάλυβας **γ's**	
	GR	CY	GR	CY	GR	CY
KL1 Περιορισμένη γνώση	**1.30**	**1.35**	**1.65**	**1.50**	**1.25**	**1.15**
KL2 Κανονική γνώση	**1.20**		**1.50**		**1.15**	
KL3 Πλήρης γνώση	**1.10**	**1.00**	**1.35**		**1.05**	

Πίνακας 4.27: *Συντελεστές εμπιστοσύνης σκυροδέματος CFc και χάλυβα CFs και επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ'c και γ's για υφιστάμενα υλικά ανάλογα με το Επίπεδο Γνώσης (Σ.Α.Δ.) για εθνικό προσάρτημα Ελλάδας και Κύπρου. Βλ. EC8-3 §2.2.1(7)Α & §3.3.1(4).*

Οι παράμετροι «Επίπεδο γνώσης υλικού (Σ.Α.Δ_Υ) χάλυβα οπλισμού» και «Επίπεδο γνώσης λεπτομερειών όπλισης (Σ.Α.Δ_Λ) χάλυβα οπλισμού» καθορίζουν την τιμή της παραμέτρου «Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα γ`s», η οποία λαμβάνεται από τον παρακάτω **Error! Reference source not found.**.

	Σ.Α.Δ._Υ χάλυβα		
Σ.Α.Δ._Λ χάλυβα	KL3 – Πλήρης (Υψηλή)	KL2 – Κανονική (Ικανοποιητική)	KL1 – Περιορισμένη (Ανεκτή)
KL3 – Πλήρης (Υψηλή)	1.05	1.10	1.15
KL2 – Κανονική (Ικανοποιητική)	1.10	1.15	1.20
KL1 – Περιορισμένη (Ανεκτή)	1.15	1.20	1.25

Πίνακας 4.28: *Τιμές τις παραμέτρου . «Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα γ`s»*

Μέτρο ελαστικότητας FRP Ef [kN/m2]

Είναι το μέτρο ελαστικότητας των φύλλων/στρώσεων FRP

Οριακή εφελκυστική αντοχή FRP fuf [MPa]

Είναι η οριακή τιμή αντοχής του FRP

Οριακή ανηγμένη παραμόρφωση euf

Είναι η οριακή ανηγμένη παραμόρφωση του FRP

Συνολικό πάχος υλικού FRP tf [mm]

Αφορά δοκούς, τοιχώματα και υποστυλώματα με ορθογωνική ή κυκλική διατομή.

Εισάγονται τα μηχανικά χαρακτηριστικά του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση, όπως αυτά δίδονται από τον προμηθευτή, καθώς και το συνολικό πάχος των στρώσεων.

Η ενίσχυση έγκειται:

- Στην βελτίωση της διατμητικής ικανότητας, η οποία για το ενισχυόμενο μέλος υπολογίζεται βάσει της EC8-3 §A4.4.2.
- Στην βελτίωση της διαθέσιμης πλαστιμότητας μέσω πρόσθετης περίσφιγξης, η οποία δίδεται από EC8-3 §A4.4.3.

Παραδοχές υπολογισμού:

Στις δοκούς εφαρμόζονται λωρίδες ή φύλλα FRP μορφής U, ενώ σε υποστυλώματα πλήρης περιτύλιξη.

Η ακτίνα στρογγύλευσης R λαμβάνεται από το πρόγραμμα ίση με 2.0cm.

Ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας γ_{fd} του FRP λαμβάνεται από το πρόγραμμα ίσος με 1,50. Βλ. EC8-3 §A.4.4.2(9) και εθνικό προσάρτημα.

Ενισχύσεις με μεταλλικό κλωβό

Ποιότητα χάλυβα

Είναι η ποιότητα του δομικού χάλυβα των μεταλλικών γωνιακών και ελασμάτων του μεταλλικού κλωβού.

Τάση διαρροής [fy] [MPa]

Είναι η τάση διαρροής των μεταλλικών μελών του κλωβού.

Μέτρο ελαστικότητας E [KN/m2]

Είναι το μέτρο ελαστικότητας των μεταλλικών μελών του κλωβού.

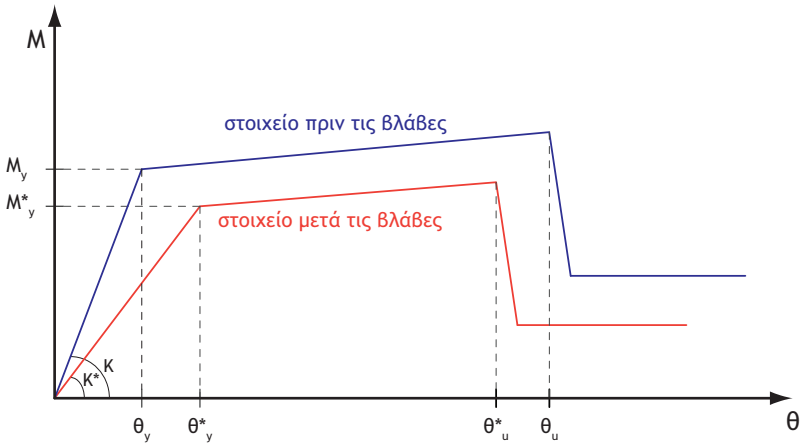
Λόγος συντελεστών προστιθέμενων υλικών γ'm/γm (ΚΑΝ.ΕΠΕ. 4.5.3.2.α)

Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση.

Συντελεστές r μηχανικών χαρακτηριστικών

Αφορά δοκούς και υποστυλώματα από **σκυρόδεμα**.

Δίδονται οι συντελεστές βλάβης (ή αλλιώς συντελεστές μονολιθικότητας) με τους οποίους πολλαπλασιάζονται οι χαρακτηριστικές τιμές των σκελετικών διαγραμμάτων ροπής στροφής M-θ, καθώς και οι αντοχές τέμνουσας VR. Ανάλογα με τον βαθμό βλάβης ο μελετητής μπορεί να εισάγει τις τιμές του πίνακα Π1 του παραρτήματος 7Δ του ΚΑΝ.ΕΠΕ.



Σχήμα 4.25: *Σκελετική καμπύλη συμπεριφοράς δομικού στοιχείου στην γενική μορφή F-d πριν και μετά τις βλάβες όπως αυτή διαμορφώνεται βάσει των συντελεστών r μηχανικών χαρακτηριστικών. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. παράρτ. 7Δ.*

Ροπή διαρροής & αστοχίας rM=M*/M

► **1.000**

Αποτελεί πολλαπλασιαστή της αντοχής σε κάμψη, η οποία υπεισέρχεται στους ελέγχους με στατικά ή σεισμικά φορτία.

Στροφή διαρροής rdy=θy*/θy

► **1.000**

Αφορά νέα ή υφιστάμενα μέλη, καθώς και ενισχυόμενα με ρητίνες ή FRP και πολλαπλασιάζει την στροφή διαρροής θy.

► **1.000**

Επειδή στον πίνακα Π1 του παραρτ. 7Δ δίδεται ο μειωτικός συντελεστής της δυσκαμψίας rk, θα πρέπει στην παράμετρο αυτή να εισαχθεί rdy= 1/rk.

Στροφή διαρροής (ενίσχυση με μανδύα) rdyj=θy*/θy

Αφορά μέλη ενισχυόμενα με έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

► **1.050** Προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με EC8-3 §A.4.2.2(2)

Οριακή στροφή rdu=θu*/θu

Εν γένει δίδεται τιμή μικρότερη της μονάδας, αλλά σε κάθε περίπτωση διασφαλίζεται από το πρόγραμμα ότι η τελική τιμή της πλαστικής παραμόρφωσης θu*-θy* δεν θα είναι μεγαλύτερη από την αρχική θu-θy.

Διατμητική αντοχή rV=VR*/VR

Αφορά νέα ή υφιστάμενα μέλη, καθώς και ενισχυόμενα με ρητίνες ή FRP

► **1.000**

Αποτελεί πολλαπλασιαστή της διατμητικής αντοχής, η οποία υπεισέρχεται στους ελέγχους με στατικά ή σεισμικά φορτία.

Διατμητική αντοχή (ενίσχυση με μανδύα) rVj=VR*/VR

Αφορά μέλη ενισχυόμενα με έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

► **0.900** Προεπιλεγμένη τιμή σύμφωνα με EC8-3 §A.4.2.2(2)

Απομείωση ροπής αντοχής rcor,Fy=Fy,cor/Fy

► **1.000**

Απομειώνει τη ροπή αντίστασης του δομικού στοιχείου συναρτήσει του βαθμού διάβρωσης της διατομής X_{cor}:

$$r_{cor,Fy} = \frac{F_{y,cor}}{F_y} = 1.0 - 1.30 \cdot X_{cor}$$

Η διάβρωση του χάλυβα οπλισμού διακρίνεται σε ομοιόμορφη διάβρωση η οποία μειώνει το εμβαδόν του οπλισμού και σε βελονισμό ο οποίος μειώνει την ολκιμότητα του χάλυβα. Αμφότερες επηρεάζουν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων στα οποία εμφανίζονται. Έτσι εισάγεται από τον ΚΑΝΕΠΕ στο Παράρτημα 7ΣΤ ο βαθμός διάβρωσης μεμονωμένης ράβδου, X_{cor} *ως* ο λόγος της απώλειας εμβαδού διατομής ράβδου:

$$X_{cor} = \frac{\Delta A_S}{A_S} = \frac{A_s - A_{s,cor}}{A_s} = \frac{D_s^2 - D_{s,cor}^2}{D_s^2}$$

Απομείωση αντοχής συνδετήρων rcor,Vw=Vw,cor/Vw

► **1.000**

Απομειώνει τη διατμητική δύναμη V_w του δομικού στοιχείου και υπολογίζεται με βάση την απομειωμένη διατομής τους διαιρεμένη με συντελεστή ασφαλείας

1.50. Για βαθμούς διάβρωσης μεγαλύτερους $X_{cor}>0.35$ θεωρείται πλήρης απώλεια διατομής συνδετήρα (V_w=0).

Απομείωση παραμόρφωσης αστοχίας δοκών rcor,θu= θu,cor/ θu

► **1.000**

Απομειώνει τη γωνία στροφής χορδής στην αστοχία της δοκού:

$$r_{cor,\theta u} = \frac{\theta_{u,cor}}{\theta_u} = 1.0 - 2.85 \cdot X_{cor}$$

Απομείωση παραμόρφωσης αστοχίας υποστυλωμάτων rcor,θu= θu,cor/ θu

► **1.000**

Απομειώνει τη γωνία στροφής χορδής στην αστοχία υποστυλώματος συναρτήσει του βαθμού διάβρωσης της διατομής X_{cor} και του ανηγμένου αξονικού ν:

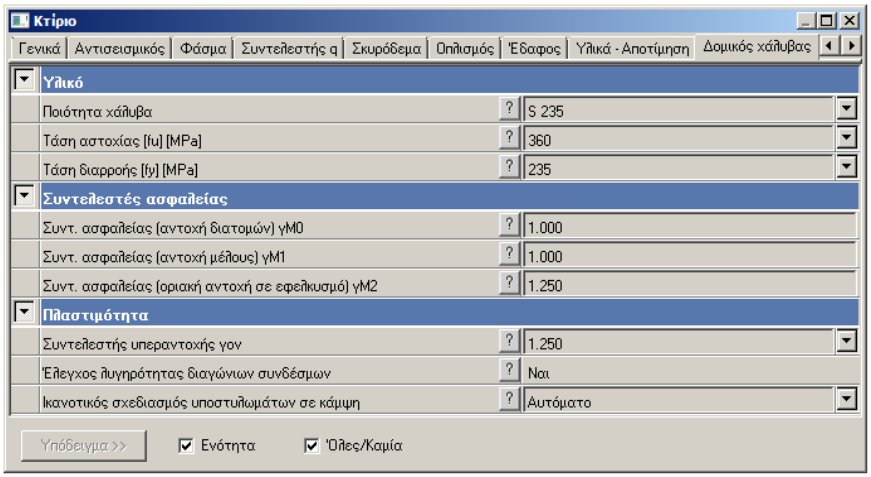
$$r_{cor,\theta u} = \frac{\theta_{u,cor}}{\theta_u} = 1.0 - 2.85 \cdot X_{cor},\ για\ \nu < 0.20$$

$$r_{cor,\theta u} = \frac{\theta_{u,cor}}{\theta_u} = 1.0 - 3.50 \cdot X_{cor},\ για\ 0.20 < \nu < 0.40$$

Αντοχές υλικών για έλεγχο παραμορφώσεων και δυνάμεων

Γίνεται εισαγωγή των αντοχών για τον έλεγχο παραμορφώσεων και δυνάμεων του σκυροδέματος, του χάλυβα διαμήκους και λοξού οπλισμού, καθώς και των συνδετήρων τόσο για τα νέα και υφιστάμενα κύρια μέλη, όσο και για τα δευτερεύοντα. *Βλ. EC8-3 §2.2.1(5)Α-(7)Α.*

4.1.1.8 Δομικός χάλυβας



Εικόνα 4.8: *Οι παράμετροι της κάρτας «Δομικός χάλυβας» του Κτιρίου*

Ποιότητα χάλυβα, τάση αστοχίας fu [MPa] και τάση διαρροής fy [MPa]

Για **διατομές θερμής έλασης** οι τάσεις αστοχίας fu και διαρροής fy λαμβάνουν αυτόματα τιμές στο πρόγραμμα βάσει της ποιότητας χάλυβα σύμφωνα με τον Πίνακα 3.1, §3.2.2 του EC3-1-1, θεωρώντας ως ονομαστικό πάχος διατομής t < 40 mm.

Για **τεγίδα ψυχρής έλασης** οι τιμές f_{yb} και f_u λαμβάνονται αυτόματα βάσει του πίνακα 3.1β του EC3-1-3 και του EN 10326:

	f_{yb} [Mpa]	f_u [Mpa]
S220GD	220	300
S250GD	250	330
S280GD	280	360
S320GD	320	390
S350GD	350	420
S550GD	550	600

.

Παρατηρήσεις:

- Κατά την εισαγωγή τεγίδας ψυχρής έλασης, ο μελετητής θα πρέπει να επιλέξει και την κατάλληλη ποιότητα. Αντίστροφα, εάν με την διαδικασία πάρε – δώσε

παραμέτρους μια τεγίδα ψυχρής έλασης μετατραπεί σε άλλη διατομή θα πρέπει και η ποιότητα χάλυβα να αλλάξει σε κάποια συμβατή με διατομές θερμής έλασης.

- Πριν την διαστασιολόγηση πραγματοποιείται έλεγχος συμβατότητας «είδους μέλους» και επιλεγμένης ποιότητας χάλυβα. Εάν διαπιστωθεί μη συμβατός συνδυασμός εμφανίζεται μήνυμα στην οθόνη και διακόπτεται η επίλυση.

Συντελεστής ασφαλείας υλικού γM0, γM1, γM2

Οι επιμέρους συντελεστές γ_M, που εφαρμόζονται στις διάφορες χαρακτηριστικές τιμές αντοχής. Σύμφωνα με EC3-1-1 §6.1(1) και το ελληνικό και κυπριακό εθνικό προσάρτημα είναι:

γ_{M0}= 1,00	αντοχή διατομών, ανεξάρτητα κατηγορίας
γ_{M1}= 1,00	αντοχή των μελών σε αστάθεια που προσδιορίζεται από ελέγχους μελών
γ_{M2}= 1,25	αντοχή διατομών σε εφελκυσμό μέχρι τη θραύση

Συντελεστής υπεραντοχής γον

Ο συντελεστή υπεραντοχής γ_{ov} υπεισέρχεται στον ικανοτικό προσδιορισμό της σεισμικής έντασης μελών, στα οποία δεν προβλέπεται ο σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης, διαμορφώνοντας τον συντελεστή μεγέθυνσης $1.1 \cdot \gamma_{ov} \cdot \Omega$ της σεισμικής συνιστώσας. Βλ. EC8-1 §6.1.3(2) & §6.6 - §6.8.

	Θέση & μορφή αναμενόμενης αστοχίας στο πλάστιμο μέλος **Υπολογισμός $\gamma_{ov} \cdot \Omega$ βάσει:**	**Μέγεθος που υπολογίζεται ικανοτικά**	**EC8-1**
Πλαίσια ροπής	Αστοχία άκρου δοκού λόγω ροπής	***M, V, N*** υποστυλωμάτων	(6.6)
Πλαίσια με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα	Αστοχία σε αξονική δράση διαγωνίου Χ ή V/Λ	Αξονική ***N*** δοκών & υποστυλωμάτων	(6.12)
Πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους	Αστοχία σε κάμψη ή διάτμηση σεισμικού συνδέσμου	Αξονική ***N*** υποστυλωμάτων & διαγωνίων	(6.30)

► **<u>1.25</u>:** σε περιπτώσεις όπου τα πλάστιμα και τα μη πλάστιμα στοιχεία σχεδιάζονται με την ίδια ποιότητα χάλυβα. Βλ. EC8-1 §6.2(3)α.

► **1.00:** όταν στις ζώνες απόδοσης ενέργειας η απαίτηση $f_{ymax} \leq f_y$ ικανοποιείται χρησιμοποιώντας χαμηλότερη ποιότητα χάλυβα για τα πλάστιμα στοιχεία απ' ότι για μη πλάστιμα. Π.χ. για τα πλάστιμα S235 με f_{ymax} = 355 και για τα μη πλάστιμα S355 με με f_y = 355. Βλ. Βλ. EC8-1 §6.2(3)β.

Έλεγχος λυγηρότητας διαγώνιων συνδέσμων

► **Όχι**: π.χ. σε φορείς που διαθέτουν μέχρι δύο ορόφους.

Σε κατασκευές ΚΠΧ δε απαιτείται και παραλείπεται αυτόματα από το πρόγραμμα ο έλεγχος λυγηρότητας.

► **Ναι**: Σε πλαίσια με συνδέσμους **χωρίς εκκεντρότητα** (κατακόρυφοι διαγώνιοι και σύνδεσμοι V ή Λ) ελέγχεται η ανηγμένη λυγηρότητα. Βάσει της EC8-1 §6.7.3, σε κατασκευές με τρεις ή περισσότερους ορόφους η ανηγμένη λυγηρότητα των συνδέσμων θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες σχέσεις και στις δυο πιθανές διευθύνσεις λυγισμού του μέλους (βλ. και EC3-1-1 §6.3.1.3, και σε περίπτωση όπου οι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση υφιστάμενων κατασκευών βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §):

Κατακόρυφοι χιαστί διαγώνιοι σύνδεσμοι (διάταξη Χ)	$1.3 < \bar{\lambda} = \frac{(a0 \cdot K \cdot L)}{\pi}\sqrt{\frac{A \cdot f_y}{E \cdot I}} \leq 2.0$	EC8-1 §6.7.3(1)
Κατακόρυφοι διαγώνιοι σύνδεσμοι σε διαφορετικά φατνώματα (όχι Χ)	$\bar{\lambda} = \frac{(a0 \cdot K \cdot L)}{\pi}\sqrt{\frac{A \cdot f_y}{E \cdot I}} \leq 2.0$	EC8-1 §6.7.3(2)
Σύνδεσμοι V ή Λ		EC8-1 §6.7.3(3)

Παρατηρήσεις:

- Η απαίτηση εξασφάλισης μιας ελάχιστης ανηγμένης λυγηρότητας ($\lambda \geq 1.3$) στους χιαστί διαγώνιους συνδέσμους (διάταξη Χ) ουσιαστικά δηλώνει την ανάγκη για περιορισμό της ακαμψίας, προκειμένου να αποφεύγεται η υπερφόρτωση των υποστυλωμάτων. Βλ. EC8-1 §6.7.3(1).

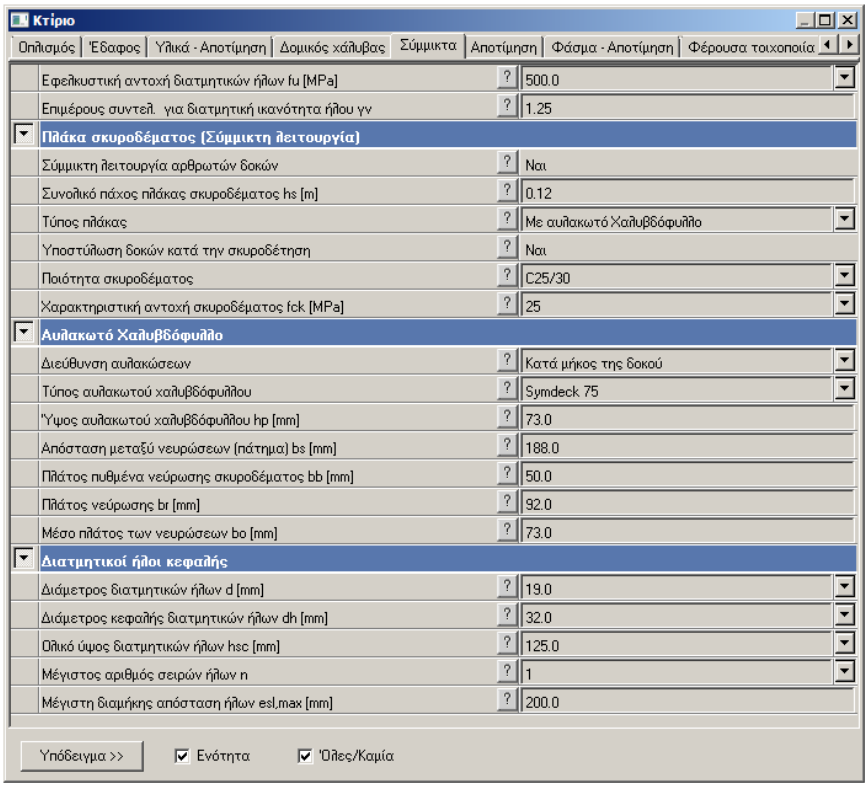
Η τήρηση της συνθήκης αυτής δεν αφορά την προεπιλεγμένη κατάσταση του προγράμματος, αλλά μόνο τις περιπτώσεις όπου δεν λαμβάνεται υπόψη ο θλιβόμενος διαγώνιος ή οι σύνδεσμοι εισάγονται με την μισή δυσκαμψία π.χ.

υποδιπλασιάζοντας το μέτρο ελαστικότητας του χάλυβα μέσω του πίνακα 403.4.

- Η απαίτηση η ανηγμένη λυγηρότητα των κατακόρυφων χιαστί συνδέσμων να είναι ταυτόχρονα μεγαλύτερη του 1,3 και μικρότερη από 2,0 και στους δυο άξονες λυγισμού z & y οδηγεί συνήθως σε διατομές με περίπου όμοιες ακτίνες αδρανείας iz & iy, δηλαδή κυκλικές CHS ή τετράγωνες SHS.

Οι Συντελεστές ισοδύναμου & καθαρού μήκους λυγισμού K - a0 περί τους άξονες y και z αναλύονται στην καρτέλα «Δοκός > Δομικός χάλυβας», ενώ εμφανίζονται στο τεύχος παράλληλα με τα μήκη για διαστασιολόγηση Ly και Lz.

4.1.1.9 Σύμμικτα



Εικόνα 4.9: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Σύμμικτα» του Κτιρίου.*

Εφελκυστική αντοχή διατμητικών ήλων fu [MPa]

Είναι η προδιαγεγραμμένη οριακή εφεκλυστική αντοχή του υλικού του ήλου η οποία συμμετέχει στον υπολογισμό της διατμητικής αντίστασης του ήλου (EC4, §6.6.3). Δεν θα πρέπει να λαμβάνεται μεγαλύτερη από 500 MPa.

Επιμέρους συντελ. για διατμητική ικανότητα ήλου γv

Είναι ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας που διαιρεί τη διατμητική αντοχή του ήλου (EC4, §6.6.3). Η συνιστώμενη τιμή είναι $\gamma_v = 1.25$.

Σύμμικτη λειτουργία αρθρωτών δοκών

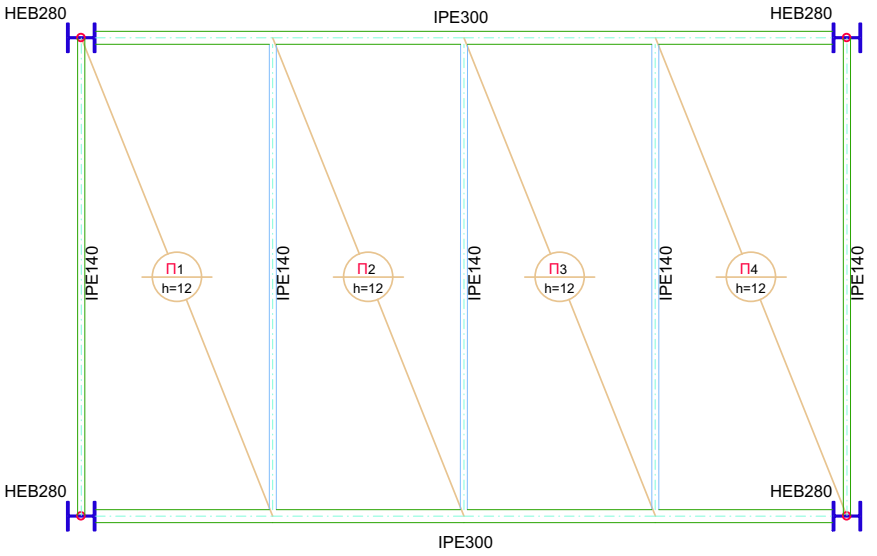
- **Ναι** / **Όχι**

Επιλέγεται εάν οι αμφιαρθρωτές δοκοί χάλυβα θα εμφανίσουν σύμμικτη συνεργασία με την πλάκα σκυροδέματος. Διαφορετικά υποτίθεται ότι λειτουργούν ως μεταλλικά μέλη.

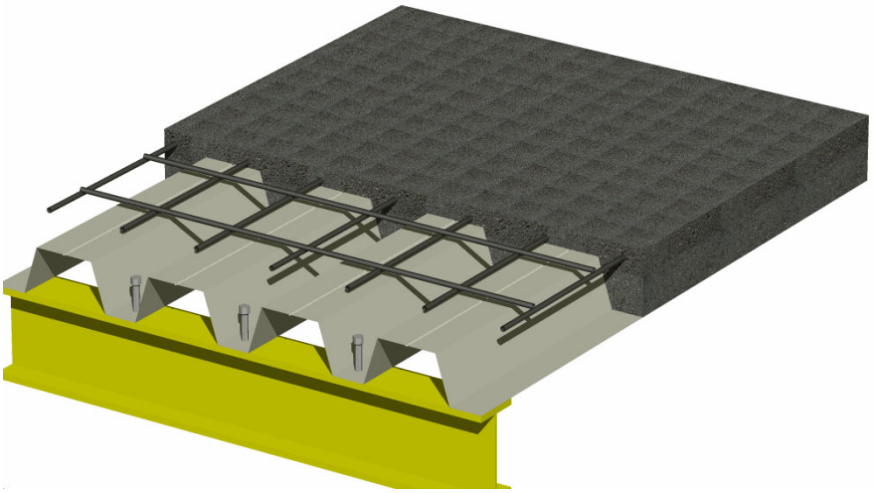
Παρατήρηση:

- Η παράμετρος αυτή εφαρμόζεται μόνο για τις δοκούς που έχουν χαρακτηριστεί ως «Γενικό μέλος» ή «Τεγίδες». Η συμπεριφορά όλων των υπόλοιπων ειδών δοκών θεωρείται αυτόματα ως μη-σύμμικτη (Βλέπε **Πίνακας 4.56**).

Η μορφή ενός σύμμικτου φορέα που υποστηρίζεται έχει τη μορφή της παρακάτω Εικόνα 4.10. Πάνω στις κύριες δοκούς συνδέονται αμφιαρθρωτές διαδοκίδες (κύρια μέλη) ή τεγίδες. Έπειτα τοποθετείται το χαλυβδόφυλλο (αν υπάρχει) διατάσσοντας τις αυλακώσεις εγκάρσια στην στενή έννοια του ανοίγματος. Χρησιμοποιούντας το χαλυβδόφυλλο ως μόνιμο μεταλλότυπο γίνεται η σκυροδέτηση, υλοποιώντας με αυτόν τον τρόπο την σύμμικτη λειτουργία των δοκών.



Εικόνα 4.10: *Τυπική κάτοψη σύμμικτου φορέα*

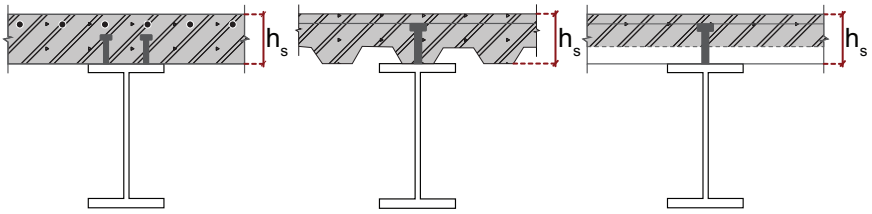


Εικόνα 4.11: Τυπική γεωμετρία σύμμικτης δοκού

Συνολικό πάχος πλάκας σκυροδέματος hs [m]

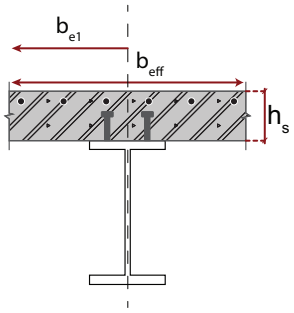
Ορίζεται το συνολικό πάχος της πλάκας σκυροδέματος.

Σε κάθε τύπο σύμμικτής πλάκας, είτε είναι συμπαγής, είτε είναι από χαλυβδόφυλλο, πρέπει να δίνεται το συνολικό ύψος της πλάκας όπως φαίνεται στο παρακάτω **Σχήμα 4.26**.



Σχήμα 4.26: *Συνολικό πάχος πλάκας σκυροδέματος* h_s σε περίπτωση (α) συμπαγούς πλάκας, και πλάκας με αυλακωτό χαλυβδόφυλλο με τις αυλακώσεις διατεταγμένες (β) παράλληλα ή (γ) κάθετα στην δοκό.

Συνεργαζόμενο πλάτος beff=be1+be2 [m]. Συνεργαζόμενο πλάτος αριστερά be1 [m]



Σχήμα 4.27: *Συνεργαζόμενα πλάτη σύμμικτης δοκού*

$$b_{eff} = b_{e1} + b_{e2}$$

όπου

$b_{e1} = L_e/8 < b_1$ είναι το αριστερό φτερό.

$b_{e2} = L_e/8 < b_2$ είναι το φτερό δεξιά της δοκού

τα b1 και b2 είναι τα γεωμετρικά όρια που δίδονται από τη μέση της πλάκας αριστερά και δεξιά αντίστοιχα και υπολογίζονται αυτόματα στο Fespa.

$$L_e = \lambda \cdot L_z$$

όπου

Lz είναι το μήκος της δοκού για διαστασιολόγηση κατά τον ισχυρό άξονα Z(3)

Ο συντελεστής λ εξαρτάται από την ύπαρξη ελαστικών αρθρώσεων στα άκρα (βλ. Δοκός>Στατικά) και παίρνει τις εξής τιμές:

- λ= 0.7 εάν δεν υπάρχει καμία ελαστική άρθρωση στα άκρα
- λ= 0.85 εάν υπάρχει μία άρθρωση στο ένα ή στο άλλο άκρο
- λ= 1.0 εάν υπάρχουν ελαστικές αρθρώσεις και στα δύο άκρα

Τύπος πλάκας

Επιλέγεται το είδος της πλάκας. Η επιλογή γίνεται ανάμεσα σε πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος σταθερού πάχους και πλάκα με αυλακωτό χαλυβδόφυλλο.

► Με αυλακωτό χαλυβδόφυλλο: Τα αυλακωτά χαλυβδόφυλλα διατάσσονται κάθετα ή παράλληλα στον άξονα της δοκού και αρχικά λειτουργούν ως

μεταλλότυποι μέχρι τη σκλήρυνση του σκυροδέματος. Μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος η συμβολή του στους ελέγχους της οριακής κατάστασης αστοχίας και λειτουργικότητας της διατομής θεωρείται αμελητέα και αγνοείται.

- ► Σταθερού πάχους: Θεωρείται ενιαία πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος σταθερού πάχους η οποία σκυροδετείται κατευθείαν πάνω στις αρθρωτές δοκούς.

Υποστύλωση δοκών κατά τη σκυροδέτηση

Η παράμετρος αυτή ρυθμίζει τον υπολογισμό των βελών λειτουργικότητας.

- ► **Ναι / <u>Όχι</u>**

Για επιλογή «Όχι» ο υπολογισμός του βέλους γίνεται ως εξής:

- Υπολογισμός βέλους δ_1 της μεταλλικής δοκού με τα ίδια βάρη.

  φορτία: ι.β. σκυροδέματος + ι.β μεταλλικήςς δοκού

  δυσκαμψία: της μεταλλικής διατομής

- Υπολογισμός πρόσθετου βέλους δ_2 σύμμικτης δοκού με τα επιπλέον φορτία

  φορτία: επικαλύψεις + κινητά

  δυσκαμψία: της ισοδύναμης σύμμικτης δοκού

- Συνολικό βέλος $\delta_{max}=\delta_1+\delta_2$

Στην περίπτωση χωρίς υποστύλωση των μεταλλικών δοκών κατά τη σκυροδέτηση προτείνεται αντιβέλος $\delta_0 = \delta_1$ έτσι ώστε οι διατμητικοί ήλοι να παραλαμβάνουν μόνο τις διαμήκεις δράσεις από τα επιπλέον φορτία.

Για επιλογή «Ναι» ο υπολογισμός του βέλους γίνεται ως εξής

- Υπολογισμός βέλους δ_{max} σύμμικτης δοκού με όλα τα φορτία.

  φορτία: ι.β. σκυροδέματος + ι.β μεταλλικήςς δοκού + επικαλύψεις + κινητά

  δυσκαμψία: της ισοδύναμης σύμμικτης δοκού

Ποιότητα σκυροδέματος

Επιλέγεται η ποιότητα του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται. Σημειώνεται ότι ο EC4 δεν καλύπτει το σχεδιασμό σύμμικτων κατασκευών με κατηγορίες αντοχής σκυροδέματος χαμηλότερες των C20/25 και υψηλότερες των C60/75 (EC4, §3.1(2)).

Χαρακτ. αντοχή σκυροδέματος fck [Mpa]

Ορίζεται η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται.

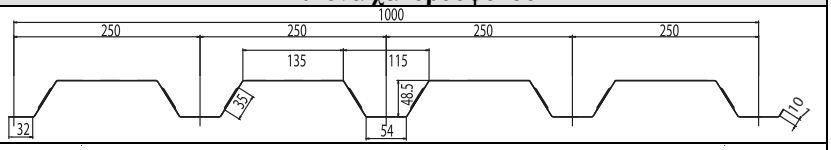
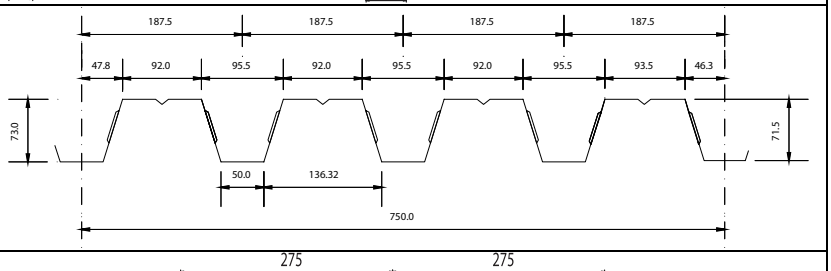
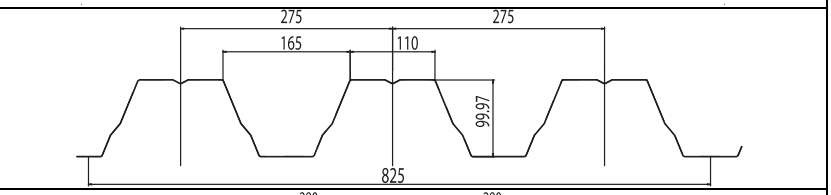
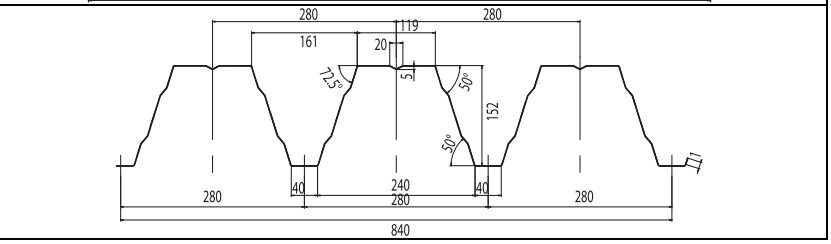
Διεύθυνση αυλακώσεων

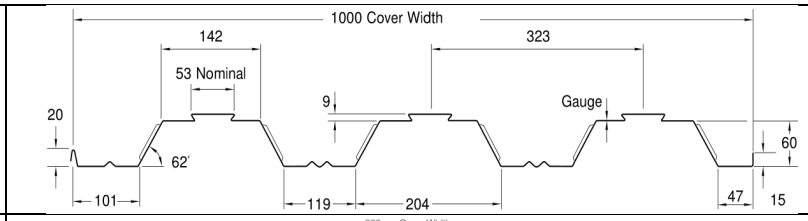
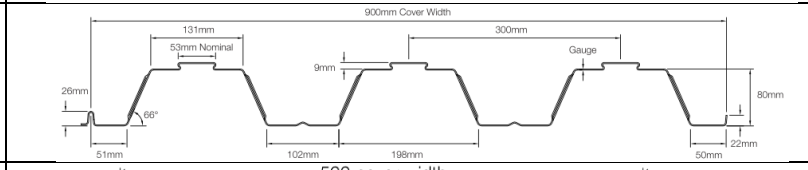
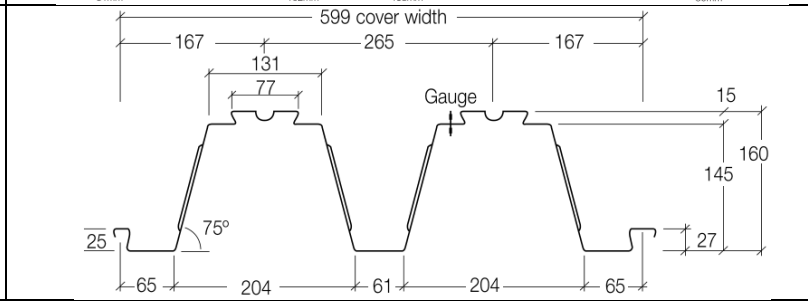
Επιλέγεται η διεύθυνση των αυλακώσεων του χαλυβδόφυλλου σε σχέση με τη σύμμικτη δοκό. Διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

- Εγκάρσια στη δοκό: Τα αυλακωτά χαλυβδόφυλλα διατάσσονται κάθετα στον άξονα της δοκού.
- Κατά μήκος της δοκού: Τα αυλακωτά χαλυβδόφυλλα διατάσσονται παράλληλα στον άξονα της δοκού.

Τύπος αυλακωτού χαλυβδόφυλλου hp [mm]

Υποστηρίζεται αυτόματη επιλογή χαλυβδόφυλλου από τα παρακάτω είδη:

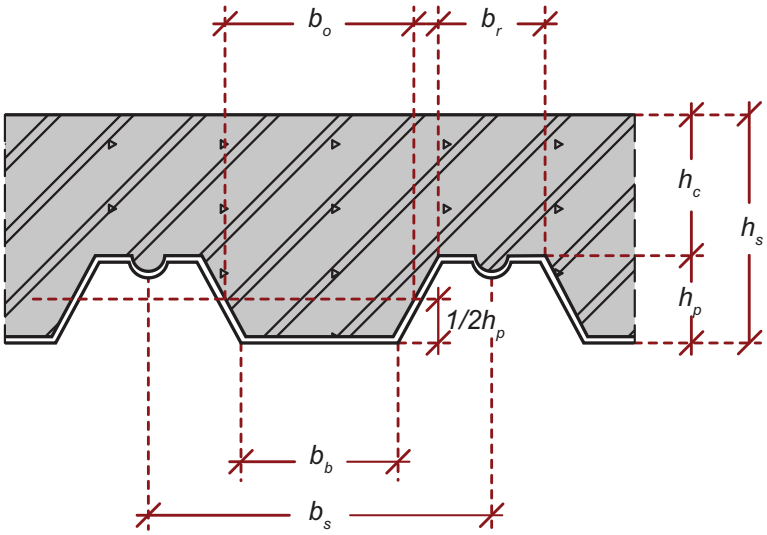
Όνομα	Εικόνα χαλυβδόφυλλου
Symdeck 50	
Symdeck 75	
Symdeck 100	
Symdeck 150	

Multideck 60	
Multideck 80	
Multideck 146	

Πίνακας 4.29: *Τύποι αυλακωτού χαλυβδοφύλλου*

Ύψος αυλακωτού χαλυβδόφυλλου hp [mm]. Απόσταση μεταξύ νευρώσεων (πάτημα) bs [mm]. Πλάτος πυθμένα νεύρωσης σκυροδέματος bb [mm]. Πλάτος νεύρωσης br [mm]. Μέσο πλάτος νευρώσεων bo [mm].

Δίνονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χαλυβδόφυλλου σύμφωνα με το **Σχήμα 4.28**



Σχήμα 4.28: *Γεωμετρικά χαρακτηριστικά χαλυβδόφυλλου*

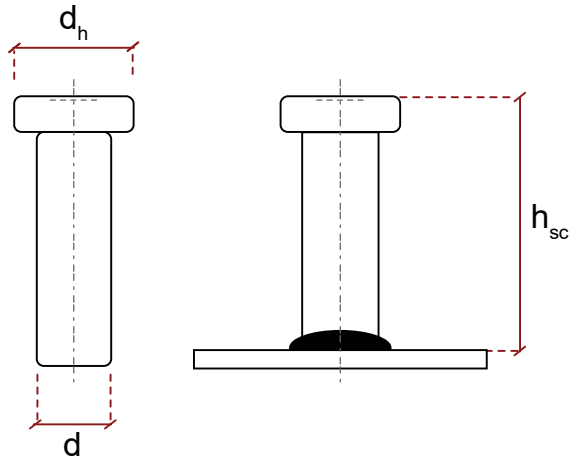
Ανάλογα με τον τύπο του χαλυβδόφυλλου που έχει επιλεγεί ανανεώνονται αυτόματα οι παράμετροι σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακας 4.30.

Όνομα	Ύψος	Πλάτος Άνω	Πλάτος Κάτω	Πάτημα	Πάχος	Κάλυψη
[-]	h_p [mm]	b_r [mm]	b_b [mm]	b_s [mm]	t [mm]	[mm]
Symdeck 50	48.5	131.0	54.0	250.0	0.75 ÷ 1.25	1000.0
Symdeck 75	73.0	92.0	50.0	187.5	0.75 ÷1.50	750.0
Symdeck 100	100.0	110.0	55.0	275.0	0.75 ÷ 1.50	825.0
Symdeck 150	152.0	119.0	40.0	180.0	0.75 ÷ 1.50	840.0
Multideck 60	60.0	142.0	110.0	323.0	0.90, 1.20	1000.0
Multideck 80	80.0	131.0	102.0	300.0	0.90	900.0
Multideck 146	145.0	131.0	61.0	265.0	1.20, 1.50	600.0

Πίνακας 4.30: *Τιμές γεωμετρικών χαρακτηριστικών χαλυβδόφυλλων*

Διάμετρος διατμητικών ήλων d [mm]. Διάμετρος κεφαλής διατμητικών ήλων dh [mm]. Ολικό ύψος διατμητικών ήλων hsc [mm].

Δίνονται οι διαστάσεις των διατμητικών ήλων κεφαλής σύμφωνα με το παρακάτω **Σχήμα 4.29**.



Σχήμα 4.29: *Διαστάσεις διατμητικώνν ήλων κεφαλής*

Οι διαστάσεις των ήλων πρέπει να είναι σύμφωνες και συμβατές με τα πρότυπα EN ISO 13918 και EN ISO 14555. Τυπικές διάμετροι ήλων παρουσιάζονται στον παρακάτω **Πίνακας 4.31**:

d	**d_h**
[mm]	**[mm]**
12	25
13	25
16	32
19	32
22	35
25	40

Πίνακας 4.31: *Τυπικές διάμετροι διατμητικών ήλων*

Παρατήρηση: Για τις διαμέτρους των ήλων κεφαλής ισχύουν επίσης οι παρακάτω γεωμετρικοί περιορισμοί (EC4 §6.6.5.7, §6.6.5.8)

- $h_{sc}>3\cdot d$, το ύψος πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το 3πλάσιο της διαμέτρου.
- $d_h>1.5\cdot d$, η διάμετρος της κεφαλής πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1.5 φορά τη διάμετρο του ήλου
- $d\leq 1.5\cdot t_f$, η διάμετρος ενός συγκολλημένου ήλου δε θα πρέπει να υπερβαίνει τη 1.5 φορά το πάχος του πέλματος στο οποίο είναι συγκολλημένος

- Το ονομαστικό ύψος του ήλους (ολικό ύψος – πάχος κεφαλής) θα πρέπει να εκτείνεται όχι λιγότερο από 2·d επάνω από το άνω μέρος του χαλυβδόφυλλου.

Μέγιστος αριθμός σειρών n

Σε περίπτωση που επιλεγεί n = 1, τότε τοποθετείται ένας διατμητικός ήλος πάνω από τον κορμό, ενώ για n > 1 τοποθετούνται ήλοι στα πέλματα της χαλύβδινης διατομής.

Μέγιστη διαμήκης απόσταση ήλων esl,max [mm]

Ο χρήστης μπορεί να εισάγει, αν το επιθυμεί, τιμή διαμήκους απόστασης ήλων e_{sl} η οποία να είναι μικρότερη από τα ελάχιστα του κανονισμού. Σε διαφορετική περίπτωση, η απόσταση e_{sl} θα υπολογιστεί από το πρόγραμμα βάσει των διατάξεων του **EN1994-1-1**, **§ 6.6.5.5**, ως εξής:

- $e_{sl} \geq 5 \cdot d$, πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 5πλάσιο της διαμέτρου του ήλου.
- $esl \leq \min(6 \cdot h_s, 800\ mm)$, όπου h_s είναι το ύψος της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.

Επιπλέον περιορισμοί έτσι ώστε το πέλμα της δοκού να κατηγοριοποιηθεί σε κατηγορία 1 ή 2 είναι οι παρακάτω:

- $e_{sl} \leq 22 \cdot \varepsilon \cdot t_f$, για συμπαγή πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.
- $e_{sl} \leq 15 \cdot \varepsilon \cdot t_f$, για πλάκα με χαλυβδόφυλλο.

Μερική διατμητική σύνδεση

Ναι:

Με τη μερική διατμητική σύνδεση δεν παραλαμβάνεται πλήρως η διαμήκης διατμητική δύναμη και λαμβάνει χώρα μερική ολίσθηση μεταξύ πλάκας σκυροδέματος και σιδηροδοκού. Αυτό επιτρέπεται, καθώς συνήθως δεν εξαντλείται πλήρως η αντοχή της σύμμικτης δοκού, διότι η δρώσα ροπή M_{Ed} είναι μικρότερη από την πλαστική ροπή $M_{pl,Rd}$. Συνεπώς, προκύπτει μικρότερος αριθμός συνδέσμων από το στατικώς απαιτούμενο.

Προϋποθέσεις εφαρμογής είναι:

- Περιοχή θετικών ροπών (σκυρόδεμα σε θλίψη)
- Οικοδομικά έργα
- Διατομές κατηγορίας 1 ή 2
- Όλκιμη συμπεριφορά διατμητικών συνδέσμων
- Οριακή Κατάσταση αστοχίας

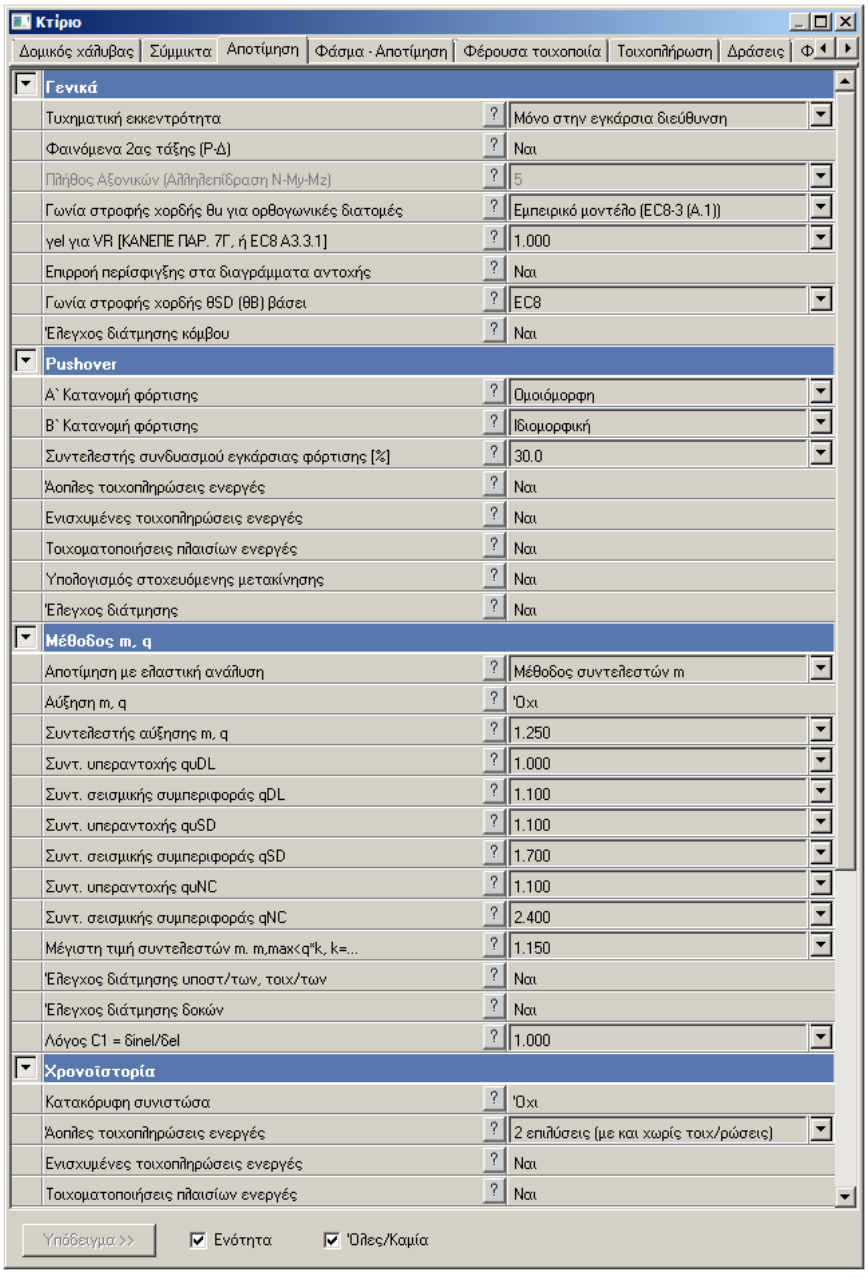
- Σιδηροδοκοί με ίσα πέλματα

Επίσης, σύμφωνα με τον EC8, σε κύριες δοκούς με πλαισιακή λειτουργία το ποσοστό διατμητικής σύνδεσης, δηλ ο υπολογιζόμενος αριθμός συνδέσμων προς τον απαιτούμενο αριθμό συνδέσμων για πλήρη διατμητική σύνδεση, πρέπει να είναι ίσο ή να υπερβαίνει το 80%

Όχι:

Γίνεται πλήρης κάλυψη της διαμήκους διάτμησης έτσι ώστε να επιτευχθεί η πλήρης πλαστική ροπή της σύμμικτης δοκού. Συνεπώς, προκύπτει ίσος ή μεγαλύτερος αριθμός διατμητικών συνδέσμων από τον στατικώς απαιτούμενο.

4.1.1.10 Αποτίμηση



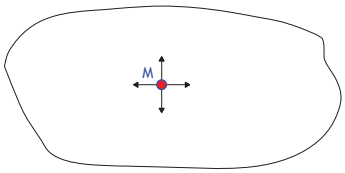
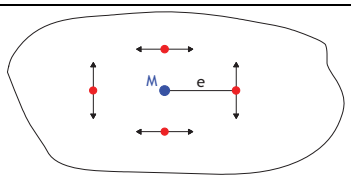
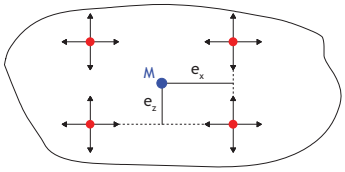
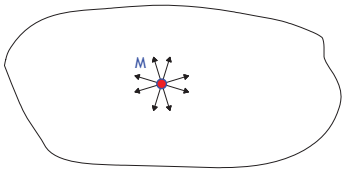
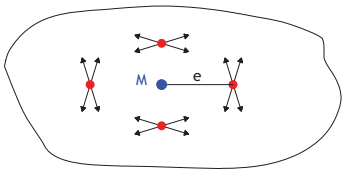
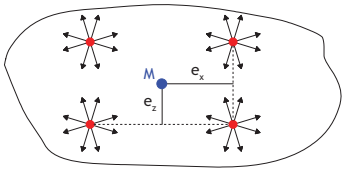
Εικόνα 4.12: *Οι παράμετροι της κάρτας «Αποτίμηση» του Κτιρίου.*

Τυχηματική εκκεντρότητα

Τα πλευρικά φορτία εφαρμόζονται στις θέσεις των μαζών λαμβάνοντας υπόψη την τυχηματική εκκεντρότητα. Βλ. EC8-3 §4.4.4.2(2) & EC8-1 §4.3.3.4.2.2(2)A.

- **Μόνο στην εγκάρσια διεύθυνση** της συνιστώσας με την μεγαλύτερη τέμνουσα βάσεως για την ανάλυση της Pushover. Δηλαδή, σε φορτίσεις X (0° ή 180°) ανεξάρτητα τυχόν εγκάρσιας συνιστώσας λαμβάνεται τυχηματική εκκεντρότητα μόνο στην διεύθυνση ±Z (90° & 270°).
- **Κατά X & Z**. Σε κάθε διεύθυνση φόρτισης εξετάζονται περιπτώσεις τυχηματικής εκκεντρότητας ±X και ±Z.
- **Όχι.** Η οριζόντια δράση εφαρμόζεται στο κέντρο μάζας.

Για την ανάλυση Pushover Βλ. **Σχήμα 4.30**.

α/α	Συντ. συνδυασμού εγκάρσιας φόρτ. [%]	Τυχημ. εκκεντρότητα	Περιπτώσεις φόρτισης	Πλήθος αναλύσεων
Α	0	Όχι		4 κατευθύνσεις φόρτισης x 2 κατανομές = **8**
Β	0	Μόνο στην εγκάρσια διεύθυνση		8 κατευθύνσεις φόρτισης x 2 κατανομές = **16**
Γ	0	Κατά X & Z		16 κατευθύνσεις φόρτισης x 2 κατανομές = **32**
Δ	30	Όχι		8 κατευθύνσεις φόρτισης x 2 κατανομές = **16**
Ε	30	Μόνο στην εγκάρσια διεύθυνση		16 κατευθύνσεις φόρτισης x 2 κατανομές = **32**
ΣΤ	30	Κατά X & Z		32 κατευθύνσεις φόρτισης x 2 κατανομές = **64**

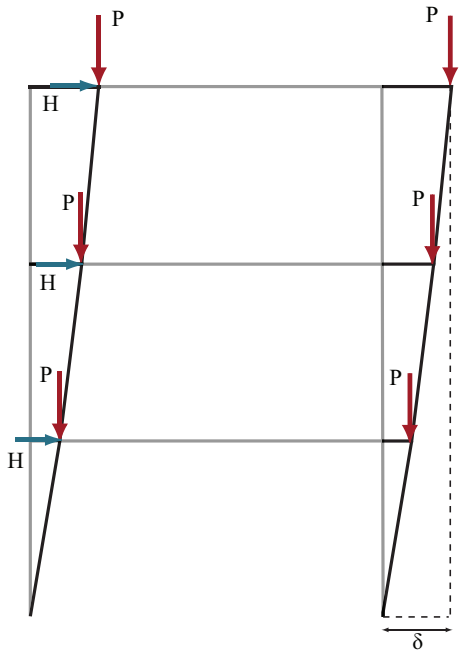
Σχήμα 4.30: *Πλήθος ανελαστικών αναλύσεων ανάλογα με τις επιλογές για την εγκάρσια συνιστώσα της φόρτισης και την τυχηματική εκκεντρότητα.*

Παρατήρηση:

Όσον αφορά την ανάλυση χρονοϊστορίας οι επιλογές «Μόνο στην εγκάρσια διεύθυνση» και «Κατά X & Z» οδηγούν στο ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα, δηλαδή τη μετάθεση του κέντρου μάζας κατά ±X και ±Z. Αυτό συμβαίνει επειδή η χωρική επαλληλία λαμβάνεται αυτομάτως υπόψη με τη δράση δύο ταυτόχρονων επιταχυνσιογραφημάτων στις 2 κάθετες διευθύνσεις του κτηρίου. Για κάθε ένα ζεύγος επιταχυνσιογραφημάτων (ή τριάδα αν υπάρχει κατακόρυφη συνιστώσα) εκτελούνται 4 αναλύσεις, όπου η καθεμία αντιστοιχεί σε μετάθεση μάζας κατά ±X, ±Z.

Φαινόμενα 2ης τάξης (P-Δ)

► **Ναι**: Οι στατικές επιρροές 2ας τάξεως λαμβάνονται υπόψη μεταβάλλοντας τη γεωμετρία της κατασκευής, λόγω της μετατόπισης του φορέα e_i σε κάθε βήμα της ανάλυσης ***i*** *(βλ.* Σχήμα 4.31). Σε κάθε βήμα τροποποιούνται και τα γεωμετρικά δεδομένα του μητρώου ακαμψίας της κατασκευής βάσει της νέας θέσης των κόμβων με αποτέλεσμα τα κατακόρυφα φορτία ***P*** να παράγουν πρόσθετη ένταση. Βλ. σχετικά ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.4.7.1γ



Σχήμα 4.31 *Τροποποίηση του γεωμετρικού μητρώου της κατασκευής σε κάθε βήμα της ανάλυσης pushover βάσει της μετατόπισης ώστε να ληφθούν υπόψη οι επιδράσεις 2ης τάξης.*

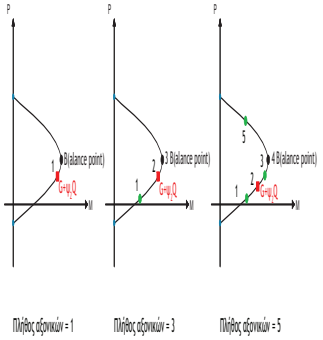
Παρατήρηση:

Η παραπάνω μέθοδος αφορά μόνο τις ανελαστικές αναλύσεις αφού για να υλοποιηθεί απαιτείται βηματική διαδικασία. Στις ελαστικές αναλύσεις τα φαινόμενα 2ης τάξης συνυπολογίζονται μέσω του συντελεστή θ. Βλ. σχετικά ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.4.7.1

Πλήθος αξονικών (Αλληλεπίδραση N-My-Mz)

Κατά τον υπολογισμό των διαγραμμάτων ροπών καμπυλοτήτων M-φ στο πρόγραμμα λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της αξονικής δύναμης στην καμπτική αντοχή.

Η καμπύλη αλληλεπίδρασης N-M προσεγγίζεται προσδιορίζοντας την αντοχή Mu για 5+2 αξονικές δυνάμεις. Για τις αξονικές αυτές συντασσονται τα διαγράμματα M-φ. Δυο από αυτές αφορούν το Balance point και τις οιονεί μόνιμες δράσεις G+ψ2·Q) και άλλες 3 εκατέρωθεν των θέσεων αυτών, ενώ επιπλέον υπολογίζεται η μέγιστη θλιπτική και η μέγιστη εφελκυστική αντοχή (για μηδενική ροπή – άξονας P) καταλήγοντας με αυτόν τον τρόπο σε συνολικά 7 αξονικές.



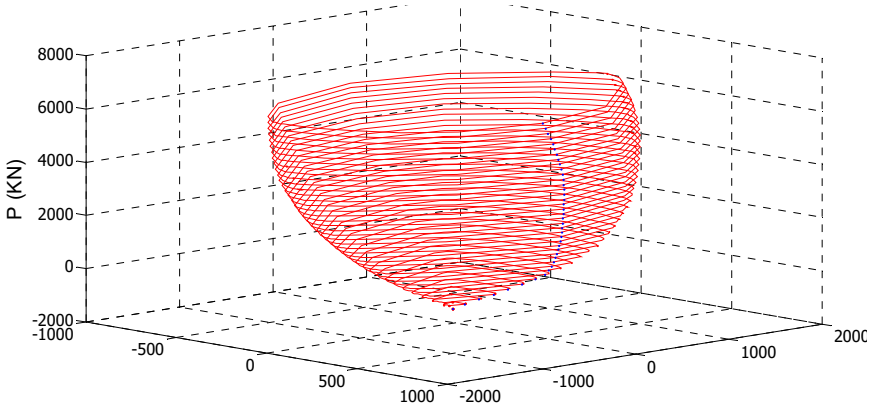
Σχήμα 4.32: *Διάγραμμα αλληλεπίδρασης ροπής-αξονικής δύναμης M-P, πλήθος και σχετικό μέγεθος αξονικών δυνάμεων, για τις οποίες θα συνταχθούν διαγράμματα Ροπών – Καμπυλοτήτων.*

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

- Για κάθε γωνία της συνιστασμένης ροπής (αλληλεπίδραση My-Mz) υπολογίζεται η αξονική δύναμη για την οποία η διατομή εμφανίζει τη μέγιστη καμπτική αντοχή (Balance point-B στο **Σχήμα 4.32**).
- Υπολογισμός των σημείων του διαγράμματος αλληλεπίδρασης διαξονικής κάμψης- αξονικής δύναμης, που αντιστοιχούν στη μέγιστη θλιπτική και εφελκυστική αντοχή της διατομής (σημεία επί του άξονα *P* στο **Σχήμα 4.32**).

- Σε κάθε βήμα της ανάλυση pushover και για την δεδομένη αξονική δύναμη η απόκριση προσεγγίζεται με γραμμική παρεμβολή μεταξύ των καταστάσεων που έχουν υπολογιστεί.

Κάθε σημείο της κάθε καμπύλης στο **Σχήμα 4.32** αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη κλίση του ουδέτερου άξονα (συνισταμένη My-Mz) και αξονική δύναμη.



Σχήμα 4.33: *Τρισδιάστατη απεικόνιση διαγραμμάτων αλληλεπίδρασης διαξονικής κάμψης My-Mz (οριζόντιο επίπεδο) και αξονικής δύναμης P (κατακόρυφος άξονας).*

Γωνία στροφής χορδής θu για ορθογωνικές διατομές

- **<u>Εμπειρικό μοντέλο (EC8-3 (A.1)).</u>** Εχει προκύψει από πλήθος πειραματικών δεδομένων, αλλά προϋποθέτει την υπάρξη ορθογωνικής θλιπτικής ζώνης. Συνεπώς αν επιλεγεί χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα μόνο στις δοκούς.
- **Φυσικό μοντέλο (EC8-3 (A.4))**. Προκύπτει αναλυτικά μέσω των καμπυλοτήτων. Έχει γενική ισχύ και γι' αυτό χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα αυτόματα στα υποστυλώματα όπου αναμένεται η ύπαρξη μη ορθογωνικής θλιβόμενης ζώνης.

γel για VR [ΚΑΝΕΠΕ ΠΑΡ. 7Γ, ή EC8 A3.3.1]

- **<u>γ_{el}=1.0 (ΚΑΝΕΠΕ)</u>:** Στον ΚΑΝΕΠΕ (Παράρτημα 7Γ) δεν καθορίζεται συντελεστής ασφαλείας που να διαιρεί τη διατμητική αντοχή του δομικού μέλους.

- **γ_{el}=1.15 (EC8-3):** Στον EC8-3 (§A3.3.1) ορίζεται συντελεστής ασφαλείας της διατμητικής αντοχής γ_{el}=1.15 για τα κύρια μέλη, ενώ για τα δευτερεύοντα ισχύει γ_{el}=1.0.

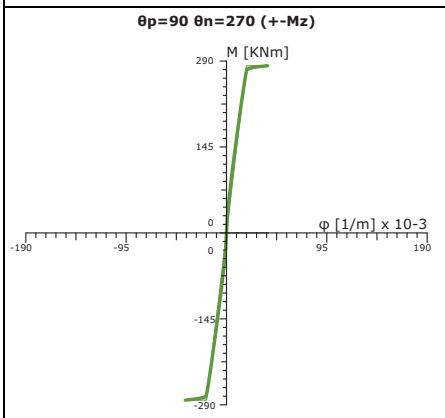
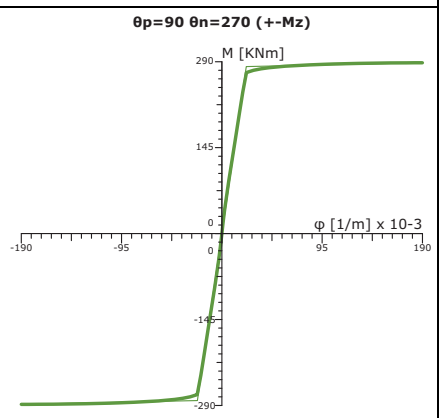
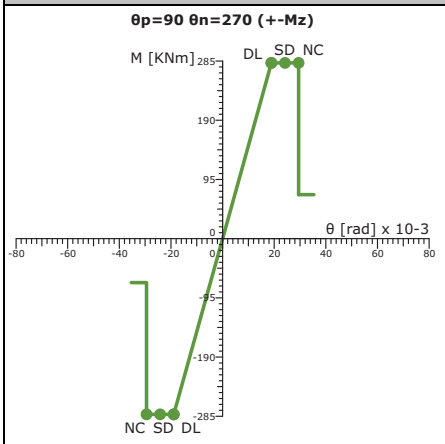
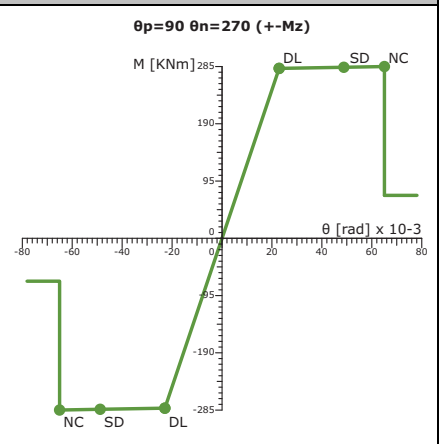
Επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής

Σε υποστυλώματα και τοιχώματα επιλέγεται εάν η οριακή ανηγμένη **θλιπτική παραμόρφωση του σκυροδέματος ε_{CU}**, η τάση του σκυροδέματος f_{CC}, καθώς και η θλιπτική παραμόρφωση του σκυροδέματος στην διαρροή ε_{CC} θα προσαυξηθούν λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση της περίσφιγξης.

- **Ναι:** Σε νέες κατασκευές και υφιστάμενες που έχουν μελετηθεί με κανονισμούς, στους οποίους προβλεπόταν διαμόρφωση λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα (π.χ. στην Ελλάδα μετά το 1985).
- **Όχι**: Π.χ. σε υφιστάμενα κτίρια όπου διαπιστώνεται:
  - Είτε παράλειψη διαμόρφωσης κλειστών συνδετήρων π.χ. με γάντζους 135°
  - ή/και ιδιαίτερα αραιή διάταξη εγκάρσιου οπλισμού (/20 ή πιο αραιά). Σε τέτοια, περίπτωση, βέβαια, ακόμη και εάν επιλεγεί «Ναι», η απόδοση της περίσφιγξης είναι πρακτικά μηδενική και τελικά δεν θα έχει ιδιαίτερη επίδραση στα διαγράμματα Μ-φ.

Σημείωση

Μεγαλύτερα περιθώρια παραμόρφωσης σκυροδέματος συνεπάγονται αυξημένη οριακή καμπυλότητα **φu** και συνακόλουθα μεγαλύτερη οριακή ικανότητα γωνίας στροφής – χορδής **θu**. Βλ. EC8-3 (Α.4).

Χωρίς επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής	**Με επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής**
	
Διάγραμμα Ροπών – Καμπυλοτήτων M-φ	
	
Διάγραμμα Ροπών – γωνιών στροφών χορδής M-θ	

Σχήμα 4.34: Επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής υποστυλώματος.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.15.6.3

Γωνία Στροφής χορδής θSD (θB) βάσει:

- **EC8:** Η γωνία στροφής χορδής στην επιτελεστικότητα SD υπολογίζεται σύμφωνα με τον EC8:

$$\theta_{SD} = 0,75 \cdot \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}}$$

- **ΚΑΝ.ΕΠΕ.:** Η γωνία στροφής χορδής στην επιτελεστικότητα SD υπολογίζεται σύμφωνα με τον ΚΑΝΕΠΕ (Παράρτημα 4.4):

$$\theta_{SD} = 0,5 \cdot \frac{\left(\theta_y + \theta_u\right)}{\gamma_{Rd}}$$

Έλεγχος διάτμησης κόμβου

Γίνεται ο έλεγχος επάρκειας σε διάτμηση κόμβων δοκού-υποστυλώματος σύμφωνα με την §5.2.5 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Αναλυτικότερα, ελέγχεται η διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση του άοπλου και οπλισμένου κόμβου, καθώς και η διαγώνια θλίψη. Συνεπώς, ο μελετητής, ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι εγκάρσιων συνδετήρων στον κόμβο, ανατρέχει στο αντίστοιχο αποτέλεσμα του λόγου επάρκειας (οπλισμένου ή άοπλου κόμβου).

Α' & Β' Κατανομή φόρτισης

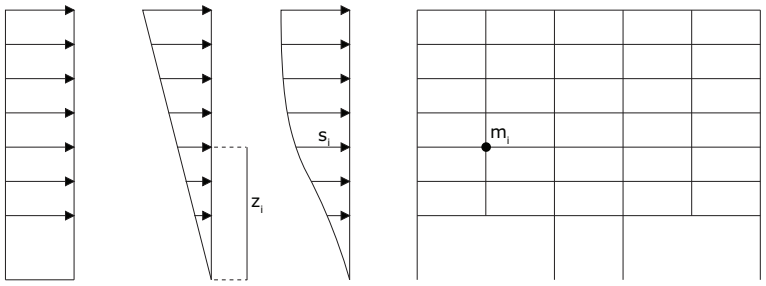
Εισάγεται η κατανομή βάσει της οποίας εφαρμόζεται το οριζόντιο φορτίο της ανελαστικής στατικής ανάλυσης. Βλ. EC8-1 §4.3.3.4.2.2. Σε κάθε περίπτωση το μέγεθος της οριζόντιας δύναμης $\boldsymbol{F_i}$ που επιβάλλεται σε κάθε βήμα στον κόμβο $\boldsymbol{i}$ είναι ανάλογο της μάζας του $\boldsymbol{m_i}$, ενώ στην τριγωνική κατανομή είναι ανάλογο και από το ύψος $\boldsymbol{z_i}$ ενώ στην ιδιομορφική κατανομή καθορίζεται από το μέγεθος της μετατόπισης $\boldsymbol{s_i}$ της μάζας στην θεμελιώδη ιδιομορφή κατά X ή Z.

Ομοιόμορφη: $F_i = F_b \cdot \frac{m_i}{m_j}$

Τριγωνική: $F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\Sigma\, z_j \cdot m_j}$

Ιδιομορφική: $F_i = F_b \cdot \frac{s_i \cdot m_i}{\Sigma\, s_j \cdot m_j}$

Όπου F_b η συνολική εφαρμοζόμενη δύναμη (τέμνουσα βάσης)



Σχήμα 4.35: *Κατανομές φόρτισης Ομοιόμορφη (ορθογωνική), τριγωνική και ιδιομορφική*

Παρατήρηση

Δεν έχει νόημα η Α' και Β' κατανομή φόρτισης να είναι ίδιες.

Συντελεστής συνδυασμού εγκάρσιας φόρτισης [%]

Προσδιορίζεται έμμεσα, μέσω του λόγου των συνιστωσών της φόρτισης η διεύθυνσή της.

- **30.0%.** Σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.4.9 & 5.7.3.6(γ) το κτίριο πρέπει να αναλύεται για φορτία σε δύο διευθύνσεις με λόγο των αντίστοιχων τεμνουσών βάσεως 100/30 και 30/100 (χωριστά).
- **0.0%.** Ώστε τα φορτία να εφαρμοστούν μόνο στις δύο κύριες διευθύνσεις της κατασκευής X και Z.

Βλ. **Σχήμα 4.30**.

Παρατήρηση

Ανεξάρτητα από την διεύθυνση της συνισταμένης της φόρτισης, η μετακίνηση του κόμβου ελέγχου, καθώς και τα δεδομένα του μονοβάθμιου ταλαντωτή προσδιορίζονται στη διεύθυνση που εφαρμόζεται η μεγαλύτερη τέμνουσα βάσεως. Βλ. παρατήρηση ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.4.9.

Άοπλες τοιχοπληρώσεις ενεργές

Ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις ενεργές

Τοιχοματοποιήσεις πλαισίων ενεργές

Ανάλυση Pushover

Στην περίπτωση αποτίμησης δηλαδή όταν "Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας = Προσθήκες - Ενισχύσεις – Αποτίμηση", παρέχεται στον μελετητή η δυνατότητα να επιλέξει εάν οι τοιχοπληρώσεις που έχει ήδη εισάγει στο προσομοίωμα θα είναι ενεργές.

- **Ναι**: Οι τοιχοπληρώσεις περιλαμβάνονται στο μητρώο δυσκαμψίας στην ανάλυση pushover και αποκρίνονται ανελαστικά σύμφωνα με το σκελετικό διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης που ορίζεται στην καρτέλα "Τοιχοπλήρωση".
- **Όχι**: Οι Δεν λαμβάνονται υπόψη οι τοιχοπληρώσεις στην ανάλυση.

Σημείωση

Οι 3 παράμετροι "Τοιχοπληρώσεις ενεργές" αφορούν την συμπεριφορά των τοιχοπληρώσεων στην ανάλυση και όχι την εμφάνιση στο 3DV. Σε τριδιάστατη απεικόνιση 3DV εμφανίζονται μόνο εάν "Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας = Προσθήκες - Ενισχύσεις – Αποτίμηση" και ανεξάρτητα εάν "Τοιχοπληρώσεις ενεργές = όχι ή ναι".

Για επιλογή "Νέα οικοδομή" οι τοιχοπληρώσεις είναι ανενεργές ανεξάρτητα της τιμής της παραμέτρου.

Αποτίμηση με ελαστική ανάλυση

- **Μέθοδος συντελεστών m**: Η πλάστιμη συμπεριφορά των μελών συνεκτιμάται μέσω των τοπικών δεικτών m στις κρίσιμες περιοχές τους σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. §4.7 & 9.3.2. Οι λόγοι ανεπάρκειας κάθε μέλους υπολογίζονται βάσει της διαθέσιμης πλαστιμότητας όπως αποτυπώνεται στα διαγράμματα Μ-θ. Επίσης, οι αντοχές των μελών αναφέρονται στις μέσες τιμές των υλικών, ενώ το μέτρο δυσκαμψίας είναι το τέμνον στο σημείο διαρροής τους.
- **Μέθοδος συντελεστή q:** Γίνεται χρήση του ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς q για το σύνολο του δομήματος σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. §4.6 & 9.3.3 και η τιμή που επιλέγεται πρέπει να αντιπροσωπεύει τους παράγοντες που αναφέρει ο ΚΑΝΕΠΕ §4.6.2. Οι αντοχές των μελών λαμβάνουν τις χαρακτηριστικές τιμές τους και η δυσκαμψία υπολογίζεται ως ποσοστό της αρηγμάτωτης διατομής (συνήθως 50%, βλ. ΚΑΝΕΠΕ §4.4.1.4).

Παρατήρηση

Η μέθοδος των τοπικών συντελεστών, επειδή ενσωματώνει την διαθέσιμη πλαστιμότητα και πραγματική αντοχή του εκάστοτε μέλους, είναι πιο ακριβής από τη μέθοδο του ενιαίου συντελεστή q, ενώ ο χρόνος επίλυσης είναι παραπλήσιος και για τις δύο μεθόδους.

Αύξηση m, q

Αναφέρεται στην περίπτωση που η ελάστική ανάλυση είναι συμπληρωματική της ανάλυσης Pushover όταν η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών του κτιρίου είναι σημαντική (ΚΑΝΕΠΕ §5.7.2(β)).

- **Όχι:** Όταν η ελαστική ανάλυση είναι αυτόνομη, δηλαδή δεν συνοδεύει ανάλυση Pushover και συνεπώς δεν προβλέπεται αύξηση των επιμέρους δεικτών m, q.
- **Ναι**: Όταν η ελαστική ανάλυση είναι συμπληρωματική της Pushover.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.15.6.3

Συντελεστής αύξησης m, q

- **1.25**

Είναι ο συντελεστής με τον οποίο προσαυξάνονται οι επιμέρους δείκτες m ή q όταν η ελαστική ανάλυση είναι συμπληρωματική. Η τιμή της προσαύξησης που ορίζει ο ΚΑΝΕΠΕ είναι 1.25 όπως αναφέρεται στην παράγραφο 5.7.2(β), ενώ η προσαύξηση αυτή, αφορά τις στάθμες επιτελεστικότητας «Προστασία ζωής» και «Αποφυγή οιωνεί κατάρρευσης» μόνο.

Συντ. υπεραντοχής quDL, quSD, quNC

- **quDL = 1.00**
- **quSD = 1.10**
- **quNC = 1.10**

Είναι ο παράγοντας υπεραντοχής του συνολικού σεισμικού συντελεστή για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας όπως ορίζεται στον ΚΑΝΕΠΕ παράρτημα 4.2 και η τιμή του μπορεί να εξαχθεί από τον αντίστοιχο πίνακα.

Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς qDL, qSD, qNC

- **qDL= 1.00**
- **qSD = 1.70**
- **qNC = 2.40**

Είναι οι τιμές των καθολικών συντελεστών συμπεριφοράς για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας (ΚΑΝΕΠΕ §4.6 και Παράρτημα 4.2). Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν ακριβέστερα δεδομένα, λαμβάνονται από την παράγραφο §4.6.2 του ΚΑΝΕΠΕ. Γενικά, ο ενιαίος δείκτης συμπεριφοράς της κατασκευής διαμορφώνεται ως το γινόμενο του παράγοντα υπεραντοχής qu και του παράγοντα πλαστιμότητας qπ.

$$q = q\upsilon \cdot q\pi$$

Συνεπώς, έχοντας δοθεί ο παράγοντας υπεραντοχής qu και ο καθολικός δείκτης q, ο παράγοντας πλαστιμότητας qπ μπορεί εύκολα να υπολογιστεί από το πρόγραμμα.

Σημείωση

Τόσο ο παράγοντας υπεραντοχής $\mathbf{q_v=q_s}$, ο καθολικός δείκτης συμπεριφοράς **q** και ο λόγος $\mathbf{C_1=\delta_{inel}/\delta_{el}}$ μπορούν να εκτιμηθούν με ακρίβεια αν έχει προηγηθεί μία ανάλυση Pushover. Οι τιμές τους παρουσιάζονται στο Τεύχος στην παράγραφο «Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας > Συγκεντρωτικά αποτελέσματα > Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Απαίτησης - Ικανότητας > Διαθέσιμος συντελεστής συμπεριφοράς q.

Μέγιστη τιμή συντελεστών m. m,max<q*k, k=...

► **k= 1.15**

Σύφωνα με εδάφιο §4.7.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. οι τοπικοί συντελεστές m που υπολογίζονται για κάθε σταθμη επιτελεστικότητας δεν μπορούν να είναι μεγαλύτεροι από το συντελεστή συμπεριφοράς που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη στάθμη qSD, qNC (βλ. προηγούμενη παράμετρο) προσαυξημένο με τον συντελεστή που δίδεται στην συγκεκριμένη παράμετρο.

$mSD \leq q_SD*k$, $mNC \leq q_NC*k$

Παρατήρηση

Σε περίπτωση που δεν επιθυμείται η εισαγωγή άνω ορίου στους τοπικούς συντελεστές πλαστιμότητας m αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί αν εισαχθεί μια μεγάλη τιμή π.χ. k=10 στον συντελεστή απόκλισης.

Έλεγχος διάτμησης τοιχώματος VRsls, VRsquat

Επιλέγεται εάν κατά την αποτίμηση με ανελαστική ανάλυση pushover, στον έλεγχο τέμνουσας **τοιχώματος** θα ληφθούν υπόψη οι διατάξεις και το τυπολόγιο του ΚΑΝ.ΕΠΕ. που αφορά τον έλεγχο ολίσθησης και τα στοιχεία με χαμηλό λόγο διάτμησης.

► **Ναι:** Η αντοχή σε διάτμηση υπολογίζεται ως η ελάχιστη που προκύπτει από τις σχέσεις (Γ.1)-(Γ.3), (Γ.4) του ΚΑΝ.ΕΠΕ. και επιπλέον:

- από την σχέση (Γ.6) $V_{R,sls}$ που αφορά τον έλεγχο ολίσθησης στην βάση τοιχωμάτων, όπου αναμένεται η μέγιστη ροπή
- από την σχέση (Γ.15) $V_{R,squat}$ στην περίπτωση 'κοντού' τοιχώματος, δηλαδή με λόγο διάτμησης $\alpha s \leq 1,2$.

► **Όχι:** Η αντοχή του τοιχώματος καθορίζεται αποκλειστικά από τις σχέσεις (Γ.1)-(Γ.3) και (Γ.4) του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Παρατήρηση

Το εάν ένα κατακόρυφο στοιχείο έχει ληφθεί ως τοίχωμα ή ως υποστύλωμα από το πρόγραμμα φαίνεται στο τέυχος, στα «Διαγράμματα αντοχής > Γενικά δεδομένα υποστυλώματος».

Έλεγχος διάτμησης δοκών

Επιλέγεται αν θα γίνει έλεγχος σε διάτμηση στις δοκούς και επομένως αν θα υπολογιστούν οι λόγοι επάρκειας σε τέμνουσα.

► **Ναι**: Ο έλεγχος σε τέμνουσα δοκών είναι ενεργός.

► **Όχι:** Ο έλεγχος σε τέμνουσα δοκών είναι ανενεργός. Χρήσιμο σε περίπτώσεις που ο διατμητικός οπλισμός των δοκών δεν είναι γνωστός ή η όπου η ακεραιότητα των δοκών έναντι διατμητικών δράσεων εξασφαλίζεται με τρόπο διαφορετικό από αυτούς που υποστηρίζονται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. και το πρόγραμμα.

Λόγος C1 = δinel/δel

► **C1= 1.00:** Είναι ο λόγος της μέγιστης ανελαστικής μετακίνησης ενός κτιρίου προς την αντίστοιχη ελαστική ($C_1=\delta_{inel}/\delta_{el}$) και λαμβάνεται σύμφωνα με την παράγραφο §5.7.4.2 του ΚΑΝΕΠΕ.

Μέθοδος υπολογισμού λόγων ανεπάρκειας λ

► **Ακριβής:** Η αντοχή του υποστυλώματος υπολογίζεται ως η τομή της σεισμικής συνιστώσας του διανύσματος της δράσης με τον χώρο αντοχής.

► **Προσεγγιστική:** Η αντοχή του υποστυλώματος υπολογίζεται ως η τομή του διανύσματος της συνολικής έντασης με τον χώρο αντοχής.

Κατακόρυφη συνιστώσα

Επιλέγεται αν στην ανάλυση χρονοϊστορίας θα ληφθεί υπόψη η κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού.

► **Όχι**: Επίλυση χωρίς κατακόρυφη συνιστώσα. Εξετάζεται η απόκριση μόνο στις οριζόντιες συνιστώσες.

► **Ναι:** Ταυτόχρονη εισαγωγή σεισμικών διεγέρσεων και στις τρεις διευθύνσεις, X, Y και Z.

Παρατήρηση

- Σε περίπτωση χρήσης τεχνητών επιταχυνσιογραφημάτων, όταν η παράμετρος λάβει την τιμή «Ναι» τότε παράγεται αυτόματα και η κατακόρυφη συνιστώσα συμβατή με το κατακόρυφο ελαστικό φάσμα του EC8-1.
- Σε περίπτωση χρήσης φυσικών επιταχυνσιογραφημάτων τα οποία περιέχουν δεδομένα κατακόρυφης συνιστώσας και δωθεί η τιμή «Όχι» η συνιστώσα αυτή δεν θα ληφθεί υπόψη στην ανάλυση.

Άοπλες τοιχοπληρώσεις ενεργές

Στην **ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας** παρέχεται στο μελετητή η δυνατότητα να επιλέξει εάν οι τοιχοπληρώσεις που έχει ήδη εισάγει στο προσομοίωμα θα είναι ενεργές ή όχι.

- ► **2 επιλύσεις (με και χωρίς τοιχ/ρώσεις)**: Πραγματοποιούνται όλες οι σεισμικές επιλύσεις στον φορέα με και χωρίς τοιχοπληρώσεις και εξάγονται τα δυσμενέστερα αποτελέσματα των 2 αναλύσεων. Έτσι λαμβάνεται αυτόματα η δυσμενής επιρροή των τοιχοπληρώσεων σύμφωνα με τις πρόνοιες του ΚΑΝΕΠΕ §5.9.1 π.χ. στα μέλη του μαλακού ορόφου (πιλοτή), ενώ τα μέλη (δοκοί και υποστυλώματα) σε φατνώματα πλήρωσης ελέγχονται –ουσιαστικά– και για το σενάριο πρώιμης αστοχίας των τοιχοπληρώσεων. Με την συγκεκριμένη επιλογή πραγματοποιούνται διπλάσιες επιλύσεις συγκριτικά με τις δυο παρακάτω επιλογές.
- ► **Ναι**: Τα φατνώματα τοιχοπλήρωσης αποτελούν μέρος του αντισεισμικού φέροντος συστήματος καθ' όλη την διάρκεια της ανάλυσης. Τα αποτελέσματα σε αυτή την περίπτωση ισχύουν μόνο στις στάθμες επιτελστικότητας DL και SD σύμφωνα με ΚΑΝΕΠΕ §7.4.1(b). Ο μελετητής θα πρέπει να ελέγξει και να κρατήσει ως έγκυρα τα αποτελέσματα της ανάλυσης μόνο για τα μέλη που οι λόγοι ανεπάρκειας είναι δυσμενέστεροι της ανάλυσης χωρίς τοιχοποληρώσεις.
- ► **Όχι**: Επιλύεται μόνο ο φορέας χωρίς τοιχοπληρώσεις. Πρακτικά, οι λόγοι ανεπάρκειας που προκύπτουν ισχύουν μόνο όταν η επιρροή των τοιχοπληρώσεων είναι αποδεδειγμένα ευμενής, βλ ΚΑΝΕΠΕ §5.9.1.

Σημείωση

Όλα τα παραπάνω αφορούν μόνο την ς ελαστική ανάλυση Χρονοϊστορίας. Στην ανάλυση Pushover οι τοιχοπληρώσεις λαμβάνονται πάντα στο προσομοίωμα και η επιρροή τους προκύπτει αυτόματα ευμενής ή δυσμενής. Αυτό συμβαίνει διότι προσομοιώνεται ακριβώς η διαρροή, η πλαστιμότητα και ο πτωτικός κλάδος.

Ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις ενεργές

Τοιχοματοποιήσεις πλαισίων ενεργές

- **Ναι**: Οι ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις ή οι τοιχοματοποιήσεις πλαισίων συμμετέχουν στην ανάλυση Χρονοϊστορίας ακόμη και στις επιλύσεις εκείνες που δεν περιλαμβάνονται οι άοπλες τοιχοπληρώσεις (βλ. προηγούμενη παράμτρο και ειδικά την περίπτωση που διενεργούνται «2 επιλύσεις (με και χωρίς τοιχ/ρώσεις)»)
- **Όχι**: Οι ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις ή οι τοιχοματοποιήσεις πλαισίων που έχουν ειισαχθεί στο μοντέλο δεν συμμετέχουν σε καμία ανάλυση Χρονοϊστορίας.

Αριθμός τεχνητών σεισμικών διεγέρσεων

Επιλέγεται ο αριθμός των τεχνητών επιταχυνσιογραφημάτων, συμβατών με το ελαστικό φάσμα του EC8-1.

- **7:** Όταν επιλεγούν 7 σεισμοί ή περισσότεροι τότε ο έλεγχος επάρκειας γίνεται με βάση τον μέσο όρο των μεγίστων δράσεων του κάθε σεισμού (ΚΑΝΕΠΕ §5.6.3.3(γ)).
- **3:** Όταν επιλεγούν 3 έως 6 σεισμοί τότε ο έλεγχος επάρκειας γίνεται με βάση την περιβάλλουσα των δράσεων και από τους τρεις σεισμούς (ΚΑΝΕΠΕ §5.6.3.3(γ)).
- **0:** Δίνεται η επιλογή «0» όταν επιθυμείται η ανάλυση να γίνει μόνο με σεισμικές καταγραφές που ο χρήστης δίνει χειροκίνητα σε αρχείο.

Σημείωση

Το πρόγραμμα παράγει αυτοματοποιημένα με τη μέθοδο της φασματικής αναπαράστασης τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα με όσο το δυνατόν καλύτερη προσαρμογή στο ελαστικό φάσμα σχεδιασμού. Οι σεισμοί αυτοί είναι τυχαίοι μεταξύ τους και ανεξάρτητοι. Παράλληλα με την παραγωγή τους τυπώνονται στο φάκελο LH_earthquakes, ο οποίος δημιουργείται στη θέση όπου βρίσκεται το αρχείο .tek της μελέτης.

Χρονικό βήμα dta (sec)

► **dta=0.01**

Είναι το χρονικό βήμα με βάση το οποίο παράγονται οι τιμές των σεισμικών επιταχύνσεων.

Παρατήρηση

- Στο πρόγραμμα το χρονικό βήμα του αλγορίθμου της επίλυσης ταυτίζεται με το χρονικό βήμα του επιταχυνσιογραφήματος.
- Γενικώς η default τιμή dta=0.01 θεωρείται ότι παράγει ευσταθή αποτελέσματα. Σε εύκαμπτα κτίρια με T1>2.0 sec και για λόγους μείωσης του υπολογιστικού χρόνου θα μπορούσε να επιλεγεί dta=0.02.

Διάρκεια Tdur (sec)

► **Tdur=20**

Είναι η χρονική διάρκεια του επιταχυνσιογραφήματος που θα παραχθεί. Γενικώς η τιμή T_{dur}=20 sec ικανοποιεί τη σύσταση του EC8-1 §3.2.3.1.2(3) για διάρκεια του στάσιμου μέρους του επιταχυνσιογραφήματος Ts=10 sec. Ως στασιμο μέρος ορίζεται το χρονικό τμήμα του σεισμού όπου παρουσιάζει σταθερά στατιστικά χαρακτηριστικά (μέση τιμή, τυπική απόκλιση).

Παρατήρηση

Μέσα στο αρχείο του κάθε σεισμού που παράγεται σημειώνεται και η χρονική διάρκεια επίλυσης $T_{analysis}$. Αυτή μπορεί να είναι μικρότερη του T_{dur} όπου δεν εκτελείται ολόκληρο το επιταχυνσιογράφημα ή μεγαλύτερη του T_{dur} όπου μετά το πέρας του σεισμού εκτελείται ελεύθερη ταλάντωση του κτιρίου με απόσβεση.

Εισαγωγή σεισμικών διεγέρσεων σε αρχείο

Παράλληλα με τη χρήση τεχνητών σεισμικών διεγέρσεων ο χρήστης μπορεί να εισάγει τα δικά του επιταχυνσιογραφήματα ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- Στη θέση όπου είναι αποθηκευμένο το αρχείο .tek της μελέτης δημιουργείται νέος φάκελος ο οποίος ονομάζεται LH_earthquakes.
- Σε οποιοδήποτε πρόγραμμα κειμένου το αρχείο επιταχυνσιογραφήματος ενός σεισμού συντάσεται ως εξής:
  - Στην 1η σειρα γραφονται «NPOINTS DT Tanalysis AllDirs», δηλ τα λεκτικά του πλήθους των σημείων **κάθε σεισμικής συνιστώσας**, του χρονικού βήματος, του συνολικού χρόνου επίλυσης και την επιλογή ενεργοποίησης (1) ή απενεργοποίησης (0) της εφαρμογής της σεισμικής δράσης σε όλες τις δυνατές διευθύνσεις
  - Στη 2η σειρα γραφονται οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων (π.χ. 2000 0.010 20.00 1).
  - Στην 3η σειρά γράφεται το λεκτικό της εκάστοτε συνιστώσας του σεισμού με την εξής μορφή: X DIR, Z DIR, YDIR.
  - Στην 4η σειρά ξεκινούν να γράφονται οι NPOINTS τιμές των επιταχύνσεων αυστηρά σε **m/sec^2**. Οι τιμές μπορουν να δίνονται μία ανά σειρά, δύο ανά σειρά και μέχρι δέκα ανά σειρά.
  - Ακολουθεί η επόμενη σεισμική συνιστώσα κ.ο.κ.

  Η μορφή του εισαγώμενου επιταχυνσιογραφήματος παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.13:

```
NPOINTS  DT    Tanalysis  AllDirs(1/0)
   2000  0.010   20.00       1
X DIR
 0.00000E+00
-0.22895E-02
-0.57380E-02
-0.10031E-01
-0.15648E-01
-0.23452E-01
-0.34202E-01
.
.
.
Z DIR
 0.00000E+00
-0.57910E-03
-0.20702E-02
-0.44924E-02
-0.84991E-02
-0.15366E-01
-0.26544E-01
.
.
.
Y DIR
 0.00000E+00
 0.70706E-03
 0.35395E-02
 0.34066E-02
 0.64813E-02
 0.54093E-02
 0.47991E-02
.
.
.
```

```
Page 1
```

Εικόνα 4.13: Μορφή επιταχαυνσιογραφήματος εισαγωγής σε αρχείο

- Το αρχείο που έχει δημιουργηθεί αποθηκεύεται στο φάκελο LH_earthquakes με τυχαίο όνομα το οποίο πρέπει να έχει την κατάληξη ".eqk".

Σεισμικές διεγέρσεις από αρχείο

- **Όχι:** Χρησιμοποιούνται μόνο οι τεχνητοί σεισμοί που έχουν επιλεγεί.
- **Ναι**: Χρησιμοποιούνται σεισμοί που έχει εισάγει ο χρήστης σε αρχείο.

Το τελικό πλήθος των σεισμικών διεγέρσεων που θα χρησιμοποιηθούν από το πρόγραμμα εξαρτάται από τις τιμές της παρούσας παραμέτρου και της παραμέτρου «Αριθμός τεχτητών σεισμικών διεγέρσεων». Οι δυνατότητες επιλογής που έχει ο χρήστης παρουσιάζονται στο παρακάτω Σχήμα 4.36.

α/α	Αριθμός τεχτητών σεισμικών διεγέρσεων	Σεισμικές διεγέρσεις από αρχείο	Σεισμικές διεγέρσεις προς επίλυση
Α	$N_{artif} > 0$	Όχι	Οι τεχνητοί σεισμοί N_{artif} που έχουν οριστεί
Β	$N_{artif} > 0$	Ναι	Οι τεχνητοί σεισμοί N_{artif} που έχουν οριστεί μαζί με τυχόν σεισμούς που έχουν εισαχθεί σε αρχείο. (εκτελούνται με αλφαβητική σειρά)
Γ	$N_{artif} = 0$	Όχι	**Σφάλμα**. Δεν υπάρχει κανένα δεδομένο σεισμικών διέγερσεων.
Δ	$N_{artif} = 0$	Ναι	Οι σεισμικές διεγέρσεις που έχουν εισαχθεί σε αρχείο

Σχήμα 4.36: *Πλήθος σεισμικών διεγέρσεων προς επίλυση ανάλογα με τις επιλογές για τον αριθμό τεχνητών σεισμικών διεγέρσεων και σεισμικών διεγέρσεων από αρχείο.*

Σημείωση

Αρκεί μία φορά η παραγωγή τεχνητών σεισμικών διεγέρσεων κατά την 1η επίλυση. Στη συνέχεια για τις επόμενες επιλύσεις, μπορεί να επιλεγεί «αριθμός τεχτητών σεισμικών διεγέρσεων» μηδέν και «σεισμικές διεγέρσεις από αρχείο» Ναι. Έτσι δεν απαιτείται κάθε φορά η επανάλληψη της διαδικασίας παραγωγής των τεχνητών επιταχυνσιογραφημάτων.

Διαβάθμιση βάσει φάσματος

Η παράμετρος αυτή ορίζει αν θα γίνει κλιμάκωση της ομάδας των σεισμών που έχουν επιλεγεί σύμφωνα με τον EC8-2 §3.2.3. Η κλιμάκωση περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Το SRSS του μέσου φάσματος των οριζόντιων ζευγών όλων των σεισμών θα πρέπει να υπερβαίνει το 130% του ελαστικού φάσματος του EC8-1 σε εύρος περιόδων 0.2T1-1.5T1, όπου T1 είναι η θεμελιώδης περίοδος του κτιρίου.
- Η κατακόρυφες συνιστώσες κλιμακώνονται ξεχωριστά, δηλαδή ο μέσος όρος των κατακόρυφων συνιστωσών όλων των σεισμών θα πρέπει να υπερβαίνει το 90% του κατακόρυφου ελαστικού φάσματος του EC8-1 σε εύρος περιόδων 0.2T1-1.5T1.

Συνεπώς είναι δυνατές οι εξής επιλογές:

- **Ναι:** Γίνεται κλιμάκωση των σεισμικών διεγέρσεων.
- **Όχι**: Οι σεισμικές διεγέρσεις συμμετέχουν στην επίλυση στην αρχική τους μορφή.

Παρατήρηση

Η κλιμάκωση δεν αφορά τους τεχνητούς σεισμούς, καθώς αυτοί εξορισμού παράγονται ώστε να ικανοποιούν τα κριτήρια προσαρμογής στο ελαστικό φάσμα του EC8-1.

Υπολογισμός στοχευόμενης μετακίνησης

- **Ναι**: Η μεθοδολογία που περιγράφεται αναλυτικά στο παράρτημα Β του EC8-1.
- **Όχι:** Προσδιορίζεται μόνο η καμπύλη ικανότητας, ενώ δεν υπολογίζονται ούτε οι λόγοι επάρκειας.

Σημείωση

Για κάθε ένα από τα φάσματα απαίτησης που προβλέπονται για έλεγχο σε κάθε στάθμη επιτελεστικότητας (DL, SD, NC) και για μετακίνηση ίση με την στοχευόμενη, πρέπει να ελεγχθεί εάν και σε πόσα μέλη της κατασκευής έχουμε υπέρβαση του σχετικού ορίου επιτελεστικότητας σε όρους γωνίας στροφής χορδής ή τέμνουσας (βλ. «Κτίριο > Φάσμα - Αποτίμηση» §4.1.1.11).

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.15.4

Ολίσθηση στην αγκύρωση ράβδων δοκού και υποστυλώματος (Αρχή/Τέλος)

Ορίζεται εάν αναμένεται ολίσθηση στην αγκύρωση ράβδων σε θέσεις πλαστικών αρθρώσεων.

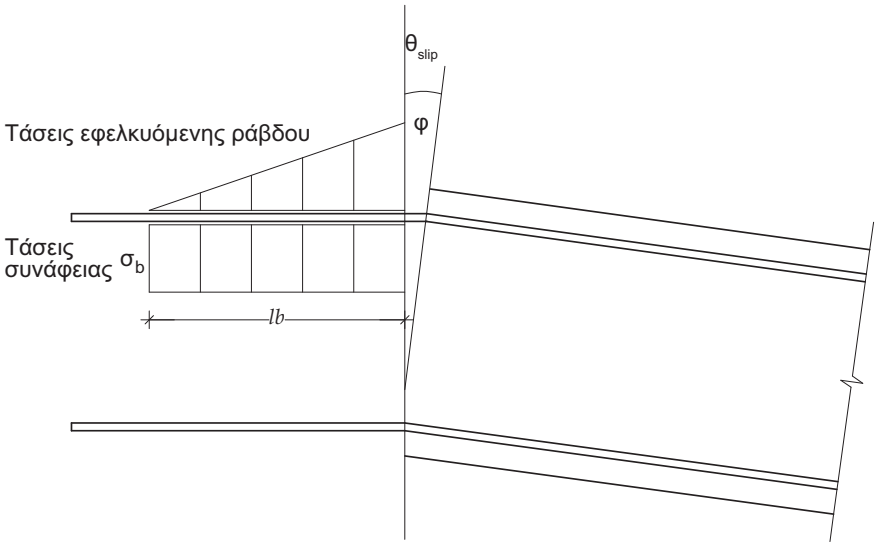
- **Ναι**: Η πλέον συνήθης περίπτωση, όπου η αγκύρωση των οπλισμών εξασφαλίζεται διαμέσου της συνάφειας που αναπτύσσεται μεταξύ χάλυβα και σκυροδέματος.

Δυνατότητα ολίσθησης συνεπάγεται αύξηση της γωνίας στροφής χορδής στη διαρροή (βλ. EC8-3, σχέσεις (A.10) & (A.11) & ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.2 σχέσεις Σ1 & Σ2) αφού μόνο τότε προστίθεται ο τρίτος όρος των εξισώσεων, ο οποίος εκφράζει την επίδραση της ολίσθησης. Π.χ. για δυνατότητα ολίσθησης η Σ2 διαμορφώνεται ως εξής:

$$\theta_y = \varphi_y \frac{L_V + a_V z}{3} + 0,0014\left(1+1,5\frac{h}{L_V}\right) + \varphi_y \frac{d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad (A.10\beta)$$

Διαφορετικά ο τρίτος προσθετέος απουσιάζει.

Αυξημένη θy οδηγεί σε μειωμένη αρχική (ελαστική) δυσκαμψία μέλους K=My·Lv/(3·θy). Βλ. EC8-3 §A.3.2.4(5).

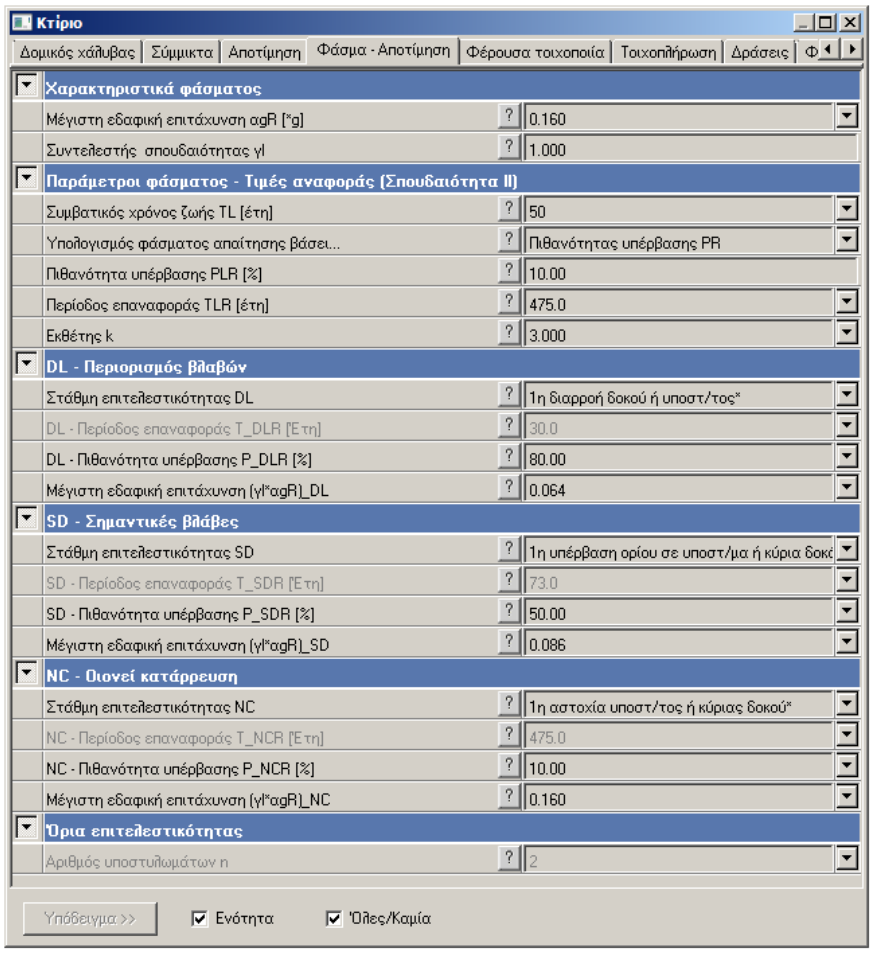


Σχήμα 4.37: *Αύξηση καμπυλότητας **φ** και συνακόλουθα γωνίας στροφής χορδής **θ** λόγω ολίσθησης στην αγκύρωση ράβδων.*

Η αυξημένη καμπυλότητα λόγω ολίσθησης του οπλισμού λαμβάνεται αντίστοιχα υπόψη και κατά τον προσδιορισμό της οριακής παραμόρφωσης θu.

► **Όχι:** Σε <u>σπάνιες</u> περιπτώσεις όπου η αγκύρωση δεν υλοποιείται μέσω του μηχανισμού συνάφειας, αλλά μέσω συγκόλλησης του οπλισμού π.χ. σε εγκάρσιες ράβδους ή σε πλάκες αγκύρωσης. Σε τέτοια περίπτωση ο τρίτος προσθετέος στην παραπάνω σχέση απουσιάζει.

4.1.1.11 Φάσμα – Αποτίμηση



Εικόνα 4.14: *Οι παράμετροι της κάρτας «Φάσμα - Αποτίμηση» του Κτιρίου.*

Ο μελετητής έχει την δυνατότητα να επιλέξει για ποιες στάθμες επιτελεστικότητας θα πραγματοποιηθεί έλεγχος, ενώ το επίπεδο σεισμικής έντασης που θα αποδοθεί σε κάθε μια από αυτές είναι δυνατόν να προσδιορισθεί είτε εισάγοντας την περίοδο επαναφοράς, είτε εισάγοντας την πιθανότητα υπέρβασης.

Συντελεστής σπουδαιότητας γI (pushover)

Ανεξάρτητα από την τιμή που έχει δοθεί στην ομώνυμη παράμετρο «Κτίριο > Φάσμα > Συντελεστής σπουδαιότητας γ_I» που χρησιμοποιείται για ελαστική ανάλυση νέων κατασκευών, εδώ μπορεί να δοθεί συντελεστής σπουδαιότητας αποκλειστικά για τον υπολογισμό των φασμάτων απαίτησης και έλεγχο επιτελεστικότητας με ανελαστική ανάλυση.

- ***γI*=<u>1.00</u>**: Στην περίπτωση του ΚΑΝ.ΕΠΕ., η αυξομείωση της σεισμικής δράσης λόγω μεγαλύτερης ή μικρότερης σπουδαιότητας προκύπτει μέσω κατάλληλης τροποποίησης της περιόδου επαναφοράς ή της πιθανότητας υπέρβασης βάσει των σχετικών παραμέτρων.
- ***γI*** σύμφωνα με τον πίνακα 4.3 του EC8-1 στην περίπτωση όπου ακολουθείται η §2.1(3)Α του EC8-3, όταν δηλαδή οι εισακτέες τιμές της πιθανότητας υπέρβασης P_R ή της περιόδου επαναφοράς T_R αφορούν σπουδαιότητα ΙΙ. Βλ. «Κτίριο > Φάσμα > Σπουδαιότητα κτιρίου & Συντελεστής σπουδαιότητας *γI*»

Σημείωση

Η σεισμική δράση αναφοράς α_{gR} (η οποία αντιστοιχεί σε σπουδαιότητα ΙΙ - γ_I=1.00) συνήθως αφορά ένα σεισμικό γεγονός με πιθανότητα υπέρβασης P_{LR} =10% στον συμβατικό χρόνο ζωής T_L (=50 έτη) ή αλλιώς με περίοδο επαναφοράς T_{LR}=475 έτη.

Στους κανονισμούς, εν γένει, δίδεται η εδαφική επιτάχυνση αναφοράς α_{gR} για κάθε σεισμική ζώνη ***Z***, ενώ ο συντελεστής σπουδαιότητας γ_I, μέσω του οποίου προκύπτει επιτάχυνση σχεδιασμού $\alpha_g = \gamma_I \cdot \alpha_{gR}$ είναι γ_I>1.0 για μεγαλύτερη σπουδαιότητα (**III** ή **IV** που ισοδυναμεί σε μεγαλύτερη περίοδο επαναφοράς T_{LR}), ή γ_I<1.0 για για μικρότερη σπουδαιότητα (π.χ. **I** που αντίστοιχα ισοδυναμεί σε μικρότερη περίοδο επαναφοράς T_{LR}).

Συμβατικός χρόνος ζωής TL [έτη]

Ο χρόνος ζωής για τον οποίο σχεδιάζεται η κατασκευή. Πρόκειται για το χρονικό διάστημα, για το οποίο οι σύγχρονοι κανονισμοί (ΕΑΚ, EC8, ΚΑΝ.ΕΠΕ. κλπ) δίδουν την πιθανότητα υπέρβασης P_R της σεισμικής δράσης σχεδιασμού για κάθε μια από τις εξεταζόμενες επιτελεστικότητες.

- **<u>50 έτη:</u>** Η πλέον συνήθης περίπτωση για τον σχεδιασμό νέων κατασκευών ή την αποτίμηση και την ενίσχυση υφιστάμενων κατασκευών.

Ο κύριος του έργου ενδέχεται να προδιαγράψει ζωή σχεδιασμού διαφορετική των 50 ετών π.χ. 100 ή 120 έτη ή ενδέχεται να υπάρχει ανάγκη να προσδιοριστεί το αναμενόμενο σεισμικό γεγονός κατά την διάρκεια της φάσης κατασκευής π.χ. για 2 ή 5 έτη κλπ.

Υπολογισμός φάσματος απαίτησης βάσει …

Καθορίζεται εάν το εισακτέο δεδομένο για τον υπολογισμό των φασμάτων απαίτησης σε κάθε στάθμη επιτελεστικότητας θα δίδεται σε όρους πιθανότητας υπέρβασης P_R στην ζωή σχεδιασμού T_L ή σε όρους περιόδου επαναφοράς T_R.

Σε κάθε περίπτωση, η επιτάχυνση σχεδιασμού υπολογίζεται από την σχέση της EC8-1 §2.1(4):

$$\alpha_g = \alpha_{gR} \cdot \gamma_I \cdot (T_R / T_{LR})^{1/k}$$

- **Περίοδος επαναφοράς T_R.** Η τιμή αναφοράς της περιόδου επαναφοράς T_{LR}, που υπεισέρχεται στην παραπάνω σχέση, υπολογίζεται βάσει της τιμής αναφοράς της πιθανότητας υπέρβασης P_{LR} που δίδεται στην επόμενη παράμετρο:

$$T_{LR} = -T_L / \ln(1-P_{LR}) \qquad \text{EC8-1 §2.1(1)}$$

- **Πιθανότητα υπέρβασης P_R.** Στον παραπάνω τύπο υπολογισμού της επιτάχυνσης α_g υπεισέρχεται η εισακτέα τιμή αναφοράς της περιόδου επαναφοράς T_{LR}, ενώ η τιμή της περιόδου επαναφοράς T_R για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας υπολογίζεται από την σχέση:

$$T_R = -T_L / \ln(1-P_R)$$

Η τιμή αναφοράς της πιθανότητας υπέρβασης P_{LR} εμφανίζεται στην καρτέλα μόνο για λόγους πληροφόρησης και υπολογίζεται βάσει της τιμής αναφοράς της περιόδου επαναφοράς T_{LR} και της συμβατικής διάρκειας ζωής T_L ως εξής:

$$P_{LR} = 1-e^{(-T_L/T_{LR})}$$

Πιθανότητα υπέρβασης PLR

Η τιμή **αναφοράς** της πιθανότητας υπέρβασης του σεισμικού γεγονότος στον συμβατικό χρόνο ζωής του έργου T_L (=50έτη). Αυτό καθορίζεται μέσω της επιτάχυνσης αναφοράς a_{gR} για κάθε σεισμική ζώνη.

- **10.0%**

Η επέμβαση στην παράμετρο αυτή έχει νόημα μόνο στην περίπτωση όπου έχει επιλεγεί «Υπολογισμός φάσματος απαίτησης βάσει… Περιόδου επαναφοράς T_R», αφού τότε υπολογίζεται η **περίοδος επαναφοράς T_{LR}** βάσει της πιθανότητας υπέρβασης P_{LR}. Διαφορετικά, ο μελετητής θα πρέπει να εισάγει απευθείας την περίοδο επαναφοράς T_{LR} ώστε να υπολογιστεί η επιτάχυνση a_g σύμφωνα με τα προηγούμενα.

Περίοδος επαναφοράς TLR

Η τιμή **αναφοράς** της περιόδου επαναφοράς του σεισμικού γεγονότος, όπως αυτό καθορίζεται μέσω της επιτάχυνσης αναφοράς a_{gR} για κάθε σεισμική ζώνη.

► **475 έτη**

Εκθέτης k

► **2.4:** Προτεινόμενη τιμή σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Στάθμες επιτελεστικότητας

DL – Περιορισμός βλαβών ή Άμεση χρήση μετά τον σεισμό (Α)

SD – Σημαντικές βλάβες ή Προστασία ζωής (Β)

NC – Οιονεί κατάρρευση ή Αποφυγή Κατάρρευσης (Γ)

Δίδονται οι Στάθμες Επιτελεστικότητας ή αλλιώς οι **Οριακές Καταστάσεις** για τις οποίες θα πραγματοποιηθεί η αποτίμηση της συμπεριφοράς υφιστάμενων κατασκευών ή η αξιολόγηση της μεθόδου αποκατάστασης με χρήση ανελαστικής ανάλυσης (pushover).

► **Όχι:** Δεν πραγματοποιείται έλεγχος για την σχετική στάθμη και δεν υπολογίζονται ούτε οι συναφείς λόγοι επάρκειας.

► **1η υπέρβαση ορίου επιτελεστικότητας σε υποστύλωμα ή δοκό** (προεπιλεγμένη τιμή για την στάθμη DL)**:** Οι θέσεις υπέρβασης επιτελεστικότητας στο τεύχος στα «Διαγράμματα Απαίτησης-Ικανότητας» σημαδεύονται στο βήμα όπου σημειώνεται η πρώτη υπέρβαση που αφορά τον εκάστοτε στόχο σχεδιασμού (π.χ. θy, (θy+θu)/2·γRd, θu/γRd) σε κάποιο μέλος.

► **1η υπέρβαση ορίου επιτελεστικότητας σε υποστύλωμα ή *κύρια* δοκό:** Όμοια με την προηγούμενη επιλογή, αλλά αφορά μόνο τις στάθμες SD και NC, για τις οποίες, σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.Α(4) δεν απαιτείται έλεγχος επιτελεστικότητας σε δευτερεύουσες δοκούς. Ακόμη, λοιπόν και στην περίπτωση όπου κάποια δευτερεύουσα δοκός δεν εκπληρώνει τον στόχο σχεδιασμού (δηλαδή λ>1 για SD ή NC), δεν θα εμφανιστεί σφάλμα, ενώ τέτοιες δοκοί δεν εμπλέκονται στον προσδιορισμό των θέσεων υπέρβασης επιτελεστικότητας στα διαγράμματα ADRS.

► **Υπέρβαση ορίου σε n υποστυλώματα (*δεν προτείνεται*):** Οι θέσεις υπέρβασης επιτελεστικότητας στα Διαγράμματα ADRS στο τεύχος σχεδιάζονται στο βήμα όπου αριθμός υποστυλωμάτων ίσος με αυτόν που δίδεται στην συναφή παράμετρο «**Αριθμός υποστυλωμάτων n**» έχει υπερβεί το κριτήριο επιτελεστικότητας που ελέγχεται.

*Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων λόγων επάρκειας §*9.15.3.

DL/ SD/ NC – Περίοδος επαναφοράς T_DLR/ T_SDR/ T_NCR

DL/ SD/ NC – Πιθανότητα υπέρβασης P_PLR/ P_SDR/ P_NCR

Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση (γI·agR)_DL/ SD/ NC

Εν γένει, **ο κύριος του έργου** καθορίζει τις στάθμες Επιτελεστικότητας που θα ελεγχθούν στην μελέτη, καθώς και το επίπεδο σεισμικής έντασης σε κάθε μια από αυτές. Οι ελάχιστες προτεινόμενες απαιτήσεις διαφοροποιούνται μεταξύ EC8-3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ., ενώ για την αποτίμηση αυθαιρέτων βάσει του Ν.4495/2017 και του ΦΕΚ 1643/2018 ενδέχεται να εφαρμόζονται και χαμηλότερες απαιτήσεις.

Αριθμός υποστυλωμάτων n

Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την επιλογή «Στάθμη επιτελεστικότητας SD/NC > Υπέρβαση ορίου σε n υποστυλώματα»

Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής

Δίδεται η κατηγορία υφιστάμενου κτιρίου βάσει του άρθρου 4, παρ. 2 του ΦΕΚ 455/25-02-2014. Η κατηγοριοποίηση αυτή εξυπηρετεί στον προσδιορισμό της επιτάχυνσης σχεδιασμού α*/g για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας σεισμόπληκτου ή αυθαίρετου κτίσματος βάσει των διατάξεων του άρθρου 99 του Ν.4495/2017 και του άρθρου 3 του ΦΕΚ 1643/11-05-2018. Ουσιαστικά, υπολογίζεται από το πρόγραμμα ο συντελεστής $\gamma_I * \alpha_{gR}$ για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας (DL, SD, NC), που θα πρέπει να εισαχθεί στο πρόγραμμα ώστε να πραγματοποιηθεί η αποτίμηση είτε με ελαστικές μεθόδους, είτε με ανελαστικές.

- **ΚΙΙ ΕΑΚ-ΝΕΑΚ & EC8-1**: Στη κατηγορία **ΚΙΙ** κατατάσσονται τα κτίρια τα οποία μελετήθηκαν ή ελέγχθηκαν με χρήση φάσματος απόκρισης σε όρους επιτάχυνσης και την εφαρμογή μιας εκ των επομένων μεθόδων αντισεισμικού υπολογισμού:
  - Δυναμική Φασματική Μέθοδος (γενική) ή,
  - Απλοποιημένη Φασματική Μέθοδος/Ισοδύναμη Στατική Μέθοδος.

  Δηλαδή κτίρια τα οποία:
  - Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό ΝΕΑΚ1992−95 (ΦΕΚ 613/Β, 12/10/1992).
  - Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό ΕΑΚ2000−2003 (ΦΕΚ 2184/Β, 20/12/1999).

Για τίρια της κατηγορίας αυτής, εισάγεται στην παράμετρο «Κτίριο > Φάσμα ή Φάσμα Αποτίμηση > Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση agR (*g)» η τιμή της επιτάχυνσης σχεδιασμού που ίσχυε την φάση μελέτης του υφισταμένου κτιρίου. Επιπλέον, θα πρέπει να εισαχθούν τα λοιπά στοιχεία του φάσματος της μελέτης π.χ. χαρακτηριστικές περίοδοι, ενώ ο συντελεστής θεμελίωσης **θ** του ΕΑΚ-ΝΕΑΚ μπορεί να εισαχθεί ως ο συντελεστής εδάφους **S** στο φάσμα του Ευρωκώδικα 8. Η προσαρμογή αυτή είναι απαραίτητη καθώς ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. και ο ΚΑΔΕΤ βάσει των οποίων γίνεται η μελέτη αποτίμηση στο πρόγραμμα είναι εναρμονισμένοι με τους Ευρωκώδικες και εφαρμόζονται σε συνδυασμό με αυτούς.

► **ΚΙ Α.Κ. ’85 και ΚΙ Α.Κ. ’59**: Στην κατηγορία **ΚΙ** κατατάσσονται τα κτίρια τα οποία δεν μελετήθηκαν με χρήση φάσματος απόκρισης σε όρους επιτάχυνσης και τα οποία:

- Μελετήθηκαν ή/και κατασκευάστηκαν πριν την εφαρμογή του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959 (ΦΕΚ36/Α, 26/02/1959).
- Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959 (ΦΕΚ 36/Α, 26/02/1959).
- Μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959 (ΦΕΚ 36/Α, 26/02/1959) και τα πρόσθετα άρθρα του 1984−85 (ΦΕΚ 239/Β, 16/04/1984).
- Μελετήθηκαν/ελέγχθηκαν με διαφορετικούς αντισεισμικούς κανονισμούς και ένα τμήμα τους ελέγχθηκε με χρήση συντελεστή σεισμικής επιβαρύνσεως ε (π.χ. σε περίπτωση προσθηκών) ή/και απαλλάχτηκε από αντισεισμικό έλεγχο.
- Έχουν κατασκευαστεί χωρίς οικοδομική άδεια.

Σε κτίρια κατηγορίας ΙΙ η τιμή που θα πρέπει να εισαχθεί στην παράμετρο «Κτίριο > Φάσμα ή Φάσμα Αποτίμηση > Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση agR (*g)» υπολογίζεται από το πρόγραμμα βάσει του σεισμικού συντελεστή που ίσχυε κατά την φάση μελέτης του κτίσματος και της κατηγορίας σπουδαιότητας στην οποία υπάγεται σήμερα. Ο προσδιορισμός αυτός γίνεται σύμφωνα με τον πίνακα 3 του ΦΕΚ455/2014 (βλ. Πίνακας 4.32 παρακάτω) και τυπώνεται στο τεύχος στα «Δεδομένα φάσματος απόκρισης».

Παρατήρηση

Η σπουδαιότητα και ο συναφής συντελεστής γι δεν αφορά κατά την εισαγωγή των δεδομένων καθώς είναι ενσωματωμένη στην επιλογή της περιόδου επαναφοράς για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας που εξετάζεται.

Σεισμικός συντελεστής ε

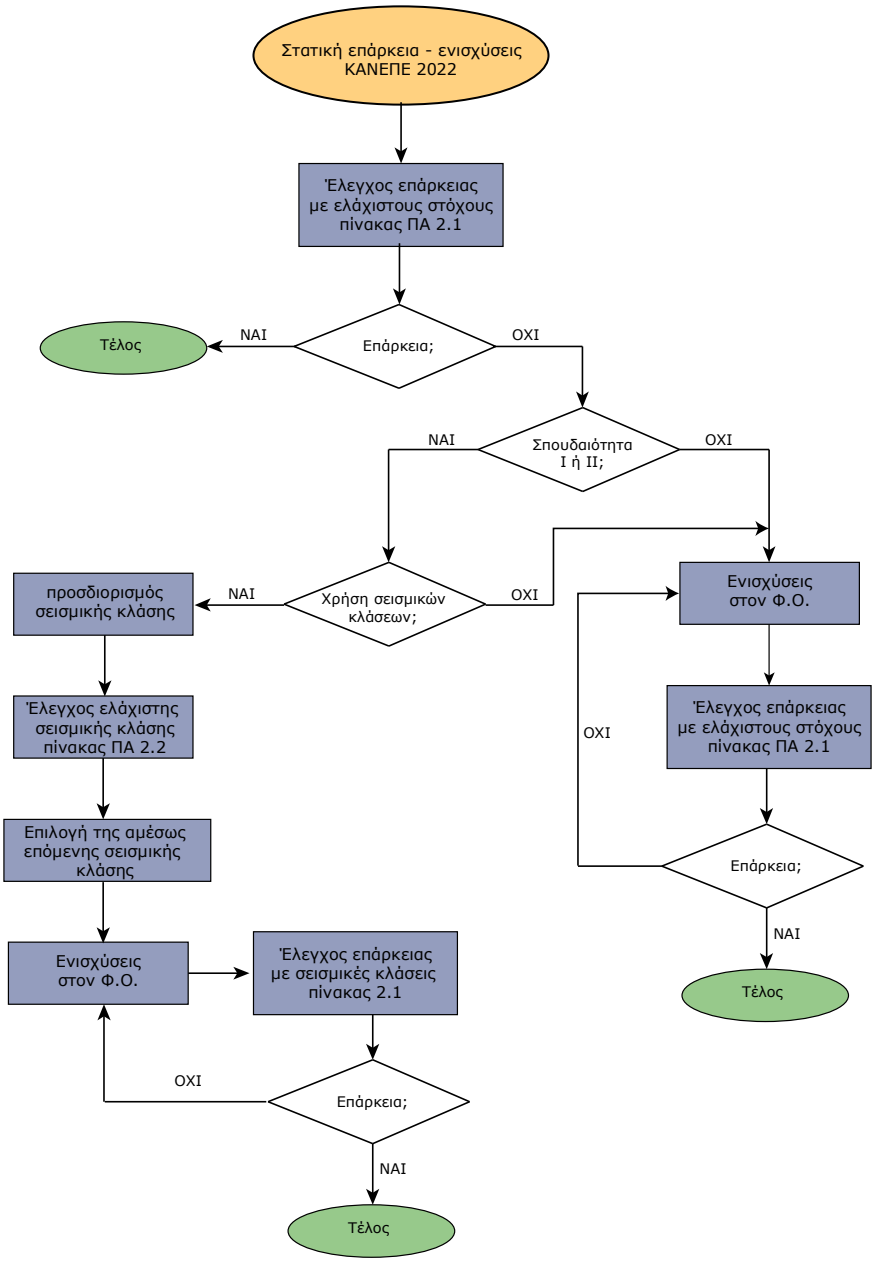
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I (ΕΑΚ 2003, EC8-1)						
Συντελεστής σεισμικής επιβαρύνσεως ***ε*** (Αντισεισμικός κανονισμός 1959/84-85)		0.04	0.06	0.08	0.12	0.16
α*/g	Σπουδαιότητα κτιρίου ΣΙ & ΣΙΙ	0.09	0.11	0.14	0.21	0.28
	Σπουδαιότητα κτιρίου ΣΙΙΙ & ΣΙV	0.12	0.16	0.21	0.34	0.34
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II (ΕΑΚ 2003, EC8-1)						
Συντελεστής σεισμικής επιβαρύνσεως ***ε*** (Αντισεισμικός κανονισμός 1959/84-85)		≤ 0.06		0.08	0.12	0.16
α*/g	Σπουδαιότητα κτιρίου ΣΙ & ΣΙΙ	0.14		0.14	0.21	0.28
	Σπουδαιότητα κτιρίου ΣΙΙΙ & ΣΙV	0.18		0.21	0.34	0.34
Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II (ΕΑΚ 2003, EC8-1)						
Συντελεστής σεισμικής επιβαρύνσεως ***ε*** (Αντισεισμικός κανονισμός 1959/84-85)		≤ 0.08			0.12	0.16
α*/g	Σπουδαιότητα κτιρίου ΣΙ & ΣΙΙ	0.21			0.21	0.28
	Σπουδαιότητα κτιρίου ΣΙΙΙ & ΣΙV	0.28			0.34	0.34

Πίνακας 4.32: *Τιμές Οριζόντιας Επιτάχυνσης Σχεδιασμού α*/g (ανηγμένη στην επιτάχυνση της βαρύτητας g Κτιρίων Κατηγορίας ΚΙ. ΦΕΚ 455/2014, πιν. 3.*

Κατάταξη σε σεισμική κλάση

- **Ναι:** Για κτίρια σπουδαιότητας Ι και ΙΙ γίνεται κατάταξη σε βασική σεισμική κλάση σύμφωνα με τον πίνακα 2.1 του ΚΑΝΕΠΕ. Η κατάταξη αυτή γίνεται σε περίπτωση που το κτίριο κρίνεται ανεπαρκές να ικανοποιήσει τους ελάχιστους στόχους του πίνακα ΠΑ.2.1. του ΚΑΝΕΠΕ (πχ για σπουδαιότητα ΙΙ την επιτελεστικότητα Γ1). Σύμφωνα με τον προηγούμενο ΚΑΝΕΠΕ του 2017, θα έπρεπε να σχεδιαστούν ενισχύσεις ώστε το κτίριο να αναβαθμίσει την αντισεισμικότητά του και να ικανοποιήσει τον ελάχιστο στόχο του πίνακα ΠΑ.2.1. (επιτελεστικότητα Γ1). Εναλλακτικά, στην 3η αναθεώρηση του ΚΑΝΕΠΕ 2022, ο στόχος ενίσχυσης για τα παλαιά κτίρια μειώνεται μέσω των σεισμικών κλάσεων. Αρχικά, το υφιστάμενο κτίριο, που έχει κριθεί ανεπαρκές, ταξινομείται σε βασική σεισμική κλάση στον πίνακα 2.1 του ΚΑΝΕΠΕ, λαμβάνοντας

ταυτόχρονα υπόψιν τις ελάχιστες σεισμικές κλάσεις του παραρτήματος 2.1. Στη συνέχεια ενισχύεται τόσο όσο να ανέβει τουλάχιστον μία σεισμική κλάση. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατός ο υπολογισμός οικονομικότερων ενισχύσεων καθώς το ενισχυμένο κτίριο αρκεί να ικανοποιεί ως στόχο ενίσχυσης μία τουλάχιστον ανώτερη κλάση από τη κλάση κατάταξης και όχι κατ' ανάγκη τη στάθμη επιτελεστικότητας Γ1.Η διαδικασία πορείας μια μελέτης στατικής επάρκειας και ενισχύσεων σύμφωνα με τον ΚΑΝΕΠΕ 2022 παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα ροής:



Σχήμα 4.38: *Διάγραμμα ροής πορείας μελέτης σύμφωνα με ΚΑΝΕΠΕ 2022*

► Όχι

ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Περίοδος Τ (έτη)	Πιθανότητα υπέρβασης Ρ στα 50 έτη	$\alpha_g/\alpha_{gR}=(T/475)^{1/k}$	Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού		
			Περιορισμός βλαβών (DL)	Σημαντικές βλάβες (SD)	Οιονεί κατάρ. (NC)
			Άμεση χρήση [Α]	Προστασία ζωής [Β]	Αποφυγή κατάρ. [Γ]
2475	*2%*	*1.80*	*Α0*	*Β0*	*Γ0*
975	*5%*	*1.30*	*Α1+*	*Β1+*	*Γ1+*
475	**10%**	**1.00**	Α1	**Β1**	**Γ1**
225	20%	0.75	Α2+	Α2	Γ2
135	30%	0.60	Α2	**Β2**	Γ2
70	*50%*	*0.45*	*Α3+*	*Β3+*	*Β3*
40	*70%*	*0.35*	*Α3*	*Β3*	*Γ3*
20	*90%*	*0.25*	*Α4+*	*Β4+*	*Γ4+*
<20	*>90%*	*<0.25*	*Α4*	*Β4*	*Γ4*
Κριτήρια αποδοχής (ελέγχου επιτελεστικότητας)			$\theta \le \theta_y$	$\theta \le (\theta_y+\theta_u)/2\cdot\gamma_{Rd}$	$\theta \le \theta_u/\gamma_{Rd}$ $V_{Ed}\le V_{Rd}$
			Αύξηση απαιτήσεων στα μέλη		

Πίνακας 4.33: *Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού και σεισμικές κλάσεις φέροντος οργανισμού βάσει **ΚΑΝ.ΕΠΕ**. πιν. 2.1 (με σκίαση) και – επιπλέον– συνιστώμενοι στόχοι για μεγαλύτερη ή μικρότερη σεισμική διακινδύνευση.*

Σημείωση

Οι κανόνες σχεδιασμού νέων κατασκευών του EC8-1 ουσιαστικά συνοψίζουν απαιτήσεις για στάθμη Σημαντικών Βλαβών με πιθανότητα υπέρβασης 10% στα 50 έτη ή αλλιώς Β1 βάσει ΚΑΝ.ΕΠΕ. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §2.2.1.

Σε κάθε επίπεδο Επιτελεστικότητας αντιστοιχούν όρια αποδεκτών παραμορφώσεων μέλους (σε όρους γωνίας στροφής χορδής), ενώ η αστοχία σε τέμνουσα πρακτικά ισοδυναμεί με οιονεί κατάρρευση.

Όσο ψηλότερες είναι οι απαιτήσεις, τόσο πιο χαμηλά προκύπτουν τα όρια των στροφών οδηγώντας -εν γένει- σε ανάγκη ενίσχυσης περισσότερων μελών.

Κατηγορία σπουδαιότητας	Πρόταση επιτροπής ΚΑΝ.ΕΠΕ. για στόχους αποτίμησης ή ανασχεδιασμού
I	Γ2
II	Γ1
III	Β1
IV	Α2 & Β1

Πίνακας 4.34: *Ελάχιστοι στόχοι ΚΑΝΕΠΕ, Πίνακας ΠΑ.2.1.*

Σημείωση

Η συμπερίληψη της στάθμης Α (DL) στους ελέγχους επιτελεστικότητας αποτελεί εν γένει δυσμενή επιλογή με την έννοια ότι δοκοί που έχουν οριστεί ως δευτερεύουσες μπορούν να απαλλάσσονται από τον έλεγχο στις στάθμες Β (SD) και Γ (NC), αλλά όχι από την Α. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. παράρτημα 9Α(4).

EC8-3

(Οι απαιτήσεις επιτελεστικότητας του EC8-3 δεν εφαρμόζονται για κατασκευές στην Ελλάδα)

Στον EC8-3 §2.1(3)Α παρουσιάζονται οι ενδεικτικές ελάχιστες απαιτήσεις για **συνήθεις** κατασκευές, όπου με τον όρο «συνήθεις» υποδηλώνεται σπουδαιότητα ΙΙ. Οι απαιτήσεις αυτές συνοψίζονται στον **Πίνακας 4.35**, ενώ επιχειρείται και μια αντιπαραβολή με τις αντίστοιχες απαιτήσεις που διέπουν τον σχεδιασμό νέων κατασκευών π.χ. με ελαστική ανάλυση και χρήση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς ***q***.

Περίοδος επαναφοράς T_R ή πιθανότητα υπέρβασης P_R βάσει **EC8-3**			
Στάθμη επιτελεστικότητας	**Περιορισμός βλαβών (DL)**	**Σημαντικές βλάβες (SD)**	**Οιονεί κατάρρευση (NC)**
	[Α]	**[Β]**	**[Γ]**
Διαστασιολόγηση νέων κατασκευών EC8-1	**95** έτη *ή* ***10%*** *στα 10 έτη* *Π.χ. για έλεγχο σχετικής μετακίνησης ορόφου* (EC8-1 §2.1(1)Α & §4.4.3)	475 έτη *ή* ***10%*** *στα 50 έτη* *Όλοι οι έλεγχοι του EC8-1 & ΕΑΚ στην Ο.Κ. Αστοχίας*	
Αποτίμηση – ενισχύσεις EC8-3 §2.1(3)Α	225 έτη *ή* ***20%*** *στα 50 έτη*	475 έτη *ή* ***10%*** *στα 50 έτη*	2475 έτη *ή* ***2%*** *στα 50 έτη*
α_g/α_{gR}	<1.00	1.00	>1.00
Κριτήρια αποδοχής (ελέγχου επιτελεστικότητας)	$\theta \le \theta y$	$\theta \le (\theta y+\theta u)/2\cdot\gamma_{Rd}$ *ή* $\theta \le 0.75\cdot\theta u/\gamma_{Rd}$	$\theta \le \theta u/\gamma_{Rd}$ $V_{Ed} \le V_{Rd}$
	← *Αύξηση απαιτήσεων στα μέλη – μείωση σεισμικής έντασης*		

Πίνακας 4.35: *Στάθμες επιτελεστικότητας για διαστασιολόγηση νέων κατασκευών και για αποτίμηση υφιστάμενων. Για κάθε στάθμη παρουσιάζεται το προτεινόμενο επίπεδο σεισμικής δράσης για* ***σπουδαιότητα ΙΙ*** *σύμφωνα με* ***EC8-3. Δεν εφαρμόζεται για κατασκευές στην Ελλάδα.***

Στην περίπτωση όπου ακολουθείται ο EC8-3 και για σπουδαιότητα διαφορετική της ΙΙ, θα πρέπει να εισαχθεί στην παράμετρο «Συντελεστής σπουδαιότητας γI (pushover)» η κατάλληλη τιμή (π.χ. 1.20 για σπουδαιότητα ΙΙΙ) ώστε να υπεισέλθει στον υπολογισμό της επιτάχυνσης σχεδιασμού $\gamma_I \cdot \alpha_{gR}$ που πραγματοποιείται από το πρόγραμμα.

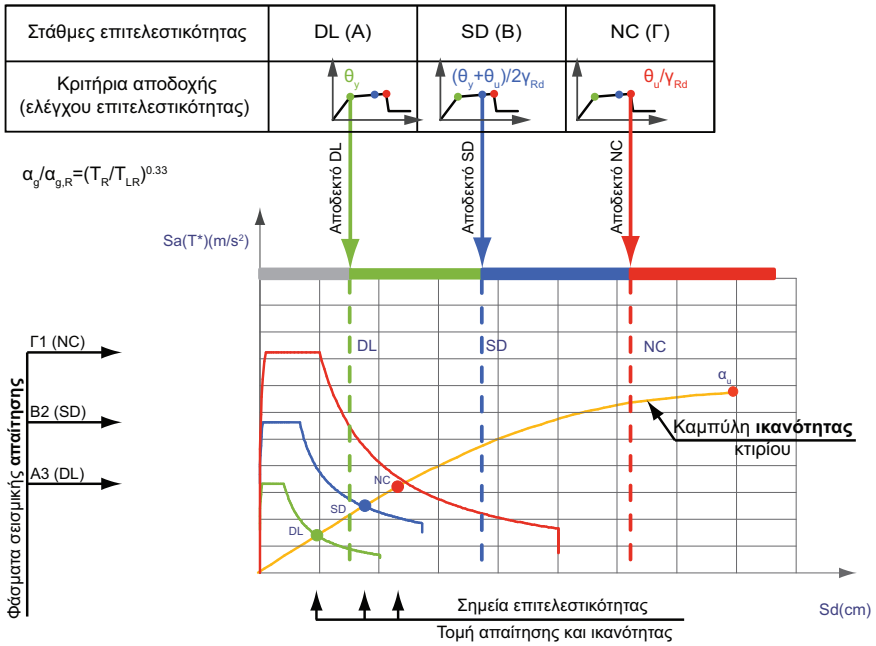
Έλεγχος επιτελεστικότητας

Στο ***Σχήμα 4.39*** παρουσιάζεται γραφικά η διαδικασία ελέγχου επιτελεστικότητας της κατασκευής, η οποία συνοψίζεται στα εξής:

1. Για κάθε φόρτιση συντάσσεται η καμπύλη αντίστασης σε όρους δύναμης μετακίνησης.

Για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας που ελέγχεται αντιστοιχεί μια διακριτή σεισμική επιτάχυνση a_g και συνακόλουθα ένα ελαστικό φάσμα απαίτησης. Για το φάσμα αυτό πραγματοποιείται «Υπολογισμός στοχευόμενης μετακίνησης» όπως περιγράφεται στην §9.15.4.

2. Το κριτήριο συμμόρφωσης σε όρους γωνίας στροφής – χορδής θ συνίσταται στη μη υπέρβαση των ορίων που αντιστοιχούν στην κάθε στάθμη επιτελεστικότητας. Τα όρια αυτά φαίνονται στο ***Σχήμα 4.39***. Για τις στάθμες Α, Β, Γ που ελέγχονται στην μελέτη και για μετατόπιση ίση με την αντίστοιχη στοχευόμενη ελέγχεται η παραμόρφωση θ σε κάθε μέλος και εφόσον είναι μικρότερη από την αποδεκτή, τότε το μέλος θεωρείται επαρκές, διαφορετικά θα πρέπει να εξεταστούν μέθοδοι ενίσχυσης.



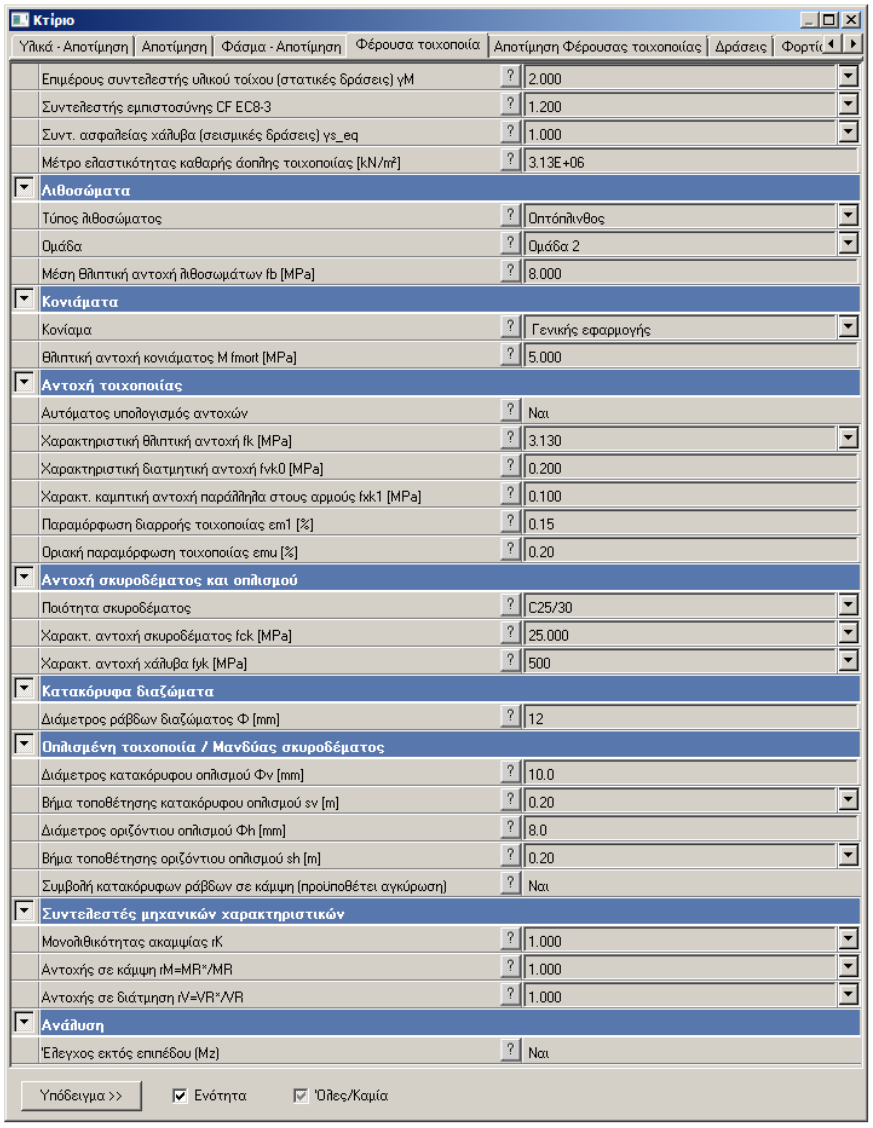
Σχήμα 4.39: *Διαδικασία ελέγχου επιτελεστικότητας.*

Στο τεύχος παρουσιάζονται σε πινακοποιημένη μορφή οι λόγοι επάρκειας των μελών $\boldsymbol{\lambda = \theta/\theta_{lim}}$ και για τις 3 στάθμες επιτελεστικότητας, καθώς και ο λόγος

$\lambda = V/V_R$ όπως διαμορφώνονται για μετακίνηση ίση με την στοχευόμενη για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας.

*Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων λόγων επάρκειας §*9.15.3.

4.1.1.12 Φέρουσα Τοιχοποιία



Εικόνα 4.15: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Φέρουσα τοιχοποιία» του Κτιρίου.*

Οι παράμετροι της καρτέλας αυτής είναι ενεργές μόνο όταν «Κτίριο > Γενικά > Στόχος μελέτης = Νέα οικοδομή». Οι παράμετροι που είναι κοινές με αυτές στην καρτέλα «Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας» εξηγούνται εκεί.

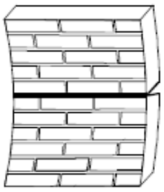
Έλεγχος πεσσών σε κάμψη

► **Ναι / Όχι**

Η παράμετρος αυτή αφορά τις εκδόσεις του προγράμματος που είναι προγενέστερες της 7.2.xxx. Με την επιλογή «Όχι» δεν γίνεται έλεγχος ούτε εκτύπωση των σχετικών αποτελεσμάτων των πεσσών σε κάμψη κατά την ισχυρή τους διεύθυνση (εντός επιπέδου).

Χαρακτ. καμπτική αντοχή παράλληλα στους αρμούς fxk1 [Mpa]

Ορίζεται η χαρακτηριστική καμπτική αντοχή της τοιχοποιίας για κάμψη παράλληλη με τους οριζόντιους αρμούς. Ελλείψει πειραματικών δεδομένων, λαμβάνεται σύμφωνα με την παράγραφο §3.6.3 του EC6.



Σχήμα 4.40: *Επίπεδο αστοχίας παράλληλο προς τους οριζόντιους αρμούς* f_{xk1}

Η παρούσα παράμετρος αφορά μόνο την κατάσταση διαστασιολόγησης νέων κατασκευών.

Συντελεστής εμπιστοσύνης CF EC8-3

Ο συντελεστής CF υπεισέρχεται στον υπολογισμό των αντοχών υφιστάμενων κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία βάσει του EC8-3 παρ. Γ. Οι τιμές του συντελεστή CF ανάλογα με τη Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων (Σ.Α.Δ) ή το επίπεδο γνώσης (KL) εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα, βλ. EC8-3 §3.3.1:



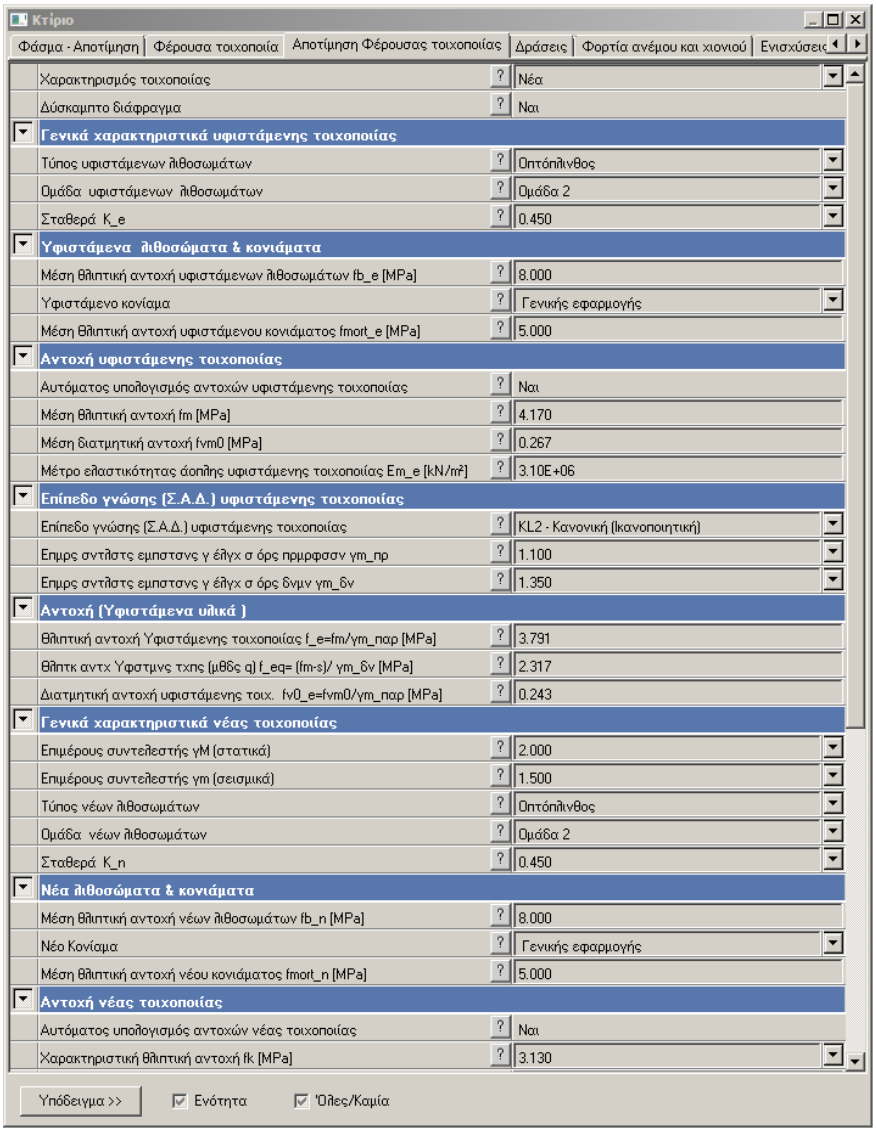
	Συντελεστής εμπιστοσύνης CF	
	GR	CY
KL1 Περιορισμένη γνώση	**1.30**	**1.35**
KL2 Κανονική γνώση	**1.20**	
KL3 Πλήρης γνώση	**1.10**	**1.00**

Πίνακας 4.36: *Συντελεστές εμπιστοσύνης φέρουσας τοιχοποιίας ανάλογα με το Επίπεδο Γνώσης (Σ.Α.Δ.) για εθνικό προσάρτημα Ελλάδας και Κύπρου.*

Παρατήρηση

- Αφορά μόνο την εντολή «Επίλυση και οπλισμός κτιρίου», όχι «Επίλυση pushover ή χρονοϊστορία». Από την στιγμή που πραγματοποιείται ανάλυση αποτίμησης με μια από τις παραπάνω δυο μεθόδους, δεν χρησιμοποιείται από το πρόγραμμα η συγκεκριμένη παράμετρος.
- Ο έλεγχος των πεσών βάσει των διατάξεων του EC8-3 διενεργείται ταυτόχρονα με τους ελέγχους του EC6 ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου «Κτίριο > Στόχος μελέτης». Σε περίπτωση, λοιπόν που η μελέτη αφορά νέα κατασκευή, ο συγκεκριμένος έλεγχος δεν αφορά και μπορεί ο σχετικός πίνακας να εξαιρείται από το τεύχος μέσω των φίλτρων.

4.1.1.13 Αποτίμηση Φέρουσας Τοιχοποιίας



Εικόνα 4.16: *Οι παράμετροι της κάρτελας «Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας» του Κτιρίου.*

Οι παράμετροι της καρτέλας αυτής είναι ενεργές μόνο όταν «Κτίριο > Γενικά > Στόχος μελέτης = Προσθήκες – Ενισχύσεις - Αποτίμηση». Παρακάτω αναλύεται

η λειτουργία των παραμέτρων που είναι κοινές με αυτές στην καρτέλα «Φέρουσα τοιχοποιία» εξηγούνται εδώ.

Χαρακτηρισμός τοιχοποιίας

Με την παράμετρο αυτή ορίζεται εάν η τοιχοδομή είναι υφιστάμενη ή νέα ώστε τα μηχανικά της χαρακτηριστικά να ληφθούν από τις αντίστοιχες ομάδες παραμέτρων όπως αυτές περιγράφονται ακολούθως.

- **Νέα**: Νέα δομικά στοιχεία (πεσσοί ή υπέρθυρα) από φέρουσα τοιχοποιία. Οι προδιαγραφές των λιθοσωμάτων, των κονιαμάτων και της δόμησης θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις διατάξεις του ΕC6 και τα σχετικά πρότυπα. Από την στιγμή που εξασφαλίζονται οι προϋποθέσεις αυτές, τότε η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή f_k και η αντοχή σε διάτμηση $f_{vk,0}$ μπορεί να εφαρμόζεται το τυπολόγιο του ΕC6, το οποίο είναι πλήρως ενσωματωμένο στους αυτοματισμούς της συγκεκριμένης καρτέλας.
- **Υφιστάμενη**: Αφορά υφιστάμενη τοιχοποιία και εφόσον η κατασκευή της διέπεται από τις διατάξεις των σύγχρονων κανονισμών και προτύπων και πληρούνται οι προϋποθέσεις της §6.4.21 του ΚΑΔΕΤ (βλ. και παρατήρηση στην «Αυτόματος υπολογισμός αντοχών νέας/υφιστάμενης τοιχοποιίας»), τότε οι αντοχές της μπορούν να υπολογίζονται βάσει της παρ. 3.6 του ΕC6 και εν τέλει αυτόματα από το πρόγραμμα. Σε διαφορετική περίπτωση π.χ. για αργολιθοδομές και γενικά για τοιχοδομές που δεν καλύπτονται από τον ΕC6, ο μελετητής καλείται να ανατρέξει στην βιβλιογραφία ή ενδεχομένως σε επί τόπου δοκιμές ώστε να προσδιορίσει τα μεγέθη αντοχών f_m και $f_{vm,0}$.

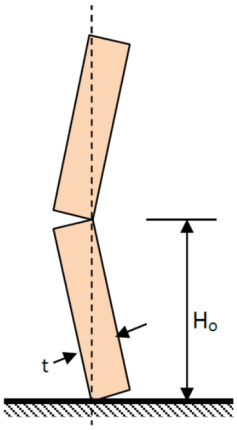
Παρατήρηση

Εάν «Γενική περιγραφή εργασίας > Νέα οικοδομή» τότε όλα τα στοιχεία φέρουσας τοιχοποιίας λαμβάνονται ως «Νέα». Σε τέτοια περίπτωση άλλωστε, η συγκεκριμένη παρ/τρος είναι ανενεργή.

Δύσκαμπτο διάφραγμα

Η παράμετρος αυτή –ουσιαστικά– καθορίζει την μορφή αστοχίας και τελικά το ύψος ανατροπής $H_{ανατρ.}$, βάσει του οποίου υπολογίζεται η στροφή ανατροπής $\theta_{R,u}$ του πεσσού εκτός επιπέδου, βλ. ΚΑ.Δ.Ε.Τ §7.4.2 και σχέση Σ7.7.

$$\theta_{R,u} = t/H_0$$



Σχήμα 4.41: Ορισμός ύψους ανατροπής $H_{ανατρ.}$ από τα σημεία στήριξης άνω/κάτω μέχρι την θέση της μέγιστης μετακίνησης.

Θεωρείται πως επέρχεται οιονεί κατάρρευση λόγω ανατροπής, όταν η σχετική οριζόντια μετάθεση από το σημείο στήριξης μέχρι την μέγιστη εκτός επιπέδου μετακίνηση, υπερβαίνει το πάχος του τοίχου, t.

Η ικανότητα παραμόρφωσης προσδιορίζεται ως εξής:

- Επιτελεστικότητα SD:

$$\theta_{SD} = \min\{ \begin{matrix} 0{,}003\cdot H_0/t & \text{Κάμψη εκτός επιπέδου} \\ t/H_{ανατρ}\cdot(1-F_y/F_{Rd}) & \text{Ανατροπή} \end{matrix}$$

- Επιτελεστικότητα NC: $\theta_{NC} = 4/3\cdot\theta_{SD}$

► **<u>Ναι</u>**: π.χ. στις στάθμες με (δύσκαμπτα) διαφράγματα από σκυρόδεμα. Εδώ θεωρείται πως το δύσκαμπτο διάφραγμα λειτουργεί ως οιονεί στήριξη και συνεπώς μεταξύ διαδοχικών στηρίξεων η μορφή αστοχίας είναι αυτή που φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Εδώ το $H_{ανατρ}$ λαμβάνεται ίσο με το 50% της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ των επιπέδων, στα οποία έχει οριστεί «Δύσκαμπτο διάφραγμα = Ναι».

► **Όχι**: σε περιπτώσεις δοκιδωτών πατωμάτων από χάλυβα ή ξύλο, όπου το διάφραγμα δεν μπορεί να θεωρηθεί πως περιορίζει την εκτός επιπέδου μετακίνηση των πεσσών και συνεπώς δεν μπορεί να θεωρηθεί οιονεί στήριξη.

<u>Παρατήρηση</u>

- Δεν πρέπει να γίνεται σύγχυση μεταξύ του μήκους διάτμησης H_0, που υπεισέρχεται στον έλεγχο κάμψης και του μήκους ανατροπής $H_{ανατρ}$. Το πρώτο

προσδιορίζεται από τον λόγο M/V στην πραγματική εντατική κατάσταση του πεσσού, ενώ το μήκος ανατροπής από την θεώρηση πιθανών μορφών αστοχίας λόγω ανατροπής, βάσει των συνθηκών στήριξης άνω και κάτω.

- Για τον τελευταίο κόμβο, στο δώμα ή στην στέγη θεωρείται πάντα «Δύσκαμπτο διάφραγμα = Ναι» και συνεπώς η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει το ύψος ανατροπής π.χ. στην περίπτωση εύκαμπτων διαφραγμάτων σε όλες τις στάθμες είναι το ½ του ύψους του κτιρίου.
- Ο συντελεστής λ στην σχέση υπολογισμού της εκτός επιπέδου αντοχής F_{Rd} (Σ7.6 του ΚΑ.Δ.Ε.Τ.) λαμβάνεται πάντα ίσος με 1,0.

Τύπος νέων/υφιστάμενων λιθοσωμάτων

Ο μελετητής μπορεί να επιλέξει έναν από τους ακόλουθους τύπους λιθοσώματος. Οι πρώτοι έξι αφορούν είτε υφιστάμενη, είτε νέα τοιχοποιία, ενώ η αργολιθοδομή απαντάται μόνο σε υφιστάμενες κατασκευές. Στην τελευταία περίπτωση, για την μεθοδολογία υπολογισμού αντοχών μπορεί κανείς να ανατρέξει σε βιβλιογραφία ή στην §6.2.4 του ΚΑ.Δ.Ε.Τ.

- ► **Οπτόπλινθος** (συμπαγή ή διάτρητα τούβλα)
- ► **Από πυριτικό ασβέστιο**. Όχι ιδιαίτερα συνηθισμένο στον ελλαδικό χώρο.
- ► **Από σκυρόδεμα (τσιμεντόλιθος)** ή κισσηρόλιθος
- ► **Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα (πορομπετόν)**
- ► **Τεχνητός λίθος**
- ► **Λαξευτός, φυσικός λίθος**
- ► **Αργολιθοδομή** (μόνο υφιστάμενη τοιχοποιία)

Ο τύπος λιθοσώματος υπεισέρχεται

- Στον αυτόματο προσδιορισμό του συντελεστή K_e ή K_n βάσει του πίνακα 3.3 του EC6 και τελικά της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας fm ή fk, αντίστοιχα, μέσω των σχέσεων 3.1 έως 3.4 του EC6 και συνακόλουθα στον υπολογισμό του μέτρου ελαστικότητας Em_e ή Em_n.
- Στον προσδιορισμό της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας $f_{vk,0}$ ή $f_{vm,0}$ βάσει του πίνακα 3.4 του EC6.
- Στον υπολογισμό της χαρακτηριστικής καμπτική αντοχή παράλληλα στους αρμούς f_{xk1} στον έλεγχο εκτός επιπέδου βάσει EC6 §3.6.3 και μόνο σε νέες κατασκευές.

Ομάδα νέων/υφιστάμενων λιθοσωμάτων

Η ομάδα του λιθοσώματος συνήθως δίδεται από τον προμηθευτή, διαφορετικά μελετητής καλείται να προχωρήσει στην κατάταξη βάσει γεωμετρικών κριτηρίων που εμφανίζονται στον πιν. 3.1 του EC6. Λιθοσώματα από άργιλο, πυριτικό ασβέστιο και σκυρόδεμα ομαδοποιούνται στις ομάδες 1-4, ενώ λιθοσώματα από αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα και από φυσικούς ή τεχνητούς λίθους θεωρείται ότι σε κάθε περίπτωση ανήκουν στην ομάδα 1.

Η ομάδα λιθοσώματος υπεισέρχεται στον προσδιορισμό του συντελεστή Κ σύμφωνα με τον πίνακα 3.3 του EC6 και τελικά στον υπολογισμό της θλιπτικής αντοχής f_k ή f_m βάσει των σχέσεων 3.1 έως 3.4 του EC6.

Παρατήρηση

Εφόσον δεν είναι δυνατή η κατάταξη των λιθοσωμάτων σε μια από τις ομάδες του πίν. 3.1 π.χ. σε υφιστάμενες κατασκευές, τότε ενδεχομένως είναι προτιμότερο για τον υπολογισμό της αντοχής της τοιχοποιίας να μην επιλέγεται η μέθοδος του §3.6.1 του EC6, η οποία είναι αυτοματοποιημένη στην παρούσα καρτέλα, αλλά να αναζητείται εναλλακτική προσέγγιση π.χ. των §§6.2.4.1-3 του ΚΑ.Δ.Ε.Τ. Σε τέτοια περίπτωση προτείνεται να δίδεται «Αυτόματος υπολογισμός αντοχών» = Όχι.

Συντελεστής K_n / K_e (νέα/υφιστάμενη τοιχοποιία)

Δίδεται ο παράγοντας *K* που υπεισέρχεται στον υπολογισμό της χαρακτηριστικής θλιπτικής αντοχής f_k (και της μέσης f_m) σύμφωνα με τις σχέσεις 3.2-3.4 του EC6. Η τιμή του παράγοντα *K* λαμβάνει τιμή αυτόματα από το πρόγραμμα, ανεξάρτητα για νέα και υφιστάμενη τοιχοποιία και σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα, κάθε φορά που αλλάζει μια από τις ακόλουθες παραμέτρους:

- Τύπος λιθοσωμάτων
- Ομάδα λιθοσωμάτων
- Κονίαμα

Υλικό λιθοσώματος		**Κονίαμα γενικής εφαρμογής**	**Κονίαμα λεπτής στρώσεως οριζόντιος αρμός ≥0,5mm και ≤3mm)**	**Ελαφροκονίαμα με πυκνότητα**	
				600 ≤ρ_d≤ 800 Kg/m³	**800 ≤ρ_d≤ 1300 Kg/m³**
Άργιλος	Ομάδα 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Ομάδα 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Ομάδα 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Ομάδα 4	0,35	0,35	0,20	0,25

Πυριτικό Ασβέστιο	Ομάδα 1	0,55	0,80	‡	‡
	Ομάδα 2	0,45	0,65	‡	‡
Σκυρόδεμα με αδρανή	Ομάδα 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Ομάδα 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Ομάδα 3	0,40	0,50	‡	‡
	Ομάδα 4	0,35	‡	‡	‡
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	Ομάδα 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Τεχνητοί λίθοι	Ομάδα 1	0,45	0,65	‡	‡
Λαξευτοί φυσικοί λίθοι	Ομάδα 1	0,45	‡	‡	‡

Πίνακας 4.37: *Τιμές του συντελεστή Κ ανάλογα με τον τύπο και την ομάδα λιθοσώματος και τον τύπο κονιάματος (πιν. 3.3 του ΕC6).*

Μέση θλιπτική αντοχή νέων/υφιστάμενων λιθοσωμάτων fb_n/ fb_e[Mpa]

Είναι η ανηγμένη μέση θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων κατά τη διεύθυνση της εφαρμοζόμενης δράσης. Ενδεικτικές τιμές αντοχής παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες, ανάλογα με τον τύπο υλικού του λιθοσώματος. Η τιμή της αντοχής **θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να εισαχθεί από τον μελετητή** ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου «Αυτόματος υπολογισμός αντοχών τοιχοποιίας» καθώς εκτός από το τυπολόγιο προσδιορισμού της θλιπτικής αντοχής (σχ. 3.2-3.4 του ΕC6) που είναι αυτοματοποιημένο στην παρούσα καρτέλα, υπεισέρχεται π.χ. στον υπολογισμό της διατμητικής αντοχής f_{vd} (§3.6.2. του ΕC6), ο οποίος πραγματοποιείται από τα προγράμματα διαστασιολόγησης και το αποτέλεσμα εμφανίζεται μόνο στο τεύχος.

Πέτρωμα	Ελάχιστη f_b (MPa)
Ασβεστόλιθοι, τραβερτίνης, ηφαιστειακοί τόφφοι	20
Μαλακοί ψαμμίτες (μετ' αργιλικής συνδετικής ύλης)	30
Συμπαγείς ασβεστόλιθοι και δολομίτες (περιλαμβανομένου του μαρμάρου), βασαλτική λάβα	50
Χαλαζιακοί ψαμμίτες, γραουβάκης κλπ.	80
Γρανίτης, συηνίτης, διορίτης, χαλαζιακός πορφυρίτης, διαβάσης κλπ.	120

Πίνακας 4.38: Ελάχιστη *θλιπτική αντοχή φυσικών πετρωμάτων (Καραντώνη 2012).*

Ποσοστό κενών %	Αντοχή κάθετα στις οπές (MPa)		Αντοχή παράλληλα στις οπές (MPa)
	Παράλληλα στο ύψος	Παράλληλα στο πλάτος	
25	3.74	2.26	13.18
26	3.44	4.76	8.09
32	3.56	2.98	6.3
33	2.85	3.58	13.7
34	6.55	7.84	10.65

Πίνακας 4.39: *Αντοχή υγρών δωδεκάοπτων τούβλων (Fardis et al. 1996)*

Διεύθυνση	Αντοχή κάθετα στις οπές							
	Παράλληλα στο ύψος				Παράλληλα στο πλάτος			
Καπέλωμα	Όχι		Ναι		Όχι		Ναι	
Υγρασία	Υγρά	Ξηρά	Υγρά	Ξηρά	Υγρά	Ξηρά	Υγρά	Ξηρά
f_b (MPa)	2.45	3.58	7.6	8.39	2.65	3.68	8.87	7.33

Πίνακας 4.40: *Θλιπτική αντοχή εξάοπων τούβλων (ΕΜΠ)*

Νέο/Υφιστάμενο κονίαμα

Επιλέγεται το είδος του κονιάματος που χρησιμοποιείται:

- Γενικής εφαρμογής: Κονίαμα το οποίο χρησιμοποιείται σε αρμούς πάχους μεγαλύτερου των 3mm και στο οποίο χρησιμοποιούνται μόνο βαριά αδρανή.
- Λεπτής στρώσεως – κόλλες ($t_{αρμ} \leq 3mm$): Κονίαμα μελετημένο ώστε να σχηματίζονται αρμοί πάχους μεταξύ 1mm και 3mm.
- Ελαφροκονίαμα $600 \leq \rho_d \leq 800$ kg/m3: Κονίαμα τέτοιας σύνθεσης ώστε η πυκνότητα (σκληρυμένου και ξηρού) να είναι μεταξύ 600 kg/m^3 και 800 kg/m^3
- Ελαφροκονίαμα $800 \leq \rho d \leq 1500$kg/m3: Κονίαμα τέτοιας σύνθεσης ώστε η πυκνότητα (σκληρυμένου και ξηρού) να είναι μεταξύ 800 Kg/m^3 και 1500 Kg/m^3

Στην περίπτωση νέας ή υφιστάμενης τοιχοδομής που συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές των σύγχρονων κανονισμών και προτύπων και από την στιγμή που μπορεί να γίνει κατάταξη του το κονιάματος σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες, τότε οι αντοχές της τοιχοποιίας μπορούν να υπολογίζονται βάσει του τυπολόγιου του EC6, που είναι αυτοματοποιημένο στην καρτέλα αυτή. Συγκεκριμένα η κατηγορία κονιάματος υπεισέρχεται στον προσδιορισμό:

- του συντελεστή K (και τελικά της θλιπτικής αντοχής f_k), σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3 του EC6,
- της διατμητικής αντοχής f_{vk0}, σύμφωνα με τον πίνακα 3.4 και
- της καμπτικής αντοχής f_{xk1} για επίπεδο αστοχίας παράλληλο προς τους οριζόντιους αρμούς, σύμφωνα με την §3.6.3 του EC6. Αφορά μόνο νέες κατασκευές.

Θλιπτική αντοχή νέου/υφιστάμενου κονιάματος M f_{mort} [MPa]

Δίνεται η θλιπτική αντοχή (ή αλλιώς η κατηγορία αντοχής) του κονιάματος. Στο Εθνικό προσάρτημα του EC6 δίδονται ενδεικτικές αναλογίες αναμίξεως τσιμέντου/ασβέστη/άμμου και οι αναμενόμενες αντοχές κονιάματος, βλ. παρακάτω πίνακα.

Κατηγορία κονιάματος	Μέση θλιπτική αντοχή (MPa)	Αναλογίες αναμίξεως (σε μέρη κατ' όγκο)		
		Τσιμέντο	Ασβέστης	Άμμος
M2.5	2.5	1	3	9
M5	5.0	1	2	6
M10	10.0	1	0.5	5
M20	20.0	1	-	3

Πίνακας 4.41: *Κατηγορίες κονιαμάτων προδιαγεγραμμένης σύνθεσης (EC6 – Εθνικό Προσάρτημα)*

Πλήρωση κατακόρυφων αρμών νέας/υφιστάμενης τοιχοποιίας

Επιλέγεται εάν οι κατακόρυφοι αρμοί της τοιχοποιίας είναι πλήρεις με κονίαμα. Η παράμετρος επηρεάζει τον τρόπο υπολογισμού της διατμητικής αντοχής f_{vk} (και f_{vm}) σύμφωνα με τον EC6 §3.6.2 και τις σχέσεις 3.5 και 3.6. Συγκεκριμένα:

- **Ναι**: οι αρμοί ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παραγράφου 8.1.5, ώστε να μπορούν να θεωρούνται πλήρεις

$$f_{vk} = \min\{f_{vk,0} + 0{,}4\cdot\sigma_d \; ; \; 0{,}065\cdot f_b\}$$

- **Όχι**: οι κάθετοι αρμοί δεν είναι πλήρεις και οι γειτονικές πλευρές των λιθοσωμάτων βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους

$$f_{vk} = \min\{0{,}5\cdot f_{vk,0} + 0{,}4\cdot\sigma_d \; ; \; 0{,}045\cdot f_b\}$$

Συνεπώς, η μη πλήρωση των κατακόρυφων αρμών οδηγεί σε μειωμένη διατμητική αντοχή.

Παρατήρηση

Με αλλαγή της συγκεκριμένης παραμέτρου δεν πραγματοποιείται κάποια μεταβολή σε άλλη παράμετρο στις καρτέλες του προγράμματος. Η επίδραση μιας αλλαγής μπορεί να παρατηρηθεί μόνο στην τιμή της διατμητικής αντοχής σε όρους δύναμης V_{VS} στους ελέγχους, στο τεύχος υπολογισμών.

Αυτόματος υπολογισμός αντοχών νέας/υφιστάμενης τοιχοποιίας

- **Ναι:** Με κάθε αλλαγή σε μια από τις ακόλουθες παραμέτρους σε νέα ή υφιστάμενη τοιχοποιία υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα η θλιπτική και η διατμητική αντοχή f_k και f_{vk0}.

- «Τύπος ή Ομάδα λιθοσώματος»

- «Θλιπτική αντοχή λιθοσώματος»
- «Κονίαμα»
- «Θλιπτική αντοχή κονιάματος»

Συγκεκριμένα ενεργοποιούνται οι ακόλουθες διαδικασίες:

- Προσδιορίζεται ο συντελεστής K σύμφωνα με τον πίνακα 3.3 του EC6 και στην συνέχεια υπολογίζεται η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή f_k, σύμφωνα με τις σχέσεις 3.1-3.2 του EC6.

  Κάθε φορά που ενημερώνεται η θλιπτική αντοχή f_k ή f_m, υπολογίζεται και το μέτρο ελαστικότητας **E**, βλ. σχετική παράμετρο παρακάτω.

- Υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα και ενημερώνονται οι παράμετροι Χαρακτηριστική διατμητική αντοχή απουσία θλιπτικού αξονικού φορτίου f_{vk0} σύμφωνα με τον πίνακα 3.4 του EC6.

Για υφιστάμενα μέλη, όπου στο τυπολόγιο εισάγεται η μέση θλιπτική και διατμητική αντοχή f_m και f_{vm0}, αυτές προκύπτουν από τις χαρακτηριστικές τιμές των αντοχών συνυπολογίζοντας και την τυπική απόκλιση s, σύμφωνα με ΚΑΔΕΤ §§6.2.4.1, 4.5.3.1 και 4.4.3:

$$f_m = f_k/(1-s)$$

$$f_{vm0} = f_{vk0}/(1-s)$$

► **Όχι:** Δεν ενημερώνονται οι τιμές της χαρακτηριστικής ή μέσης θλιπτικής και διατμητικής αντοχής μετά από αλλαγή των χαρακτηριστικών του λιθοσώματος ή του κονιάματος. Η απενεργοποίηση των αυτοματισμών βάσει EC6 ενδέχεται να είναι σκόπιμη στις εξής περιπτώσεις

- Δεν είναι γνωστά τα χαρακτηριστικά των συστατικών στοιχείων της τοιχοποιίας.
- Οι αντοχές f, f_{v0} έχουν προσδιοριστεί από επί τόπου ή εργαστηριακές δοκιμές.
- Οι αντοχές f, f_{v0} υπολογίζονται ναι μεν βάσει των ιδιοτήτων του λιθοσωμάτων και του κονιάματος, αλλά με τυπολόγιο διαφορετικό από αυτό του EC6, π.χ. όταν δεν ισχύουν οι προϋποθέσεις στην παρακάτω παρατήρηση.

Παρατήρηση

Σύμφωνα με ΚΑΔΕΤ §6.4.2.1, σε υφιστάμενες τοιχοδομές, είναι δυνατόν να εφαρμόζεται η μεθοδολογία του EC6 στον προσδιορισμό των αντοχών για μονόστρωτες οπτοπλινθοδομές ή δίστρωτες οπτοπλινθοδομες με διάτονες οπτοπλίνθους, ή στην περίπτωση λαξευτών λιθοδομών, υπό τον όρο ότι οι αντοχές των λιθοσωμάτων και του κονιάματος πληρούν τους σχετικούς περιορισμούς,

καθώς και όταν οι αρμοί του κονιάματος δεν υπερβαίνουν σε πάχος τα 15mm. Σε διαφορετική περίπτωση προτείνεται να οριστεί η παρ/τρος στο «Όχι» και οι αντοχές f και f_{v0} να υπολογιστούν και να εισαχθούν από τον μελετητή.

Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή fk

Η Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας f_k προσδιορίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα εφόσον έχει οριστεί «Αυτόματος υπολογισμός αντοχών» = Ναι. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται βάσει EC6 §3.6.1 και έχει ως εξής:

- τοιχοποιία με κονίαμα γενικής εφαρμογής ή με ελαφροκονίαμα

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_{mort}^{0.3} \qquad \text{[EC6-1 (3.2)]}$$

- τοιχοποιία με κονίαμα λεπτής στρώσεως κατασκευασμένη από
  - οπτοπλίνθους των Ομάδων 1 και 4
  - ή λιθοσώματα πυριτικού ασβεστίου
  - ή λιθοσώματα σκυροδέματος με αδρανή (τσιμεντόλιθοι)
  - ή από αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα (πορομπετόν)

$$f_k = K \cdot f_b^{0.85} \qquad \text{[EC6-1 (3.3)]}$$

- τοιχοποιία με κονίαμα λεπτής στρώσεως και οπτόπλινθους των Ομάδων 2 και 3 ή τεχνητούς λίθους.

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \qquad \text{[EC6-1 (3.4)]}$$

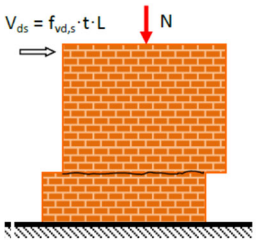
- Αργολιθοδομή. Υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα η θλιπτική αντοχή βάσει ΚΑΔΕΤ §6.2.4.

Χαρακτηριστική διατμητική αντοχή fvk0[Mpa]

Εισάγεται η χαρακτηριστική διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας f_{vk0} απουσία θλιπτικού φορτίου, η οποία υπεισέρχεται στον υπολογισμό της διατμητικής αντοχής έναντι ολίσθησης, βλ. EC6 §3.6.2 και ΚΑΔΕΤ §7.2.2

$$V_{vs} = f_{vd} \cdot L' \cdot t$$

Όπου π.χ. για νέα τοιχοποιία είναι $f_{vd} = \min\{f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_d \,;\, 0.065 \cdot f_b\} / \gamma_m$



Σχήμα 4.42: *Διατμητική αντοχή τοίχου υπό θλιπτική δύναμη*

Η χαρακτηριστική διατμητική αντοχή προσδιορίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα εφόσον έχει οριστεί «Αυτόματος υπολογισμός αντοχών» = Ναι.

Ο υπολογισμός πραγματοποιείται βάσει της EC6 §3.6.2 και του πίνακα 3.4 και ενημερώνεται κάθε φορά που αλλάζει ο τύπος λιθοσώματος, ο τύπος ή κατηγορία του κονιάματος. Σε περιπτώσεις κονιάματος γενικής εφαρμογής, όπου στον πίνακα δεν προβλέπεται ο συνδυασμός τύπου λιθοσώματος – κατηγορίας κονιάματος που προδιαγράφεται στην μελέτη, ο μελετητής θα πρέπει να εισάγει τιμή f_{vk0} ανατρέχοντας σε άλλες πηγές.

Υλικό λιθοσώματος	***f_{vk0} (N/mm²)***			
	Κονίαμα γενικής εφαρμογής, δεδομένης κατηγορίας αντοχής		***Κονίαμα λεπτής στρώσεως (0,5mm ≥ οριζόντιος αρμός ≤ 3mm)***	***Ελαφροκονίαμα***
Άργιλος	M10-M20	0,30	0,30	0,15
	M2,5-M9	0,20		
	M1-M2	0,10		
Πυριτικό ασβέστιο	M10-M20	0,20	0,40	0,15
	M2,5-M9	0,15		
	M1-M2	0,10		
Σκυρόδεμα με αδρανή	M10-M20	0,20	0,30	0,15
Αυτόκλειστο κυψελωτό σκυρόδεμα	M2,5-M9	0,15		
Τεχνητοί ή Λαξευτοί φυσικοί λίθοι	M1-M2	0,10		

Πίνακας 4.42: *Χαρακτηριστική διατμητική αντοχή απουσία θλιπτικού φορτίου ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των λιθοσωμάτων και του κονιάματος (πιν. 3.4 του EC6).*

Μέση θλιπτική αντοχή fm

Μέση διατμητική αντοχή fvm0

Εν γένει, σε υφιστάμενες τοιχοδομές οι μέσες αντοχές υπολογίζονται από επί τόπου δοκιμές ή εργαστηριακές μετρήσεις. Ειδικά στην περίπτωση υφιστάμενης τοιχοδομής που πληροί τις προϋποθέσεις της 6.4.2.1 του ΚΑΔΕΤ, η θλιπτική και διατμητική αντοχή μπορούν να προσδιορίζονται από το τυπολόγιο του EC6, το οποίο είναι αυτοματοποιημένο στην παρούσα καρτέλα, βλ. και παρατήρηση στην «Αυτόματος υπολογισμός αντοχών νέας/υφιστάμενης τοιχοποιίας». Κάτι τέτοιο, βέβαια, προϋποθέτει γνώση των χαρακτηριστικών των λιθοσωμάτων και του κονιάματος. Με τον τρόπο αυτό, υπολογίζονται οι χαρακτηριστικές τιμές της αντοχής f_k και f_{vk0}, όπως περιγράφεται στις σχετικές παραμέτρους, και από αυτές προσδιορίζονται οι μέσες λαμβάνοντας υπόψη την τυπική απόκλιση **s**:

$$f_m = f_k/(1-s)$$

$$f_{vm0} = f_{vk0}/(1-s)$$

Η τυπική απόκλιση λαμβάνεται βάσει της Στάθμης Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ) και τις §§6.2.4.1, 4.5.3.1 και 4.4.3 του ΚΑΔΕΤ ως εξής:

Σ.Α.Δ.	Τυπική απόκλιση (%)
Ανεκτή	30%
Ικανοποιητική	25%
Υψηλή	20%

Πίνακας 4.43: *Εκτιμώμενη Τυπική απόκλιση βάσει ΣΑΔ.*

Μέτρο ελαστικότητας άοπλης, νέας/υφιστάμενης τοιχοποιίας Em_e[KN/m^2]

Ορίζεται το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας. Η βραχυχρόνια τιμή του μέτρου ελαστικότητας εξαρτάται από τη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας f (f_k ή f_m) και μια μέση τιμή σύμφωνα με την παράγραφο §3.7.2 του EC6 μπορεί να είναι ίση με 1000·f. Ο ΚΑ.Δ.Ε.Τ. προτείνει την παρακάτω σχέση, η οποία δίδει μια διακύμανση της τάξης 300·f ÷ 1200·f.

$$E \approx 1300\cdot(1-f/5)\cdot f \pm 140\cdot f^2$$

Στο πρόγραμμα έχει επιλεγεί ο μέσος όρος του 300·f και 1200·f. (=750·f) και στην τιμή αυτή υπολογίζεται αυτόματα το μέτρο ελαστικότητας νέας ή υφιστάμενης τοιχοποιίας κάθε φορά που αλλάζει η τιμή της παραμέτρου «Χαρακτηριστική ή Μέση θλιπτική αντοχή f_k ή f_m», αντίστοιχα.

Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφιστάμενης τοιχοποιίας

Αφορά υφιστάμενα υλικά.

Ορίζεται το επίπεδο γνώσης ή αλλιώς η Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ) **υφιστάμενης** τοιχοποιίας σύμφωνα με EC8-3 §3.3 & §3.4.3 και Κ.Α.Δ.Ε.Τ. §3.10.3.

- **KL1 - Περιορισμένη γνώση (Ανεκτή Σ.Α.Δ.)**
- **KL2 - Κανονική γνώση (Ικανοποιητική Σ.Α.Δ.)**
- **KL3 - Πλήρης γνώση (Υψηλή Σ.Α.Δ.)**

Επιμέρους συντελεστής για έλεγχο σε όρους δυνάμεων γm_δυν και παραμορφώσεων γm_παρ

Οι επί μέρους συντελεστές γ_m για τον υπολογισμό των αντοχών υφιστάμενης τοιχοποιίας λαμβάνονται σύμφωνα με ΚΑΔΕΤ §4.5.3.1. Βάσει της παραγράφου προβλέπονται δυο ομάδες συντελεστών βάσει της Στάθμης Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)· η μια ομάδας αφορά έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων (δηλαδή ανάλυση pushover ή ελαστική ανάλυση με την μέθοδο m) και η δεύτερη αφορά έλεγχο σε όρους δυνάμεων (ελαστική ανάλυση με την μέθοδο q).

Επίπεδο γνώσης (KL) Στάθμη αξιοπιστίας (ΣΑΔ)		Έλεγχος σε όρους Παραμορφώσεων $\gamma_{m,παραμ.}$	Έλεγχος σε όρους Δυνάμεων $\gamma_{m,δυναμ.}$
Ανεκτή	KL1	1.20	1.50
Ικανοποιητική	KL2	1.10	1.35
Υψηλή	KL3	1.00	1.20

Πίνακας 4.44: *Επί μέρους συντελεστές γ_m υφιστάμενης φέρουσας τοιχοποιίας βάσει ΣΑΔ.*

Οι τιμές των παραμέτρων αυτών ενημερώνονται κάθε φορά που τροποποιείται η παράμετρος «Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφιστάμενης τοιχοποιίας», ενώ στην συνέχεια υπολογίζονται και ενημερώνονται οι αντοχές σχεδιασμού που περιγράφονται ακολούθως.

Θλιπτική αντοχή Υφιστάμενης τοιχοποιίας f_e=fm/γm_παρ και διατμητική αντοχή υφιστάμενης τοιχ. fv_e_παρ=fvm0/ γm_παρ

Δίδεται η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής και διατμητικής αντοχής **υφιστάμενης** τοιχοποιίας για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων. Πρακτικά αφορά ανελαστική

ανάλυση pushover ή ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας και μέθοδο m. Η τιμή της παραμέτρου υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα από την μέση τιμή της θλιπτικής ή διατμητικής αντοχής $\mathbf{f_m}$ και $\mathbf{f_{mv0}}$ διαιρεμένες με τον επί μέρους συντελεστή $\boldsymbol{\gamma_{m_παρ}}$ που δίδεται στην §4.5.3.1 του ΚΑΔΕΤ, βλ. και 4.4.3 του ΚΑΔΕΤ.

Θλιπτική αντοχή Υφιστάμενης τοιχοποιίας (μέθοδος q) f_eq= (fm-s)/γm_δυν

Δίδεται η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής **υφιστάμενης** τοιχοποιίας για έλεγχο σε όρους δυνάμεων. Πρακτικά αφορά ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας και μέθοδο ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς (**q**). Η τιμή της παραμέτρου υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα από την μέση τιμή της θλιπτικής αντοχής $\mathbf{f_m}$ μειωμένη κατά την τυπική απόκλιση σύμφωνα με την §4.4.3 του ΚΑΔΕΤ και διαιρεμένη με τον επί μέρους συντελεστή $\boldsymbol{\gamma_{m_δυν}}$ που δίδεται στην §4.5.3.1.

Επιμέρους συντελεστής υλικού τοίχου (στατικές δράσεις) γM

Ο επιμέρους συντελεστής **νέας** φέρουσας τοιχοποιίας γ_M επιλέγεται από τον μελετητή λαμβάνοντας υπόψη τον σχετικό Πίνακα του Εθνικού Προσαρτήματος του EC6-1. Το γ_M καθορίζεται ανάλογα με την Κατηγορία των λιθοσωμάτων, το είδος κονιάματος και τη στάθμη ποιοτικού ελέγχου κατασκευής.

Υλικό		γM		
		Στάθμη ποιοτικού ελέγχου κατασκευής		
	Τοιχοποιία από:	**1**	**2**	**3**
Α	Λιθοσώματα Κατηγορίας Ι, κονίαμα προδιαγεγραμμένων χαρακτηριστικών	1,7	2,0	2,2
Β	Λιθοσώματα Κατηγορίας Ι, κονίαμα προδιαγεγραμμένης σύνθεσης	2,0	2,2	2,5
Γ	Λιθοσώματα Κατηγορίας ΙΙ, οποιοδήποτε κονίαμα	2,2	2,5	2,7
Δ	Αγκύρωση του χάλυβα οπλισμού	2,0	2,2	2,5
Ε	Χάλυβας οπλισμού και χάλυβας προέντασης	1,15		
ΣΤ	Δευτερεύοντα στοιχεία	2,0	2,2	2,5
Ζ	Υπέρθυρα σύμφωνα με το EN 845-2	1,7	2,0	2,2

Πίνακας 4.45: *Επί μέρους συντελεστής γ_M νέας φέρουσας τοιχοποιίας για στατικές δράσεις ανάλογα με το υλικο και την Στάθμη ποιοτικού έλέγχου. Βλ. εθνικό προσάρτημα EC6.*

Επιμέρους συντελεστής γm (σεισμικά)

Ο συντελεστής αυτός αφορά **νέα στοιχεία** από φέρουσα τοιχοποιία και χρησιμοποιείται μόνο για τον υπολογισμό των αντοχών στην σεισμική κατάσταση σχεδιασμού. Προκύπτει αυτόματα στο πρόγραμμα από τον συντελεστή **γM** για τις στατικές δράσεις (βλ. προηγούμενη παράμετρο). Η προτεινόμενη τιμή του βάσει του EC8-1 §9.6είναι τα 2/3 της τιμής γ_M, όχι όμως λιγότερο από 1.5. Συνεπώς η τελική τιμή του γ_m προκύπτει ως:

$$\gamma_m = \max\left(2/3 \cdot \gamma_M,\ 1.5\right)$$

Διατμητική αντοχή νέας τοιχοποιίας fv_n_παρ=fvk0

Δίδεται η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής και διατμητικής αντοχής **νέας** τοιχοποιίας για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων. Πρακτικά, αφορά ανελαστική ανάλυση pushover ή ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας και μέθοδο m. Η τιμή της παραμέτρου υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα και ισούται με την χαρακτηριστική τιμή της θλιπτικής ή διατμητικής αντοχής $\mathbf{f_k}$ ή $\mathbf{f_{kv0}}$ χωρίς διαίρεση, δηλαδή, με τον επί μέρους συντελεστή $\boldsymbol{\gamma_m}$, βλ. και 4.4.3 του ΚΑΔΕΤ.

Θλιπτική αντοχή νέας τοιχοποιίας f_n

Θλιπτική αντοχή νέας τοιχοποιίας (μέθοδος q) f_nq=fk/γm

Δίδεται η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής **νέας** τοιχοποιίας για έλεγχο σε όρους δυνάμεων. Πρακτικά αφορά ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας και την μέθοδο του ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς (**q**). Η τιμή της παραμέτρου υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα από την μέση τιμή της θλιπτικής αντοχής $\mathbf{f_m}$ διαιρεμένη με τον επί μέρους συντελεστή $\boldsymbol{\gamma_m}$ που δίδεται στην σχετική παράμετρο παραπάνω.

Αριθμός στρώσεων πλέγματος

Δίνεται ο ακέραιος αριθμός των στρώσεων του ξηρού πλέγματος.

Δεδομένα ξηρού πλέγματος

Σε περίπτωση που επιλεγούν τα συστήματα ΙΑΜ της εταιρείας Sika, οι παράμετροι του ξηρού πλέγματος ενημερώνονται με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές των αντίστοιχων προϊόντων.

	SikaWrap-350 G Grid	**SikaWrap-340 G Grid AR**	**Sika Carbodur -300 Grid**
Πάχος ξηρού πλέγματος [mm]	0.054	0.053	0.063
Μέτρο ελαστικότητας πλέγματος Et [MPa]	80000	72000	230000
Εφελκυστική αντοχή πλέγματος ft [MPa]	1365	1390	4300

Εναλλακτικά ο χρήστης επιλέγοντας την παράμετρο «τιμές χρήστη» μπορεί να εισάγει τιμές οποιουδήποτε άλλου ξηρού πλέγματος.

Πάχος ξηρού πλέγματος

Μέτρο ελαστικότητας πλέγματος Et

Εφελκυστική αντοχή πλέγματος ft

Δεδομένα κονιάματος

Σε περίπτωση που επιλεγούν τα συστήματα ΙΑΜ της εταιρείας Sika, οι παράμετροι του κονιάματος ενημερώνονται με βάση τις τεχνικές προδιαγραφές των αντίστοιχων προϊόντων.

	Sika MonoTop-722 MUR E	**SikaRep-200 Multi**	**SikaMur-200 M15**
Μέτρο ελαστικότητας κονιάματος Emort [MPa]	10000	10000	10000
θλιπτική αντοχή κονιάματος fmort [MPa]	22	20	15

Εναλλακτικά ο χρήστης επιλέγοντας την παράμετρο «τιμές χρήστη» μπορεί να εισάγει τιμές οποιουδήποτε άλλου κονιάματος.

Μέτρο ελαστικότητας κονιάματος Emort

Θλιπτική αντοχή κονιάματος fmort

Εξασφαλίζεται η αστοχία της συνάφειας πλέγματος – κονιάματος

► **Ναι**

Θεωρείται ότι το ξηρό πλέγμα είναι πλήρως συνδεδεμένο με το κονίαμα και την υποκείμενη τοιχοποιία και έτσι δύναται να ανπτύξει την πλήρη εφελκυστική του αντοχή f_t. Η αγκύρωση προϋποθέτει την εφαρμογή στην κατασκευή ειδικών αγκυρίων – θυσάνων υάλου σε κάναβο σύμφωνα με τις παρακάτω συστάσεις:

- Τα συστήματα ΙΑΜ πρέπει να αγκυρώνουν τουλάχιστον 30 cm πέρα από την κρίσιμη περιοχή.
- Για πάχη τοίχων t < 40cm η απόσταση των αγκυρίων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 3t, αλλά όχι μεγαλύτερη από 160cm, ενώ στις ενώσεις τοίχων οι απόστασεις πρέπει να είναι 3t.
- Για πάχη τοίχων t > 40cm η απόσταση των αγκυρίων πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2t, αλλά όχι μεγαλύτερη από 200cm, ενώ στις ενώσεις τοίχων οι απόστασεις πρέπει να είναι 3t.

Ο συντελεστής ασφαλείας έναντι θραύσης των ινών θεωρείται γ_{Rd}=1.25.

► **Όχι**

Θεωρείται ότι δεν έχει εξασφαλιστεί καλή αγκύρωση και το σύστημα ΙΑΜ αστοχεί σε αποκόλληση όταν αναπτύξει εφελκυστική παραμόρφωση 0.3% (ΚΑΔΕΤ 8.9.8). Ο συντελεστής ασφαλείας έναντι θραύσης των ινών θεωρείται γ_{Rd}=1.50.

Συντ. ασφαλείας χάλυβα (σεισμικές δράσεις) γs_eq

Ειδικά για στοιχεία φέρουσας τοιχοποιίας (οπλισμένης, διαζωματικής ή ενισχυμένης) ο επί μέρους συντελεστής για τον χάλυβα οπλισμού για έλεγχο στην σεισμική κατάσταση σχεδιασμού λαμβάνεται από την §9.6 και το εθνικό προσάρτημα, όπου η συνιστώμενη τιμή είναι ίση με την μονάδα, δηλαδή διαφορετική από αυτήν που ισχύει σε κατασκευές από σκυρόδεμα (γ_S=1.15).

Μέσω της παραμέτρου αυτής, ο μελετητής, είναι δυνατόν να ορίσει διαφορετική τιμή.

Ποιότητα σκυροδέματος/ Χαρακτ. αντοχή σκυροδέματος fck [Mpa]

Επιλέγεται η ποιότητα η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος των σενάζ (διαζωμάτων) για τις περιπτώσεις διαζωματικής τοιχοποιίας και του σκυροδέματος πλήρωσης ή ενίσχυσης για οπλισμένη ή ενισχυμένη τοιχοποιία, αντίστοιχα.

Γενικά, αρκεί να οριστεί μόνο η ποιότητα του σκυροδέματος, καθώς η τιμή της χαρακτηριστικής θλιπτικής αντοχής f_{ck} ενημερώνεται αυτόματα, ενώ η χαρακτηριστική διατμητική αντοχή του f_{cvk} που υπεισέρχεται στους υπολογισμούς, λαμβάνεται από το πρόγραμμα σύμφωνα με τον Πίνακα 3.2 του EC6.

Κατηγορία αντοχής σκυροδέματος	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30 ή ανώτερη
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25
f_{cvk} (MPa)	0.27	0.33	0.39	0.45

Πίνακας 4.46: *Χαρακτηριστικές αντοχές σκυροδέματος πλήρωσης (EC6)*

Παρατήρηση

- Οι παράμετροι αυτές αφορούν αποκλειστικά την διαστασιολόγηση φέρουσας τοιχοποιίας και λαμβάνουν τιμή ανεξάρτητα από τις ομώνυμες παραμέτρους στις καρτέλες Κτίριο, Όροφος, Υποστύλωμα, Δοκός > Σκυρόδεμα.

- Ο επιμέρους συντελεστής γ_C είναι αυτός που φαίνεται στην καρτέλα Κτίριο > Σκυρόδεμα.

Χαρακτ. αντοχή χάλυβα fyk [Mpa]

Ορίζεται η χαρακτηριστική παραμόρφωση διαρροής του χάλυβα οπλισμού διαζωμάτων, του υλικού πλήρωσης ή του μανδύα ενίσχυσης φέρουσας τοιχοποιίας. Στους υπολογισμούς η τιμή αυτή διαιρείται με τον επί μέρους συντελεστή γ_S.

Παρατήρηση

- Οι παράμετρος αυτή αφορά αποκλειστικά την διαστασιολόγηση φέρουσας τοιχοποιίας και λαμβάνει τιμή ανεξάρτητα από τις ομώνυμες παραμέτρους στις καρτέλες Κτίριο, Όροφος, Υποστύλωμα, Δοκός > Οπλισμός.
- Ο επιμέρους συντελεστής γ_S για τους στατικούς συνδυασμούς είναι αυτός που φαίνεται στην καρτέλα Κτίριο > Οπλισμός, ενώ στους σεισμικούς συνδυασμούς χρησιμοποιείται ο γ_{s_eq} από την παρούσα καρτέλα.

Αριθμός ράβδων κατακόρυφου διαζώματος N/ Διάμετρος ράβδων διαζώματος Φ [mm]

Ορίζεται ο αριθμός και η διάμετρος των κατακόρυφων ράβδων οπλισμού που θα τοποθετηθούν σε κάθε κατακόρυφο διάζωμα.

Σύμφωνα με τις παραγράφους §§8.4(4) και 8.4(5) του EC6, πρέπει να ισχύουν τα ακόλουθα:

- ► Τα κατακόρυφα διαζώματα θα πρέπει να διαθέτουν ελάχιστο διαμήκη οπλισμό ρ_{min}=0.8% της διατομής του διαζώματος, αλλά πάντως, όχι λιγότερο από $A_{s,min}$=200 mm^2.
- ► Όταν κατασκευάζεται διαζωματική τοιχοποιία από λιθοσώματα των ομάδων 1 ή 2, τότε τα λιθοσώματα που είναι γειτονικά των διαζωμάτων θα πρέπει να υπερκαλύπτονται κατά τους κανόνες που προβλέπονται στην παράγραφο §8.1.4 για τη σύνδεση της τοιχοποιίας. Εναλλακτικώς, θα πρέπει να χρησιμοποιείται οπλισμός με διάμετρο όχι μικρότερη των Φ6 και ανά αποστάσεις όχι μεγαλύτερες των 300 mm, καταλλήλως αγκυρωμένος μέσα στο σκυρόδεμα πλήρωσης ή στο κονίαμα.

Παρατήρηση

Στην παρούσα έκδοση του προγράμματος γίνεται η παραδοχή πως τα κατακόρυφα διαζώματα είναι διατεταγμένα μόνο στα άκρα των πεσσών. Στην περίπτωση ενιαίας επιφάνειας τοίχου χωρίς ανοίγματα και με κατακόρυφο διάζωμα σε

ενδιάμεση θέση, η προσομοίωση μπορεί να γίνει με ένα στοιχείο πεσσού αγνοώντας –δυσμενώς– την συνεισφορά του ενδιάμεσου διαζώματος.

Διάμετρος κατακόρυφου οπλισμού Φv [mm]/ Βήμα τοποθέτησης κατακόρυφου οπλισμού sv [m]

Ορίζεται η διάμετρος Φv και η οριζόντια απόσταση Sv των κατακόρυφων ράβδων της εσχάρας οπλισμού που τοποθετούνται σε κάθε παρειά μονόπλευρου η αμφίπλευρου μανδύα.

Διάμετρος οριζόντιου οπλισμού Φh [mm]/ Βήμα τοποθέτησης οριζόντιου οπλισμού sh [m]

Ορίζεται η διάμετρος Φh και η κατακόρυφη απόσταση Sh των οριζόντιων ράβδων της εσχάρας οπλισμού που τοποθετούνται σε κάθε παρειά μονόπλευρου η αμφίπλευρου μανδύα.

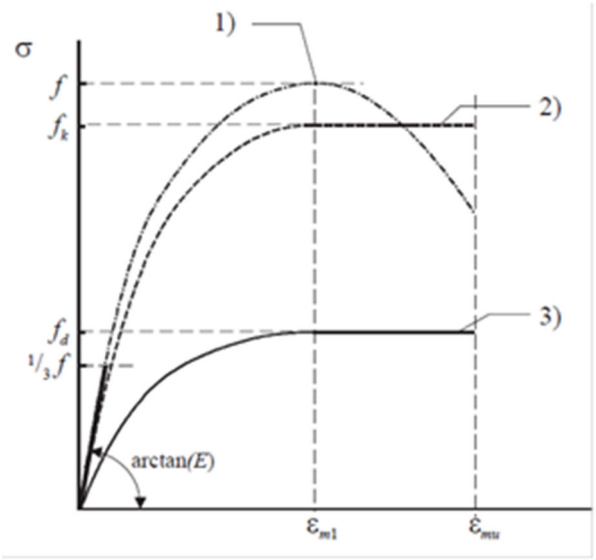
Συμβολή κατακόρυφων ράβδων σε κάμψη (προϋποθέτει αγκύρωση)

Παραμόρφωση διαρροής τοιχοποιίας εm1 [%]

Είναι η ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση που αντιστοιχεί στο συμβατικό σημείο διαρροής της τοιχοποιίας. Γενικά, προτείνεται να ορίζεται ε_{m1}= 0.15%. Η παράμετρος αυτή και η επόμενη είναι ενεργές στην περίπτωση που επιλεγεί διαζωματική, οπλισμένη ή διαζωματική-ενισχυμένη τοιχοποιία και χρησιμοποιούνται στον προσδιορισμό της μέγιστης αντοχής του συστήματος τοιχοποιία-οπλισμένο σκυρόδεμα.

Οριακή παραμόρφωση τοιχοποιίας εmu [%]

Είναι η οριακή ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση της τοιχοποιίας. Σύμφωνα με την παράγραφο §6.6.1(1) του EC6, η οριακή ανηγμένη θλιπτική παραμόρφωση μπορεί να ορίζεται το πολύ στην τιμή ε_{mu}=0.35% για λιθοσώματα της ομάδας 1 και στην τιμή ε_{mu}= 0.20% για λιθοσώματα των ομάδων 2,3 και 4.

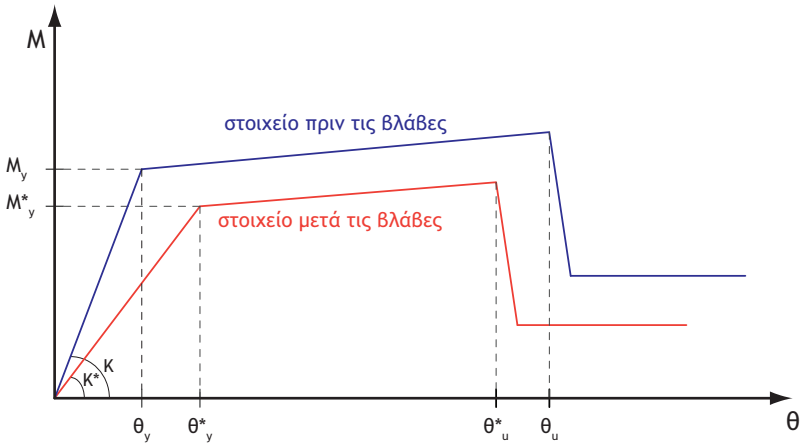


Σχήμα 4.43: *Καμπύλη τάσεων-παραμορφώσεων της τοιχοποιίας (EC6).*

Συντελεστές r μηχανικών χαρακτηριστικών

Αφορά στοιχεία από φέρουσα τοιχοποιία (πεσσούς και υπέρθυρα).

Δίδονται οι συντελεστές βλάβης (ή αλλιώς συντελεστές μονολιθικότητας), με τους οποίους πολλαπλασιάζονται οι χαρακτηριστικές τιμές των σκελετικών διαγραμμάτων δύναμης - γωνίας στροφής, χορδής V-θ. Ο μελετητής εισάγει τιμές που να περιγράφουν την μειωμένη την δυσκαμψία ή/και η αντοχή, αλλά και την μειωμένη δυνατότητα παραμόρφωσης τα οποία μπορεί να σχετίζονται τόσο με τον βαθμό βλάβης, όσο και με την αναμενόμενη ολίσθηση στην διεπιφάνεια μεταξύ υφιστάμενων υλικών και μανδύα ενίσχυσης.



Σχήμα 4.44: *Σκελετική καμπύλη συμπεριφοράς δομικού στοιχείου στην γενική μορφή F-d πριν και μετά τις βλάβες όπως αυτή διαμορφώνεται βάσει των συντελεστών r μηχανικών χαρακτηριστικών.*

Συντελεστής δυσκαμψίας (Μονολιθικότητας) rK

► **1.000**

Ο συντελεστής δυσκαμψίας (ή αλλιώς συντελεστής μονολιθικότητας) με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η ισοδύναμη δυσκαμψία της άοπλης ή ενισχυμένης τοιχοποιίας. Μέσω του συντελεστή αυτού προσομοιώνεται η μείωση της δυσκαμψίας του τοίχου λόγω βλάβης ή λόγω σχετικής ολίσθησης στη διεπιφάνεια λιθοδομής-μανδύα σκυροδέματος, κατά περίπτωση. Πρακτικά, ο συντελεστής αυτός επιδρά στη παραμόρφωση διαρροής, αλλά δεδομένου ότι η επιτελεστικότητα στην στάθμη DL ελέγχεται βάσει της αντοχής, μεταβολή της τιμής παραμέτρου δεν αναμένεται να επηρεάσει άμεσα τον έλεγχο στην στάθμη αυτή.

Συντελεστής αντοχής, rRd

► **1.000**

Αποτελεί πολλαπλασιαστή της αντοχής σε τέμνουσα, ανεξάρτητα από την μορφή αστοχίας (κάμψη, διατμητική ολίσθηση ή ρηγμάτωση). Η αντοχή αυτή καθορίζει το όριο διαρροής και πρεκτικά την στάθη επιτελεστικότητας Περιορισμού Βλαβών (DL). Ειδικά ο συντελεστής αυτός έχει επίδραση και στην αποτίμηση με στατικά φορτία.

Οριακής παραμόρφωσης, rθu

► **1.000**

Συντελεστής αυξομείωσης της μέγιστης παραμόρφωσης θu, βάσει της οποίας καθορίζονται τα όρια επιτελεστικότητας σημαντικών βλαβών (SD) και οιονεί κατάρρευσης (NC).

Έλεγχος εκτός επιπέδου

- **Ναι**: Πραγματοποιείται έλεγχος των πεσσών εκτός επιπέδου, δηλαδή κατά την ασθενή έννοια (Mz-Vy) του μέλους και τυπώνονται στο τεύχος λόγοι ανεπάρκειας για την διεύθυνση αυτή. Προτείνεται σε κάθε περίπτωση.
- **Όχι**: Ενδεχομένως να είναι χρήσιμη η επιλογή αυτή σε περιπτώσεις δύσκαμπτων διαφραγμάτων (π.χ. με πλάκα από σκυρόδεμα) και όταν επιπλέον το πάχος και συνεπώς η δυσκαμψία των πεσσών στην ασθενή διεύθυνση είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν εντός επιπέδου, κάτι που είναι σύνηθες σε κτίρια με οπτοπλινθοδομές ή τσιμεντόλιθους. Βλ. και παρατήρηση.

Παρατήρηση

- Ειδικά στην ανελαστική ανάλυση pushover, τα σκελετικά διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης V-θ συντάσσονται πάντα τόσο για την ισχυρή, όσο και για την ασθενή διεύθυνση του πεσσού, ενώ και η πλαστικοποίηση μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε από τις δυο διευθύνσεις, **ανεξάρτητα** από την τιμή της παραμέτρου. Η διαδοχή των πλαστικών αρθρώσεων μπορεί να ελεγχθεί στο 3DV τόσο για My, όσο και για Mz.
- Απενεργοποίηση των ελέγχων εκτός επιπέδου (επιλογή «Όχι») δεν συμαίνει πως το μέλος δεν θα παραλάβει δύναμη στη διεύθυνση αυτή, δεν ισοδυναμεί, δηλαδή με αυτόματη εφαρμογή ελαστικών αρθρώσεων περί τον ασθενή άξονα. Εφόσον κάτι τέτοιο είναι επιθυμητό, στην παρούσα έκδοση δεν μπορεί να γίνει μέσω των σχετικών παραμέτρων «Ελαστική άρθρωση z(3)», αλλά θα πρέπει να τροποποιηθεί, κατάλληλα, η ροπή αδρανείας Iz(3) των πεσσών μέσω του πίνακα 205.2.

Έλεγχος υπέρθυρων

- **Ναι / Όχι**

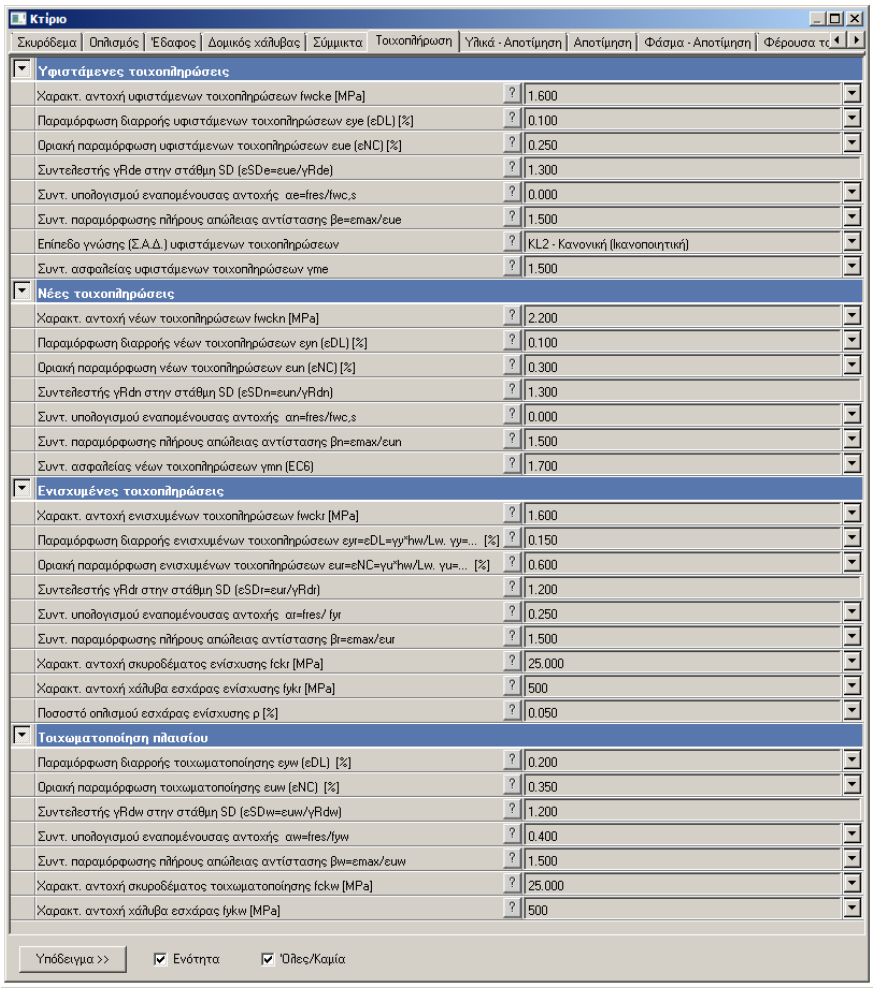
Ο έλεγχος υπέρθυρων είναι υποχρεωτικός μόνο για τις στάθμες επιτελεστικότητας σημαντικών βλαβών (SD) και οιονεί κατάρευσης (NC), βάσει του draft του EC8-3:2023. Για τον λόγο αυτό μόνο για αυτές τις στάθμες ελέγχου εμφανίζεται σφάλμα. Παρόλα αυτά, ο μελετητής μπορεί να απενεργοποιήσει μέσω της παρούσας παραμέτρου του ελέγχους για όλες τις στάθμες.

Αυτόματος υπολογισμός σταθερών υλικού τοιχοποιίας

- **Ναι / Όχι**

Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα τις Σταθερές Υλικών της τοιχοποιίας και συγκεριμένα το Μέτρο Ελαστικότητας, το Μέτρο Διάτμησης, το Ειδικό Βάρος (γ) και την Πυκνότητα (ρ)

4.1.1.14 Τοιχοπλήρωση



Εικόνα 4.17: *Οι παράμετροι της κάρτας «Τοιχοπλήρωση» του Κτιρίου.*

Γενικά

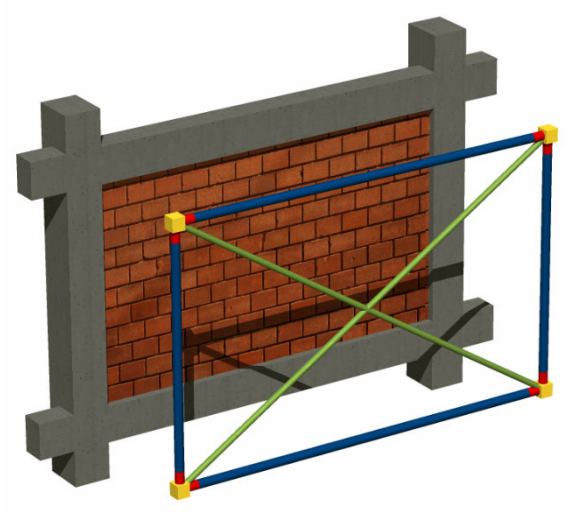
- Όλοι οι τύποι τοιχοπληρώσεων, καθώς και το σύστημα τοιχωματοποίησης πλαισίου υπεισέρχονται στην ανάλυση της κατασκευής και εμφανίζονται στην τριδιάστατη απεικόνιση του μοντέλου (3DV) μόνο εφόσον:
  - "Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας = Προσθήκες, Ενισχύσεις, Αποτίμηση" **και**
  - "Κτίριο > Αποτίμηση > Τοιχοπληρώσεις ενεργές = Ναι"

  Σε διαφορετική περίπτωση η ανάλυση πραγματοποιείται απουσία τοιχοπληρώσεων.
- Προκειμένου εισαχθούν στο μεντέλο ώστε να ληφθούν υπόψη στην απόκριση της κατασκευής θα πρέπει προηγουμένως ο μελετητης να αξιολογήσει τα ενδεικτικά κριτήρια της §7.4 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Σύμφωνα με την παράγραφο αυτή θα πρέπει οι τοιχοπληρώσεις:
  - Να περιβάλλονται από φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος ή χάλυβα.
  - Να είναι επαρκώς σφηνωμένες ή συνδεδεμένες με τα στοιχεία του σκελετού τουλάχιστον κατά τις τρεις πλευρές.
  - Να μην έχουν μεγάλα ή πολλά ανοίγματα. Βλ. και παράμετρο "Δοκός > Διατομή > Συντελεστής απομείωσης αντοχής λόγω ανοιγμάτων R".
  - Να μην υπάρχει κίνδυνος για πρόωρη αστοχία εκτός επιπέδου.

Χαρακτηρισμός τοιχοπλήρωσης

Υφιστάμενες και νέες άοπλες τοιχοπληρώσεις

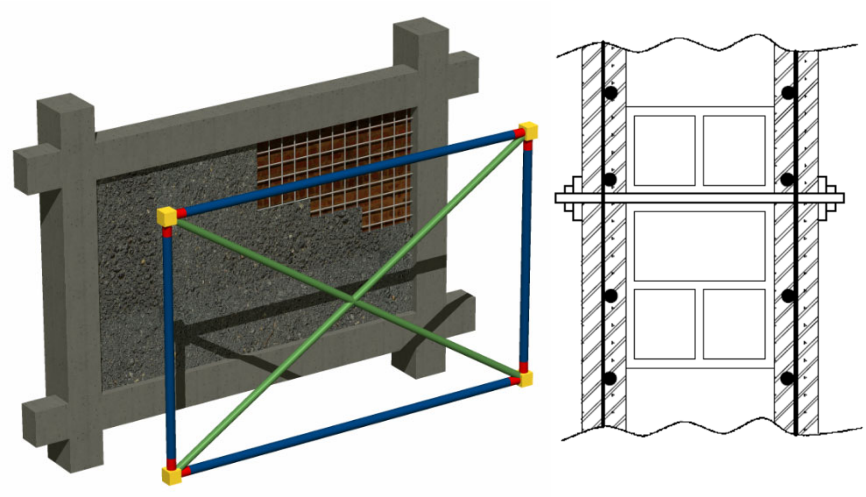
Αφορά την συνήθη περίπτωση άοπλων πλινθοπληρώσεων υφιστάμενων ή προστιθέμενων. Ενδέχεται να υπάρχουν οριζόντια σενάζ και ανοίγματα περιορισμένων, όμως, διαστάσεων.



***Σχήμα 4.45**: Φάτνωμα άοπλης τοιχοπλήρωσης και μοντέλο προσομοίωσης με αμφιαρθρωτές διαγώνιες ράβδους.*

Ενισχυμένες (ή οπλισμένες) τοιχοπληρώσεις

Πρόκειται συνήθως για υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις ακόμη και βλαμμένες, στις οποίες προστίθεται –προτιμότερα– αμφοτερόπλευρος μανδύας σκυροδέματος οπλισμένος με πλέγμα. Βασική προϋπόθεση είναι ο μανδύας να είναι επαρκώς στερεωμένος με την τοιχοποιία π.χ. μέσω διαμπερών συνδέσμων όπως φαίνεται και στο ***Σχήμα 4.46***. Βλ. και ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.4.



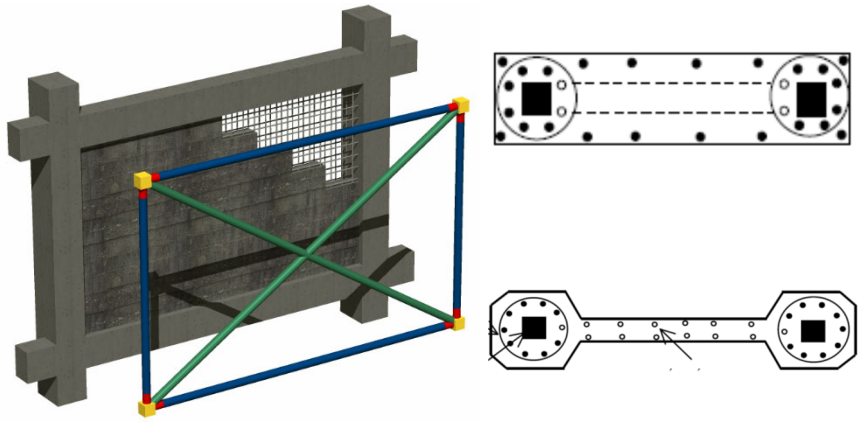
***Σχήμα 4.46**: Φάτνωμα ενισχυμένης (ή οπλισμένης) τοιχοπλήρωσης και ενδεικτική τομή στην οποία παρουσιάζεται ο μανδύας και η σύνδεσή του με την τοιχοποιία.*

Πρόκειται για μια σχετικά απλή και οικονομική μέθοδο ενίσχυσης συγκριτικά με τις εκτεταμένες επεμβάσεις που προϋποθέτει η ενίσχυση των φέροντων στοιχείων, ενώ μπορεί να αναβαθμίσει σημαντικά τόσο την δυσκαμψία, όσο και την αντοχή υφιστάμενων κατασκευών.

Τοιχωματοποίηση πλαισίου

Για την τοιχωματοποίηση φατνωμάτων πλαισίων με έγχυτο ή και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σύμφωνα με τις πρόνοιες της §8.5.3 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. πρέπει να εξασφαλίζεται η επαρκής σύνδεση του τοιχώματος με το πλαίσιο. Αυτό επιτυγχάνεται π.χ. καθ' ύψος με την συνέχεια των οπλισμών στον ανώτερο όροφο ή την αγκύρωσή τους στη δοκό και με την επιμήκυνση του νέου τοιχώματος οριζοντίως ώστε να περιβάλλει τα εκατέρωθεν υποστυλώματα υπό μορφή ενίσχυσης αυτών. Το εμφατνούμενο τοίχωμα καθώς και ο τυχόν μανδύας των υποστυλωμάτων συνιστάται να συνεχίζουν καθ' όλο το ύψος της κατασκευής.

Σε μια ανάλυση αποτίμησης στο πρόγραμμα ελέγχεται η αντοχή σε θλίψη του διαγώνιου θλιπτήρα σκυροδέματος, ενώ υπολογίζονται και τα απαιτούμενα βλήτρα στις κατακόρυφες και οριζόντιες διεπιφάνειες.



***Σχήμα 4.47**: Τοιχωματοποίηση πλαισίου με οπλισμένο σκυρόδεμα και οριζόντιες τομές όπου παρουσιάζεται εμφάτνωση πλάτους μεγαλύτερου ή μικρότερου από το πλάτος της δοκού.*

Χαρακτ. αντοχή υφιστάμενων & νέων τοιχοπληρώσεων άοπλων ή ενισχυμένων fwcke, fwckn, fwckr

Δίδεται η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοπλήρωσης. Ειδικά στην περίπτωση των ενισχυμένων τοιχοπληρώσεων η αντοχή αυτή αφορά την κατάσταση πριν την ενίσχυση.

- **1.60Mpa**. Προτεινόμενη τιμή για **υφιστάμενες** τοιχοπληρώσεις άοπλες ή ενισχυμένες. Η τιμή αυτή της αντοχής μετατρέπεται αυτόματα από το πρόγραμμα σε μέση μέσω του συντελεστή μετατροπής λ_m=1.5. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1(ζ.2).
- **2.20Mpa**. Προτεινόμενη τιμή για **νέες** ή προστιθέμενες τοιχοπληρώσεις.

Για υφιστάμενες τοιχοπληρώσεις η αντοχή αυτή προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη την §3.7.3 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Τόσο σε υφιστάμενες, όσο και σε νέες τοιχοπληρώσεις, εφόσον προδιαγράφεται ή αντίστοιχα εκτιμάται η αντοχή του κονιάματος και των λιθοσωμάτων τότε η αντοχή f_{wck} μπορεί να προσδιοριστεί βάσει ημιεμπειρικών μεθόδων π.χ. σύμφωνα με την σχέση 3.1 του EC6. Βλ. και ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Σ.18):

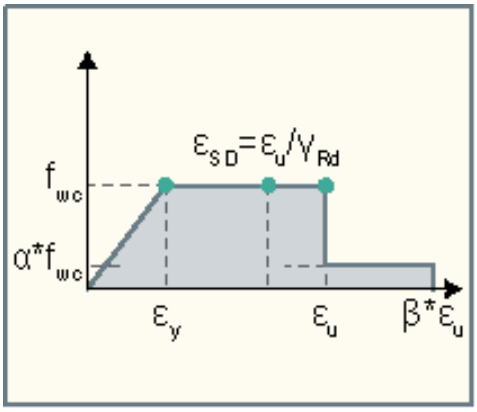
$$f_{wck} = k \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3}$$

όπου

f_b η αντοχή των λιθοσωμάτων σε Mpa. Για συνήθη λιθοσώματα η αντοχή σε θλίψη κάθετα στις οπές κυμαίνεται μεταξύ 2.5Mpa και 4.0Mpa

fm η αντοχή του κονιάματος σε Mpa. Π.χ. M5 είναι η ελάχιστη τιμή για νέες κατασκευές.

k εμπειρικός συντελεστής που μπορεί να λαμβάνει τιμές 0.35-0.55. Βλ. EC6 πίν. 3.3).



Σχήμα 4.48*: Σκελετικό διάγραμμα τάσεων* ***f***w *– ανηγμένων παραμορφώσεων* ***ε*** *διαγώνιου στοιχείου προσομοίωσης τοιχοπλήρωσης και επιτελεστικότητες.*

Παραμόρφωση διαρροής υφιστάμενων και νέων άοπλων τοιχοπληρώσεων εy (εDL) [%]

Δίδεται η ανηγμένη τιμή αξονικής παραμόρφωσης του διαγώνιου θλιπτήρα προσομοίωσης, στην οποία αντιστοιχεί η δύναμη διαρροής τοιχοπλήρωση F_{WCS}.

- $\varepsilon_y = \varepsilon_{DL} = 0.10 \div 0.15\%$. Προτεινόμενες τιμές για άοπλες τοιχοπληρώσεις υφιστάμενες ή νέες.

Παρατήρηση: Ο μελετητής δεν απαιτείται να εισάγει τιμή για το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοπλήρωσης. Αρκεί να δοθούν η αντοχή της τοιχοπλήρωσης f_{WCS}, από την οποία προκύπτει η αντοχή του θλιπτήρα F_{WC} και η παραμόρφωση διαρροής ε_y. Η αξονική δυσκαμψία $E \cdot A$ που χρησιμοποιείται στην ανάλυση υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα από τον λογο F_{WC}/δ_y.

Παραμόρφωση διαρροής ενισχυμένων τοιχοπληρώσεων εyr=εDL=γy*hw/Lw. γy=... [%]

Ειδικά για ενισχυμένες (ή οπλισμένες) τοιχοπληρώσεις στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. δίδονται συνιστώμενες τιμές ορίου διαρροής σε όρους διατμητικής παρμόρφωσης γ_y.

- $\gamma_y = \gamma_{DL} = 0.15\%$. Προτεινόμενη τιμή. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.4(ζ).

Η αξονική παραμόρφωση του διαγώνιου στοιχείου προσομοίωσης της τοιχοπλήρωσης προκύπτει από την σχέση:

$$\varepsilon_y = \gamma_y \cdot h_W / L_W.$$

Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενων και νέων άοπλων τοιχοπληρώσεων eu (εNC) [%]

Δίδεται η ανηγμένη οαριακή τιμή αξονικής παραμόρφωσης του διαγώνιου θλιπτήρα προσομοίωσης. Μετά την μετακίνηση αυτή έχουμε απώλεια αντοχής με ρυθμό που δίδεται στην παράμετρο «Επίλυση > Αποτίμηση > Ρυθμός πτώσης αντοχής».

- $\varepsilon_u = \varepsilon_{NC} = 0.20 \div 0.35\%$. Προτεινόμενο εύρος τιμών για άοπλες τοιχοπληρώσεις υφιστάμενες ή νέες. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1(ζ.2). Η επιλογή τιμών ε_{NC} πρέπει να πραγματοποιείται κατ' αντιστοιχία προς τις αναγραφόμενες περιοχές τιμών, δηλαδή για μικρές τιμές ε_{DL} (π.χ. 0.1%) αντιστοιχούν και μικρές τιμές ε_{NC} (π.χ 0.20÷0.25%).

Οριακή παραμόρφωση ενισχυμένων τοιχοπληρώσεων eur=εNC=γu*hw/Lw. γu=... [%]

Στην περίπτωση ενισχυμένων (ή οπλισμένων) τοιχοπληρώσεων η οριακή αντοχή δίδεται σε όρους γωνιακής παραμόρφωδης γ_u της τοιχοποιίας.

- $\gamma_u = \gamma_{NC} = 0.60\%$. Προτεινόμενη τιμή σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.4(ζ).

Η οριακή αξονική παραμόρφωση της θλιβόμενης διαγωνίου υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$\varepsilon_u = \gamma_u \cdot h_W / L_W.$$

Παραμόρφωση διαρροής και αστοχίας τοιχοματοποίησης εDL & εNC [%]

Η παραμόρφωση διαρροής και αστοχίας του διαγώνιου θλιπτήρα σκυροδέματος μπορεί να λαμβάνεται από τον πίνακα 3.1 του EC2-1-1.

- $\varepsilon_y = 0.20\%$
- $\varepsilon_u = 0.35\%$

Συντελεστής γRd στην στάθμη SD (εSD=εu/γRd)

Ο συντελεστής γ_{RD} διαιρεί την οριακή παραμόρφωση ε_{NC}, ώστε να προκύψει η ανηγμένη αξονική παραμόρφωση ε_{SD} του ισοδύναμου θλιπτήρα τοιχοπλήρωσης, η οποία αντιστοιχεί στην επιτελεστικότητα σημαντικών βλαβών (SD ή B).

- $\gamma_{RD} = 1.3$. Για άοπλες τοιχοπληρώσεις υφιστάμενες ή νέες. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.3.1
- $\gamma_{RD} = 1.2$. Για ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.3.1.

- γ_{RD} = 1.2. Προτεινόμενη τιμή για τοιχωματοποίηση πλαισίων.

Συντ. υπολογισμού εναπομένουσας αντοχής α=Fres/Fwc,s

Η εναπομένουσα αντοχή μετά την οριακή παραμόρφωση ε_u (ή δ_u). Βλ. ***Σχήμα 4.48***. Μετά την μέγιστη παραμόρφωση $\delta\max = \beta \cdot \delta_u$ η αντοχή μηδενίζεται.

- α = 0.00, δηλαδή μηδενική παραμένουσα αντοχή για άοπλες τοιχοπληρώσεις υφιστάμενες ή νέες. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1 (ζ).
- α = 0.25 για ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1 (γ).
- α = 0.40 για τοιχοματοποίηση πλασίου. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.3.1 (β).

Συντ. παραμόρφωσης πλήρους απώλειας αντίστασης β=εmax/εu=δmax/δu

- β = 1.5 για ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις (βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1 (γ), ενώ προτείνεται να λαμβάνεται ίδια τιμή και για τοιχοματοποίηση πλαισίου

  Δεν έχει νόημα η εισαγωγή τιμής σε περιπτώσεις όπου η παραμένουσα αντοχή είναι μηδενική, όπως π.χ. στις άοπλες τοιχοπληρώσεις.

Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφιστάμενων τοιχοπληρώσεων

Ορίζεται το επίπεδο γνώσης ή αλλιώς η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων **υφιστάμενων** τοιχοπληρώσεων **άοπλων ή ενισχυμένων** σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §3.7.3 και §7.4.1.

- **KL1 - Περιορισμένη γνώση (Ανεκτή Σ.Α.Δ.).** Δεν επιτρέπεται για τοιχοπληρώσεις.
- **KL2 - Κανονική γνώση (Ικανοποιητική Σ.Α.Δ.).** Στη συνήθη περίπτωση όπου η αντοχή προσδιορίζεται βάσει της εκτίμησης των επι μέρους χαρακτηριστικών της τοιχοπλήρωση π.χ. της αντοχή λιθοσωμάτων, του κονιάματος κλπ. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1(ζ).
- **KL3 - Πλήρης γνώση (Υψηλή Σ.Α.Δ.).** Όταν τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοποιίας προκύπτουν από εργαστηριακές δοκιμές.

Συντ. ασφαλείας υφιστάμενων τοιχοπληρώσεων γme

Ο συντελεστής ασφαλείας της δύναμης αντοχής της υφιστέμενης τοιχοπλήρωσης τροποποιείται αυτόματα από το πρόγραμμα σε μια προεπιλεγμένη τιμή βάσει του επιπέδου γνώσης (Σ.Α.Δ.) και σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §4.5.3.1(δ). Βλ. επόμενο πίνακα.

Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.)	Συντ. ασφαλείας γm
KL1 - Περιορισμένη γνώση	2.50
KL2 - Κανονική γνώση	2.00
KL3 - Πλήρης γνώση	1.50

Συντ. ασφαλείας νέων τοιχοπληρώσεων γmn (EC6)

Ο συντελεστής ασφαλείας που υπεισέρχεται στον υπολογισμό της αντοχής νέων ή προστιθέμενων τοιχοπληρώσεων. Ο συντελεστής αυτός επιλέγεται από τον πίνακα της §2.4.3(1) του EC6-1-1 και το εθνικό προσάρτημα βάσει της κατηγορίας λιθοσωμάτων, του κονιάματος και της στάθμης ποιοτικού ελέγχου κατσκευής της τοιχοποιίας.

- γm = 1.7. Ελάχιστη προτεινόμενη τιμή.

Χαρακτ. αντοχή σκυροδέματος ενίσχυσης ή τοιχοματοποίησης πλασίου fck

f_{ckr}: Η ποιότητα του μανδύα σκυροδέματος (βλ. ***Σχήμα 4.46***), η οποία υπεισέρχεται στον υπολογισμό της αντοχής της ενισχυμένης τοιχοποιίας σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.4(στ).

f_{ckw}: Η ποιότητα σκυροδέματος της εμφάτνωσης (βλ.***Σχήμα 4.47***). Προτείνεται, σε κάθε περίπτωση, η αντοχή του προστιθέμενου σκυροδέματος να είναι μεγαλύτερη από αυτήν του υφιστάμενου ώστε να μην αποτελεί το κρίσιμο μέγεθος στον υπολογισμό των βλήτρων. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.3.1(β).

Χαρακτ. αντοχή χάλυβα εσχάρας fyk

Η ποιότητα του οπλισμού της εσχάρας του μανδύα ενίσχυσης ή του γεμίσματος του φατνώματος στην περίπτωση τοιχωματοποίησης πλαισίου.

Ποσοστό οπλισμού εσχάρας ενίσχυσης ρ [%]

Το ποσοστό οπλισμού της εσχάρας του μανδύα ενίσχυσης υφιστάμενων τοιχοπληρώσεων υπεισέρχεται στους υπολογισμούς των αντοχών σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.4(ε).

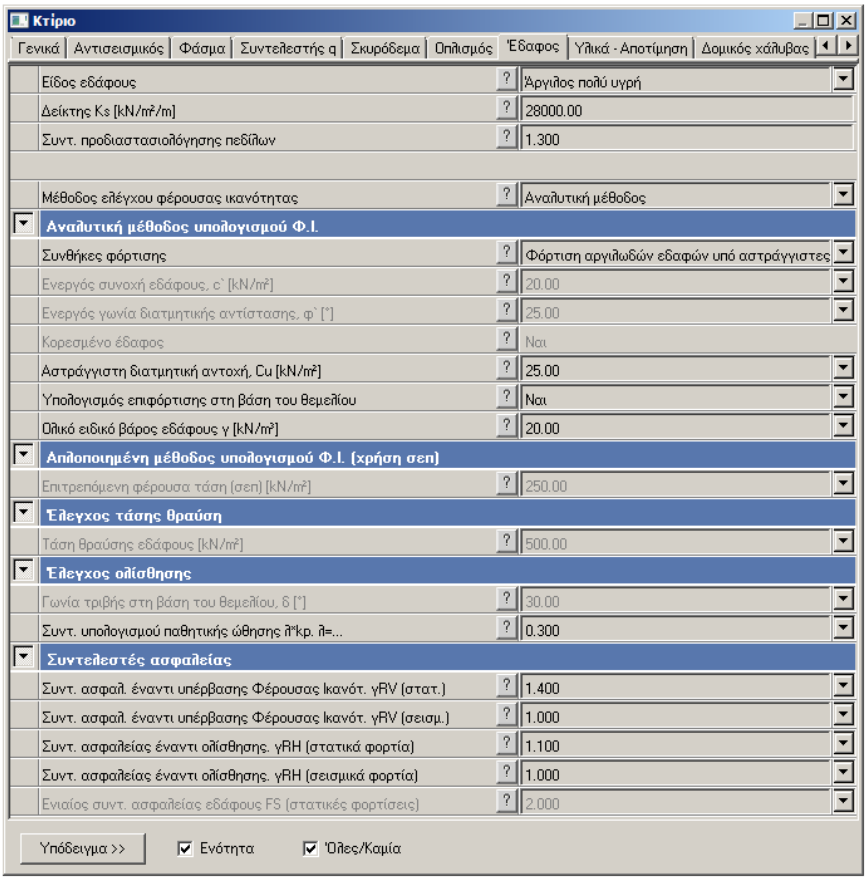
- ρ = ρh = ρv = 0.05% η ελάχιστη τιμή βάσει ΚΑΝ.ΠΕ., η οποία ανάγεται στο αρχικό Πάχος τοίχου t. Βλ. παράμετρο Δοκός > Διατομή.

Γενικές παρατηρήσεις για τοιχοπληρώσεις

Δεδομένου ότι οι τοιχοπληρώσεις δεν αποτελούν φέροντα στοιχεία, τυχόν υπέρβαση κάποιας επιτελεστικότητας σε κάποια στάθμη δεν καθορίζει την επιτελεστικότητα της κατασκευής, ούτε ισοδυναμεί με σφάλμα, παρά μόνο επισημαίνεται στο τεύχος με λόγο επάρκειας λ>1.

Επιπλέον, σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1 στην επιτελεστικότητα NC (ή Γ) πρέπει να ελέγχονται μόνο οι ενισχυμένες τοχοπληρώσεις και η τοιχοματοποίηση πλασίου. Συνεπώς στο τεύχος, στους λόγους επάρκειας μόνο αυτές επισημαίνονται με σφάλμα εφόσον λ_{NC}>1.

4.1.1.15 Έδαφος



Εικόνα 4.18: *Οι παράμετροι της κάρτας «Έδαφος» του Κτιρίου.*

Είδος εδάφους

Επιλέγεται το είδος εδάφους θεμελίωσης. Τα χαρακτηριστικά του εδάφους, που καθορίζονται στις επόμενες παραμέτρους, ενημερώνονται αυτόματα από το είδος του εδάφους με τις τιμές που εμφανίζει ο Πίνακας 4.47 (όπως προτείνονται στη βιβλιογραφία).

ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	**Συνοχή εδάφους c [kN/m^2]**	**Γωνία εσωτερικής τριβής φ [°]**	**Γωνία τριβής (βάση θεμελίου) δ [°]**	**Ολικό ειδικό βάρος εδάφους γ [kN/m^3]**
Τύρφη	5,0	20,0	15,0	13,0
Επίχωση	0,0	35,0	20,0	20,0
Λεπτή θαλάσσια άμμος	10,0	20,0	20,0	16,0
Άμμος πολύ λεπτή	0,0	30,0	22,0	18,0
Άργιλος πολύ υγρή	25,0	20,0	22,0	20,0
Άμμος λίγο συνεκτική	0,0	30,0	25,0	16,0
Άργιλος λίγο υγρή	30,0	20,0	25,0	20,0
Άργιλος ξηρή	40,0	25,0	25,0	18,0
Χούμους	20,0	25,0	28,0	23,0
Άργιλος με λίγη άμμο	-	-	28,0	12,0
Άμμος αρκετά συνεκτική	5,0	35,0	30,0	19,0
Άργιλος ξηρή και σκληρή	50,0	29,0	30,0	21,0
Λεπτοί χάλικες με άμμο	0,0	40,0	32,0	19,0
Άμμος πολύ συνεκτική	7,5	38,0	32,0	19,5
Μέτριοι χάλικες με άμμο	0,0	35,0	32,0	20,0
Χονδροί χάλικες με άμμο	0,0	40,0	35,0	20,0
Σκληρός βράχος	0,0	45,0	38,0	23,0

Πίνακας 4.47: *Χαρακτηριστικά εδάφους.*

Δείκτης Ks [kN/m²/m]

Πρέπει : $Ks \approx 100 \cdot \sigma_{επ}$

Ks [KN/m3] και $\sigma_{επ}$ [KN/m2]

Πίνακας Τιμών Ks κατά A. Rettit (KN/m³)	
Τύρφη	8000- 18000
Λεπτότατη θαλάσσια άμμος	15000- 20000
Πρόσφατη επίχωση	10000- 15000
Φυτική γη	10000- 15000
Πηλός πολύ υγρός	20000- 35000
Πηλός λίγο υγρός	30000- 60000
Πηλός ξηρός	50000- 90000
Πηλός ξηρός και σκληρός	100000-120000
Χούμους με άμμο	60000- 80000
Άργιλος με λίγη άμμο	80000-100000
Λεπτοί χάλικες με άμμο	100000-120000
Άμμος πολύ συνεκτική	120000-150000
Άμμος αρκετά συνεκτική	80000-100000
Άμμος λίγο συνεκτική	20000- 40000
Άμμος πολύ λεπτή	15000- 30000
Μέτριοι χάλικες με άμμο	120000-150000
Χονδροί χάλικες με λίγη άμμο	180000-240000
Σκληρός βράχος	200000-300000

Πίνακας 4.48: *Τιμές του Ks*

Συντ. προδιαστασιολόγησης πεδίλων

Εμπειρικός συντελεστής που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα για την αυτόματη εκτίμηση διαστάσεων των πεδίλων (βάσει των δεδομένων της επίλυσης), όταν πραγματοποιείται παραγωγή θεμελίωσης με πέδιλα.

Μεγαλύτερες τιμές $\Rightarrow$ μικρότερα πέδιλα

Η καταλληλότερη τιμή του συντελεστή προσαύξησης μπορεί να εκτιμηθεί μετά από δοκιμές.

Έλεγχοι φέρουσας ικανότητας και ολίσθησης

- **Ενιαίος έλεγχος θεμελίωσης**: Ελέγχεται η θεμελίωση ως μια, ενιαία οντότητα και υπολογίζεται ένας λόγος ανεπάρκειας έναντι ολίσθηση και ένας από τον έλεγχο φέρουσας ικανότητας εδάφους. Οι υπολογισμοί αυτοί αποκτούν φυσική σημασία μόνο εάν τα στοιχεία θεμελίωσης σχηματίζουν ενιαία εσχάρα αυυξημένης δυσκαμψίας με δυνατότητα ανακατανομής της έντασης. Ένα τέτοιο σύστημα θεμελίωσης ενδέχεται να αποτελείται από πεδιλοδοκούς, από πέδιλα και συνδετήριες δοκούς, ενώ περιλαμβάνει και την περίπτωση γενικής κοιτόστρωσης. Οι ενιαίοι έλεγχοι πραγματοποιείται με τις εξής παραδοχές:

  - Ο έλεγχος ολίσθησης πραγματοποιείται για κάθε στατική ή σεισμική φόρτιση χωριστά και:
    - η κατακόρυφη δύναμη V_d λαμβάνεται ίση με το συνολικό βάρος της κατασκευής.
    - η οριζόντια δύναμη H_d είναι η τέμνουσα βάσης.
    - η παθητική αντίσταση αναπτύσσεται σε κατακόρυφη επιφάνεια ίση με την συνολική διάσταση της κατασκευής κάθετα στην συνισταμένη της σεισμική δράσης επί το «Βάθος θεμελίων D» που δίδεται από την ομώνυμη παράμετρο του ορόφου.
    - ο συντελεστής παθητικής αντίστασης k_p υπολογίζεται από την «Ενεργός γωνία διατμητικής αντίστασης φ'» που δίδεται στον όροφο θεμελίωσης, ενώ πολλαπλασιάζεται με τον «Συντ. υπολογισμού παθητικής ώθησης λ*kp. λ=…», (=0.3, συνήθως).
  - Στον ενιαίο έλεγχο φέρουσας ικανότητας εδάφους προσδιορίζεται η φέρουσα αντίσταση $\mathbf{R_{di}}$ για δοκό ή πέδιλο **i**, χωριστά (όπως περιγράφεται σε άλλες παραμέτρους παρακάτων) και στην συνέχεια υπολογίζεται ο ενιαίος λόγος ανεπάρκειας **λ** σταθμίζοντας την δρώσα κατακόρυφη δύναμη $\mathbf{V_{di}}$ και την αντίσταση $\mathbf{R_{di}}$ με το εμβαδόν $\mathbf{A_i}$ του κάθε στοιχείου θεμελίωσης. Τελικά προκύπτει:

    $$\lambda = \sum A_i \cdot V_{di} / \sum A_i \cdot R_{di}$$

    Πινακοποιημένα αποτελέσματα από τους παραπάνω ελέγχους εμφανίζονται στο τεύχος, στην ενότητα «Έδαφος», ενώ στις ενότητες «Δοκός>Διαστασιολόγηση δοκών» και «Πέδιλο» δεν εκτυπώνονται έλεγχοι ολίσθησης ή Φέρουσας ικανότητας, παρά μόνο ο (ενδεικτικός) έλεγχος τάσεων, ενώ και τα μηνύματα λάθους στο παράθυρο διαλόγου αφορούν μόνο τους ενιαίους ελέγχους.

- **Μεμονωμένα θεμέλια:** Οι έλεγχοι έναντι ολίσθησης και Φέρουσας ικανότητας εδάφους πραγματοποιούνται για κάθε πεδιλοδοκό και πέδιλο.

Προτείνεται για θεμελιώσεις με μεμονωμένα πέδιλα, χωρίς συνδετήρια στοιχεία.

- **Ενιαίος και μεμονωμένα:** Πραγματοποιούνται τόσο οι έλεγχοι για τα μεμονωμένα πέδιλα και πεδιλοδοκούς, όσο και οι ενιαίοι έλεγχοι. Ο μελετητής, βέβαια, μπορεί μέσω των φίλτρων του τεύχους να παρουσιάσει όποιον από τους δυο ελέγχους θεωρεί πιο αντιπροσωπευτικό.
- **Όχι:** ΔΕΝ πραγματοποιούνται έλεγχοι εδάφους. Μόνο για ειδικές περιπτώσεις που δεν είναι επιθυμητός ο έλεγχος του εδάφους, πχ σε προσομοίωση μέρους του φορέα, χωρίς τη θεμελίωση.

Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους

Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ δύο μεθόδων υπολογισμού της αντίστασης του εδάφους Rd (της **αναλυτικής** και της **απλοποιημένης**) για έλεγχο της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης **στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας**. Βλ. EC7-1 §6.5.2.

- **Αναλυτική μέθοδος**

EC7-1 §6.5.2.2 & Παράρτημα Δ. Οι τιμές των αναγκαίων παραμέτρων (c', φ', κ.λπ.) παίρνουν τιμές ανάλογα με το είδος εδάφους (Πίνακας 4.47). Όταν είναι γνωστές οι τιμές από εδαφοτεχνική μελέτη, εισάγονται στις αντίστοιχες παραμέτρους.

- **Απλοποιημένη μέθοδος (χρήση $\sigma_{επ}$)**

Για τις περιπτώσεις συνδυασμού κατηγορίας εδάφους - σπουδαιότητας – σεισμικότητας, για τις οποίες -σύμφωνα με την EC8-1 §3.1.1(4) και το Εθνικό προσάρτημα- επιτρέπεται να παραλείπεται η εδαφοτεχνική έρευνα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλοποιημένη μέθοδος ελέγχου της φέρουσας ικανότητας (Φ.Ι). εκτιμώντας βάσει της εμπειρίας από γειτονικές κατασκευές την επιτρεπόμενη τάση, $\sigma_{επ}$ («Κτίριο > Έδαφος > Επιτρεπόμενη τάση σεπ»). Βλ. και «Κτίριο > Φάσμα > Εδαφικός τύπος».

Η σεπ συνήθως αφορά τα **φορτία λειτουργίας** (π.χ. G+Q), συνεπώς για τους συνδυασμούς φόρτισης, για τους οποίους γίνεται έλεγχος Φ.Ι. στην **Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (GEO)**, (βλ. και πιν. 816) η φέρουσα ικανότητα R_d υπολογίζεται ως εξής:

$$R_d/A' = FS \cdot i \cdot \sigma_{επ}/\gamma_{R;V}$$

Όπου

το ***i*** εκφράζει την κλίση του οριζόντιου φορτίου H_d ***i*** $= (1-H_d/V_d)^{1.4}$ και ***A'*** είναι η ενεργός επιφάνεια σχεδιασμού της θεμελίωσης, όπως προσδιορίζεται βάσει της εκκεντρότητας e_B και e_L της φόρτισης.

FS ο ενιαίος συντελεστής ασφαλείας, με τον οποίο ανάγεται το εισακτέο δεδομένο της επιτρεπόμενης τάσης σεπ υπό τα φορτία λειτουργίας (G+Q) σε μέγεθος κατάλληλο για υπολογισμό της αντίστασης στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας. Βλ. §3.1 της αιτιολογικής έκθεσης του Εθνικού Προσαρτήματος του EC7-1. Για νέες κατασκευές λαμβάνεται από το πρόγραμμα FS=2.0 ($\approx\gamma_E\cdot\gamma_{RV}\approx 1.4\cdot 1.4$), ενώ για την αποτίμηση υφιστάμενων κατασκευών υπό σεισμικά φορτία με pushover υιοθετείται η λιγότερο συντηρητική τιμή FS=3.0, η οποία προτείνεται στον ASCE41-06 §4.4.1.2.

$\gamma_{R;V}$ Ο συντελεστής ασφαλείας έναντι υπέρβασης Φέρουσας Ικανότητας έδρασης. Βλ. επόμενη παράμετρο:

Για λόγους καλύτερης εποπτείας της συμπεριφοράς της θεμελίωσης, όταν επιλέγεται η «Απλοποιημένη μέθοδος» εκτός από έλεγχο φέρουσας ικανότητας πραγματοποιείται και έλεγχος επιτρεπόμενης τάσης για τους σεισμικούς συνδυασμούς και τους συνδυασμούς στατικών φορτίσεων, για τους οποίους στον πίνακα 816 είναι «Περιορισμός τάσεων» = «Ναι». Συγκεκριμένα ελέγχεται:

Στατικά φορτία: (π.χ. G+Q)	Μέση αναπτυσσόμενη τάση	$\sigma_{ed} \le \sigma_{ep}$
	Τάση αιχμής	$\max\sigma_{ed} \le 1.2\cdot\sigma_{ep}$
Σεισμικά φορτία:	Μέση αναπτυσσόμενη τάση	$\sigma_{ed} \le 2\cdot\sigma_{ep}$
	Τάση αιχμής	$\max\sigma_{ed} \le 1.2\cdot 2\cdot\sigma_{ep}$

Εμφανίζεται ειδοποίηση όταν έχουμε υπέρβαση των παραπάνω ορίων ή αρνητική τάση που δηλώνει δημιουργία χαίνοντος αρμού.

► **Έλεγχος τάσης θραύσης εδάφους**

Η ασφάλεια του εδάφους θεωρείται ότι εξασφαλίζεται όταν για τους σεισμικούς συνδυασμούς, αλλά και τους συνδυασμούς στατικών φορτίσεων, για τους οποίους στον πίνακα 816 είναι «Περιορισμός τάσεων» = «Ναι» ικανοποιούνται οι παρακάτω ανισότητες:

Στατικά φορτία: (π.χ. G+Q)	Μέση αναπτυσσόμενη τάση	$\sigma_{ed} \le \sigma_{\Theta P}/FS$
	Τάση αιχμής	$\max\sigma_{ed} \le 1.2\cdot\sigma_{\Theta P}/FS$
Σεισμικά φορτία:	Μέση αναπτυσσόμενη τάση	$\sigma_{ed} \le \sigma_{\Theta P}$
	Τάση αιχμής	$\max\sigma_{ed} \le 1.2\cdot\sigma_{\Theta P}$

Οι τιμές της τάσης θραύσης και του συντελεστή FS δίδονται σε επόμενη παράμετρο.

Παρατήρηση

Ο έλεγχος της θεμελίωσης θα πρέπει να βασίζεται στον έλεγχο της φέρουσας ικανότητας, όταν η θεμελίωση είναι δύσκαμπτη (επιπεδότητα των διατομών του θεμελίου). Σε κάθε άλλη περίπτωση είναι καταλληλότερη η μέθοδος ελέγχου τάσεων θραύσης.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων διαστασιολόγησης §9.6.3. Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας υπό στατικά φορτία §9.15.1.1 και για σεισμικά φορτία βλ. §9.15.3.2.

Αστράγγιστη διατμητική αντοχή Cu

Τιμή σχεδιασμού της εδαφικής παραμέτρου της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής **αργιλικών - συνεκτικών εδαφών**, η οποία υπεισέρχεται:

- Στον αναλυτικό υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας βάσει του EC7-1, Παράρτημα Δ.3. Βλ. και EC7-1 §1.6(1).
- Στον υπολογισμό της αντοχής σε ολίσθηση $R_{h;d} = (A' \cdot C_u)/\gamma_{R;h}$. Βλ. EC7-1 §6.5.3(10).

Συνθήκες φόρτισης

Όταν επιλέγεται η **αναλυτική μέθοδος** υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας βάσει του παραρτήματος Δ του EC7-1, τότε πρέπει να διευκρινιστεί και ο τύπος της φόρτισης:

► **Φόρτιση αργιλωδών εδαφών υπό αστράγγιστες συνθήκες**

Εφαρμόζεται η μεθοδολογία του EC7-1, Παράρτημα Δ.3 (για αργιλώδη, συνεκτικά εδάφη).

► **Φόρτιση υπό συνθήκες πλήρους στράγγισης**

Εφαρμόζεται η μεθοδολογία του EC7-1, Παράρτημα Δ.4 (για αμμώδη, μη-συνεκτικά εδάφη).

Ενεργός συνοχή εδάφους c' [kN/m^2]

Τιμή σχεδιασμού της εδαφικής παραμέτρου της συνοχής του εδάφους σε όρους ενεργού τάσης. Βλ. EC7-1, Παράρτημα Δ.4 (για αμμώδη, μη-συνεκτικά εδάφη) και EC7-1 §1.6(1).

Ενεργός γωνία διατμητικής αντίστασης φ'

Τιμή σχεδιασμού της εδαφικής παραμέτρου γωνίας διατμητικής αντίστασης. Βλ. EC7-1, Παράρτημα Δ.4 (για αμμώδη, μη-συνεκτικά εδάφη) και EC7-1 §1.6(1).

Κορεσμένο έδαφος

Στην **αναλυτική μέθοδο** υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας και για αμμώδη, μη-συνεκτικά εδάφη μπορεί να οριστεί εάν το έδαφος είναι κορεσμένο ή όχι

- **Ναι:** π.χ. σε περιπτώσεις θεμελιώσεων υπό τον υδροφόρο ορίζοντα. Το ενεργό ειδικό βάρος του εδάφους έδρασης λαμβάνεται από το πρόγραμμα ίσο με $\gamma' = \gamma - \gamma_W$
- **Όχι:** Όταν ο υδροφόρος ορίζοντας τη μεγαλύτερη περίοδο του έτους βρίσκεται χαμηλότερα από τη στάθμη θεμελίωσης. Το ενεργό ειδικό βάρος του εδάφους γ' λαμβάνεται ίσο με το ολικό γ.

Παρατήρηση

Θεώρηση κορεσμένου εδάφους οδηγεί περίπου σε υποδιπλασιασμό του ενεργού ειδικού βάρους γ' συγκριτικά με θεώρηση μη κορεσμένου, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η φέρουσα ικανότητα του εδάφους όπως αυτή υπολογίζεται από την σχέση EC7-1 Δ2.

Υπολογισμός επιφόρτισης στη βάση του θεμελίου

- Στον **αναλυτικό υπολογισμό** της φέρουσας ικανότητας βάσει του παραρτήματος Δ του EC7-1 επιλέγεται εάν θα ληφθεί υπόψη η ευνοϊκή επιρροή της επιφόρτισης του εδάφους έδρασης με το βάρος των γαιών που απομακρύνονται με την εκσκαφή:
- **Όχι** : π.χ. σε επιφανειακές θεμελιώσεις (χωρίς δηλαδή υπόγειο).
- **Ναι**: Υπολογιστικά λαμβάνεται υπόψη η συνεισφορά του όρου που οφείλεται:
  - στην **πίεση επιφόρτισης q** = $\gamma \cdot D$ στη στάθμη της βάσης του θεμελίου στην περίπτωση φόρτισης υπό αστράγγιστες συνθήκες. Βλ. EC7-1, σχέση (Δ.1).
  - στην **ενεργό πίεση επιφόρτισης q'** = $\gamma' \cdot D$ στη στάθμη έδρασης στην περίπτωση φόρτισης υπό συνθήκες πλήρους στράγγισης. Βλ. EC7-1, σχέση (Δ.2).

Παρατηρήσεις

- Ως βάθος εκσκαφής ***D*** λαμβάνεται από το πρόγραμμα το βάθος θεμελίων D το οποίο ορίζεται στην παράμετρο «Όροφος/Δοκός/Πέδιλο > Έδαφος > Βάθος θεμελίων D».
- Στην απλοποιημένη μέθοδο υπολογισμού της Φ.Ι., καθώς και στον έλεγχο της επιτρεπόμενης τάσης, η επιφόρτιση του εδάφους, το οποίο απομακρύνεται με την εκσκαφή, πρέπει να ληφθεί υπόψη από τον μελετητή κατά την εκτίμηση του μεγέθους $\sigma_{\varepsilon\pi}$ ή $\sigma_{\Theta P}$ αντίστοιχα.

Ολικό ειδικό βάρος εδάφους γ [kN/m^3]

Εδαφική παράμετρος, η οποία υπεισέρχεται στον υπολογισμό:

- του ενεργού ειδικού βάρους του εδάφους έδρασης,

$$\gamma' = \gamma \text{ (μη κορεσμένο έδαφος) ή}$$

$$\gamma' = \gamma\text{-}\gamma w \text{ (κορεσμένο έδαφος). Βλ. σχέση EC7-1 Δ.2}$$

- της πίεσης επιφόρτισης, $q = \gamma \cdot D$ στη βάση του θεμελίου. Βλ. EC7-1 Δ.1
- της ενεργού πίεσης επιφόρτισης, $q' = \gamma' \cdot D$ στη βάση του θεμελίου. Βλ. EC7-1 Δ.2

(Βλ. παράμετρο: «Κτίριο > Έδαφος > Υπολογισμός επιφόρτισης στη βάση του θεμελίου»), *όπου* το Βάθος θεμελίων D, εισάγεται μέσω της παραμέτρου «Όροφος / Δοκός / Πέδιλο > Έδαφος».Βλ. EC7-1, Παράρτημα Δ.1, & Δ2.

Επιτρεπόμενη τάση $\sigma_{επ}$

Δίδεται η τιμή της επιτρεπόμενης τάσης του εδάφους $\sigma_{επ}$ στη στάθμη θεμελίωσης υπό τα φορτία λειτουργίας (G+Q).

Παρατήρηση

Εάν η $\sigma_{επ}$ είναι γνωστή στην επιφάνεια του φυσικού εδάφους, τότε για βάθος εκσκαφής *D*, θα πρέπει να ληφθεί προσαυξημένη κατά $\gamma \cdot D$.

Τάση θραύσης εδάφους [kN/m²]

Ενιαίος συντελεστής ασφαλείας εδάφους FS

Οι παράμετροι αυτές αφορούν τον έλεγχο της επιτρεπόμενης τάσης εδάφους υπό τα φορτία λειτουργίας (π.χ. G+Q, χωρίς δηλαδή επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_E στις δράσεις). Βλ. παράμετρο «Κτίριο > Έδαφος > Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους».

Δίδεται η τιμή της τάσης θραύσης του εδάφους $\sigma_{ΘΡ}$ στη στάθμη θεμελίωσης και από αυτήν προκύπτει η **επιτρεπόμενη τάση $\sigma_{επ}$**.

- Στατικά φορτία: $\boldsymbol{\sigma_{επ}} = \sigma_{ΘΡ}/FS$
- Σεισμικά φορτία: $\boldsymbol{\sigma_{επ}} = \sigma_{ΘΡ}$

Ο ενιαίος συντελεστής ασφαλείας FS ουσιαστικά ενσωματώνει τους επιμέρους συντελεστές αντίστασης $\gamma_{R;V}$=1.40 και δράσεων $\gamma_E \approx 1.4$ (σταθμισμένη τιμή μεταξύ 1.35 και 1.5). FS = 1.4 * 1.4 = 1.96 ≈ 2. Βλ. §3.1 της αιτιολογικής έκθεσης του Εθνικού Προσαρτήματος του EC7-1.

Παρατηρήσεις

- Η τιμή της επιτρεπόμενης τάσης $\boldsymbol{\sigma_{επ}}$ που προκύπτει για δεδομένη τάση θραύσης $\boldsymbol{\sigma_{ΘΡ}}$ χρησιμοποιείται ανεξάρτητα από την εισακτέα τιμή της

«Επιτρεπόμενης φέρουσας τάσης $\sigma_{επ}$», η οποία, άλλωστε, αφορά την μεθοδολογία υπολογισμού της Φέρουσας Ικανότητας.

- Εάν η $\sigma_{\Theta P}$ είναι γνωστή στην επιφάνεια του φυσικού εδάφους, τότε για βάθος εκσκαφής D, θα πρέπει να ληφθεί προσαυξημένη κατά $\gamma \cdot D$.

Γωνία τριβής στη βάση του θεμελίου δ[°]

Τιμή σχεδιασμού της εδαφικής παραμέτρου της γωνίας τριβής, η οποία υπεισέρχεται στον έλεγχο αστοχίας λόγω ολίσθησης στη βάση του θεμελίου. Βλ. EC7-1 §6.5.3. Σύμφωνα με την ίδια παράγραφο η τιμή της παραμέτρου μπορεί να λαμβάνεται ίση με την τιμή σχεδιασμού της ενεργού γωνίας διατμητικής αντίστασης, φ' (Βλ. παράμετρο: «Κτίριο > Έδαφος > Ενεργός γωνία διατμητικής αντίστασης φ'»), για θεμελιώσεις από έγχυτο σκυρόδεμα.

Συντ. υπολογισμού παθητικής ώθησης λ*kp. λ=…

Είναι το ποσοστό λ της πλήρους παθητικής ώθησης kp που δεχόμαστε ότι αναπτύσσεται και διαμορφώνει την αντοχή έναντι ολίσθησης και ειδικά τον όρο των παθητικών ωθήσεων $R_{P;d}$ (βλ. EC7-1 §6.5.3). Προεπιλεγμένη τιμή λαμβάνεται το 0,30, όπως αναφέρεται σε EC8-5 §5.3.2(3)Α. Οι παθητικές ωθήσεις εφαρμόζονται στα κατακόρυφα μέτωπα του θεμελίου και σε ύψος D που δίδεται από την παράμετρο «Όροφος > Έδαφος > Βάθος θεμελίων D».

Συντελεστές ασφαλείας

Οι συντελεστές ασφαλείας για τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας (ή αντίστασης) και της αντίστασης ολίσθησης στοιχείων θεμελίωσης λαμβάνουν διακριτές τιμές για συνδυασμούς στατικών και σεισμικών φορτίσεων σύμφωνα με τα εθνικά προσαρτήματα Ελλάδας και Κύπρου.

Έναντι υπέρβασης Φέρουσας Ικανότητας γ_{RV}

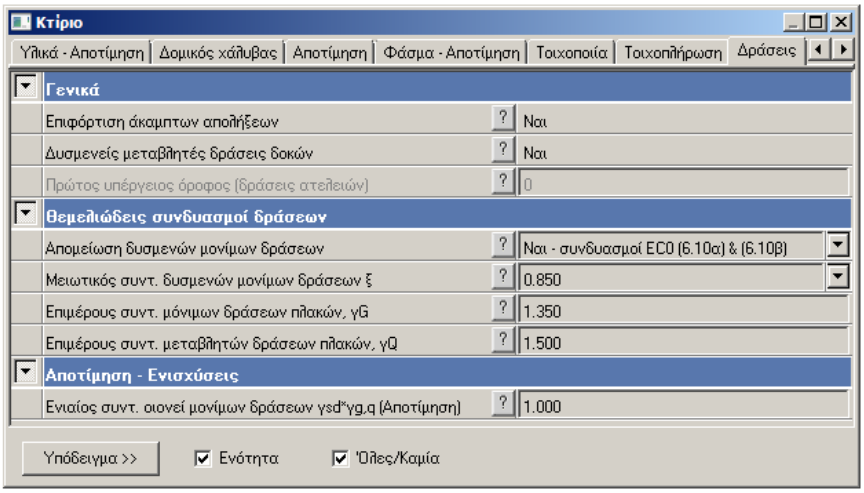
- Συνδυασμοί στατικών δράσεων γ_{RV} = 1.40. Βλ. EC7-1 πιν. Α.5-ομάδα R2
- Σεισμικοί συνδυασμοί γ_{RV} = 1.00. Βλ. EC8-5 §3.1(3)

Αφορά και τις δυο μεθόδους υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας που υποστηρίζονται στο πρόγραμμα, την αναλυτική σύμφωνα με το παράρτημα Δ του EC7-1 και της απλοποιημένη που βασίζεται σε δεδομένη επιτρεπόμενη τάση $\sigma_{επ}$.

Έναντι ολίσθησης γ_{RH}

- Συνδυασμοί στατικών δράσεων γ_{RH} = 1.10. Βλ. EC7-1 πιν. Α.5-ομάδα R2
- Σεισμικοί συνδυασμοί γ_{RH} = 1.00. Βλ. EC8-5 §3.1(3)

4.1.1.16 Δράσεις



Εικόνα 4.19: *Οι παράμετροι της κάρτας «Δράσεις» του Κτιρίου.*

Επιφόρτιση άκαμπτων απολήξεων

- **Ναι**: Τα κατανεμημένα φορτία της δοκού (πιν. 802 & 803) επιφορτίζουν το συνολικό μήκος της δοκού, συμπεριλαμβανομένων των άκαμπτων απολήξεων.
- **Όχι**: Επιφορτίζεται το καθαρό μήκος της δοκού και επιπλέον μήκος ίσο με τη διάσταση της άκαμπτης απόληξης στην κατεύθυνση του φορτίου, πολλαπλασιασμένο με (1-z), όπου z ο συντελεστής άκαμπτης απόληξης.

Πρώτος υπέργειος όροφος (δράσεις ατελειών)

Είναι ο όροφος, στον οποίο αθροίζονται τα υποστυλώματα για τον υπολογισμό του συντελεστή Φ δράσης ατελειών (βλ. και §5.1.3.15).

Απομείωση δυσμενών μονίμων δράσεων

Επιλέγεται εάν οι θεμελιώδεις συνδυασμοί της §6.4.3.2 του EC0 για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Ο.Κ.Α.), για τους οποίους η δράση των μονίμων θεωρείται ότι έχει δυσμενή επιρροή (και συνεπώς πολλαπλασιάζεται με $\gamma_{G_} = \gamma_{G,sup}$ = 1.35) θα ληφθούν βάσει της εξίσωσης (6.10) ή των εξισώσεων (6.10α) & (6.10β) του EC0.

- **Ναι – Συνδυασμός EC0 (6.10α) & (6.10β)**: Προεπιλογή για το **ελληνικό** εθνικό προσάρτημα. Σύμφωνα με τον πίνακα Α1.2(Β) λαμβάνονται οι εξής συνδυασμοί για έλεγχο σε Ο.Κ.Α. (STR/GEO)

$\gamma_G \cdot G$ "+" $\gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1}$ "+" $\Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ EC0 (6.10α)

Θεωρώντας, δηλαδή ότι όλες οι μεταβλητές δράσεις είναι συνοδευτικές

$\xi \cdot \gamma_G \cdot G$ "+" $\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$ "+" $\Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ EC0 (6.10β)

Κατασκευάζονται συνδυασμοί, όπου η μόνιμη δράση απομειώνεται με τον συντελεστή ξ (βλ. επόμενη παρ/τρο) και η κάθε μεταβλητή δράση λαμβάνεται διαδοχικά ως κυρίαρχη και οι υπόλοιπες ως συνοδευτικές.

► **Όχι - Συνδυασμός EC0 (6.10)**: Προεπιλογή για το κυπριακό εθνικό προσάρτημα.

$\gamma_G \cdot G$ "+" $\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$ "+" $\Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ EC0 (6.10)

Κατασκευάζονται συνδυασμοί, όπου η κάθε μεταβλητή δράση λαμβάνεται διαδοχικά ως κυρίαρχη και οι υπόλοιπες ως συνοδευτικές.

Για τους συνδυασμούς βλ. Πίνακα 816: Συνδυασμοί δράσεων και §7.4.8 - Συνδυασμοί δράσεων

Παρατήρηση

Η χρήση των εξισώσεων (6.10α) & (6.10β) οδηγεί εν γένει σε ευμενέστερα αποτελέσματα συγκριτικά με την (6.10).

Μειωτικός συντ. δυσμενών μονίμων δράσεων ξ

Εάν επιλεγεί η απομείωση των δυσμενών μονίμων δράσεων και οι συνδυασμοί του EC0 (6.10α) & (6.10β), τότε ο μελετητής μπορεί να εισάγει την τιμή του μειωτικού συντελεστή ξ. Σύμφωνα με το ελληνικό εθνικό προσάρτημα λαμβάνεται $\xi = 0.85$.

Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις δοκών

► **Ναι**: Δημιουργούνται οι φορτίσεις QA & QB, οι οποίες εμφανίζονται στον Πίνακα 803 ως οι στήλες «qy κινητά Α'» & «qy κινητά Β'» και οι συνδυασμοί ξ*1,35G+1,50QA & ξ*1,35G+1,50QB ή 1,35G+1,50*0,7*QA & 1,35G+1,50*0,7QB στον Πίνακα 816. Σχετικά με την κατασκευή των δυσμενών φορτίσεων, βλ. «Παραγωγές > Μέλη για διαστασιολόγηση > Κατασκευή δυσμενών φορτίσεων».

► **Όχι**: Στον πίνακα 816 εμφανίζονται μόνο οι συνδυασμοί ξ*1,35G+1,50Q & ή 1,35G+1,50*0.7*Q.

Επιμέρους συντ. μόνιμων και μεταβλητών δράσεων πλακών γG, γQ

Δίδονται οι επιμέρους συντελεστές δράσεων για τα μόνιμα και μεταβλητά φορτία, οι οποίοι υπεισέρχονται στον θεμελιώδη συνδυασμό δράσεων για τον έλεγχο των πλακών στην οριακή κατάσταση αστοχίας. Βλ. EC0 §6.4.3.2 & πιν. A1.2(B). Παρέχεται, δηλαδή, η δυνατότητα να οριστούν οι συντελεστές γ_G και γ_Q για την διαστασιολόγηση πλακών ανεξάρτητα από αυτούς που θα χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο δοκών, υποστυλωμάτων και θεμελίωσης, οι οποίοι δίδονται στον πίνακα 816.

- $\gamma_G = 1.35$
- $\gamma_Q = 1.50$

Ενιαίος συντ. οιονεί μόνιμων δράσεων γsd*γg,q (αποτίμηση)

Σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §4.1.2 ο συνδυασμός οιονεί μονίμων δράσεων στην σεισμική κατάσταση σχεδιασμού δίδεται με την παρακάτω γενική περιγραφή:

$$E_d = \gamma_G \cdot G + \psi_2 \cdot \gamma_Q \cdot Q = \gamma_{Sd} \cdot \gamma_g \cdot G + \psi_2 \cdot \gamma_{Sd} \cdot \gamma_q \cdot Q$$

Ο συντελεστής προσομοιώματος γ_{sd} εξαρτάται από το πόσο έντονες και εκτεταμένες είναι οι βλάβες ή/και οι επεμβάσεις στον φορέα, ενώ η τιμή του μερικού συντελεστή μονίμων δράσεων γ_g ορίζεται βάσει της στάθμης αξιοπιστίας ΣΑΔ των γεωμετρικών δεδομένων.

Στο πρόγραμμα FESPA και ειδικά για την ανελαστική ανάλυση pushover γίνεται η συντηρητική προσέγγιση **ενιαίου συντελεστή** για το σύνολο των δράσεων που υπεισέρχονται στον οιονεί μόνιμο συνδυασμό.

$$E_d = \gamma_{Sd} \cdot \gamma_{g,q} \cdot \{G + \psi_2 \cdot Q\} = \gamma_{G,Q} \cdot \{G + \psi_2 \cdot Q\}$$

Οι **εισακτέες** τιμές του ενιαίου συντελεστή $\gamma_{G,Q}$ και η τελική μορφή του συνδυασμού οιονεί μονίμων φορτίων για την περίπτωση της ανελαστικής ανάλυσης συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Συνδυασμοί οιονεί μονίμων δράσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ. §4.1.2, §4.5.1-2)	$\gamma_{G,Q} = \gamma_{Sd} \cdot \gamma_{g,q}$		
	Έντονες & εκτεταμένες βλάβες ή/και επεμβάσεις	Ελαφρές & Τοπικές βλάβες ή/και επεμβάσεις	Χωρίς βλάβες ή / και επεμβάσεις ***ή*** νέος φορέας
	$\gamma_{Sd} = 1.20$	$\gamma_{Sd} = 1.10$	$\gamma_{Sd} = 1.00$
Υψηλή ΣΑΔ $\gamma_{g,q}$=1.00	***1.20***·{G + ψ2·Q}	***1.10***·{G + ψ2·Q}	***1.00***·{G + ψ2·Q}

Ικανοποιητική ΣΑΔ $\gamma_{g,q}$=1.10	***1.32***·{G + ψ$_2$·Q}	***1.21***·{G + ψ$_2$·Q}	***1.10***·{G + ψ$_2$·Q}
Ανεκτή ΣΑΔ $\gamma_{g,q}$=1.20	***1.44***·{G + ψ$_2$·Q}	***1.32***·{G + ψ$_2$·Q}	***1.20***·{G + ψ$_2$·Q}

- γ_{GQ} = 1.00. Προεπιλεγμένη τιμή για νέο φορέα, αλλά και στην περίπτωση όπου δεν απαιτείται η εφαρμογή των διατάξεων του ΚΑΝ.ΕΠΕ., αλλά μόνο οι πρόνοιες του EC8-3.

Παρατήρηση

Η εφαρμογή των προβλέψεων της §4.1.2 και §4.5.1-2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. για την αποτίμηση υπό στατικά φορτία πραγματοποιείται από τον μελετητή μέσω του πίνακα 816 του προγράμματος με κατάλληλη τροποποίηση των συντελεστών $\xi \cdot \gamma_G$ και $\psi \cdot \gamma_Q$ ώστε να προκύψει $\xi \cdot \gamma_{sd} \cdot \gamma_g$ και $\psi \cdot \gamma_{sd} \cdot \gamma_q$ αντίστοιχα. Σύμφωνα με νεότερες απόψεις για την εφαρμογή του ΚΑΝ.ΕΠΕ. ο συντελεστής γsd δεν έχει εφαρμογή στα στατικά φορτία και έτσι πρέπει να λαμβάνεται μονάδα, συνεπώς η παραπάνω περιπλοκή παρέλκει.

4.1.1.17 Φορτία ανέμου και χιονιού

Υψόμετρο βάσης για εφαρμογή ανεμοπίεσης

Αφορά «Κατανομή φορτίου > Μόνο καθ' ύψος». Βλ. επόμενα.

Ορίζεται το υψόμετρο, ψηλότερα από το οποίο θα εφαρμοστεί ανεμοπίεση. Σε οσα μέλη βρίσκονται ψηλότερα από την στάθμη αυτή θα επιβληθούν φορτία ανέμου (εφόσον η παράμετρος «Υποστύλωμα, Δοκός > Στατικά > Παραλαβή φορτίων ανέμου = Ναι»).

Ύψος κτιρίου h

Πρακτικά, δίδεται η κατακόρυφη διάσταση που θα ληφθεί ως το μέγιστο ύψος αναφοράς του κτιρίου z_e, το οποίο υπεισέρχεται στο τυπολόγιο του EC1-1-4 §7.

- **0.00** : Μηδενική τιμή ισοδυναμεί με την αυτόματη λειτουργία, δηλαδή με αυτόματο προσδιορισμό του ύψους του κτιρίου από το πρόγραμμα βάσει του «Υψομέτρου εφαρμογής ανεμοπίεσης» και των ανώτατων κόμβων της κατασκευής.
- **≠ 0.00** : Το εισακτέο ύψος θα ληφθεί ως το ύψος αναφοράς z_e.

Διάσταση σε κάτοψη Lx, Lz

Μέσω της παραμέτρου αυτής ορίζεται εάν οι διαστάσεις σε κάτοψη θα προσδιοριστούν αυτόματα από το πρόγραμμα βάσει του μαθηματικού μοντέλου ή θα δοθούν από τον μελετητή.

Οι διαστάσεις ***Lx***, ***Lz*** είναι οι διαστάσεις σε κάτοψη κατά μήκος των δυο κύριων διευθύνσεων της κατασκευής *X* και *Z*, οι οποίες για κάθε περίπτωση ανεμοπίεσης αντιστοιχίζονται στις διαστάσεις ***b*** και ***d*** κάθετα και πάραλληλα στην διεύθυνση της φόρτισης. Βλ. EC-1-4 §7.2.

- **0.00** : Μηδενική τιμή ισοδυναμεί με την αυτόματη λειτουργία, δηλαδή με αυτόματο υπολογισμό από το πρόγραμμα των διαστάσεων της κάτοψης βάσει της τοπολογίας των περιμετρικών κόμβων του μοντέλου.
- ≠ **0.00** : Από τις εισακτέες τιμές θα προκύψουν τα μεγέθη ***b*** και ***d*** και ακολούθως οι διαστάσεις των ζωνών ανεμοπίεσης του EC1-1-4.

Αυτόματη παραγωγή φορτίων ανέμου

- **Ναι**:

Με την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων» πυροδοτούνται οι ακόλουθοι αυτοματισμοί:

- Ανεξάρτητα εάν έχουν παραχθεί ή όχι άλλα φορτία ανέμου προηγουμένως από τον μελετητή, παράγονται τόσες φορτίσεις ανέμου ώστε να συμπληρωθεί η τετράδα *W*+x, *W*-x, *W*+z, *W*-z. Οι φορτίσεις αυτές εμφανίζονται στον πίνακα 809.
- Δημιουργία συνδυασμών δράσεων, όπου οι παραγώμενες φορτίσεις ανέμου συνδυάζονται βάσει EC0 με τις μόνιμες, τις μεταβλητές δράσεις και το χιόνι (εφόσον υπάρχει) (βλ. πίν. 816).

Με την εντολή «Υπολογισμός φορτίων ανέμου» εκτελείται ο αυτόματος υπολογισμός των φορτίων και η δημιορία των διαγραμμάτων και αποτελεσμάτων για το τεύχος της κάθε φόρτισης ανέμου που θα χρησιμοποιηθούν κατά την επίλυση.

Αναλυτικά, βλ.4.1.3.16.1. Αυτόματος υπολογισμός φορτίων ανέμου.

- **Όχι**:

Δε θα παραχθούν νέες φορτίσεις – συνδιασμοί φορτίσεων ανέμου με την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων». Αν έχουν ήδη παραχθεί, αυτά δεν επηρεάζονται.

Μόνο όποια φορτία, διαγράμματα και αποτελέσματα φορτίσεων ανέμων έχουν ήδη παραχθεί θα χρησιμοποιηθούν κατά την επίλυση και δεν θα παραχθούν νέα με την εντολή «Υπολογισμός φορτίων ανέμου».

Σημείωση

Θέτονταστην τιμή «Όχι» δεν διαγράφονται τυχόν υπάρχουσες φορτίσεις, συνδιασμοί, διαγράμματα και αποτελέσματα στο τεύχος λόγω ανέμου.

Για να αφαιρεθούν τα παραπάνω, πρέπει ο μελετητής επιπλέον να διαγράψει τις φορτίσεις ανέμου από τον πίνακα 809 πριν πατήσει την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων».

Κατανομή φορτίου

- **Σε ζώνες σε τοίχους και στέγες** : Φόρτιση υποστυλωμάτων τοίχων και δοκών στέγης, όπως αυτά έχουν επιλεχθεί από τον μελετητή μέσω της παραμέτρου «Παραλαβή φορτίων ανέμου», βάσει EC1-1-4.
- **Μόνο καθ' ύψος** : Δεν υποστηρίζεται πλέον η δυνατότητα αυτή. Παραμένει μόνο για λόγους συμβατότητας.

Βασική ταχύτητα ανέμου Vb [m/s]

Η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας ανέμου είναι η μέση ταχύτητα ανέμου κατά την διάρκεια 10 λεπτών με ετήσια πιθανότητα υπέρβασης 0,02.

- Στο **ελληνικό** εθνικό προσάρτημα ορίζεται στα 33m/s στα νησιά και τα παράλια μέχρι 10km από την ακτή και στα 27m/s στην υπόλοιποη χώρα. Βλ. και χάρτη στην §3 του NA EC1-1-4.
- Για την **Κύπρο** η βασική ταχύτητα κυμαίνεται από 24m/s έως 40m/s όπως φάινεται και στο χάρτη του σχήματος 1 του συναφούς εθνικού προσαρτήματος.

Κατηγορία ανάγλυφου

Οι κατηγορίες ανάγλυφου περιγράφονται τον πίνακα ΙΙ και απεικονίζονται στην §A.1 του EC1-1-4.

Βάσει της δοθείσας κατηγορίας ανάγλυφου προσδιορίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα οι παράμετροι του ανάγλυφου όπως το μήκος τραχύτητας z_0 και το ελάχιστο ύψος z_{min}, οι οποίες υπεισέρχονται στους υπολογισμούς της ανεμοπίεσης.

Συντελεστής ορεογραφίας Co

Η ορεογραφία του ανάγλυφου ορίζεται από την ύπαρξη ή όχι λόφων, απότομων πλαγιών κλπ στο προσήνεμο ανάγλυφο.

- **1.00**: Συνιστώμενη τιμή σε περιπτώσεις σχετικά ήπιου ανάγλυφου

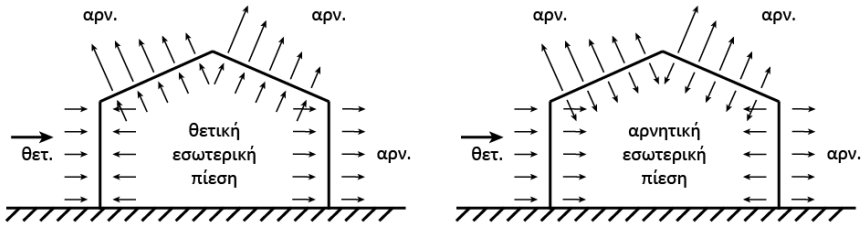
► **1.00 < *Co* < 1.50** περίπου : σε περιπτώσεις όταν ο συντελεστής ορεογραφίας υπολογίζεται αναλυτικά βάσει της §4.3.3 και §A.3 του EC1-1-4.

Συντελεστής εσωτερικής πίεσης Cpi

► **0.00 :** Μηδενική εισακτέα τιμή υποδηλώνει πως η εσωτερική πίεση θα ληφθεί αυτόματα από το πρόγραμμα με τέτοιο τρόπο ώστε να δυσμενοποιείται το τελικό αποτέλεσμα στην λογική της EC1-1-4 §7.2.9(7). Βλ. Συγκεκριμένα:

- Για άνεμο +X και +Z λαμβάνεται Cpi=-0.3,
- Για άνεμο -X και -Z λαμβάνεται Cpi=+0.2

► **≠ 0.00** : Π.χ. σε περιπτώσεις όπου έχει πραγματοποιηθεί αναλυτικός υπολογισμός της εσωτερικής πίεσης βάσει της κατανομής των ανοιγμάτων σύμφωνα με EC1-1-4 §7.2.9.



Σχήμα 4.49*: Διανυσματική απεικόνιση εσωτερικής Cpi και εξωτερικής Cpe πίεσης θετικής και αρνητικής.*

Παρατηρήσεις

- Η πρόσθεση εσωτερικής και εξωτερικής πίεσης είναι πάντα ανυσματική σύμφωνα με την θεώρηση στο παραπάνω σχήμα.
- Για μονόρριχτες ή δίρριχτες στέγες και σε όσες περιπτώσεις προβλέπονται στους πίνακες 7.3α και 7.4α δυο τιμές εξωτερικής πίεσης ***C*pe**, λαμβάνεται για τα στοιχεία της στέγης αυτή που συνδυαζόμενη με το δεδομένο ***C*pi** παράγει το δυσμενέστερο διανυσματικά αποτέλεσμα.

Αυτόματη παραγωγή φορτίων χιονιού

Με την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων» ελέγχεται η τιμή της παραμέτρου και κατά περίπτωση πραγματοποιούνται οι ακόλουθες ενέργειες.

► **Ναι**:

Με την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων» πυροδοτούνται οι ακόλουθοι αυτοματισμοί:

- Εφόσον δεν έχει δημιουργηθεί προηγουμένως από τον μελετητή φορτίο χιονιού, τότε παράγεται και εμφανίζεται στον πίνακα 809.
- Δημιουργία συνδυασμών δράσεων, όπου η φόρτιση χιονιού συνδυάζεται βάσει EC0 με τις μόνιμες, τις μεταβλητές δράσεις και τον άνεμο (εφόσον υπάρχει) (βλ. πίν. 816).

Με την εντολή «Υπολογισμός φορτίων χιονιού» εκτελείται ο αυτόματος υπολογισμός των φορτίων και η δημιουργία των διαγραμμάτων και αποτελεσμάτων για το τεύχος της φόρτισης χιονιού που θα χρησιμοποιηθούν κατά την επίλυση.

Αναλυτικά, βλ.4.1.3.16.2 Αυτόματος υπολογισμός φορτίων χιονιού.

► **Όχι**:

Δε θα παραχθεί νέα φόρτιση – συνδιασμοί φορτίσεων χιονιού με την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων». Αν έχουν ήδη παραχθεί, αυτά δεν επηρεάζονται.

Μόνο όποια φορτία, διαγράμματα και αποτελέσματα φόρτισης χιονιού έχουν ήδη παραχθεί θα χρησιμοποιηθούν κατά την επίλυση και δεν θα παραχθούν νέα με την εντολή «Υπολογισμός φορτίων ανέμου».

Σημείωση

Θέτονταςτην τιμή «Όχι» δεν διαγράφονται τυχόν υπάρχουσες φορτίσεις, συνδιασμοί, διαγράμματα και αποτελέσματα στο τεύχος λόγω χιονιού.

Για να αφαιρεθούν τα παραπάνω, πρέπει ο μελετητής επιπλέον να διαγράψει την φόρτιση χιονιού από τον πίνακα 809 πριν πατήσει την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων».

Φορτίο χιονιού Sk,0 (A=0)

Το χαρακτηριστικό φορτίο χιονιού στην στάθμη της θάλασσας (υψόμετρο A=0), το οποίο δίδεται για κκάθε ζώνη

- Ελληνικό εθνικό προσάρτημα. Βλ. χάρτη στην §4 του NA EC1-1-3

Ζώνη	$S_{k,0}$ (kN/m^2)
A	0,4

Β	0,8
Γ	1,7

- Κυπριακό εθνικό προσάρτημα

  Λαμβάνεται κλιματική περιοχή της Μεσογείου και αριθμός ζώνης Z=1, οπότε σύμφωνα με τον πίνακα Γ1 του EC1-1-1 είναι:

  $\boldsymbol{S_{k,0}} = 0.489Z-0.209 = 0.289 kN/m^2$

Υψόμετρο τοποθεσίας A [m]

Δίδεται το υψόμετρο της κατασκευής Α από την επιφάνεια της θάλασσας ώστε να υπολογιστεί η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού.

- Ελληνικό εθνικό προσάρτημα

  $\boldsymbol{S_k} = S_{k,0}\cdot[1+(A/917)^2]$

- Κυπριακό εθνικό προσάρτημα

  $\boldsymbol{S_k} = S_{k,0}\cdot[1+(A/452)^2]$

Συντελεστής έκθεσης Ce

Ο συντελεστής έκθεσης προσδιορίζεται σύμφωνα με EC1-1-3 §5.2 και πίνακα 5.1 λαμβάνοντας υπόψη την τοπογραφία. Οι συνήθεις τιμές κυμαίνονται από 0.8 έως 1.2.

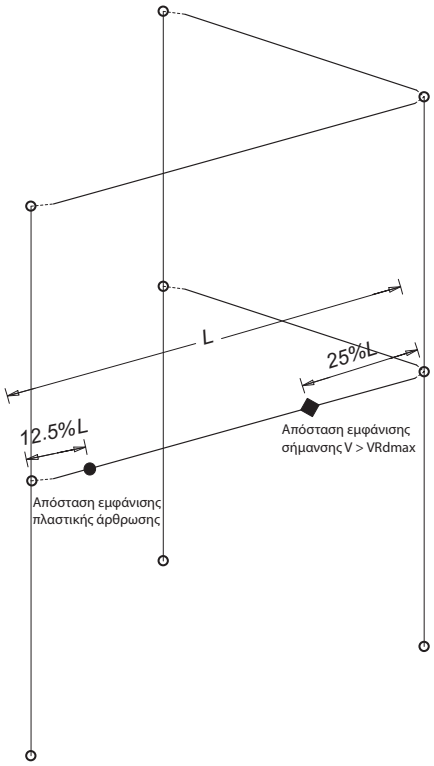
4.1.1.18 Σχέδιο 3DV

Τα χρώματα και οι πένες των χαρακτηριστικών οντοτήτων και παραμέτρων του κτιρίου, όπως εμφανίζονται στο 3DV.

4.1.1.19 Pushover 3DV

Τα χρώματα και οι πένες των χαρακτηριστικών οντοτήτων και παραμέτρων του κτιρίου, όπως εμφανίζονται στο 3DV της Pushover.

Απόσταση εμφάνισης πλαστικής άρθρωσης & σήμανσης V>VRmax [%L]

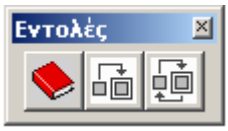


Σχήμα 4.50: Απόσταση εμφάνισης πλαστικής άρθρωσης και σήμανσης V>VRmax ως ποσοστό του μήκους L

4.1.1.20 Χρωματοδείκτες

Τα χρώματα και οι πένες των χαρακτηριστικών οντοτήτων και παραμέτρων του κτιρίου, όπως εμφανίζονται στο 3DV.

4.1.2 Εντολές του κτιρίου



Εικόνα 4.20: *Οι εντολές του Κτιρίου*



Τεύχος

Εκκίνηση του προγράμματος παρουσίασης του τεύχους της μελέτης. Βλέπε Κεφάλαιο 12 «Εκτύπωση τεύχους μελέτης».

Ειδικά για κτίρια με ενισχύσεις



Αντιγραφή διατομών σε διατομές 2

Με την εντολή αυτή, το πρόγραμμα αντιγράφει όλα τα στοιχεία των διατομών (υποστυλωμάτων και δοκών) της **"τρέχουσας"** κατάστασης στην **"εφεδρική"**. Στην πράξη, αυτό χρειάζεται (και πρέπει) να γίνει μία και μοναδική φορά, μετά την πρώτη επίλυση / όπλιση του φορέα με τις υπάρχουσες διατομές και φυσικά πριν τροποποιήσετε τις διατομές των ενισχυόμενων μελών.



Εναλλαγή διατομών με διατομές 2

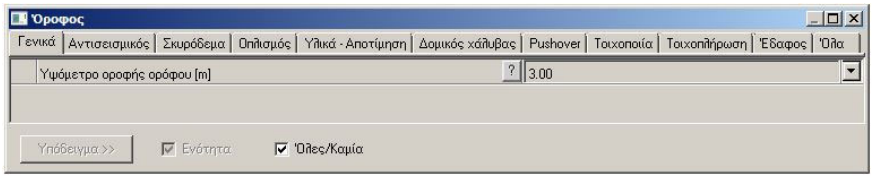
Με την εντολή αυτή, το πρόγραμμα εναλλάσσει την **"τρέχουσα"** κατάσταση με την **"εφεδρική"**, προκειμένου να κάνει ο χρήστης αλλαγές στα στοιχεία των διατομών (γεωμετρικά ή ποιότητες υλικών). Αλλαγή των στοιχείων των διατομών μπορεί να γίνει μόνο στις τρέχουσες διατομές (ανεξάρτητα του αν αυτές είναι οι υπάρχουσες πριν την ενίσχυση, ή οι νέες μετά τις επεμβάσεις).

4.2 Όροφος

Κάθε αλλαγή που γίνεται στις παραμέτρους του «Ορόφου» επιδρά μαζικά σε όλα τα μέλη του τρέχοντος ορόφου.

4.2.1 Παράμετροι του Ορόφου

4.2.1.1 Γενικά



Εικόνα 4.21: *Οι παράμετροι της κάρτας «Γενικά» του Ορόφου.*

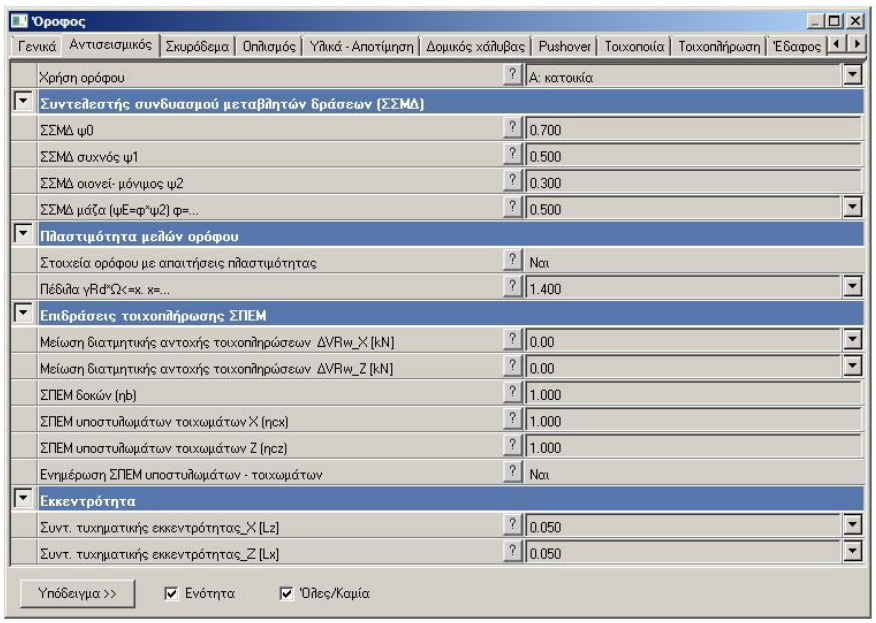
Υψόμετρο οροφής ορόφου

Αλλάζοντας την τιμή της παραμέτρου, αυτόματα η συντεταγμένη Y όλων των κόμβων (υποστυλωμάτων και λοιπών κόμβων) του συγκεκριμένου ορόφου θα μεταβληθεί κατάλληλα, ώστε να διατηρηθούν διαφορές υψομέτρων στον όροφο. Κόμβοι ή πλάκες που είχαν υψόμετρο διαφοροποιημένο από το παλιό υψόμετρο του ορόφου, θα διατηρήσουν την ίδια διαφορά και από το νέο υψόμετρο.

Π.χ. αν η τρέχουσα τιμή είναι 3,00 και την αλλάξετε σε 4,20, όλοι οι κόμβοι του ορόφου θα ανέβουν κατά 1,20μ.

Χρήσιμο σε περιπτώσεις στεγών ή ανισοσταθμίας εντός του ορόφου, όπου είναι επιθυμητό η όποια αλλαγή υψομέτρου να διατηρήσει ανεπηρέαστες τις υψομετρικές διαφορές εντός του ορόφου. Σε διαφορετική περίπτωση εφαρμόστε την εντολή «Αλλαγή υψομέτρου στάθμης». Βλ. §5.1.3.8.

4.2.1.2 Αντισεισμικός



Εικόνα 4.22: *Οι παράμετροι της κάρτας «Αντισεισμικός» του Ορόφου.*

Χρήση ορόφου

Καθορίζεται η χρήση του ορόφου και βάσει αυτής αποδίδεται αυτόματα στις μεταβλητές δράσεις του ορόφου ο συντελεστής συνδυασμού ψ2 (Πίνακας 4.49).

Χρήση του ορόφου - Δράσεις		**Ψ_0**	**Ψ_1**	**Ψ_2**
κατηγορία	Επιβαλλόμενα φορτία, (βλ. EC1-1-1)			
A	κατοικίες, συνήθη κτίρια κατοικιών	0,7	0,5	0,3
B	χώροι γραφείων	0,7	0,5	0,3
C	χώροι συνάθροισης	0,7	0,7	0,6
D	χώροι καταστημάτων	0,7	0,7	0,6
E	χώροι αποθήκευσης	1,0	0,9	0,8
F	χώροι κυκλοφορίας οχημάτων W≤ 30kN	0,7	0,7	0,6
G	χώροι κυκλοφορίας οχημάτων 30kN<W≤160kN	0,7	0,5	0,3
H	Στέγες	0,0	0,0	0,0
Φορτία χιονιού (βλ. EC1-1-3) υψόμετρο H > 1000 m		0,7	0,5	0,2
υψόμετρο H ≤ 1000 m		0,5	0,2	0,0
Φορτία ανέμου (βλ. EC1-1-4)		0,6	0,2	0,0
Θερμοκρασία (μη-πυρκαϊάς) (βλ. EC1-1-5)		0,6	0,5	0,0

Πίνακας 4.49: *Προτεινόμενες τιμές συντελεστών ψ για κτίρια (EC0 πιν. A1.1N).*

ΣΣΜΔ ψ0

Είναι ο συντελεστής συνδυασμού των συνοδευτικών μεταβλητών δράσεων:

- ΟΚΑ - θεμελιώδη συνδυασμό (EC0 §6.4.3.2) (σύνολο οριακών καταστάσεων αστοχίας).

  $\gamma_G G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ .....*i > 1 (6.10)*

  ή

  $\gamma_G G_{k,j} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ .....*(6.10α)*

  $\xi \gamma_G G_{k,j} "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ .....*(6.10β)*

- ΟΚΛ - χαρακτηριστικό συνδυασμό (EC0 §6.5.3(2)α), (έλεγχος επιτρεπόμενων τάσεων χάλυβα & σκυροδέματος).

  $\Sigma G_{k,j} "+" Q_{k,1} "+" \Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i}$ ..... *i > 1*

Ο συντελεστής συνδυασμού $\psi 0 \cdot \gamma_Q$ συνοδευτικής μεταβλητής δράσης (όπως άνεμος ή χιόνι) προσδιορίζεται αυτόματα στο πρόγραμμα (βλ. Πίνακα 816: Συνδυασμοί δράσεων του προγράμματος).

Παρατήρηση

Ειδικά για μεταβλητά φορτία των κατηγοριών E & H (Πίνακας 4.49), θα πρέπει να καθορισθεί από τον μελετητή η τιμή του συντελεστή συνοδευτικών μεταβλητών δράσεων $\psi 0 \cdot \gamma_Q$ στον Πίνακα 816: Συνδυασμοί δράσεων.

ΣΣΜΔ συχνός ψ1

Είναι ο συντελεστής συνδυασμού των κύριων μεταβλητών δράσεων στον:

- ΟΚΑ - συνδυασμό δράσεων για τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού (EC0 §6.4.3.3).

$$G \text{ "+" } A_d \text{ "+" } (\psi_{1,1} \text{ ή } \psi_{2,1}) Q_{k,1} \text{ "+" } \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{.....i} > 1$$

- ΟΚΛ - συχνό συνδυασμό (EC0 §6.5.3(2)γ.

$$G \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Παρατήρηση

Εφόσον στην μελέτη πρέπει να γίνει θεώρηση και τυχηματικών καταστάσεων θα πρέπει να εισαχθούν από τον μελετητή οι σχετικοί συνδυασμοί στον Πίνακα 816: Συνδυασμοί δράσεων.

ΣΣΜΔ οιονεί- μόνιμος ψ2

Είναι ο συντελεστής συνδυασμού όλων των μεταβλητών δράσεων για:

- Τυχηματικές καταστάσεις συνδυασμού, π.χ. σεισμικός συνδυασμός δράσεων, όπου από την EC §6.4.3.4 λαμβάνουμε:

$$\Sigma G_{k,j} \text{ "+" } E_D \text{ "+" } \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{.....i} \geq 1$$

- Τα αδρανειακά αποτελέσματα της σεισμικής δράσης καθορίζονται, όπως περιγράφεται στην επόμενη παράμετρο.
- ΟΚΛ – οιονεί μόνιμο συνδυασμό (EC0 §6.5.3(2)γ (π.χ. έλεγχος ρηγμάτωσης και έλεγχος βέλους).

$$\Sigma G_{k,j} \text{ "+" } \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad \text{.....i} \geq 1$$

Παρατήρηση

Τα μεταβλητά φορτία Q κάθε ορόφου πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο συντελεστή ψ_2, και ο οιονεί μόνιμος συνδυασμός εμφανίζεται ως ξεχωριστή φόρτιση στον Πίνακα 816: Συνδυασμοί δράσεων.

ΣΣΜΔ μάζα (ψE = φ*ψ2) φ =…

Τα αδρανειακά αποτελέσματα της σεισμικής δράσης καθορίζονται συνυπολογίζοντας τη μάζα που συνδέεται με όλα τα φορτία βαρύτητας που περιλαμβάνονται στον ακόλουθο συνδυασμό δράσεων (EC8-1 §3.2.4 & §4.2.4):

$$\Sigma G_{k,j} "+" \Sigma \varphi_i \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Τύπος μεταβλητής δράσης	Όροφος	φ
Κατηγορίες A-C	Δώμα	1,0
	Συσχετισμένες χρήσεις ορόφων	0,8
	Μη-συσχετισμένες χρήσεις ορόφων	0,5
Κατηγορίες D-F και αρχεία		1,0

Πίνακας 4.50: *(EC8-1 πιν. 4.2) Τιμές του φ βάσει της κατηγορίας χρήσης του ορόφου (βλ. EC0 πιν. A1.1) και της συσχέτισης των χρήσεων των ορόφων.*

Παρατήρηση

Όροφοι με συσχετισμένες χρήσεις θα μπορούσαν να θεωρηθούν όροφοι εκπαιδευτηρίων, μουσείων ή κτιρίων που στεγάζουν υπηρεσίες, κ.λπ. Αντίστοιχα, η χρήση ορόφων πολυκατοικιών με διαμερίσματα θεωρείται μη συσχετισμένη.

Στοιχεία ορόφου με απαιτήσεις πλαστιμότητας

- **Ναι**: Εν γένει σε όλους τους υπέργειους ορόφους σε δομήματα ΚΠΜ ή ΚΠΥ.
- **Όχι**: Π.χ.
  - Όροφοι υπογείων μορφής κιβωτίου συμπεριλαμβανομένων των δοκών της οροφής του υπογείου και των δοκών θεμελίωσης. Βλ. EC8-1§5.8.1(5) & ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα σχετικά με την §5.2.1(5).
  - Επιφανειακές θεμελιώσεις και γενικά θεμελιώσεις που δεν εμπίπτουν στην προηγούμενη περίπτωση, οι οποίες σχεδιάζονται για οιονεί ελαστική συμπεριφορά. Για τρόπο εφαρμογής στο πρόγραμμα βλέπε παρατηρήσεις.

Παρατηρήσεις

- Ως υπόγεια **μορφής κιβωτίου** θεωρούνται αυτά, στα οποία:
  - Υπάρχει περιμετρικό τοίχωμα.
  - Η πλάκα οροφής δρα ως άκαμπτο διάφραγμα (απουσία μεγάλων οπών).
  - Προβλέπεται εσχάρα πεδιλοδοκών ή πλάκα κοιτόστρωσης.

    Τα δοκάρια και τα υποστυλώματα των ορόφων αυτών αναμένεται να αποκριθούν ελαστικά υπό σεισμική φόρτιση και γι' αυτό διαστασιολογούνται βάσει μόνο των διατάξεων του EC2.
- Στην ιδιαίτερα συνήθη περίπτωση που το υπόγειο τμήμα ενός κτιρίου εμπίπτει στην περίπτωση του «κιβωτίου» υπάρχει προφανές όφελος από την επιλογή να γίνει διαστασιολόγηση των στοιχείων των σχετικών ορόφων χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας αφού με αυτόν τον τρόπο απαλλάσσονται από τις διατάξεις του EC8 π.χ. έλεγχος συνάφειας, εξασφάλισης τοπικής πλαστιμότητας, τήρησης των υψηλών τιμών ελάχιστου οπλισμού συγκριτικά με τον EC2 κ.α. Χαρακτηριστικά, επισημαίνεται ότι ο ελάχιστος οπλισμός για πεδιλοδοκούς και συνδετήριες με απαιτήσεις πλαστιμότητας είναι ρ=0.4%, ενώ βάσει EC2 είναι 0.13%. Βλ. EC8-1 §5.8.2(5) & EC2-1-1 §9.2.1.1(1).
- Σε **επιφανειακές θεμελιώσεις** και γενικά σε περιπτώσεις που δεν εμπίπτουν στο κλειστό «*υπόγειο μορφής κιβωτίου*» η οιονεί ελαστική συμπεριφορά ή αλλιώς η εξασφάλιση ότι η σεισμική ένταση είναι αυτή που θα προέκυπτε με συντελεστή συμπεριφοράς που εφαρμόζεται σε ΚΠΧ επιτυγχάνεται με τον εξής τρόπο:
  - Για τους σχετικούς ορόφους π.χ. της θεμελίωσης - ή και χαμηλότερα εάν έχουμε πασσάλους- ορίζουμε Όροφος > «ΣΠΕΜ δοκών (ηb) & υποστυλωμάτων τοιχωμάτων X (ηcx), Z (ηcz)» = q/1.5.

    Μια τέτοια επιλογή είναι σκόπιμη μόνο εφόσον δεν αυξάνει την ένταση στα στοιχεία θεμελίωσης σε τέτοιο βαθμό ώστε η όπλιση τους και οι έλεγχοι του εδάφους να δυσμενοποιούνται συγκριτικά με την εναλλακτική του ικανοτικού σχεδιασμού της EC8-1 §4.4.2.6(4) συνδυασμένη με απαίτηση αυξημένης πλαστιμότητας. Συνεπώς πριν την τελική επιλογή προτείνεται διερεύνηση.
  - Με αλλαγή της παραμέτρου αυτής από «Ναι» σε «Όχι» και αντίστροφα αλλάζουν αυτόματα όλα τα μέλη του ορόφου σε μέλη «Χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας» ή αντίστοιχα σε «Κύρια». Εξαίρεση αποτελούν τα «Δευτερεύοντα μέλη», τα οποία δεν αλλάζουν χαρακτηρισμό, ενώ τα πλάστιμα τοιχώματα θα διαστασιολογηθούν ως κύρια μέλη [βλ. EC8-1 §5.8.1(5)].

- Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη διενεργείται σε όλα τα κύρια υποστυλώματα που βρίσκονται ψηλότερα από το το «Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός ην & νd) [m]», βλ. παράμετρο στο Κτίριο > Σκυρόδεμα. Δηλαδή, ακόμη και εάν ζητηθεί τα στοιχεία των υπόγειων ορόφων να διαστασιολογηθούν ως πλάστιμα δίδοντας τιμή «Ναι» στην υπό εξέταση παράμετρο, αυτά θα εξαιρεθούν αυτομάτος από τον έλεγχο κόμβου.

Πέδιλα γRd*Ω ≤ x. x=… ή Περιορισμός acd πεδίλων

Εισάγεται το άνω όριο του υπολογιζόμενου από το πρόγραμμα **συντελεστή προσαύξησης** της σεισμικής συνιστώσας $\boldsymbol{E}_{\mathrm{FE}}$ των πεδίλων είτε ως $\boldsymbol{\gamma_{Rd}\cdot\Omega \leq q}$ κατά Ευρωκώδικα (βλ. EC8-1 §4.4.2.6), είτε ως $\boldsymbol{\alpha_{cd}}$ κατά ΕΑΚ (βλ. ΕΑΚ §5.2.2).

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \{\gamma_{Rd}\,\Omega \text{ ή } \alpha_{cd}\}E_{F,E}$$

Στο πρόγραμμα το Ω των πεδίλων υπολογίζεται από τον λόγο Rdi/Edi της αντοχής προς την ένταση του κατακόρυφου θεμελιούμενου στοιχείου. Σε υποστυλώματα και τοιχώματα από σκυρόδεμα λαμβάνεται το MRd/MEd. Αντίστοιχα, στην περίπτωση του ΕΑΚ ο ικανοτικός συντελεστής προκύπτει:

$$a_{cd} = 1.20\ M_R/M_E - M_V/M_E$$

όπου M_V είναι η ροπή από το σύνολο των μη σεισμικών φορτίσεων του συνδυασμού.

Ο μελετητής μπορεί να επιλέξει το **άνω όριο** του ικανοτικού συντελεστή ως εξής:

- ► **<u>1.35/1.40</u>**: προτεινόμενη τιμή για σύστημα εσχάρας θεμελίωσης αποτελούμενης από πέδιλα και συνδετήριες δοκούς, για ΕΑΚ και Ευρωκώδικα αντίστοιχα.
- ► **Τιμή ίση με τον συντελεστή συμπεριφοράς q**: σε περιπτώσεις θεμελίωσης με ανεξάρτητα πέδιλα.

<u>Παρατηρήσεις</u>

- Για πεδιλοδοκούς λαμβάνεται πάντα από το πρόγραμμα $\gamma_{Rd}\cdot\Omega = 1.40$.
- Στην συνήθη περίπτωση κατασκευών που θεμελιώνονται με πέδιλα, τα οποία συνδέονται με εσχάρα συνδετήριων δοκών, μπορεί να θεωρείται ότι εξασφαλίζεται αυξημένη ακαμψία και ομοιογενής συμπεριφορά του συστήματος θεμελίωσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να γίνει η παραδοχή ότι το σύστημα θεμελίωσης αποτελεί -πρακτικά- κοινή θεμελίωση περισσότερων από ένα κατακόρυφων στοιχείων και επομένως υπάγεται στην περίπτωση της §4.4.2.6(8). Συνεπώς, κατά τον ικανοτικό προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών των πεδίλων, στη σχέση (4.30) τίθεται γ_{Rd}=1,40 και Ω=1.

Μείωση διατμητικής αντοχής τοιχ/ρώσεων ΔVRw_X & ΔVRw_Z (kN)

Δίδεται η συνολική μείωση της διατμητικής αντοχής των τοιχοπληρώσεων συγκριτικά με τον υπερκείμενο όροφο σε περίπτωση που σε αυτόν διατάσσονται περισσότερες τοιχοπληρώσεις.

Σκοπός είναι ο υπολογισμός του συντελεστή μεγέθυνσης η_c (ΣΠΕΜ) της σεισμικής συνιστώσας των υποστυλωμάτων και των τοιχωμάτων του ορόφου αυτού. Βλ. EC8-1 §4.3.6.3.2 & §4.3.6.1(1)Α και επόμενη παράμετρο.

$$\eta = (1 + \Delta V_{Rw} / \Sigma V_{Ed}) \leq q$$

όπου

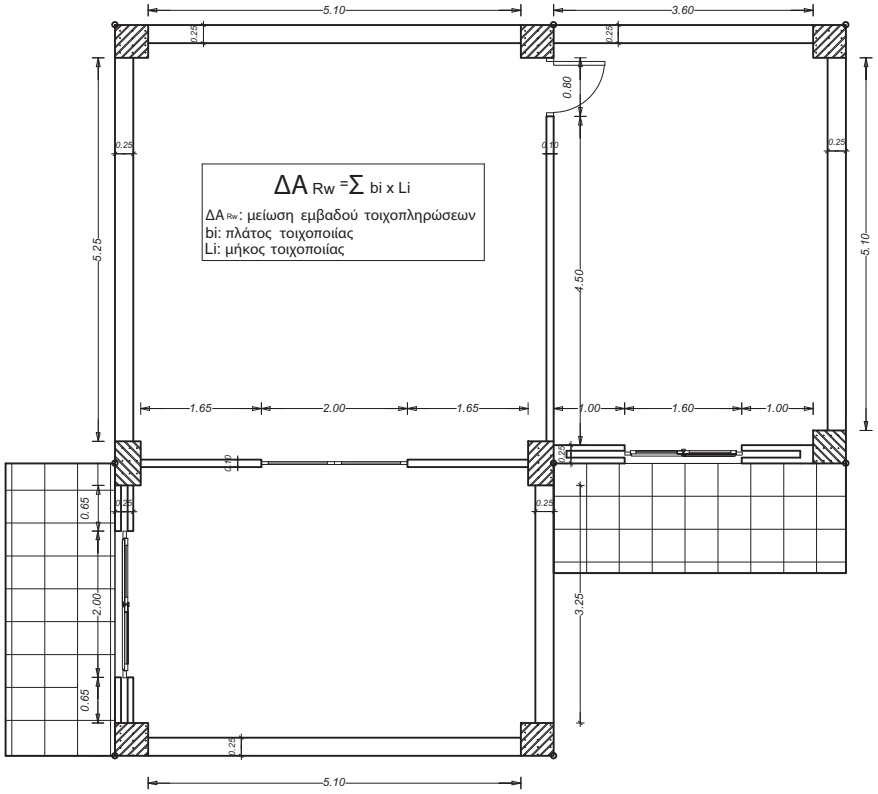
ΣV_{Ed} είναι το άθροισμα των σεισμικών τεμνουσών δυνάμεων που αναπτύσσονται σε όλα στα κύρια υποστυλώματα και πλάστιμα τοιχώματα του ορόφου στην εξεταζόμενη διεύθυνση.

Η διαφορά της διατμητικής αντοχής ΔV_{Rw} υπολογίζεται βάσει της διαφοράς του εμβαδού των τοιχοπληρώσεων μεταξύ των ορόφων ΔA_{Rw}, κατά μήκος κάθε σεισμικής διεύθυνσης και της διατμητικής αντοχής της τοιχοποιίας f_{vk} (συνήθως ίση με 200kPa).

$$\Delta V_{Rw} = \Delta A_{Rw} \cdot f_{vk}$$

Όταν συντρέχουν ταυτόχρονα οι ακόλουθες συνθήκες απαιτείται να ληφθεί υπόψη ο συντελεστής μεγέθυνσης η_c:

- Είναι υποχρεωτικό για Υψηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας (ΚΠΥ), ενώ συνιστάται για Μέση Κατηγορία Πλαστιμότητας ΚΠΜ.
- Σε δύστρεπτα κτίρια και στις σεισμικές διευθύνσεις, όπου το στατικό σύστημα χαρακτηρίζεται πλαισιωτό ή ισοδύναμο προς πλαισιωτό διπλό σύστημα (**ηv < 0,5**). Βλ. και EC8-1 §5.2.2.1(2) - (4)Α.
- Εφόσον υπάρχουν σημαντικές μη κανονικότητες καθ' ύψος λόγω διακοπής των τοιχοπληρώσεων σε κάποιο όροφο, π.χ. στην πιλοτή.



$\Delta A_{Rw,x}$ = (5,10 + 3,60 + 2,00 + 5,10) x 0,25 + (1,65 + 1,65) x 0,10 = 4,28 m²
$\Delta A_{Rw,z}$ = (0,65 + 0,65 + 5,25 + 3,25 + 5,10) x 0,25 + 4,50 x 0,10 = 4,18 m²
Άρα η σχετική μείωση διατμητικής αντοχής τοιχ/ρώσεων είναι ίση με :
$\Delta V_{Rw,x}$ = 4,28 m²x 200 kPa = 856 kN
$\Delta V_{Rw,z}$ = 4,18 m²x 200 kPa = 836 kN

Σχήμα 4.51: *Παράδειγμα υπολογισμού αντοχής τοιχοπλήρωσης ΔVRw*

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.5

ΣΠΕΜ δοκών (ηb) & υποστυλωμάτων τοιχωμάτων X (ηcx), Z (ηcz)

Εισάγεται ο συντελεστής προσαύξησης της σεισμικής συνιστώσας των εντατικών μεγεθών.

Εφόσον επιλεγεί «Ενημέρωση ΣΠΕΜ υποστυλωμάτων τοιχωμάτων = Ναι» (βλ. επόμενη παράμετρο), τότε με την εντολή της Επίλυσης «Απαίτηση ικανοτικού σχεδιασμού, έλεγχοι στρεπτικής ακαμψίας και κανονικότητας» υπολογίζονται οι

τιμές η_{cx} & η_{cz} βάσει της μεθοδολογίας που περιγράφεται στην ανάλυση της παραμέτρου «Μείωση διατμητικής αντοχής τοιχ/ρώσεων» και ενημερώνονται αυτόματα οι τιμές η_{cx} & η_{cz} στους ορόφους και τα μέλη.

Η παράμετρος αυτή -εκτός από το να συμπεριλάβει τις επιδράσεις τοιχοπλήρωσης- ενδέχεται ακόμη να χρησιμοποιηθεί από τον μελετητή για την επιλεκτική αύξηση της αντοχής συγκεκριμένων ορόφων ή συγκεκριμένων μελών μέσω της αύξησης της έντασης σχεδιασμού. Σε τέτοια περίπτωση θα πρέπει η παράμετρος «Ενημέρωση ΣΠΕΜ υποστυλωμάτων τοιχωμάτων» να τεθεί στο «Όχι».

Παρατηρήσεις

- η τιμή όλων των εντατικών μεγεθών (M, N, V, T) των σεισμικών συνδυασμών που εμφανίζεται στον πίνακα «Εντατικά μεγέθη» & αποτελέσματα διαστασιολόγησης του τεύχους ενσωματώνει την επαύξηση αυτή. Βλ. π.χ §9.7.2.
- Τα δευτερεύοντα σεισμικά μέλη, επειδή σχεδιάζονται για ελαστική απόκριση, δεν πολλαπλασιάζονται με η_c ή η_b.

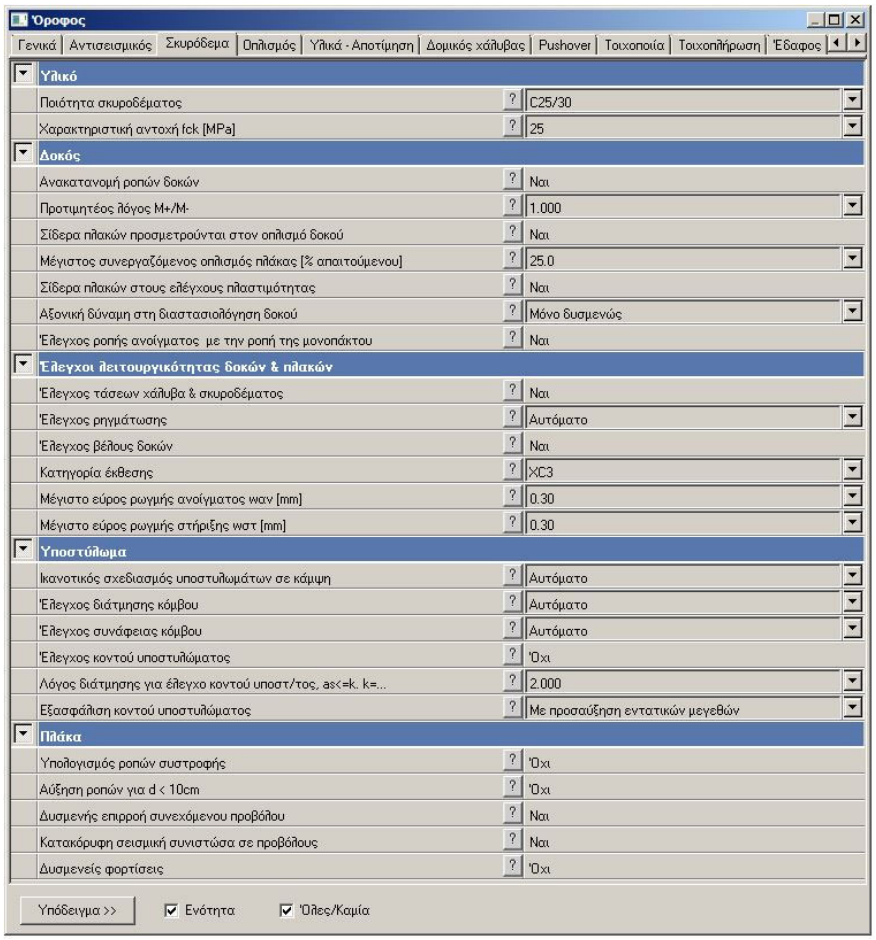
Ενημέρωση ΣΠΕΜ υποστυλωμάτων – τοιχωμάτων

► **Ναι:** Με την εντολή «Επίλυση > Απαίτηση ικανοτικού σχεδιασμού, έλεγχοι στρεπτικής ακαμψίας και κανονικότητας» υπολογίζονται επίσης οι τιμές ΣΠΕΜ υποστυλωμάτων & τοιχωμάτων η_{cx} & η_{cz} βάσει της μεθοδολογίας που περιγράφεται στην ανάλυση της παραμέτρου «Μείωση διατμητικής αντοχής τοιχ/ρώσεων» και ενημερώνονται αυτόματα οι τιμές η_{cx} & η_{cz} στους ορόφους και τα μέλη.

► **Όχι:** Διατηρείται η τιμή που δίδεται από τον μελετητή. Χρήσιμο, όταν το ΣΠΕΜ υποστυλωμάτων η_{cx} & η_{cz} χρησιμοποιείται για την επιλεκτική βελτίωση της αντοχής ορισμένων κατακόρυφων μελών με έμμεσο τρόπο, δηλαδή με την αύξηση της έντασης σχεδιασμού.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.5

4.2.1.3 Σκυρόδεμα

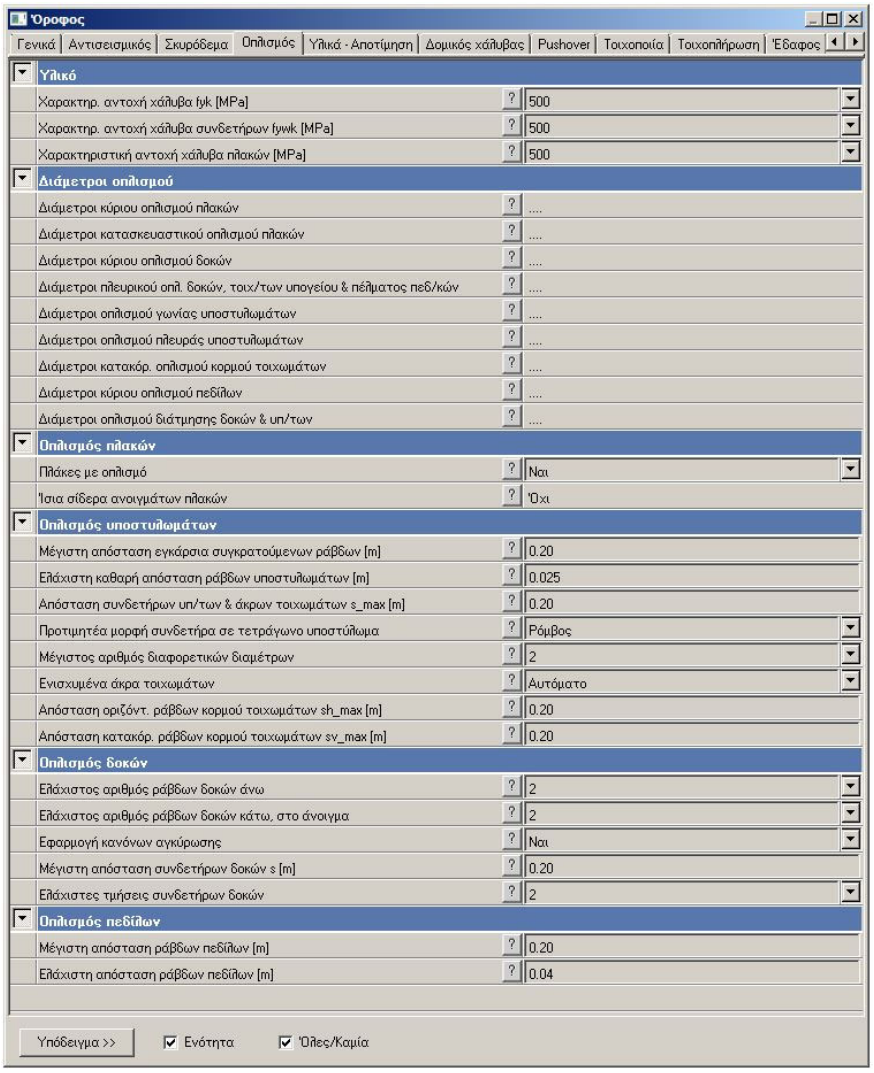


Εικόνα 4.23: *Οι παράμετροι της κάρτας «Σκυρόδεμα» του Ορόφου.*

Υπολογισμός ροπών συστροφής πλακών

- **Ναι**: Ανακουφίζονται οι ροπές κάμψεως και τοποθετείται επιπλέον οπλισμός για την ανάληψη των ροπών συστροφής.
- **Όχι**: Η συνηθισμένη για τις μελέτες περίπτωση.

4.2.1.4 Οπλισμός



Εικόνα 4.24: *Οι παράμετροι της κάρτας «Οπλισμός» του Ορόφου.*

Ίσια σίδερα ανοιγμάτων πλακών

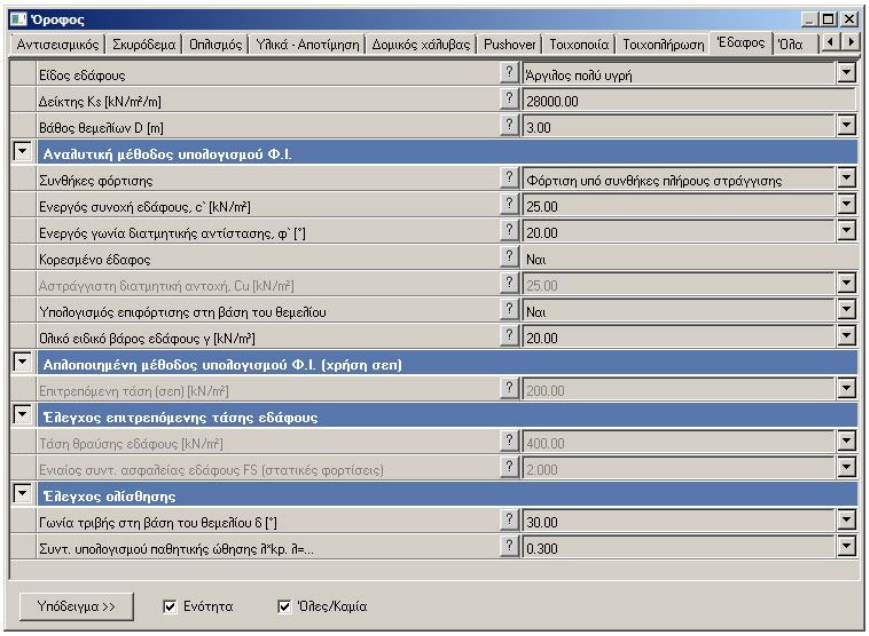
Σε πλάκες όπου αναμένεται αλλαγή πρόσημου των ροπών κατά μήκος του ανοίγματος (π.χ. τετραέρειστες) επιλέγεται εάν η ένταση θα παραληφθεί από συνδυασμό σπαστού και ευθύγραμμου οπλισμού (βλ. Σχήμα 5.28) ή αποκλειστικά από ίσια σίδερα.

- **Ναι**: Σκόπιμο σε παχιές πλάκες ή όταν χρησιμοποιείται έτοιμη εσχάρα ή σε περίπτωση που αναμένονται έντονες θερμικές επιδράσεις. Στη συνήθη περίπτωση πλακών ανωδομής κτιριακών έργων, θεωρείται μάλλον **αντιοικονομική** επιλογή δεδομένου ότι άνω οπλισμός στο άνοιγμα σπάνια απαιτείται.
- **Όχι**

Πλάκες με οπλισμό

- **Ναι**
- **Όχι:** Δε γίνεται διαστασιολόγηση, όπλιση, ούτε οι έλεγχοι λειτουργικότητας των πλακών. Χρήσιμο όταν ο μελετητής επιθυμεί να χρησιμοποιήσει τις πλάκες μόνο για την κατανομή των επιφανειακών φορτίων στις δοκούς.

4.2.1.5 Έδαφος



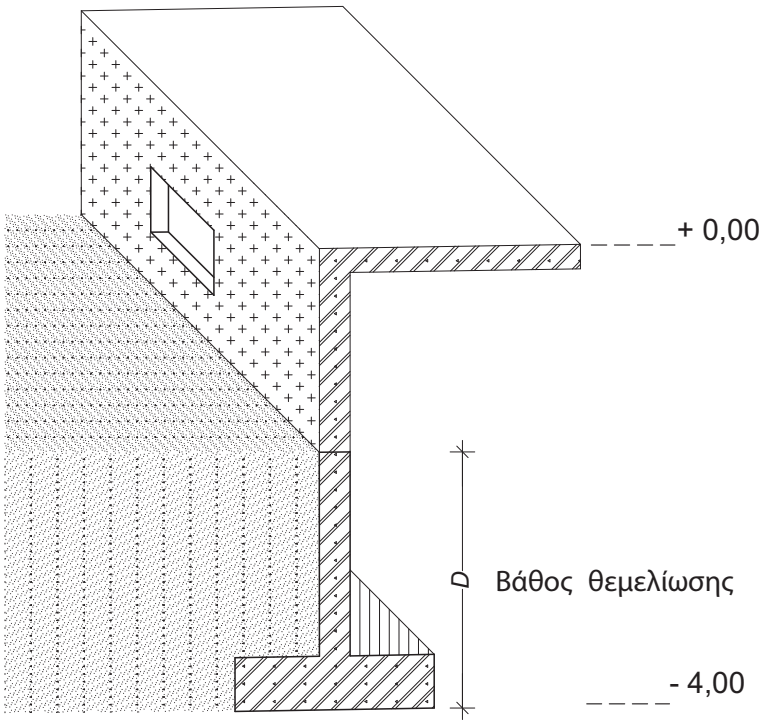
Εικόνα 4.25: *Οι παράμετροι της κάρτας «Έδαφος» του Ορόφου.*

Βάθος θεμελίων D

Το ύψος ***D***, που υπεισέρχεται στους ακόλουθους υπολογισμούς:

- των αναπτυσσόμενων αντιστάσεων $R_{P,d}$ από παθητικές ωθήσεις γαιών σε κατακόρυφα μέτωπα του θεμελίου. Οι παθητικές ωθήσεις που υπεισέρχονται στον έλεγχο ολίσθησης της κατασκευής ως σύνολο και όχι των μεμονωμένων στοιχείων υπολογίζονται βάσει της συγκεκριμένης παραμέτρου.
- της επιφόρτισης *q* ή *q*' στη στάθμη της θεμελίωσης, όταν η φέρουσα ικανότητα έδρασης $R_{V,d}$ υπολογίζεται αναλυτικά βάσει του παραρτ. Δ του EC7-1.

Το D μετράται από τη στάθμη θεμελίωσης και αφορά το επιχωμένο ύψος (π.χ. περιμετρικά του τοιχώματος υπογείου). Μεγαλύτερες τιμές του ***D*** καταλήγουν αντίστοιχα σε μεγαλύτερη αντίσταση ολίσθησης $R_{P,d}$ και αυξημένη φέρουσα ικανότητα $R_{V,d}$.



Σχήμα 4.52: *Βάθος θεμελίωσης ή πρακτικά το ύψος επίχωσης μετρούμενο από την στάθμη θεμελίωσης.*

4.2.2 Εντολές του Ορόφου



Διαγραφή άνω ορόφων

Κατάργηση όλων των ανώτερων ορόφων της οικοδομής, ξεκινώντας από τρέχοντα όροφο.

4.3 Πλάκα 

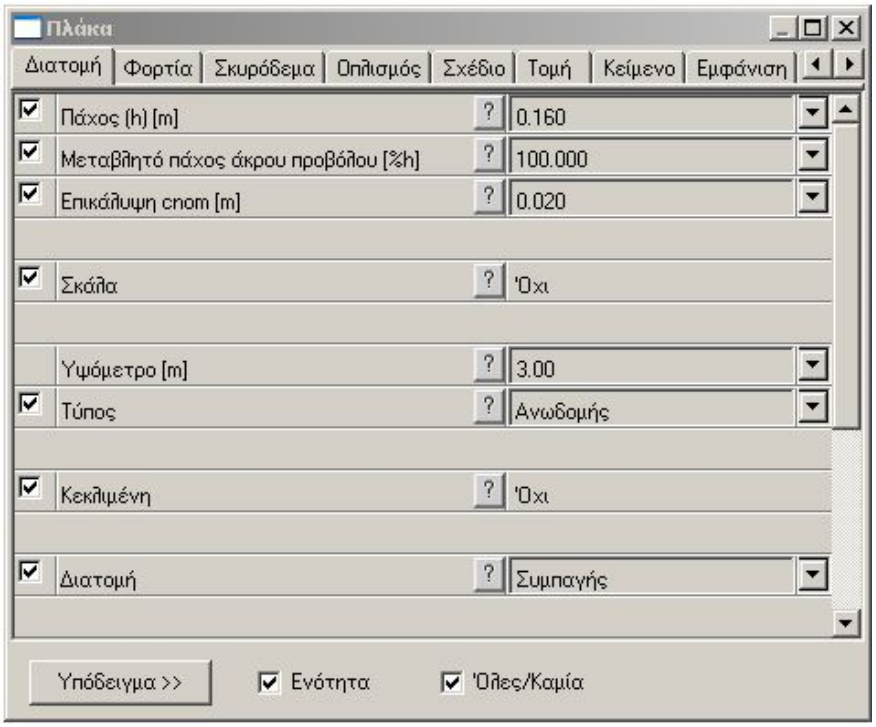
Τι είναι

Στατική: Η πλάκα είναι επιφανειακός φορέας που φορτίζεται κάθετα στο επίπεδό του και μεταβιβάζει φορτία, ανάλογα με τις συνθήκες στήριξης, στα δοκάρια που βρίσκονται στην περίμετρό του. Μπορεί να είναι πλάκα ανωδομής ή κοιτόστρωσης, με διατομή συμπαγή, Zöllner ή Sandwich. Υπολογίζονται πλάκες τετραέρειστες, αμφιέρειστες, τριέρειστες, διέρειστες και πρόβολοι. Η στατική πλάκα υπολογιστικά αντιμετωπίζεται από το πρόγραμμα ως **ορθογωνική** διαστάσεων Lx – Lz, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 101: «Διαστάσεις» του προγράμματος.

Σχεδιαστική: Από σχεδιαστική άποψη, η πλάκα είναι ένα πολύγωνο με N κορυφές, (N ≥ 4) και άλλες τόσες πλευρές. Σε κάθε ν-κόρυφο πολύγωνο αντιστοιχεί μια στατική πλάκα. Οι σχεδιαστικές πλάκες χρησιμεύουν στη σχεδίαση του ξυλοτύπου και στην προμέτρηση των ποσοτήτων.

4.3.1 Παράμετροι της Πλάκας

4.3.1.1 Διατομή



Εικόνα 4.26: *Οι παράμετροι της κάρτας «Διατομή» της Πλάκας.*

Πάχος (h) [m], Μεταβλητό πάχος άκρου προβόλου (%h)

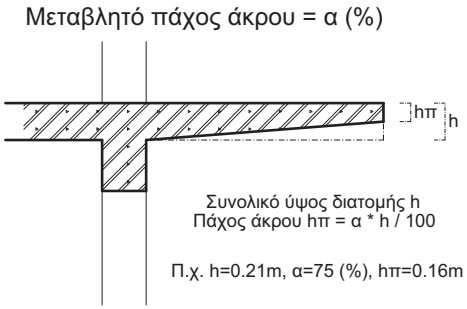
Δίνεται η δυνατότητα στον μελετητή να δώσει στον πρόβολο μικρότερο πάχος στο ελεύθερο άκρο του προκειμένου να πετύχει μείωση του ίδιου βάρους.

Η παράμετρος «Πάχος πλάκας h» ορίζει το πάχος στη βάση του προβόλου. Η τιμή της παραμέτρου α (%) ορίζει το ποσοστό του πάχους hπ στο άκρο του προβόλου, σε σχέση με το πάχος h στη βάση του, σύμφωνα με τη σχέση:

$$h_{\pi} = \frac{\alpha \cdot h}{100}$$

Η τιμή της παραμέτρου εμφανίζεται στον Πίνακα 101: Διαστάσεις του προγράμματος και εκτυπώνεται στον αντίστοιχο πίνακα του τεύχους.

Προεπιλεγμένη τιμή = 100% (χωρίς απομείωση πάχους).



Σχήμα 4.53: *Μεταβλητό πάχος προβόλου*.

Τύπος

► **Ανωδομής / Κοιτόστρωσης**

Υψόμετρο

Με την παράμετρο αυτή προσδιορίζεται, σε μέτρα, η απόσταση σχεδιασμού της άνω επιφάνειας πλάκας από το επίπεδο XZ της βάσης του ορόφου. Αλλαγή στην τιμή της παραμέτρου επηρεάζει μόνο την θέση εμφάνισης της πλάκας στο περιβάλλον «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**», στις παραγόμενες **όψεις** & **τομές**.

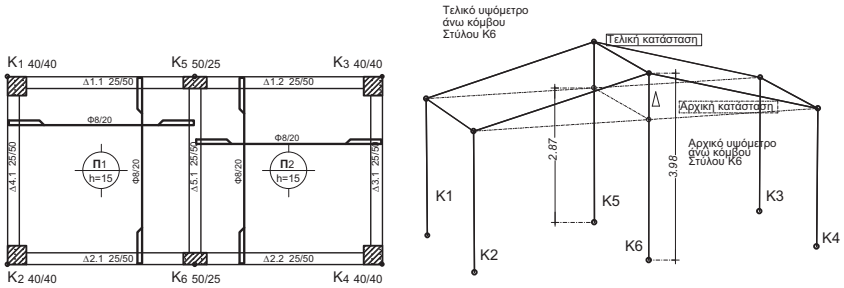
Κεκλιμένη

► Ναι / Όχι

Αφορά την εμφάνιση της πλάκας στη τρισδιάστατη απεικόνιση της κατασκευής (3D απεικόνιση / επεξεργασία).

Διαδικασία περιγραφής κεκλιμένων πλακών

- Περιγράφεται η κάτοψη οριζοντίως σε κοινό υψόμετρο οροφής π.χ. 3.00m
  - Αλλαγή υψομέτρων των κόμβων των υποστυλωμάτων
  - «Υποστυλώματα > Παράμετροι > Στατικά > Υψόμετρο άνω κόμβου» στύλων Κ5 και Κ6 = 4.00m
- Εμφάνιση κεκλιμένων πλακών σε 3D απεικόνιση / επεξεργασία
  - «Πλάκες > Παράμετροι > Διατομή > Κεκλιμένη» = «ΝΑΙ»
- Τροποποίηση συνέχειας πλακών (Σε περίπτωση αμφικλινούς στέγης και επειδή –εν γένει- δεν εξασφαλίζεται η συνέχεια του οπλισμού των πλακών στην θέση του κορφιά)
  - Πίνακες κατάργηση συνέχειας (Πίνακας 701- Συνδεσμολογία πλακών)
  - Π1 : Πλάκα δεξιά = 0 (από 2), Π2 : Πλάκα αριστερά = 0 (από 1)

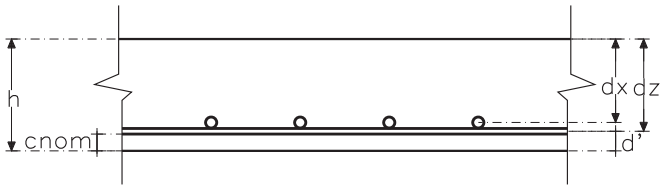


Σχήμα 4.54: *Περιγραφή κεκλιμένων πλακών σε αμφικλινή στέγη*

Επικάλυψη cnom

Δίδεται η ονομαστική επικάλυψη της εξωτερικής στρώσης των ράβδων. Η επιλογή της κατάλληλης τιμής θα πρέπει να βασισθεί στην Κατηγορία Έκθεσης της πλάκας (Πίνακας 4.18 και «Κτίριο > Σκυρόδεμα >Κατηγορία έκθεσης»).

Οι τιμές του στατικού ύψους για τις δύο διευθύνσεις (dx, dz) προκύπτουν αυτόματα ως d = h-cnom-0,005 & h-cnom-0,015. Η μεγαλύτερη από τις δύο τιμές αποδίδεται, επίσης, αυτόματα στο πρόγραμμα στην κύρια διεύθυνση όπλισης της πλάκας.



Σχήμα 4.55: *Επικάλυψη cnom και στατικό ύψος της πλάκας (dx, dz).*

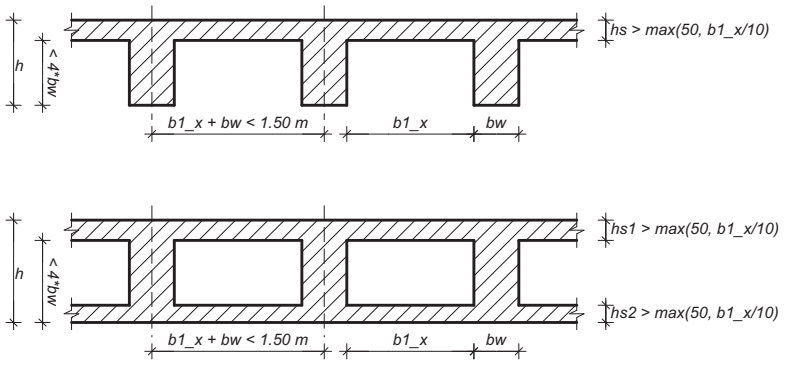
Σκάλα

- **Όχι**
- **Ναι:** όταν δοθεί η εντολή «Προσαρμογή δοκών - πλακών», το πρόγραμμα συνδέει την πλάκα – σκάλα με τις δοκούς που βρίσκονται στις μικρότερες πλευρές της, αποσυνδέοντάς την ταυτόχρονα από τις υπόλοιπες. Αποφεύγεται έτσι η διαδικασία της χειροκίνητης σύνδεσης / αποσύνδεσης των πλακών του κλιμακοστασίου, μετά από κάθε προσαρμογή δοκών - πλακών. Επιπλέον, το πρόγραμμα εμφανίζει ειδοποίηση αν το κινητό φορτίο της είναι μικρότερο του απαιτούμενου από τον Κανονισμό (q=3,50 kN/m2).

Διατομή

► **<u>Συμπαγής</u> / Δοκιδωτή Zöllner / Δοκιδωτή Sandwitch**

Πλάκες με νευρώσεις Zöllner ή Sandwich κατά μία ή δύο διευθύνσεις μπορούν να αντιμετωπίζονται κατά την ανάλυση ως ομογενείς και ισότροπες, υπό την προϋπόθεση ότι η πλάκα ή οι κύριες και οι εγκάρσιες νευρώσεις έχουν επαρκή δυστρεψία. Η παραπάνω απαίτηση ικανοποιείται, όταν τηρούνται τα γεωμετρικά όρια (**Σχήμα 4.56**) με την επιπλέον πρόβλεψη εγκάρσιων νευρώσεων σε καθαρή απόσταση, που δεν υπερβαίνει το 10πλάσιο του συνολικού πάχους της πλάκας ***h***. Σε διαφορετική περίπτωση, θα πρέπει οι νευρώσεις να προσομοιωθούν ως **διακριτά στοιχεία** [βλ. EC2-1-1 §5.3.1(6)].



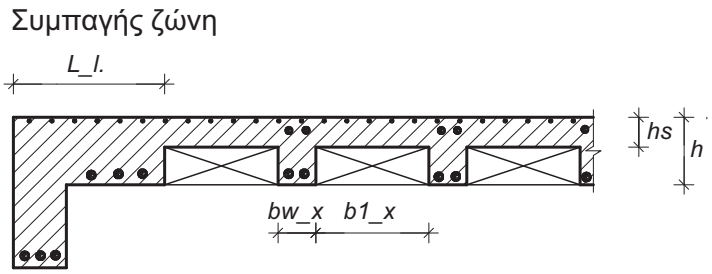
Σχήμα 4.56: *Γεωμετρικά όρια ώστε να είναι έγκυρη η παραδοχή συμπαγούς και ισότροπης πλάκας.*

Άνω πάχος Zöllner hf1 [m]

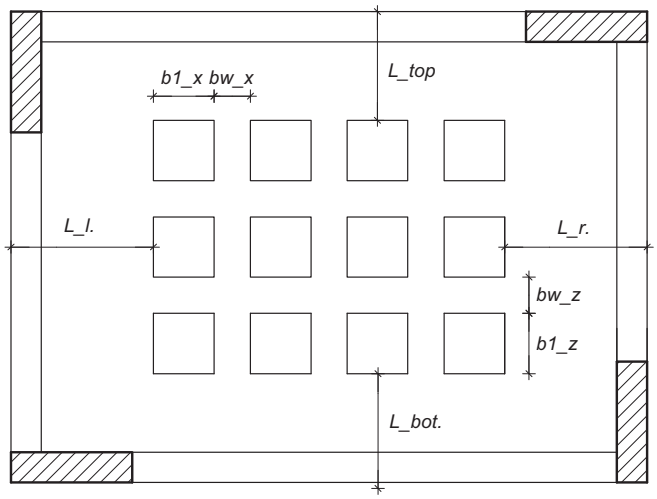
Είναι το πάχος του συμπαγούς τμήματος της πλάκας Zöllner.

Σημείωση

Μια πλάκα πρέπει να χαρακτηρίζεται ως Zöllner, αφού έχει γίνει η περιγραφή των δοκών και η προσαρμογή των δοκών, έτσι ώστε να λογαριάζονται σωστά τα συμπαγή τμήματά της.



Σχήμα 4.57: *Σχηματική τομή μιας πλάκας Zöllner.*



Σχήμα 4.58: *Μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια πλάκα Zöllner.*

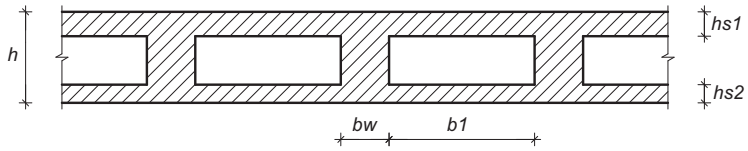
Κενό X / Z Zöllner [m]

Το πλάτος του κενού τμήματος της πλάκας κατά X sx και Z sz σε m. Βλ. Σχήμα 4.57 και Σχήμα 4.58.

Δοκίδα X / Z Zöllner [m]

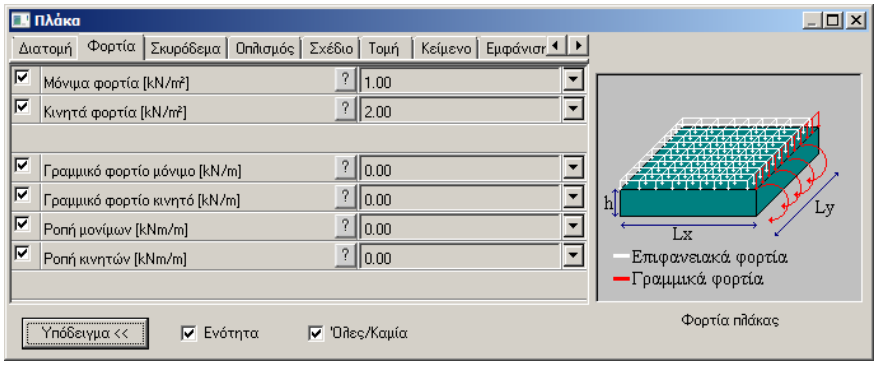
Το πλάτος της δοκίδας κατά X dokx και Z dokz, σε m. Βλ. Σχήμα 4.57 και Σχήμα 4.58.

Κάτω πάχος Sandwich hf2 [m]



Σχήμα 4.59: *Σχηματική τομή μιας πλάκας Sandwich.*

4.3.1.2 Φορτία



Εικόνα 4.27: *Οι παράμετροι της κάρτας «Φορτία» της Πλάκας.*

Μόνιμα, κινητά φορτία

Τα επιφανειακά κατανεμημένα φορτία που δρουν στην πλάκα.

Παρατηρήσεις

Τα φορτία βαρύτητας έχουν θετικό πρόσημο.

Το ίδιο βάρος των πλακών υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα.

Το βάρος των γαιών π.χ. φύτευση λογίζεται ως μόνιμη δράση. Βλ. EC1-1-1 §2.1(4)Α.

Κατη-γορία	**Χρήση**		**Παράδειγμα**		q_k kN/m^2
A	Χώροι διαμονής		Δωμάτια σε κατοικίες, θάλαμοι σε νοσοκομεία, υπνοδωμάτια σε ξενοδοχεία, κουζίνες και τουαλέτες	Δάπεδα:	2,0
				Σκάλες;	3,5
B	Χώροι γραφείων			Μπαλκόνια:	5,0
C	Χώροι συνάθροισης (εξαιρούνται οι χώροι που κατατάσσονται στις κατηγορίες A, B και D)		C1: Χώροι με τραπέζια κλπ. Π.χ. σχολικοί χώροι, νηπιαγωγεία, καφενεία, εστιατόρια, αίθουσες φαγητού, αναγνωστήρια, χώροι υποδοχής.		3,0
			C2: Χώροι με σταθερά καθίσματα. Π.χ. εκκλησίες, θέατρα/κινηματογράφοι, αίθουσες συνεδριάσεων, αίθουσες συγκεντρώσεων, χώροι αναμονής σε σιδηροδρομικούς σταθμούς.		5,0
			C3: Χώροι χωρίς εμπόδια στη διακίνηση του κοινού. Π.χ. μουσεία, εκθεσιακοί χώροι, χώροι πρόσβασης σε δημόσια κτίρια, ξενοδοχεία και νοσοκομεία, προαύλια σιδηροδρομικών σταθμών.		5,0
			C4: Χώροι για σωματικές δραστηριότητες. Π.χ. αίθουσες χορού, γυμναστικής, θεατρικές σκηνές.		5,0
			C5: Χώροι επιρρεπείς σε μεγάλα πλήθη. Π.χ. αίθουσες συναυλιών, κλειστά γήπεδα, εξέδρες γηπέδων, εξώστες και χώροι πρόσβασης, πλατφόρμες σιδηροδρόμων.		7,5
D	Χώροι με εμπορικά καταστήματα		D1: Χώροι σε καταστήματα, γενικά.		5,0
			D2: Χώροι σε πολυκαταστήματα		5,0
E	Χώροι αποθήκευσης και βιομηχανικής χρήσης		E1: Χώροι επιρρεπείς στη συγκέντρωση αγαθών, συμπεριλαμβανομένων των χώρων πρόσβασης		7,5
			E2: Βιομηχανική χρήση		βάσει χρήσης
F	κυκλοφορία στάθμευση	W ≤ 30 kN	Γκαράζ και χώροι στάθμευσης, στεγασμένοι και υπαίθριοι		2,5
G		30 kN<W≤ 160 kN σε 2 άξονες)	Οδοί πρόσβασης, ζώνες φόρτωσης και εκφόρτωσης, ζώνες προσβάσιμες σε πυροσβεστικά οχήματα		5,0
H	Στέγες μη-προσβάσιμες (εκτός για συντήρηση και επισκευή)				0,5
I	Στέγες προσβάσιμες για χρήση				σύμφωνα με τις κατηγορίες A έως D

Πίνακας 4.51: *Μεταβλητές δράσεις & κατηγορία χρήσης (EC1-1-1 πιν 6.1-6.9).*

Γραμμικό φορτίο μόνιμο, κινητό

Εφαρμόζεται σε άκρα προβόλων και τριέρειστων (π.χ. για στηθαία ή ζαρντινιέρες).



Σχήμα 4.60: *Θετική φορά ομοιόμορφα κατανεμημένης ροπής στο άκρο πλάκας.*

Ροπή μόνιμων, κινητών

Ροπές κατανεμημένες στο ελεύθερο άκρο τριέρειστης πλάκας ή προβόλου. Εφαρμόζεται κυρίως σε προβόλους που φέρουν στηθαία με σημαντικές οριζόντιες καταπονήσεις (π.χ. σχολείων), οι οποίες μεταφέρονται ως ροπή στο επίπεδο της πλάκας. Σχήμα 4.60.

Φορτίο αντίδρασης εδάφους

Μόνο σε πλάκες τύπου «κοιτόστρωσης»

Το φορτίο αυτό χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των πλακών της γενικής κοιτόστρωσης. Το φορτίο αντίδρασης εδάφους είναι πάντα αρνητικό.

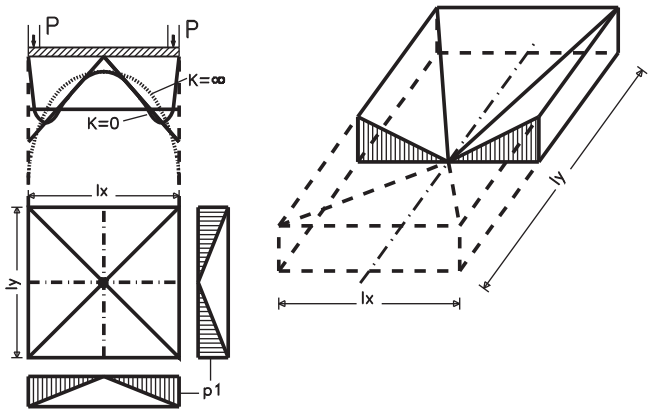
Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να εκτιμήσει τη μέση τιμή της αντίδρασης του εδάφους από το συνολικό κατακόρυφο φορτίο που αντιστοιχεί στον κάθε συνδυασμό και τη συνολική επιφάνεια της θεμελίωσης.

Το συνολικό βάρος των μονίμων ή των μεταβλητών δράσεων τυπώνεται στα «Αποτελέσματα επίλυσης» του τεύχους.

Πλάκες γενικής κοιτόστρωσης. Οι πλάκες γενικής κοιτόστρωσης επιλύονται με τη μέθοδο Czerny. Η κατανομή του φορτίου σε κάθε τέτοια πλάκα έχει την μορφή που φαίνεται στο Σχήμα 4.61. Το φορτίο που καταπονεί την πλάκα είναι (γq/γg) * σεπ και λαμβάνεται ως μόνιμο, έτσι ώστε τελικά οι ροπές mτελ που προκύπτουν να είναι πολλαπλασιασμένες με το μεγαλύτερο συντελεστή ασφάλειας γq ως εξής:

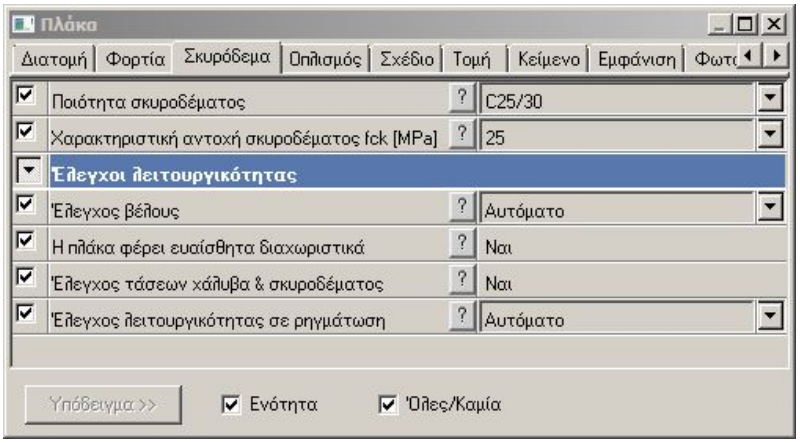
$$mτελ = γg * \{ (γq/γg) * m(σεπ) \} = γq * m(σεπ)$$

Ο χειρισμός που περιγράφεται πιο πάνω οδηγεί σε μια λύση προς την πλευρά της ασφάλειας.



Σχήμα 4.61: *Σχήμα φόρτισης πλακών κοιτόστρωσης, p1=2*(γq/γg)*σεπ.*

4.3.1.3 Σκυρόδεμα

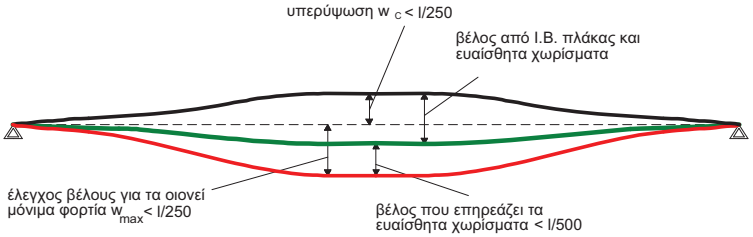


Εικόνα 4.28: *Οι παράμετροι της κάρτας «Σκυρόδεμα» της Πλάκας.*

Έλεγχος βέλους

- **Απλοποιημένος**: Ο λόγος του μήκους προς το στατικό ύψος l/d της πλάκας συγκρίνεται με την επιτρεπόμενη τιμή (l/d)lim που υπολογίζεται βάσει της EC2-1-1 (7.16), ώστε να ελεγχθεί εάν μπορούν να παραληφθούν οι αναλυτικοί υπολογισμοί παραμορφώσεων.

- ► **Αναλυτικός**: Υπολογίζονται αναλυτικά οι παραμορφώσεις λόγω των οιονεί μόνιμων δράσεων βάσει της EC2-1-1 §7.4.3 και συγκρίνονται με τα όρια που τίθενται στις §7.4.1(4) & (5) & EC, σχήμα A1.1. Συγκεκριμένα:
  - ❑ $w_{max} < l/250$ τελική τιμή παραμόρφωσης μετρούμενη ως προς τις στηρίξεις.
  - ❑ $w_C < l/250$ αρνητικό βέλος (υπερύψωση ξυλοτύπου) στο αφόρτιστο μέλος (υπολογίζεται από το πρόγραμμα όταν δεν πληρούται το όριο του w_{max}).
  - ❑ βέλος που επηρεάζει τα ευαίσθητα διαχωριστικά $< l/500$ (ελέγχεται εφόσον το επιλέξει ο μελετητής, βλ. επόμενη παράμετρο).



Σχήμα 4.62: *Ορισμοί και όρια κατακόρυφων παραμορφώσεων.*

- ► **Αυτόματο**: Ελέγχεται πρώτα εάν μπορούν να παραληφθούν οι αναλυτικοί υπολογισμοί (απλοποιημένος έλεγχος) και εάν σε κάποια πλάκα έχουμε υπέρβαση των ορίων *l*/*d* της EC2-1-1 (7.16). Τότε υπολογίζονται οι παραμορφώσεις αναλυτικά, καθώς και τυχόν απαίτηση υπερύψωσης.
- ► *Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων* §9.3.3.

Η πλάκα φέρει ευαίσθητα διαχωριστικά

- ► **Ναι**: Δηλώνεται εάν η πλάκα φέρει φατνώματα π.χ. τοιχοπλήρωσης ευαίσθητα σε παραμορφώσεις. Σε τέτοια περίπτωση, ο έλεγχος παραμορφώσεων (βλ. παράμετρο) λαμβάνει υπόψη τα εξής:
  - ❑ **Απλοποιημένος**: όταν η πλάκα έχει μήκος *l* μεγαλύτερο από 7,0m, το όριο (l/d)lim μειώνεται με το λόγο 7/*l*. Βλ. EC2-1-1 §7.4.2(2).
  - ❑ **Αναλυτικός**: Υπολογίζεται το βέλος που επηρεάζει τα ευαίσθητα διαχωριστικά, το οποίο είναι αυτό που αναπτύσσεται μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής και συγκρίνεται με το όριο l/500. Βλ. EC2-1-1 §7.4.1(5).
- ► **Όχι**

Γενικές παρατηρήσεις σχετικά με τους ελέγχους βέλους:

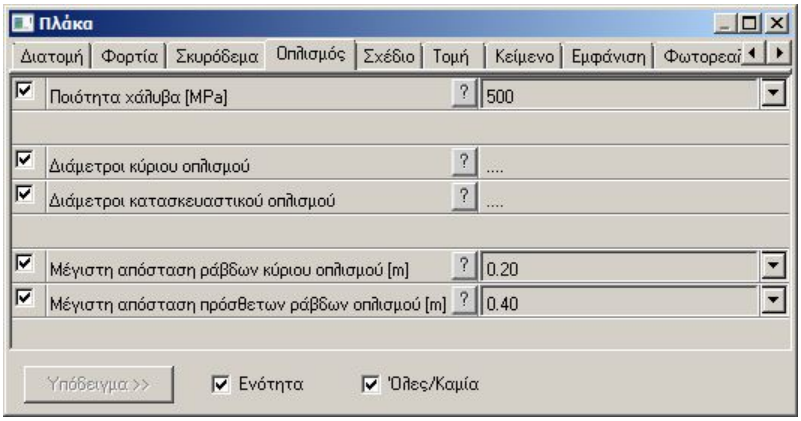
Το μήκος ***l***, που υπεισέρχεται στους ελέγχους, αφορά τη μικρότερη διάσταση της πλάκας, στην οποία διατάσσεται ο κύριος οπλισμός και στην οποία αποδίδεται μεγαλύτερο στατικό ύψος ***d***, ενώ ο οπλισμός ***ρ***, ο οποίος υπεισέρχεται στους ελέγχους λαμβάνεται στην ίδια διεύθυνση.

Προκειμένου να μειωθούν οι παραμορφώσεις ο μελετητής είναι δυνατόν να ακολουθήσει μια από τις παρακάτω ενέργειες:

- Αύξηση του πάχους της πλάκας
- Υπερύψωση ξυλοτύπου (αρνητικό βέλους) στην φάση κατασκευής. Η ενέργεια αυτή δεν έχει καμία επίδραση στον έλεγχο βέλους που επηρεάζει τα ευαίσθητα διαχωριστικά.
- Αύξηση του ελάχιστου οπλισμού,
  - είτε με πύκνωση των ράβδων,
  - είτε με αποκλεισμό μικρότερων διαμέτρων από τις διαθέσιμες (βλ. παραμέτρους στον «Οπλισμό»).

    Πρακτικά, η αύξηση του οπλισμού αποτελεί έναν έμμεσο (και όχι οικονομικό) τρόπο αύξησης της ακαμψίας της πλάκας.

4.3.1.4 Οπλισμός



Εικόνα 4.29: *Οι παράμετροι της κάρτας «Οπλισμός» της Πλάκας*

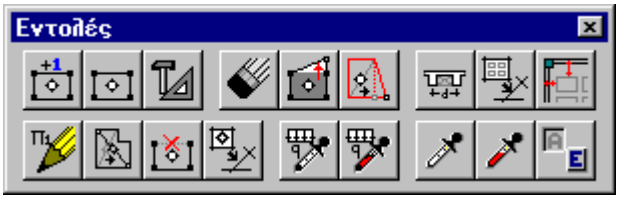
Μέγιστη απόσταση ράβδων κύριου οπλισμού [m]

Η μέγιστη απόσταση του κύριου οπλισμού σε αμφιέρειστες, τριέρειστες ή τετραέρειστες πλάκες. Σε κάθε περίπτωση η απόσταση αυτή περιορίζεται από το πρόγραμμα στα 0.25m. Βλ. EC2-1-1 §9.3.1.1(3).

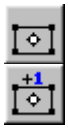
Μέγιστη απόσταση πρόσθετων ράβδων οπλισμού

Είναι η μέγιστη απόσταση πρόσθετου οπλισμού στις στηρίξεις, εφόσον απαιτείται.

4.3.2 Εντολές της Πλάκας



Εικόνα 4.30: *Οι εντολές της πλάκας*



Προσθήκη / Προσθήκη με επόμενο όνομα

Για τη δημιουργία μιας πλάκας προσδιορίζονται με το mouse οι κορυφές της (τέσσερις κατ' ελάχιστο).

Με διπλό κλικ στην τελευταία κορυφή κλείνει το περίγραμμα της πλάκας. Εναλλακτικά χρησιμοποιείται η εντολή «**Κατασκευή**».

Η εντολή «Προσθήκη με επόμενο όνομα» εισάγει πλάκα με όνομα το αμέσως επόμενο της τελευταίας, ενώ η εντολή «Προσθήκη» ζητά από το μελετητή το όνομα της πλάκας, πριν την εισαγωγή της. Το όνομα αυτό δεν πρέπει να ανήκει ήδη σε άλλη πλάκα της ίδιας στάθμης.



Κατασκευή

Διαγραφή

Βλέπε §2.3.

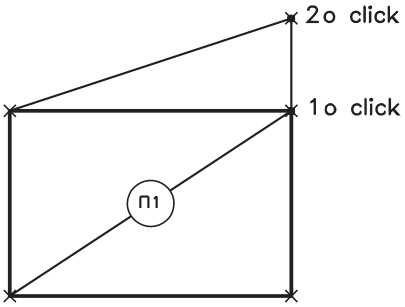


Κίνηση κορυφής

Επιλέγεται με το mouse η πλάκα, και στην συνέχεια η κορυφή που θα μετακινηθεί. Με το mouse (και τη βοήθεια των έλξεων) ορίζεται η νέα θέση της κορυφής.

Παρατήρηση

Αλλαγή της σχεδιαστικής πλάκας, μεταβάλλει αυτόματα και την στατική.



Σχήμα 4.63: *Κίνηση κορυφής πλάκας.*



Κίνηση στατικής κορυφής

Μετακίνηση των κορυφών του στατικού συστήματος πλακών. Τα περιγράμματα των στατικών συστημάτων των πλακών φαίνονται στην οθόνη, όταν έχει ενεργοποιηθεί η επιλογή «**Στατικές πλάκες**» από το πλαίσιο των διαφανών. Η εντολή λειτουργεί, όπως ακριβώς και η «Κίνηση κορυφής» που περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο.

Παρατήρηση

Ανεξάρτητα από το σχήμα του τετραπλεύρου που ορίζει την στατική πλάκα στην κάτοψη, η επίλυση της πλάκας από το πρόγραμμα θα βασιστεί στο ισοδύναμο ορθογώνιο με διαστάσεις πλευρών Lx και Lz, οι οποίες φαίνονται στον Πίνακα 101: Διαστάσεις του προγράμματος.

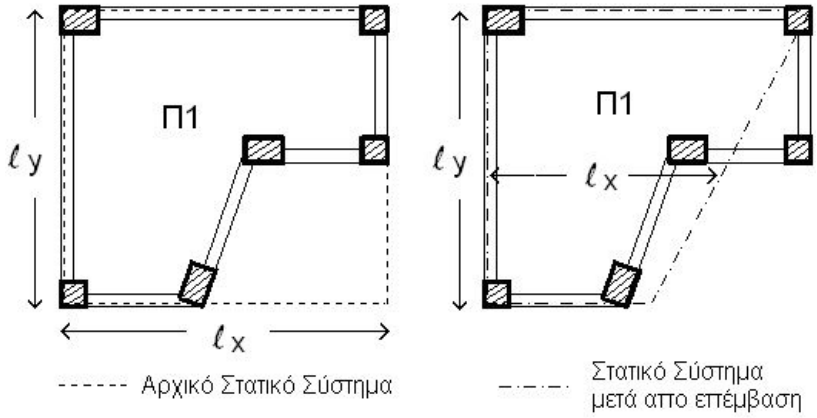
Πλάκες με πολλές πλευρές

Το Fespa λύνει ορθογωνικές πλάκες κατά Pieper Martens. Όταν η πλάκα είναι πολυγωνική, χρειάζεται να προσδιοριστεί η αντίστοιχή της στατική με ορθογωνικό σχήμα. Αυτή την εργασία την αναλαμβάνει το Fespa. Όταν λοιπόν τοποθετείται πλάκα με **πάνω από τέσσερις πλευρές**, τότε το πρόγραμμα δημιουργεί το **στατικό σύστημά** της, το οποίο είναι διαφορετικό από το περίγραμμα αυτής της πλάκας. Το στατικό σύστημα της πλάκας είναι το ελάχιστο περιγεγραμμένο στην πλάκα ορθογώνιο.

Η τελική μορφή του στατικού συστήματος καθορίζει τις διαστάσεις με τις οποίες θα επιλυθεί και θα διαστασιολογηθεί η πλάκα, καθώς και το φορτίο με το οποίο θα φορτιστούν τα δοκάρια.

Συνεπώς, ο μελετητής συχνά καλείται να επέμβει και να διορθώσει το στατικό σύστημα μιας πλάκας, όπως π.χ. στην περίπτωση των σχημάτων Σχήμα 4.64α και Σχήμα 4.64β, με τις εντολές «Κίνηση κορυφής», «Κίνηση στατικής κορυφής». Παράλειψη αυτής της διόρθωσης, όταν απαιτείται, θα οδηγήσει αναπόδραστα σε

επιβάρυνση της διαστασιολόγησης της πλάκας και στα φορτία που μεταφέρονται στις δοκούς.



Σχήμα 4.64α: *Αρχικό στατικό σύστημα πλάκας με παραπάνω από τέσσερις πλευρές.*

Σχήμα 4.64β: *Στατικό σύστημα μετά την επέμβαση του μελετητή.*

Παρατηρήσεις

- Η στατική πλάκα που εμφανίζεται στην κάτοψη ενδέχεται να μην είναι ορθογωνική αλλά τυχαίο τετράπλευρο (Σχήμα 4.64β). Ακόμη και σε τέτοια περίπτωση όμως θα υπολογισθεί από το πρόγραμμα η ισοδύναμη ορθογωνική πλάκα, όπου οι διαστάσεις Lx, Lz θα προκύπτουν ως οι μέσες, βάσει της γεωμετρίας των 4 κορυφών.
- Είναι προφανές ότι όταν η επιφάνεια του στατικού συστήματος είναι μεγαλύτερη από την επιφάνεια της (σχεδιαστικής) πλάκας, τα δοκάρια στα οποία στηρίζεται η πλάκα θα φορτιστούν με μεγαλύτερα φορτία.
- Μόνο στις ορθογωνικές πλάκες, το στατικό σύστημα συμπίπτει με την σχεδιαστική πλάκα.
- Οι οπλισμοί των πλακών που θα σχεδιαστούν θα είναι παράλληλοι με τις δυο ακμές που δίδονται πρώτες κατά τη διαδικασία προσθήκης.

Πλευρά σχεδίασης Zöllner

Καθορίζετε την πλευρά της πλάκας, με την οποία θα είναι παράλληλες οι δοκίδες, δείχνοντας διαδοχικά την πλάκα και την πλευρά της.



Πλάτος συμπαγούς ζώνης

Μέσω αυτής της εντολής, αλλάζετε τις τιμές του πλάτους της συμπαγούς ζώνης πλακών Zöllner. Αρκεί να δείξετε διαδοχικά την πλάκα, την πλευρά της, και τέλος να δώσετε από το πληκτρολόγιο τη νέα τιμή.



Αλλαγή διαγωνίου

Αλλάζετε τη θέση της διαγωνίου της πλάκας, δείχνοντας τα (αντιδιαμετρικά) σημεία αρχής και τέλους της. Στο μέσον της διαγωνίου θα εμφανίζεται κύκλος με το όνομα της πλάκας. Αν δε θέλετε να εμφανίζεται η διαγώνιος μίας πλάκας, δείξτε δύο φορές το ίδιο σημείο.



Αόρατη πλευρά

Με την επιλογή αυτή μπορείτε να εξαφανίζετε από το σχέδιο μία (ή περισσότερες) πλευρές πλακών, στην περίπτωση π.χ. που αυτή είναι τμήμα τόξου. Αφού επιλέξετε την πλάκα, δείχνετε την επιθυμητή πλευρά, η οποία εμφανίζεται / εξαφανίζεται με διαδοχικά κλικ.



Σε γραμμές

Βλέπε §2.3.



Zöllner σε γραμμές

Μετατρέπεται η πλάκα και όλα τα στοιχεία της σε οντότητες που ανήκουν στη γραμμική εργαλειοθήκη. Η εντολή αυτή **δε διαγράφει την αρχική οντότητα**, παρά μόνο τη μετατρέπει σε **μη-ορατή** και **ανενεργή.** Αυτό σημαίνει ότι αν αργότερα χρειαστεί να τροποποιήσετε την αρχική οντότητα, θα πρέπει (αφού διαγράψετε τα γραμμικά στοιχεία που παρήχθησαν) να μετατρέψετε πάλι την οντότητα σε «Ενεργή» (από την εργαλειοθήκη της) και σε «Ορατή» (από τις παραμέτρους της).



Αλλαγή ονόματος

Βλέπε §2.3.



Πάρε / Δώσε παραμέτρους

Βλέπε §2.3.



Πάρε / Δώσε φορτία

Βλέπε §2.3.



Ενεργό / Ανενεργό

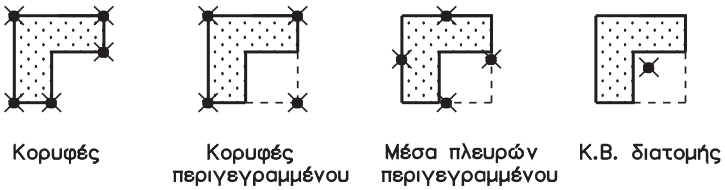
Βλέπε §2.3.

4.4 Υποστύλωμα

Σημεία έλξης του υποστυλώματος

Η διατομή του υποστυλώματος έχει ορισμένα χαρακτηριστικά σημεία που αποτελούν σημεία έλξης για τον κάνναβο του σχεδίου (βλ. Σχήμα 4.65). Τα σημεία αυτά είναι:

- οι κορυφές του,
- οι κορυφές του περιγεγραμμένου τετράπλευρου,
- τα μέσα των πλευρών του περιγεγραμμένου τετράπλευρου,
- το κέντρο βάρους του.



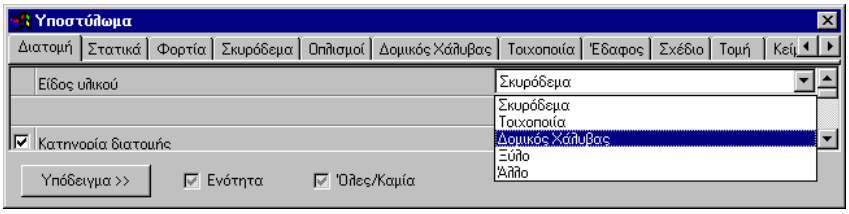
Σχήμα 4.65: *Οι έλξεις του υποστυλώματος.*

Τα σημεία αυτά διευκολύνουν την εισαγωγή και την καλή σχεδίαση των δοκών.

4.4.1 Παράμετροι του Υποστυλώματος

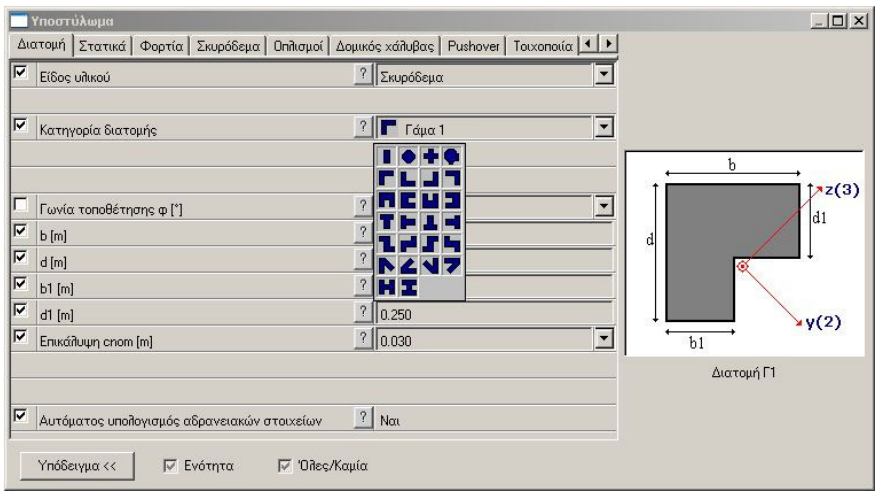
4.4.1.1 Διατομή

Είδος υλικού υποστυλώματος



Εικόνα 4.31: *Επιλογή υλικού υποστυλώματος.*

Κατηγορία διατομής υποστυλώματος από σκυρόδεμα



Εικόνα 4.32: *Επιλογή διατομής υποστυλώματος από σκυρόδεμα.*

Διαστάσεις υποστυλωμάτων

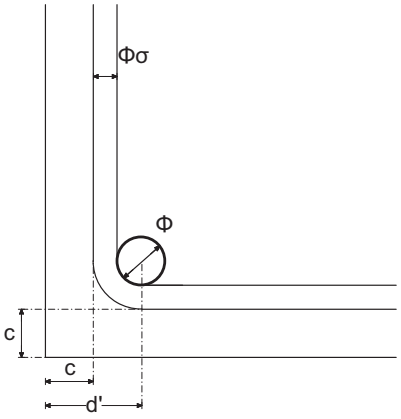
Ανάλογα με την κατηγορία διατομής που έχει επιλέξει ο χρήστης, εμφανίζεται στο παράθυρο των παραμέτρων το ανάλογο υπόδειγμα διατομής, πάνω στο οποίο φαίνονται οι διαστάσεις (b,d κτλ.) που πρέπει να οριστούν. Το υπόδειγμα εμφανίζεται πατώντας το κουμπί «Υπόδειγμα» στο παράθυρο των παραμέτρων.

Επικάλυψη cnom (m)

Η απόσταση από την εξωτερική παρειά του υποστυλώματος μέχρι την εξωτερική παρειά του **συνδετήρα**. Για την επιλογή της τιμής της επικάλυψης ανάλογα με την «Κατηγορία έκθεσης» βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» - «Σκυρόδεμα» (Πίνακας 4.18).

Σημείωση

Επειδή ο υπολογισμός του οπλισμού κάμψης προηγείται της επιλογής των ράβδων για την κάμψη, καθώς και του υπολογισμού του οπλισμού διάτμησης, το πρόγραμμα για τον υπολογισμό της απόστασης του κέντρου της ράβδου d' από την εξωτερική παρειά λαμβάνει ως τυπική τιμή διαμέτρου οπλισμού το Φ=20mm και συνδετήρα το Φσ =10mm. Επομένως προκύπτει d' = cnom + Φσ + 0.5·Φ = cnom +20mm.



Σχήμα 4.66: *Ορισμός της επικάλυψης οπλισμού υποστυλώματος (c). Το στατικό ύψος d είναι ίσο με h – d' = h – (cnom + Φσ + 0.5Φ).*

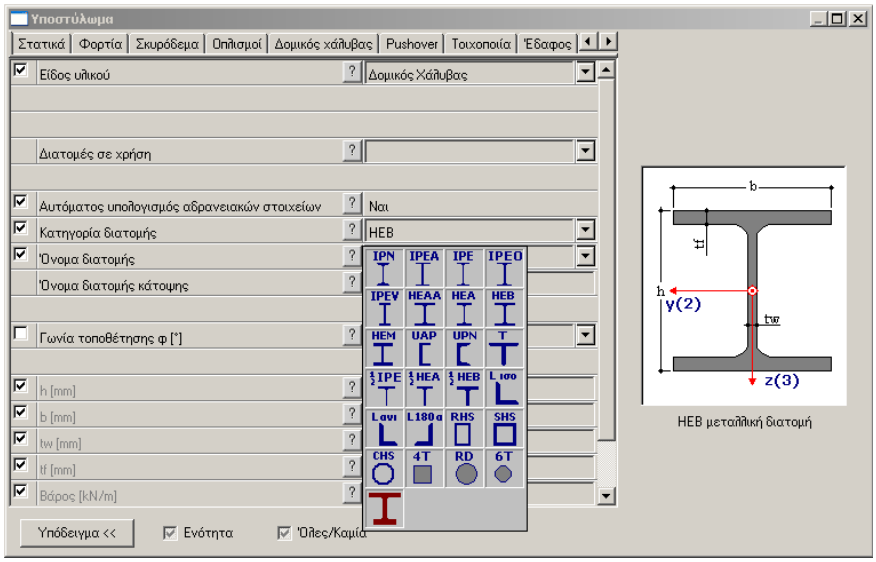
Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων

Αφορά διατομές από σκυρόδεμα, τοιχοποιία ή δομική ξυλεία.

- **Ναι**: Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα τις τιμές των αδρανειακών χαρακτηριστικών των διατομών.
- **Όχι**: Δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να επέμβει στον υπολογισμό των αδρανειακών χαρακτηριστικών μέσω του Πίνακα 202.1 για τα αδρανειακά στοιχεία υποστυλωμάτων και του Πίνακα 402.1 για τα αδρανειακά στοιχεία δοκών. Το πρόγραμμα δε θα υπολογίσει πλέον αυτόματα τα αδρανειακά χαρακτηριστικά των υποστυλωμάτων (ή των διατομών δοκών), αλλά θα χρησιμοποιήσει τις τιμές που έχει δώσει ο χρήστης για τα αδρανειακά χαρακτηριστικά στους Πίνακες.

Κατηγορία διατομής υποστυλώματος από δομικό χάλυβα

Επιλέγονται διατομές τυποποιημένες (Euronorm) ή συγκολλητές τύπου I ή H διπλής συμμετρίας. Εικόνα 4.33.



Εικόνα 4.33: *Επιλογή διατομής υποστυλώματος από δομικό χάλυβα.*

Διατομές σε χρήση

Κατάλογος των διατομών που ήδη χρησιμοποιούνται στον τρέχοντα φορέα (μόνο για δομικό χάλυβα).

Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων διατομής από δομικό χάλυβα

- **Ναι**: Το πρόγραμμα κάνει χρήση των αδρανειακών χαρακτηριστικών των πρότυπων διατομών που υπάρχουν στη βάση δεδομένων του.
- **Όχι**: Δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να τροποποιήσει τις **διαστάσεις** των πρότυπων διατομών. Οι νέες διατομές στην κάτοψη εμφανίζονται με το πρόθεμα X1, X2, κ.λπ.

Σε τέτοια περίπτωση η διατομή σχεδιάζεται στην κάτοψη βάσει των νέων – τροποιημένων διαστάσεων, ενώ ο μελετητής καλείται να δώσει τα αδρανειακά στοιχεία της διατομής (A, I, W_{el}, W_{pl} κλπ) μέσω των πινάκων 202.4 και 402.4.

Γενικά, **δε συνιστάται** η τροποποίηση των διαστάσεων των προτύπων διατομών, εκτός αν συντρέχει πολύ ειδικός λόγος.

Όνομα διατομής

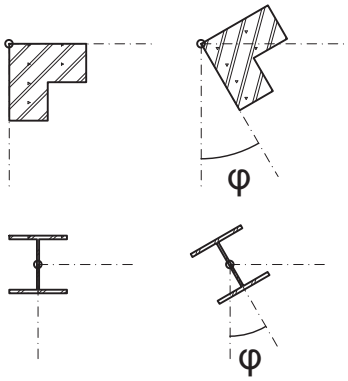
Για τυποποιημένες διατομές επιλέγεται η χαρακτηριστική τους διάσταση από πίνακες. Για συγκολλητές διατομές δίνονται οι διαστάσεις πελμάτων και κορμού από τον χρήστη. Από αυτές υπολογίζονται τα αδρανειακά μεγέθη.

Όνομα διατομής κάτοψης

- Το κείμενο που εμφανίζεται στο σχέδιο.
- Σε συγκολλητές διατομές είναι η σύνθεση των διαστάσεων πελμάτων και κορμού.

Γωνία τοποθέτησης φ

Είναι η γωνία στροφής του υποστυλώματος στην κάτοψη (όχι η γωνία beta).

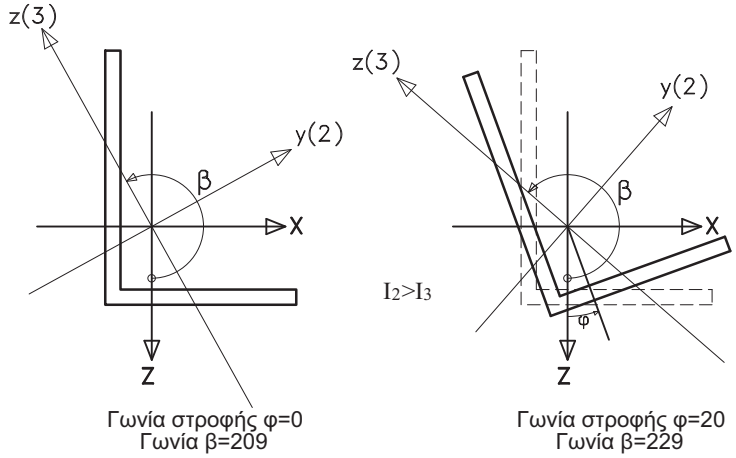


Σχήμα 4.67: *Θετική σήμανση της γωνίας τοποθέτησης υποστυλώματος (φ).*

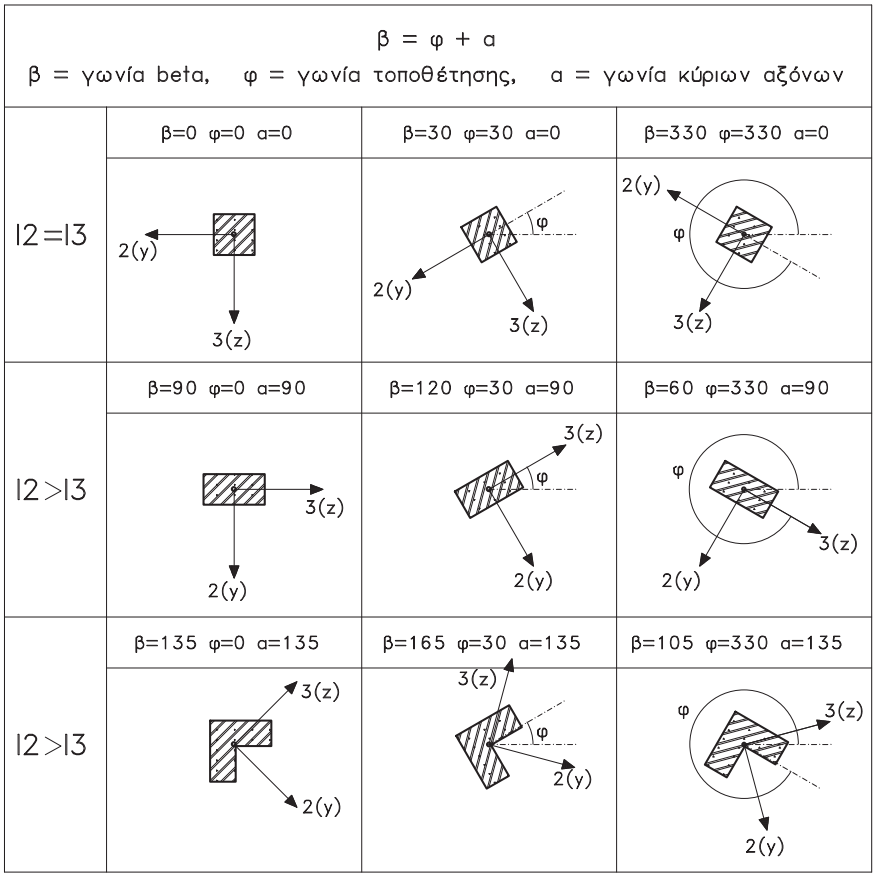
Παρατήρηση

Η γωνία beta (Euler) για τα υποστυλώματα ορίζεται ως η γωνία μεταξύ της προβολής του τοπικού z (ή 3) στην κάτοψη και του καθολικού Z, με θετική φορά δεξιόστροφη ως προς την κάτοψη. Η γωνία beta υπολογίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα της γωνίας στροφής a των κύριων αξόνων της διατομής του υποστυλώματος και της γωνίας τοποθέτησης φ του υποστυλώματος στην κάτοψη (β=a+φ). Βλ. Σχήμα 4.68.

Παραδείγματα υπολογισμού της γωνίας beta δίνονται στο Σχήμα 4.68.



Σχήμα 4.68: *Η γωνία β (beta) του υποστυλώματος εξαρτάται από τη γωνία στροφής των κύριων αξόνων αδρανείας του (ως προς το καθολικό σύστημα XZ), αλλά και από τη γωνία τοποθέτησής του (φ).*



Σχήμα 4.69: *Πίνακας στον οποίο εμφανίζονται μερικές χαρακτηριστικές περιπτώσεις υπολογισμού της γωνίας beta υποστυλώματος.*

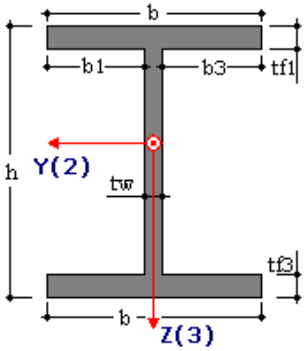
b, h, tw, tf

Οι διαστάσεις της επιλεγμένης διατομής, όπως προκύπτουν από την ενσωματωμένη βάση δεδομένων του προγράμματος (για διατομές από δομικό χάλυβα).

Όταν η παράμετρος «Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων διατομής από δομικό χάλυβα» είναι «Όχι», οι παράμετροι είναι ενεργές, ώστε να τροποποιούνται από τον χρήστη.

Παρατήρηση

Η τροποποίηση αφορά την απεικόνιση της διατομής στην κάτοψη, ενώ τα αδρανειακά χαρακτηριστικά θα πρέπει να δοθούν από τον μελετητή μέσω των πινάκων 202.1 για υποστυλώματα και 402.1 για δοκούς.



Εικόνα 4.34: *Διαστάσεις (σε mm) που απαιτούνται για την περιγραφή μιας συγκολλητής διατομής υποστυλώματος τύπου Ι.*

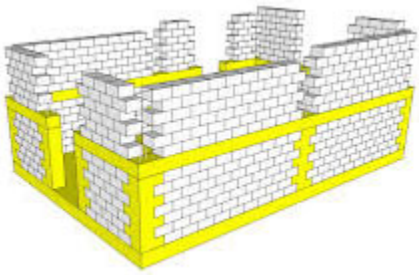
Βάρος μέλους [kN/m]

Το ίδιο βάρος του μέλους σε όρους δύναμης ανά μέτρο μήκους.

Τύπος τοίχου

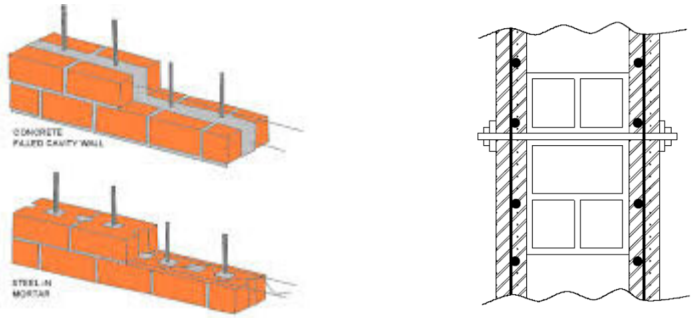
Επιλέγεται το είδος της τοιχοποιίας. Η επιλογή γίνεται ανάμεσα σε άοπλη τοιχοποιία, διαζωματική τοιχοποιία καθώς και ενισχυμένα είδη τοιχοποιίας, όπως οπλισμένη τοιχοποιία με αμφίπλευρο ή μονόπλευρο μανδύα και διαζωματική οπλισμένη τοιχοποιία, ως εξής:

- **Άοπλη τοιχοποιία**: Μία σύνθεση λιθοσωμάτων τοποθετημένων κατά καθορισμένη ή μη, διάταξη και συνδεομένων μεταξύ τους με κονίαμα, χωρίς ή με πολύ ελαφριά όπλιση.
- **Διαζωματική τοιχοποιία**: Τοιχοποιία κατασκευαζόμενη έτσι ώστε να περιβάλλεται και από τις τέσσερις πλευρές της από υποστυλώματα και δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος ή οπλισμένης τοιχοποιίας. Αυτά τα περιβάλλοντα στοιχεία δεν μελετώνται ώστε να αποτελούν πλαίσια



Εικόνα 4.35: *Διαζωματική τοιχοποιία.*

- Οπλισμένη τοιχοποιία (μανδύας/οπλισμένη κεντρικά): Η τοιχοποιία στην οποία τοποθετούνται ράβδοι ή πλέγματα. Ο οπλισμός τοποθετείται στο κονίαμα ή/και στο σκυρόδεμα πλήρωσης, έτσι ώστε να προκύπτει, ουσιαστικά, σύμμικτη διατομή.



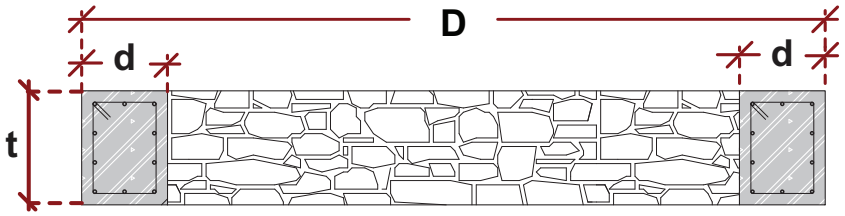
Εικόνα 4.36: *Οπλισμένη τοιχοποιία.*

- **Διαζωματική ενισχυμένη τοιχοποιία**: είναι διαζωματική τοιχοποιία ενισχυμένη με αμφίπλευρο ή μονόπλευρο μανδύα σκυροδέματος οπλισμένου με πλέγμα.
- **Ενισχυμένη τοιχοποιία με ΙΑΜ**: είναι τύπος ενίσχυσης με Ινοπλέγματα Ανόργανης Μήτρας (ΙΑΜ) ο οποίος αποτελείται από ξηρό πλέγμα, συνήθως ινών υάλου και κονίαμα.

Μήκος ακραίων κατακόρυφων διαζωμάτων d [m]

Ορίζεται το μήκος **d** των δυο ακραίων, κατακόρυφων διαζωμάτων ενός μεμονομένου πεσσού, παράλληλο στην κύρια διεύθυνση του πεσσού (βλ. παρακάτω σχήμα), ενώ το πλάτος τους **t** θεωρείται πως είναι το ίδιο με αυτό της τοιχοποιίας. Τα διαζώματα θεωρείται πως κατασκευάζονται από οπλισμένο

σκυρόδεμα. Η λεπτομέρεια όπλισης των διαζωμάτων περιγράφεται από τις παραμέτρους στο «Κτίριο, Όροφο, Υποστύλωμα > Φέρουσα τοιχοποιία ή Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Αριθμός και διάμετρος ράβδων διαζώματος»



Σχήμα 4.70: *Μεμονω*μένος τοίχος από διαζωματική τοιχοποιία.

Σύμφωνα με την παράγραφο §8.4(4) του EC6, κατά τον σχεδιασμό νέων δομημάτων από φέρουσα τοιχοποιία θα πρέπει να ισχύουν τα ακόλουθα:

- Τα διαζώματα θα πρέπει να έχουν διατομή εμβαδού όχι μικρότερου από 0.02 m2.
- Τα διαζώματα πρέπει να έχουν ελάχιστη διάσταση dmin=0.150 m εντός του επιπέδου κάτοψης του τοίχου.

Τύπος όπλισης τοιχοποιίας

Επιλέγεται το είδος της όπλισης στην περίπτωση που επιλεγεί οπλισμένη ή διαζωματική, ενισχυμένη τοιχοποιία.

- **Αμφίπλευρος μανδύας**: Γίνεται ενίσχυση της τοιχοποιίας με μανδύα στις δυο επιμήκεις πλευρές του πεσσού. Το πάχος της κάθε στρώσης του μανδύα είναι ίσο με το 1/2 της τιμής της παραμέτρου «Συνολικό πάχος μανδύα», ενώ ο οπλισμός που δίδεται μέσω των παραμέτρων «Κτίριο, Όροφο, Υποστύλωμα > Φέρουσα τοιχοποιία ή Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Αριθμός και διάμετρος ράβδων διαζώματος» θεωρείται ότι εφαρμόζεται και στις δυο πλευρές του μανδύα. Συνεπώς για το ίδιο «συνολικό πάχος μανδύα Σtml» και τα ίδια εισακτέα δεδομένα όπλισης, ο αμφίπλευρος θα έχει διπλάσιο οπλισμό από τον μονόπλευρο.

  Ο προτεινόμενος, ελάχιστος οπλισμός εσχάρας είναι Φ8/25, ενώ είναι χρήσιμο να προβλεφθούν διαμπερείς φωλιές στον τοίχο διαστάσεων π.χ. 20x20 ώστε να συνδέονται οι δυο απέναντι στρώσεις του μανδύα και να αποτρέπεται η εκτός επιπέδου αποκόλλησή τους και τελικά να εξασφαλίζεται η μονολιθικότητα της διατομής.

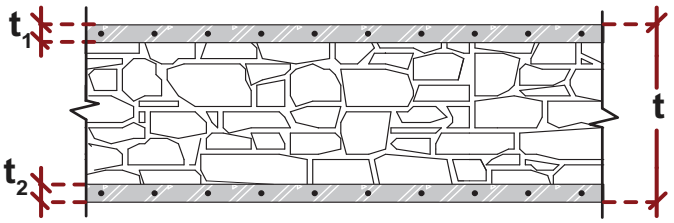
- **Μονόπλευρος μανδύας**: Γίνεται ενίσχυση της τοιχοποιίας μόνο στην μια επιφάνεια, π.χ. σε περιπτώσεις που η πρόσβαση στην άλλη πλευρά είναι δυσχερής. Το προτεινόμενο πάχος είναι της τάξης των 7-10cm με ελάχιστο

οπλισμό σχάρας Φ8/25 και διαμόρφωση πεδίλου στη βάση όπου αυτό είναι δυνατό.

- **Οπλισμένη κεντρικά**: Γενικά, αφορά την περίπτωση της τοιχοποιίας με οπλισμό στον πυρήνα, όπου ο τοίχος αποτελείται από δύο κατακόρυφες στρώσεις τοιχοσωμάτων και έναν πυρήνα ή φωλιές, στα οποία αφού τοποθετηθεί κατακόρυφος και οριζόντιος οπλισμός, εγχύνεται τσιμεντοκονίαμα ή σκυρόδεμα.

Συνολικό πάχος μανδύα Σtml [m]

Ορίζεται το συνολικό πάχος μανδύα στην περίπτωση του αμφίπλευρου, θεωρώντας συμμετρικό μανδύα εκατέρωθεν ή το μεμονωμένο πάχος μανδύα στην περίπτωση του μονόπλευρου και της διαμόρφωσης κεντρικού πυρήνα σκυροδέματος.



$$\Sigma t_{ml} = t_1 + t_2$$

Σχήμα 4.71: *Διαστάσεις αμφίπλευρου μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος*

Το πάχος της κάθε στρώσης του μανδύα είναι ίσο με το 1/2 της τιμής της παραμέτρου «Συνολικό πάχος μανδύα», ενώ ο οπλισμός που δίδεται μέσω των παραμέτρων «Κτίριο, Όροφο, Υποστύλωμα > Φέρουσα τοιχοποιία ή Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Αριθμός και διάμετρος ράβδων διαζώματος» θεωρείται ότι εφαρμόζεται και στις δυο πλευρές του μανδύα. Συνεπώς για το ίδιο «συνολικό πάχος μανδύα Σtml» και τα ίδια εισακτέα δεδομένα όπλισης, ο αμφίπλευρος θα έχει διπλάσιο οπλισμό από τον μονόπλευρο.

Τύπος ενίσχυσης τοιχοποιίας με ΙΑΜ

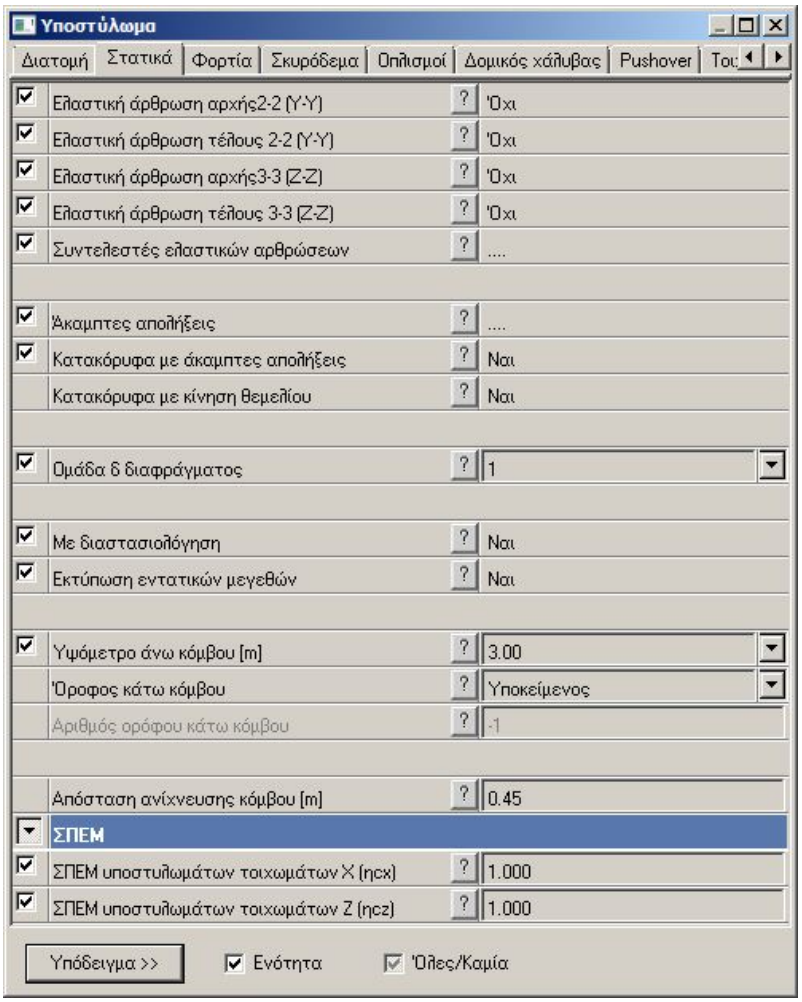
- **Αμφίπλευρος μανδύας** (συνιστάται):
- **Μονόπλευρος μανδύας:**

Συνολικό πάχος μανδύα Σtlm ΙΑΜ

Ορίζεται το συνολικό πάχος μανδύα ΙΑΜ στην περίπτωση του αμφίπλευρου ή το μεμονωμένο πάχος μανδύα στην περίπτωση του μονόπλευρου και είναι πρακτικώς

το συνολικό πάχος του κονιάματος. Το πάχος της κάθε στρώσης του μανδύα ΙΑΜ είναι ίσο με το 1/2 της τιμής της παραμέτρου «Συνολικό πάχος μανδύα Stlm ΙΑΜ», ενώ οι ιδιότητες του ΙΑΜ που δίδονται στο «Κτίριο, Όροφο, Υποστύλωμα > Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Ενίσχυση με ΙΑΜ» θεωρούνται ότι εφαρμόζονται ανά πλευρά του μανδύα. Συνεπώς για το ίδιο «συνολικό πάχος μανδύα Stml» και τα ίδια εισακτέα δεδομένα ΙΑΜ, ο αμφίπλευρος θα έχει διπλάσιο υλικό ΙΑΜ από τον μονόπλευρο.

4.4.1.2 Στατικά



Εικόνα 4.37: *Οι παράμετροι της κάρτας «Στατικά» του Υποστυλώματος.*

Ελαστικές αρθρώσεις αρχής / τέλους

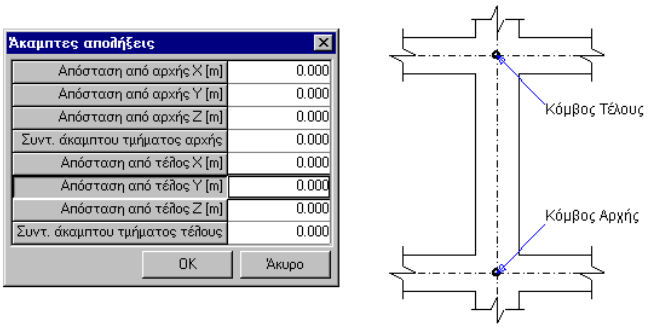
Βλ. «Δοκός > Στατικά» §0

Άκαμπτες απολήξεις

Δίδονται οι προβολές στο καθολικό σύστημα συντεταγμένων (X, Y, Z) των άκαμπτων απολήξεων (rigid offsets) του μέλους.

Η άκαμπτη απόληξη χρησιμεύει για να προσομοιώνει το μειωμένο πραγματικό ελαστικό μήκος του μέλους σε περιπτώσεις όπως οι ακόλουθες:

- Το υποστύλωμα συντρέχει σε κόμβους με σημαντικές διαστάσεις π.χ. δοκοί με μεγάλη κρέμαση.
- Περίπτωση ανισοσταθμίας εντός του ορόφου, με αποτέλεσμα υποστυλώματα με ίδιο στατικό μήκος να μην έχουν το ίδιο ελαστικό ύψος.



Εικόνα 4.38: *Άκαμπτες απολήξεις υποστυλωμάτων*

Ως **«Αποστάσεις από αρχή / τέλος»** ορίζονται οι προβολές (στους καθολικούς άξονες) των άκαμπτων απολήξεων του μέλους.

Συντελεστής άκαμπτου τμήματος αρχής zi / τέλους zj:

zi ή zj = 0.0 : όλο το μήκος του μέλους, όπως ορίζεται από τους κόμβους αρχής και τέλους λαμβάνεται ελαστικό.

$0 < z \leq 1$: Το μητρώο ακαμψίας του μέλους διαμορφώνεται με θεώρηση άκαμπτης απόληξης στο αντίστοιχο άκρο, μήκους ίσου με την απόσταση της απόληξης πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή *z*.

Παρατηρήσεις

- Θεώρηση άκαμπτων απολήξεων στα άκρα των μελών και ιδιαίτερα με μεγάλο συντελεστή *z* οδηγεί σε πιο δύσκαμπτες κατασκευές, το οποίο εν γένει θα έχει

ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες φασματικές επιταχύνσεις (Σχήμα 4.5) και αυξημένη απαίτηση πλαστιμότητας καμπυλοτήτων (βλ. §9.2.3).

- Άκαμπτη απόληξη Υ με θετική τιμή στο άκρο αρχής υποστυλωμάτων ισοδυναμεί με απόδοση της ίδια τιμής στην παράμετρο «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα» - «Κάτω άκαμπτο τμήμα Ητ [m]».
- Το ελαστικό μήκος του μέλους l_{cl} όπως αυτό προκύπτει αφαιρώντας το μήκος των άκαμπτων απολήξεων είναι αυτό που υπεισέρχεται στον υπολογισμό π.χ. της ικανοτικής τέμνουσας. Βλ. EC8-1 σχ. 5.2.

Ομάδα δ διαφράγματος

Βλ. αντίστοιχη παράμετρο στον «Λοιπό κόμβο» - «Στατικά» (§4.5.1.1)

Αυτόματη κατακορύφωση με οριζόντιες άκαμπτε απολήξεις

► **Ναι**: Το πρόγραμμα υπολογίζει άκαμπτες απολήξεις στον πόδα του υποστυλώματος τέτοιες, ώστε το μέλος να παραμένει κατακόρυφο.

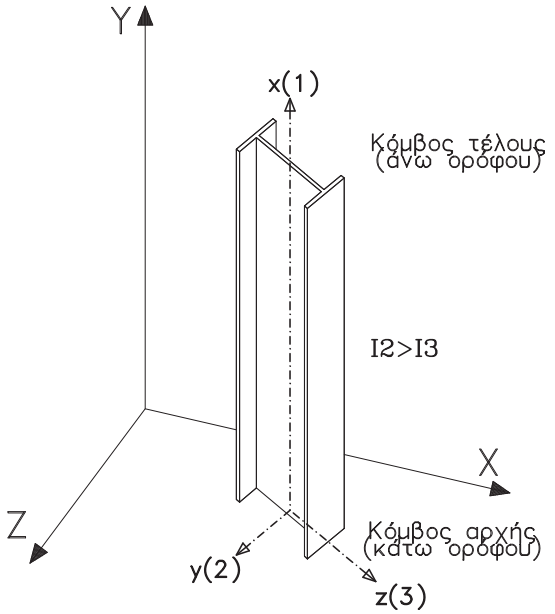
► **Όχι**

Κατακόρυφα με κίνηση θεμελίου

► **Ναι**: Το πρόγραμμα εκχωρεί τις κατάλληλες συντεταγμένες x και z στο κέντρο του ίχνους των υποστυλωμάτων που καταλήγουν στην θεμελίωση, ώστε να παραμένουν κατακόρυφα.

► **Όχι:** π.χ. για κεκλιμένο υποστύλωμα.

Για υποστύλωμα, το οποίο καταλήγει σε κόμβο θεμελίωσης και για το οποίο είναι επιθυμητό να εισαχθεί και να παραμείνει **κεκλιμένο**, απαιτείται και οι δύο παραπάνω παράμετροι να έχουν τιμή «Όχι».



Σχήμα 4.72: *Το τοπικό σύστημα αξόνων του υποστυλώματος καθορίζεται ως εξής: x(1) είναι ο διαμήκης άξονας του μέλους με φορά αυτή που φαίνεται στο σχήμα, y(2) ο ισχυρός άξονας της διατομής, z(3) ο ασθενής άξονας της διατομής (Iy(2)>Iz(3)). Αρθρώσεις κατά τους τοπικούς άξονες y(2) ή και z(3) σημαίνει ελευθερία στροφής γύρω από τον άξονα y-y, και z-z αντίστοιχα.*

Με διαστασιολόγηση, με αποτίμηση / Εκτύπωση εντατικών μεγεθών

Βλ. «Δοκός > Στατικά» (§0)

Παραλαβή φορτίων ανέμου

Ορίζεται ποιες δοκοί στην στέγη θα παραλάβουν τα φορτία ανέμου που παράγονται με την αυτόματη διαδικασία. Βλ. Κτίριο > Αυτόματη παραγωγή φορτίων ανέμου».

- **Ναι** : Για τις δοκούς της στέγης, αλλά και οποιουδήποτε στεγάστρου της κατασκευής, οι οποίες φέρουν την επικάλυψη και είναι εκτεθιμένες σε ανεμοπίεση π.χ. τεγίδες (είτε θερμής, είτε ψυχρής έλασης), ράβδους δικτυώματος κλπ.

- **Όχι**: Δοκοί, οι οποίες φέρουν τις τεγίδες π.χ. ζυγώματα πλαισίων και γενικά δοκοί σε ενδιάμεσες στάθμες της κατασκευής, που δεν ανήκουν στο εξωτερικό κέλυφος της κατασκευής.

Ανήκει σε υποφορέα (στέγη)

- **Όχι:** Δεν μεταφέρει τη μάζα του στον υποκείμενο κύριο φορέα (βλέπε Κτίριο > Αντισεισμικός > Μεταφορά μαζών από υποφορείς στον κύριο φορέα).
- Ναι: Δίνεται η εισαγωγή του υποστυλώματος σε υποφορέα (στέγη, πέργκολα κτλ) όταν το υποστύλωμα ανήκει στο υποφορέα (πχ ορθοστάτης δικτώματος).

Αναλυτικά αποτελέσματα

- **Ναι:** Εμφανίζεται στο Τεύχος η καρτέλα «Αναλυτικά αποτελέσματα υποστυλωμάτων», η οποία περιλαμβάνει διαγράμματα μέλους, επάρκειας διατομής κτλ.
- Όχι

Εκτύπωση αποτελεσμάτων χρονοϊστορίας

Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση.

Υψόμετρο άνω κόμβου

Αφορά το υψόμετρο (συντεταγμένη Y) του άνω άκρου του υποστυλώματος (κόμβος τέλους ή αλλιώς «κεφαλή»).

Σημείωση

Αλλαγή υψομέτρου μπορεί να γίνει και με την εντολή του υποστυλώματος «Αλλαγή ονομάτων» §4.4.2, καθώς και από τον πίνακα 205.2.

Όροφος κάτω κόμβου

Ο όροφος στον οποίο θα ανήκει ο κόμβος βάσης του υποστυλώματος. Προεπιλεγμένη τιμή είναι ο «Υποκείμενος όροφος».

Η παράμετρος αυτή δεν επηρεάζεται από τις εντολές «Πάρε / Δώσε παραμέτρους».

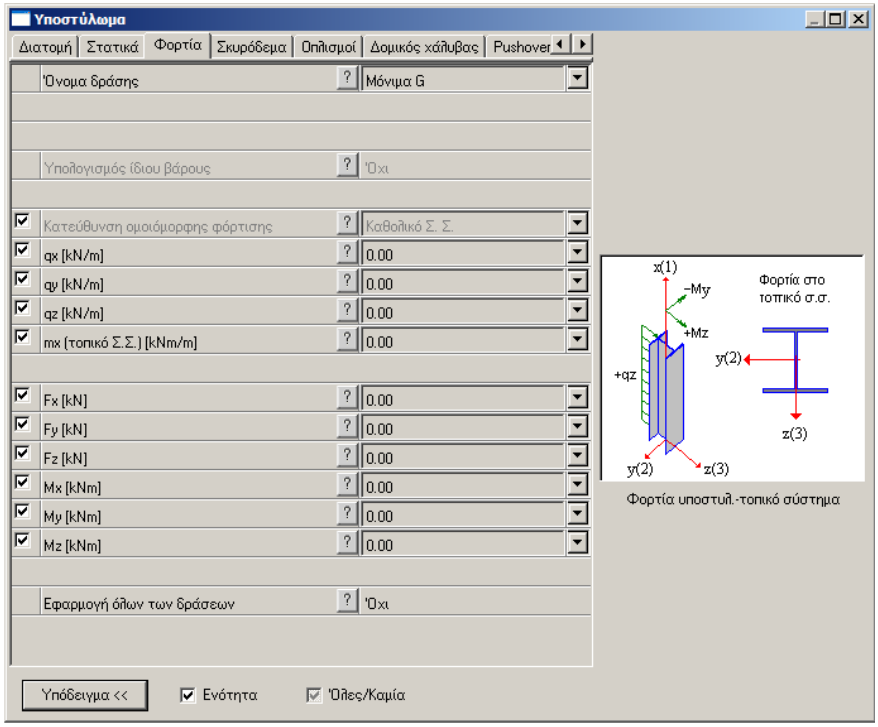
Αριθμός ορόφου κάτω κόμβου

Αν η προηγούμενη επιλογή είναι «Συγκεκριμένος όροφος», τότε εδώ δηλώνεται ο αριθμός του. Ο όροφος πρέπει να είναι κατώτερος του ορόφου που ανήκει το υποστύλωμα.

Απόσταση ανίχνευσης κόμβου

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ κόμβων που είναι αποδεκτή, προκειμένου να ανιχνευθεί υπάρχων κόμβος κατά την εισαγωγή νέου κόμβου ή υποστυλώματος. Αν ανιχνευθεί υπάρχων κόμβος σε αυτή την απόσταση, προτείνεται στο μελετητή η χρήση αυτού αντί για δημιουργία νέου κόμβου.

4.4.1.3 Φορτία



Εικόνα 4.39: *Οι παράμετροι της κάρτας «Φορτία» του Υποστυλώματος.*

Κάθε υποστύλωμα μπορεί να φέρει:

- Γραμμικώς κατανεμημένα φορτία q σε καθολικό ή τοπικό Σ.Σ. και αξονική ροπή mx στο τοπικό Σ.Σ.
- Επικόμβιες δυνάμεις F και ροπές M στον άνω κόμβο του, σε καθολικό Σ.Σ.

Προκειμένου να δοθούν φορτία επί των μελών του φορέα, πρώτα θα πρέπει να ορισθούν από τον μελετητή οι δράσεις. Τα φορτία εκχωρούνται στα υποστυλώματα με τις εντολές «Πάρε/δώσε φορτία»

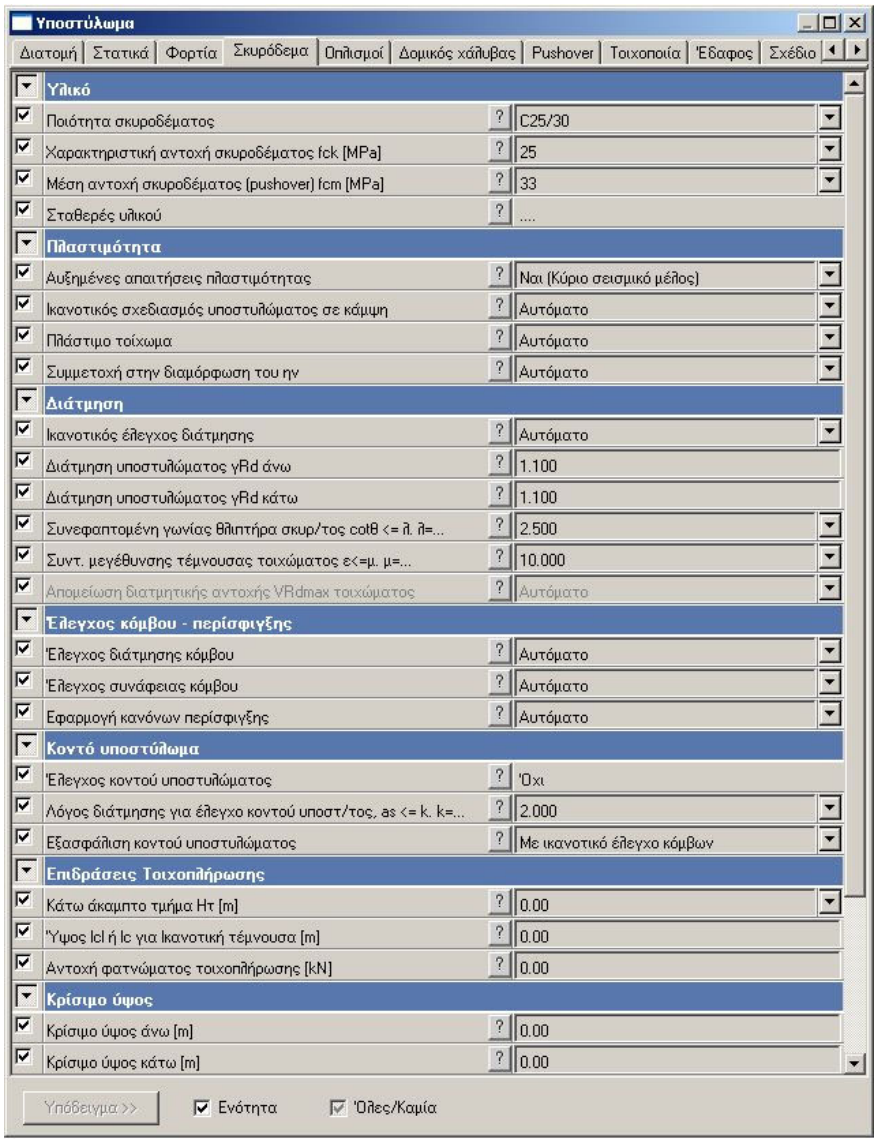
Δράση αποτελεί κάθε σύνολο επιβαλλόμενων φορτίων που ασκείται στο φορέα, λόγω συγκεκριμένου αιτίου (π.χ. άνεμος κατά τον άξονα Χ). Κάθε δράση έχει το δικό της όνομα και συντομογραφία, προκειμένου οι δράσεις να διακρίνονται μεταξύ τους. Είναι στην επιλογή του μελετητή το αν στην κάθε δράση θα συνυπολογίζεται και το ίδιο βάρος του φορέα.

Το πρόγραμμα δεν έχει περιορισμό στον αριθμό των δράσεων που μπορεί να δεχτεί. Οι δράσεις συνδυάζονται με τους κατάλληλους συντελεστές στον Πίνακα 816.

Σημείωση

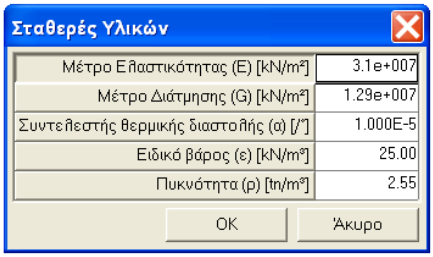
Περισσότερα στοιχεία για τις παραμέτρους της καρτέλας «Φορτία», την ονοματολογία και τον τρόπο χειρισμού των δράσεων δίνονται στο Κεφάλαιο 7 «Δράσεις - Φορτία».

4.4.1.4 Σκυρόδεμα



Εικόνα 4.40: *Οι παράμετροι της κάρτας «Σκυρόδεμα» του Υποστυλώματος.*

Σταθερές υλικού



Εικόνα 4.41: *Σταθερές υλικού του υποστυλώματος*

Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Η διάκριση σε κύρια, δευτερεύοντα υποστυλώματα και μέλη χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας αφορά τόσο την διαστασιολόγηση νέων κατασκευών με ελαστική ανάλυση όσο και την αποτίμηση υφιστάμενων δομημάτων με ανελαστική ανάλυση (pushover).

Διαστασιολόγηση με ελαστική ανάλυση

- **Ναι** (**κύριο** σεισμικό μέλος): Το δεδομένο υποστύλωμα θεωρείται πλάστιμο και διαστασιολογείται βάσει των διατάξεων των EC2-1-1 & EC8-1.
- **Όχι**: Μέλος Χωρίς Αυξημένες Απαιτήσεις Πλαστιμότητας (ΧΑΑΠ). Κατά τη διαστασιολόγηση απαιτείται να τηρούνται μόνο οι απαιτήσεις του EC2.

Περιπτώσεις υποστυλωμάτων ΧΑΑΠ:

- Υποστυλώματα & τοιχώματα κατασκευών ΚΠ Χ. (Λαμβάνονται ως ΧΑΑΠ αυτόματα από το πρόγραμμα)
- **Υποστυλώματα**, που δεν αναμένεται να πλαστικοποιηθούν. Π.χ. υποστυλώματα σε υπόγεια μορφής κιβωτίου (με περιμετρικά τοιχώματα, άκαμπτη θεμελίωση και εξασφαλισμένη τη διαφραγματική λειτουργία της πλάκας υπογείου. Βλ. EC8-1 §5.8.1(5)). **Αντίθετα**, για τα πλάστιμα **τοιχώματα** η κρίσιμη περιοχή θεωρείται ότι επεκτείνεται και εντός του υπογείου. Βλ. παράμετρο «Όροφος» - «Αντισεισμικός» - «Στοιχεία ορόφου με απαιτήσεις πλαστιμότητας».
- **Δευτερεύον σεισμικό μέλος**: Ορισμένα υποστυλώματα της κατασκευής μπορούν να οριστούν ως Δευτερεύοντα σύμφωνα με την EC8-1 §4.2.2. Η καμπτική δυσκαμψία και αντοχή των στοιχείων αυτών στις σεισμικές δράσεις αγνοείται, διατηρούν την ικανότητα ανάληψης κατακόρυφων

φορτίων βαρύτητας, ενώ διαστασιολογούνται για ελαστική απόκριση στο σεισμό σχεδιασμού.

Το **όφελος** από τον χαρακτηρισμό ενός υποστυλώματος ως **Δευτερεύον** έγκειται στην **απαλλαγή** από τις αντισεισμικές διατάξεις του EC8-1. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Τα ΔΣ υποστυλώματα δεν χρειάζεται να πληρούν τις γεωμετρικές συνθήκες της §5.5.1.2.2.
- Απαλλάσσονται από τον ικανοτικό σχεδιασμό της §4.4.2.3.
- Η τέμνουσα σχεδιασμού των ΔΣ υποστυλωμάτων προκύπτει από την ανάλυση και όχι ικανοτικά (Βλ. §5.4.2.3 & §5.5.2.2).
- Απαλλάσσονται από τον έλεγχο περίσφιγξης.
- Σε κόμβους, όπου συντρέχουν μόνο δευτερεύουσες δοκοί και δευτερεύοντα υποστυλώματα, δεν απαιτείται έλεγχος διάτμησης κόμβου (ΚΠ Υ §5.5.2.3 & §5.5.3.3).

Αποτρεπτικό παράγοντα στον να καθοριστεί ένα υποστύλωμα δευτερεύον αποτελεί η ιδιαίτερα δυσμενής απαίτηση ελαστικής συμπεριφοράς, η οποία ισοδυναμεί περίπου με **μεγέθυνση** των εντατικών μεγεθών με τον **συντελεστή q**. Το γεγονός αυτό καθιστά συχνά ατελέσφορο τον χαρακτηρισμό υποστυλωμάτων ως δευτερεύοντα, εκτός και εάν λόγω θέσης στο φορέα ή μικρής ακαμψίας δεν καταπονούνται έντονα υπό τα σεισμικά φορτία.

Παραδείγματα:

- Γενικά, εσωτερικά υποστυλώματα μικρής διατομής, τα οποία προορίζονται μόνο για την ανάληψη κατακόρυφων φορτίων, ενώ στην κατασκευή προβλέπεται επαρκές σύστημα δυσκαμψίας που παραλαμβάνει τις οριζόντιες δράσεις.
- Υποστυλώματα μικρής διατομής στα άκρα εξωστών, τα οποία δεν καταλήγουν στην θεμελίωση.

Παρατήρηση

Μόνο περιορισμένος αριθμός μελών μπορούν να χαρακτηριστούν ως ΔΣΜ, αφού η συνολική ακαμψία τους δεν πρέπει να υπερβαίνει το 15% αυτής των κύριων μελών. Βλ. EC8-1 §4.2.2(4).

Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας με pushover

► **Ναι (κύριο σεισμικό υποστύλωμα) / Όχι: (υποστύλωμα Χωρίς Αυξημένες Απαιτήσεις Πλαστιμότητας ΧΑΑΠ)**: Για την αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας με ανελαστική ανάλυση οι δυο επιλογές ταυτίζονται.

Ως κύρια (ή πρωτεύοντα) υποστυλώματα χαρακτηρίζονται όλα τα κατακόρυφα στοιχεία που συμβάλλουν στην αντοχή και την ευστάθεια του δομήματος υπό σεισμικά φορτία.

► **Δευτερεύον σεισμικό υποστύλωμα**: Σε έναν γενικώς επαρκή από αντισεισμική άποψη φορέα ενδέχεται ορισμένα κατακόρυφα στοιχεία να μην είναι δυνατόν να πληρούν τα κριτήρια επιτελεστικότητας. Τέτοια μέλη μπορούν να χαρακτηριστούν ως δευτερεύοντα π.χ. βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.1.2

- Υφιστάμενα υποστυλώματα, των οποίων η συνεισφορά στην αντίσταση έναντι σεισμού κρίνεται χαμηλή λόγω π.χ. βλάβης ή είναι αναξιόπιστη λόγω αβεβαιότητας σχετικά με τον τρόπο δόμησης.
- Φυτευτά υποστυλώματα.
- Όλος ο υφιστάμενος φορέας μπορεί να χαρακτηριστεί ως δευτερεύον εφόσον προβλέπεται ότι νέοι φορείς (τοιχώματα, μεταλλικοί σύνδεσμοι κ.α.) θα αναλάβουν το σύνολο της σεισμικής δράσης.

Παρατηρήσεις

- Γενικά, η διάκριση των φερόντων στοιχείων σε κύρια και δευτερεύοντα έχει επίδραση στους συντελεστές ασφαλείας υλικών για έλεγχο **σε όρους δυνάμεων**. Συγκεκριμένα, για δευτερεύοντα μέλη η αντοχή προσδιορίζεται κατά περίπτωση από τις μέσες ή τις χαρακτηριστικές τιμές χωρίς διαίρεση με συντελεστές ασφαλείας γ_c, γ_s. Το αποτέλεσμα είναι οι αντοχές των υλικών και κατ' επέκταση και οι αντιστάσεις (τέμνουσα) να προκύπτει μεγαλύτερη στα δευτερεύοντα μέλη απ' ότι στα πρωτεύοντα. Βλ. ΕC8-3 §2.2.1 και ΚΑΝ.ΕΠΕ. πιν. Π4.1.
- Για έλεγχο **σε όρους παραμορφώσεων** η διάκριση σε κύρια και δευτερεύοντα υποστυλώματα αφορά μόνο τις στάθμες επιτελεστικότητας **Β** - Σημαντικών Βλαβών (SD) και **Γ** – Οιονεί κατάρρευση (NC). Η διαφορά έγκειται στα εξής:
  - Στις δυο αυτές στάθμες για τα δευτερεύοντα μέλη ισχύουν διαφορετικά κριτήρια επιτελεστικότητας, επιτρέπεται, δηλαδή, να υποστούν μεγαλύτερες μετακινήσεις και βλάβες απ' ότι τα πρωτεύοντα στοιχεία. Βλ. ΕC8-3 §3.2.2. & §Α.3.2.3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.3.1.
  - Για έλεγχο στην στάθμη Α – Περιορισμός βλαβών (DL) τα κριτήρια επιτελεστικότητας για κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία ταυτίζονται.
- Αντίθετα με την ελαστική ανάλυση, όταν γίνεται αποτίμηση με pushover ουσιαστικά δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των μελών που θα χαρακτηριστούν ως δευτερεύοντα. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται στον μελετητή μία σημαντική διέξοδος στην περίπτωση όπου κάποια υποστυλώματα αποδεικνύονται ανεπαρκή, ενώ ταυτόχρονα η επέμβαση ή η ενίσχυση κρίνεται ανέφικτη.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτωνλόγων επάρκειας §9.15.3.1.

Έλεγχοι και όπλιση ως τοίχωμα

Ορίζεται εάν το μέλος θα αντιμετωπιστεί από το πρόγραμμα ως τοίχωμα ή ως υποστύλωμα.

Παρατήρηση

Εκτός από την κατάταξη του στατικού συστήματος, για την οποία απαιτείται από το ελληνικό Ε.Π. §3.2 ελάχιστο μήκος τοιχώματος 1.5m ή 2.0m, στον EC8 το μήκος του μέλους **δεν** αποτελεί κριτήριο για το εάν αυτό θα διαστασιολογηθεί ως τοίχωμα ή ως υποστύλωμα. Συνεπώς και στο πρόγραμμα το βασικό κριτήριο είναι ο λόγος πλευρών $\boldsymbol{l}_w/\boldsymbol{b}_w$.

- **Αυτόματο**: εφόσον για τον λόγο πλευρών ισχύει $\boldsymbol{l}_w/\boldsymbol{b}_w \geq \mathbf{4}$ (EC8-1 §5.1.2(1)), τότε το μέλος κατατάσσεται από το πρόγραμμα ως τοίχωμα. Βλ. περίπτωση «Ναι». Διαφορετικά, το μέλος αντιμετωπίζεται ως υποστύλωμα. Βλ. περίπτωση «Όχι».
- **Ναι**: Ανεξάρτητα εάν για τον λόγο πλευρών ισχύει $l_w/b_w \geq 4$ ή όχι, το μέλος θα αντιμετωπιστεί από το πρόγραμμα ως τοίχωμα.

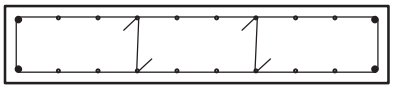
Ειδικά για τα πλάστιμα τοιχώματα, δηλαδή αυτά με Αυξημένες Απαιτήσεις Πλαστιμότητας, ενδεικτικά αναφέρονται τα ακόλουθα:

- Εάν η τιμή της παραμέτρου «Συμμετοχή στην διαμόρφωση του ηv» = είναι ορισμένη στο «Αυτόματο», τότε το μέλος προσαυξάνει την τιμή του λόγου τέμνουσας τοιχωμάτων $\boldsymbol{\eta}_V$ και $\boldsymbol{\eta}_{VG}$, ο οποίος σε κατασκευές με επαρκή **δυστρεψία** υπεισέρχεται στον καθορισμό του στατικού συστήματος:
  - για τον έλεγχο του συντελεστή συμπεριφοράς
  - για το έλεγχο απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού όταν το μήκος l_w είναι μεγαλύτερο από το «Ελάχιστο μήκος τοιχώματος για ηVG ελληνικού προσαρτ.» (βλ. αντίστοιχη παράμετρο).
- Διαστασιολογείται ικανοτικά σε κάμψη βάσει περιβάλλουσας των ροπών, ώστε να εξασφαλισθεί πλαστικοποίηση μόνο στη βάση (EC8-1 ΚΠ Μ §5.4.2.4(4)Α-(5) & ΚΠ Υ §5.5.2.4.1(4)Α-(5)).
- Διαστασιολογείται σε διάτμηση βάσει περιβάλλουσας τεμνουσών (EC8-1 ΚΠ Μ §5.4.2.4(7)-(8) & ΚΠ Υ §5.5.2.4.1(7)-(8), §5.5.2.4.2).
- Η μέγιστη ανηγμένη αξονική δύναμη ν_d σε σεισμικό συνδυασμό περιορίζεται βάσει των αυστηρότερων (συγκριτικά με τα υπ/τα) διατάξεων, που αφορούν τοιχώματα (EC8-1 ΚΠ Μ §5.4.3.4.1(2) & ΚΠ Υ §5.5.3.4.1(2)).

- Απομειώνεται η $V_{Rd,max}$ στην κρίσιμη περιοχή τοιχωμάτων ΚΠ Υ (ΕC8-1 §5.5.3.4.2(1)b).
- Διαμόρφωση ενισχυμένων άκρων με ελάχιστο οπλισμό 5‰ και έλεγχος περίσφιγξης μόνο στις κρίσιμες περιοχές στη βάση του τοιχώματος.
- Ελάχιστος οπλισμός εσχάρας της τάξεως του 2‰ σε ορόφους εκτός κρίσιμης περιοχής.

Εφόσον το μέλος έχει οριστεί ως μέλος χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας ή ως δευτρεύον:

- Έλεγχοι:
  - Δεν πραγματοποιούνται οι έλεγχοι του αντισεισμικού κανονισμού EC8-1.
- Όπλιση:
  - Η διαμόρφωση όπλισης βασίζεται αποκλειστικά στις διατάξεις του EC2-1-1, οι οποίες σε περιπτώσεις χαμηλής ή μέτριας έντασης και εφόσον $l_W/b_W \geq 4$, καταλήγουν σε διάταξη εσχάρας χωρίς ενισχυμένα άκρα.



Σχήμα 4.73: Διάταξη όπλισης τοιχώματος με εσχάρα και χωρίς διαμόρφωση ενισχυμένων άκρων.

► **Όχι**: Το μέλος θα αντιμετωπιστεί από το πρόγραμμα **ως υποστύλωμα**. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

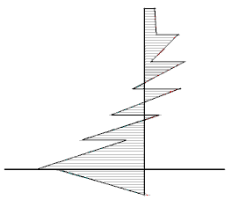
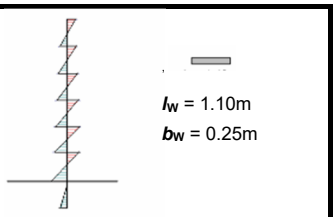
Εφόσον το μέλος είναι Κύριο, ενδεικτικά εφαρμόζονται τα παρακάτω, διαφορετικά δεν εκτελούνται οι έλεγχοι του EC8:

- Έλεγχοι (ανεξάρτητα από τον λόγο πλευρών l_W/b_W) :
  - Εφόσον συντρέχουν οι συνθήκες της EC8-1 §4.4.2.3, τότε οι **ροπές** διαστασιολόγησης θα προκύψουν **ικανοτικά**..
  - Η **τέμνουσα σχεδιασμού προκύπτει ικανοτικά** βάσει των ροπών υπεραντοχής στα άκρα του υποστυλώματος, ενώ λαμβάνονται υπόψη και επιδράσεις τοιχοπληρώσεων (EC8-1 §5.9 και §4.3.6).
  - Έλεγχος **διάτμησης κόμβου** σε κατασκευές ΚΠ Υ (EC8-1 §5.5.3.3).
  - Έλεγχος **συνάφειας των ράβδων** των δοκών που διατρέχουν εσωτερικό ή εξωτερικό κόμβο δοκού – υποστυλώματος. Βλ. EC8-1 §5.6.2.2. Ο έλεγχος αυτός συχνά αποδεικνύεται καθοριστικός για τη διάσταση του υποστυλώματος.

- Όπλιση:
  - Η διαμόρφωση όπλισης γίνεται βάσει των διατάξεων που αφορούν υποστυλώματα.
  - Ο ελάχιστος οπλισμός είναι $\rho_{l,min}$=1%
  - Οι κανόνες περίσφιγξης εφαρμόζονται σε όλους του ορόφους.

Παρατηρήσεις

- Η κατάταξη του μέλους από το πρόγραμμα ως τοίχωμα ή υποστύλωμα αναγράφεται στο τεύχος στα «Γενικά δεδομένα» Βλέπε και §9.8.1 του παρόντος.
- Συνεκτιμώντας τις αρκετά διαφορετικές απαιτήσεις του κανονισμού για τοιχώματα και υποστυλώματα, συμπεραίνουμε ότι, ιδιαιτέρα για κατασκευές ΚΠΜ, η εκτενής χρήση μικρών τοιχωμάτων, π.χ. 100/25 ή 120/30, ενδέχεται να οδηγήσει σε σημαντική οικονομία οπλισμού. Παρόλα αυτά θεωρείται αμφίβολο εάν μέλη τέτοιας διατομής συμπεριφέρονται ουσιαστικά ως τοιχώματα, αφού σπάνια παρουσιάζουν διαγράμματα ροπών ή τεμνουσών της μορφής των σχ. 5.4 & 5.6 του EC8. Σε κάθε περίπτωση, **προτείνεται** η τελική κατάταξη του μέλους ως πλάστιμο τοίχωμα ή υποστύλωμα να πραγματοποιείται από τον μελετητή μετά από αξιολόγηση του διαγράμματος των ροπών, το οποίο, εμφανίζεται στο τεύχος. Βλ. §9.8.3.1 & Πίνακας 4.52.

Παράδειγμα		
Ποιοτικά χαρακτηριστικά	Σημαντικά μεγαλύτερη ακαμψία και αντοχή σχετικά με τις συντρέχουσες δοκούς Διάγραμμα καμπτικού προβόλου	Επιδεικνύει –πρακτικά- συμπεριφορά υποστυλώματος
Συμπεριφορά	Αναμένεται να συμπεριφερθεί ως πλάστιμο τοίχωμα	Δεν αναμένεται να συμπεριφερθεί ως πλάστιμο τοίχωμα
Προτεινόμενη τιμή παραμέτρου	«Έλεγχος και όπλιση ως τοίχωμα» = «Αυτόματο» ή «Ναι»	«Έλεγχος και όπλιση ως τοίχωμα» = «όχι»
Ενέργεια προγράμματος	Ικανοτικός σχεδιασμός που εξασφαλίζει πλαστικοποίηση μόνο στη βάση	Ικανοτικός σχεδιασμός βάσει των υπεραντοχών των δοκών που συντρέχουν στους κόμβους

Πίνακας 4.52: *Έλεγχος και όπλιση ως τοίχωμα*

Συμμετοχή στην διαμόρφωση του ην

Καθορίζεται εάν το μέλος συμμετέχει στην προσαύξηση της τιμής του λόγου τέμνουσας τοιχωμάτων η_V και η_{VG}. Ο λόγος η_V και η_{VG}, σε κατασκευές με επαρκή δυστρεψία, υπεισέρχεται στον καθορισμό του στατικού συστήματος, το οποίο αποτελεί κριτήριο για την πραγματοποίηση ικανοτικού σχεδιασμού, για την επιλογή του συντελεστή συμπεριφοράς, για το ένα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τοιχοπληρώσεις κ.α. Για περισσότερα βλ. «Κτίριο» - «Σκυρόδεμα» – «Λόγος πλευρών υποστ/τος ωστε να ληφθεί ως τοίχωμα 1/k. k>...

Υπολογισμός και εκτύπωση ηV / Ελάχιστο μήκος τοιχώματος για ηVG ελληνικού προσαρτ.».

- **Αυτόματο:** Εάν το μέλος είναι «Έλεγχοι και όπλιση ως τοίχωμα = Ναι» (βλ. «Γενικά δεδομένα» μέλους στο τεύχος), τότε συμμετέχει στην προσαύξηση του η_V και η_{VG} για την κατάταξη του στατικού συστήματος από το πρόγραμμα αναφορικά με:
  - τον καθορισμό της βασικής τιμής του συντελεστή συμπεριφοράς qo.
  - τον έλεγχο απαίτησης ικανοτικού, εφόσον έχει μήκος l_W μεγαλύτερο από αυτό που δίδεται στην παράμετρο «Κτίριο» - «Σκυρόδεμα» – «Ελάχιστο μήκος τοιχώματος για ηVG ελληνικού προσαρτ.».
- **Ναι**: Προσαυξάνει τα η_V και η_{VG} ανεξάρτητα εάν έχει χαρακτηριστεί «Έλεγχοι και όπλιση ως τοίχωμα» και ανεξάρτητα από το μήκος l_W.

  Χρήσιμο για διατομές τοιχωμάτων τυχούσας γεωμετρίας με μήκος το πολύ 0.20m μικρότερο από το δοθέν «Ελάχιστο μήκος τοιχώματος».
- **Όχι**: Δεν προσαυξάνει την τιμή του λόγου η_V ούτε του η_{VG}.
- Εάν το μέλος έχει περιληφθεί από το πρόγραμμα στον υπολογισμό των λόγων η_V και η_{VG}, είτε για τον έλεγχο απαίτησης ικανοτικού, είτε για τον καθορισμό του συντελεστή συμπεριφοράς αυτό φαίνεται στο τεύχος στην ενότητα «**Error! Reference source not found.**» βλέπε και §8.2 του παρόντος.

Ικανοτικός έλεγχος διάτμησης

Αφορά υποστυλώματα και τοιχώματα.

- **Αυτόματο**: Η τέμνουσα σχεδιασμού κύριων **υποστυλωμάτων** για σεισμικούς συνδυασμούς προκύπτει με ικανοτική θεώρηση βάσει της EC8-1 §5.4.2.3 για ΚΠ Μ & §5.5.2.2 για ΚΠ Υ. Αντίστοιχα, η τέμνουσα σχεδιασμού κύριων (πλάστιμων) **τοιχωμάτων** για σεισμικούς

συνδυασμούς προκύπτει με ικανοτική θεώρηση βάσει της EC8-1 §5.4.2.4 για ΚΠ Μ & §5.5.2.4 για ΚΠ Υ.

- **Ναι**: για να προκύψει ικανοτικά η τέμνουσα ακόμη και σε περιπτώσεις π.χ. υποστυλωμάτων, ή τοιχωμάτων χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας ή δευτερευόντων.
- **Όχι:** η τέμνουσα σχεδιασμού είναι αυτή που προκύπτει από την ανάλυση.

Διάτμηση υποστυλώματος γRd άνω & κάτω

Ο συντελεστής υπεραντοχής γ_{Rd} που υπεισέρχεται στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας σχεδιασμού του υποστυλώματος προσαυξάνοντας τις ροπές υπεραντοχής των άκρων ***i*** και ***j*** ($\gamma_{Rd,i} \cdot M_{RC,i}$ & $\gamma_{Rd,j} \cdot M_{RC,j}$). Βλ. EC8-1 §5.4.2.3 ή §5.5.2.2. Παρέχεται η δυνατότητα να καθοριστεί από τον μελετητή για κάθε άκρο χωριστά.

$$V_{Ed} = V_{G+\psi 2*Q} \pm (\gamma_{Rd,i} \cdot M_{RC,i} + \gamma_{Rd,j} \cdot M_{RC,j})/l_{cl}$$

Με αλλαγή της Κατηγορίας Πλαστιμότητας ενημερώνεται αυτόματα από το πρόγραμμα και ο συντ. υπεραντοχής. Για ΚΠ Μ είναι γRd=1,1 και για ΚΠ Υ γRd=1,3.

Συνεφαπτομένη γωνίας θλιπτήρα σκυρ/τος cotθ <= λ. λ=...

- **2.50**

Το άνω όριο που εισαγάγει αυτή η παράμετρος περιορίζει την υπολογιζόμενη από το πρόγραμμα τιμή της συνεφαπτομένης της γωνίας θλιπτήρα σκυροδέματος.

Μειώνοντας το **όριο** αυξάνεται ο απαιτούμενος οπλισμός διάτμησης **Asw**, που υπολογίζεται από τη σχέση EC2-1-1 (6.8):

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z\, f_{ywd}\, \cot\theta}$$

Θεωρήσεις:

- Η συνεφαπτομένη cotθ υπολογίζεται από το πρόγραμμα σύμφωνα με την §6.2.3 του EC2-1-1, ενώ στην περίπτωση κατασκευών στον ελληνικό χώρο η τιμή περιορίζεται σύμφωνα με την §2.7 του ελληνικού προσαρτήματος του EC2-1-1.
- Σε κάθε περίπτωση υπολογίζεται η μέγιστη τιμή της διατμητικής αντοχής που αντιστοιχεί στην αστοχία του λοξού θλιπτήρα σκυροδέματος $V_{Rd,max}$ [EC2-1-1 (6.9)] λαμβάνοντας cotθ=1,00.
- Σε τοιχώματα ΚΠ Υ και στις κρίσιμες περιοχές δοκών ΚΠ Υ η συνεφαπτομένη cotθ λαμβάνεται πάντα από το πρόγραμμα ίση με 1,00. Βλ. EC8-1 §5.5.3.4.2(1) & §5.5.3.1.2(2)Α αντίστοιχα.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων δοκού §9.5.8 και υποστυλώματος §9.8.4.2.

Συντ. μεγέθυνσης τέμνουσας τοιχώματος ε <= μ. μ= ...

Στα **πλάστιμα τοιχώματα** μειώνοντας την τιμή της παραμέτρου περιορίζεται ο υπολογιζόμενος από το πρόγραμμα συντελεστής μεγέθυνσης ε της τέμνουσας της ανάλυσης V'_{Ed}.

ΚΠΜ:	$\varepsilon = 1{,}50$	§5.4.2.4(7)
ΚΠΥ:	$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\left(\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}\right)^2 + 0{,}1\left(\frac{S_e(T_C)}{S_e(T_1)}\right)^2} \le q$	(5.25)
ΚΠΥ - *Κοντά τοιχώματα* ($h_w/l_w \le 2$) :	$\varepsilon = \gamma_{Rd} \cdot (\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}) \le q$	§5.5.2.4.2(2)
Υπόγειο τμήμα τοιχωμάτων	$\varepsilon = (M_{Rd}/h_{\upsilon\pi})/V'_{Ed}$	§5.8.1(5)

- **10.0**: ουσιαστικά θα μπορούσε να τεθεί οποιαδήποτε τιμή μεγαλύτερη από τον συντελεστή συμπεριφοράς q.
- **1.00**: προτεινόμενη τιμή π.χ. σε τοιχώματα, τα οποία χαμηλότερα από τον όροφο βάσης ενσωματώνονται σε περιμετρικό τοίχωμα υπογείου. Στους ορόφους αυτούς λόγω της θέσης τους, ουσιαστικά η αναπτυσσόμενη τέμνουσα παραλαμβάνεται από το σύστημα του περιμετρικού τοιχώματος και επομένως δεν συντρέχουν οι απαιτήσεις της EC8-1 §5.8.1(5). Η τροποποίηση της παραμέτρου πρέπει να γίνει μόνο στους υπόγειους ορόφους.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.8.4.1

Απομείωση διατμητικής αντοχής Vrdmax τοιχώματος

Η παράμετρος είναι ενεργή μόνο για ΚΠΥ.

Στις **κρίσιμες περιοχές** πλάστιμων τοιχωμάτων **ΚΠ Υ** η διατμητική αντοχή σε όρους διαγώνιας θλιπτικής αστοχίας κορμού πρέπει να μειώνεται λόγω ανακυκλιζόμενης φόρτισης. Βλ. EC8-1 §5.5.3.4.2 & EC8-3 §A.3.3.1(2). Δίδεται η δυνατότητα στον μελετητή να επιλέξει μεταξύ της μεθοδολογίας του EC8-1 και του EC8-3.

- **Αυτόματο** (μεθοδολογία EC8-1): Η τέμνουσα σχεδιασμού V_{Ed} ελέγχεται με το 40% της αντοχής σε τέμνουσα $V_{Rd,max}$, όπως αυτή υπολογίζεται στο EC8-1 §5.5.3.4.2 & EC2-1-1 (6.9) με $\theta = 45^o$:

$$V_{\mathrm{Rd,max}} = 0{,}4 \cdot \frac{b_{\mathrm{w}} \cdot z \cdot 0{,}6 \cdot \left[1 - \frac{f_{\mathrm{ck}}}{250}\right] f_{\mathrm{cd}}}{(\cot\theta + \tan\theta)}$$

► **Αναλυτική μεθοδολογία EC8-3 (A.15):** Το φαινόμενο της απομείωσης της διατμητικής αντοχής προσεγγίζεται από τη σχέση (A.15) του EC8-3:

$$V_{\mathrm{R,max}} = \frac{0{,}85\left(1 - 0{,}06\min\left(5;\mu_{\Delta}^{pl}\right)\right)}{\gamma_{\mathrm{el}}}\left(1 + 1{,}8\min(0{,}15;\frac{N}{A_c f_{cd}}\right)\cdot$$
$$\cdot\left(1 + 0{,}25\max(1{,}75;100\rho_{tot})\right)\left(1 - 0{,}2\min(2;\frac{L_{\mathrm{V}}}{h}\right)\sqrt{f_{\mathrm{ck}}}\, b_{\mathrm{w}} z$$

Η σχέση αυτή θεωρείται **ακριβέστερη**, καθώς έχει προκύψει από στατιστική επεξεργασία πειραματικών αποτελεσμάτων, ενώ η απλοποιημένη μεθοδολογία του **EC8-1** αποτελεί την περιβάλλουσα των αποτελεσμάτων αυτών και εν γένει είναι **συντηρητική**. Βλ. [FARD09]. Η (A.15) λαμβάνει υπόψη τη δυσμενή επίδραση της απαιτούμενης πλαστιμότητας της κατασκευής σε όρους μετακινήσεων $\mu_{\Delta,\mathrm{pl}}$ βλ. [EC8-1 §5.2.3.4(3)], ενώ εμπλέκει την αξονική δύναμη *N*, το λόγο διάτμησης *L*v/*h* και τον τοποθετούμενο οπλισμό ρ_{tot}.

Εφαρμογή κανόνων περίσφιγξης

Εκτός από τον έλεγχο τέμνουσας και τη συνθήκη πλαστιμότητας, η οποία διαμορφώνει την μέγιστη απόσταση συνδετήρων ***s*** (βλ. EC8-1 (5.18) & (5.32)), ο εγκάρσιος οπλισμός (συνδετήρες) των υποστυλωμάτων και των άκρων τοιχωμάτων διαμορφώνεται και από τον έλεγχο περίσφιγξης και τα συναφή ελάχιστα ποσοστά ω_{wd}.

► **<u>Αυτόματο</u>**: πραγματοποιείται έλεγχος περίσφιγξης:

- Σε **κύρια υποστυλώματα** σύμφωνα με την τη σχέση EC8-1 (5.15):

$$\alpha\omega_{\mathrm{wd}} \geq 30\mu_{\varphi} v_{\mathrm{d}} \cdot \varepsilon_{\mathrm{sy,d}} \cdot \frac{b_{\mathrm{c}}}{b_{\mathrm{o}}} - 0{,}035$$

  Ο έλεγχος πραγματοποιείται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

  – ΚΠ Μ: στη βάση (θεμελίωση του υποστυλώματος) με min_ω_{wd}=0,08. Βλ. EC8-1 §5.4.3.2.2(7)-(9).

  – ΚΠ Υ: σε όλους τους ορόφους, αλλά min_ω_{wd}=0,12 στο ισόγειο και min_ω_{wd}=0,08 στους υπόλοιπους ορόφους. Βλ. EC8-1 §5.5.3.2.2(8)-(10).

- Σε **πλάστιμα τοιχώματα** σύμφωνα με τη σχέση EC8-1 (5.20):

$$\alpha\omega_{wd} \geq 30\mu_{\varphi}(\nu_d + \omega_{\nu})\varepsilon_{sy,d}\frac{b_c}{b_o} - 0{,}035$$

Ο έλεγχος γίνεται στην κρίσιμη περιοχή του τοιχώματος με min_ω_{wd}=0,08 για ΚΠ Μ (βλ. ΕC8-1 §5.4.3.4.2) και min_ω_{wd}=0,12 για ΚΠ Υ §5.5.3.4.5.

- ► **Ναι**: πραγματοποιείται ο έλεγχος και εφαρμόζεται ο ελάχιστος οπλισμός min_ω_{wd}=0,08.
- ❑ Σε **υποστυλώματα** ανεξάρτητα κατηγορίας πλαστιμότητας και ανεξάρτητα, εάν βρισκόμαστε στον όροφο βάσης.
- ❑ Σε **τοιχώματα** εντός και εκτός κρίσιμης περιοχής, εφόσον βέβαια διαμορφώνονται ενισχυμένα άκρα. Βλ. Σχήμα 9.40.
- ► **Όχι :** Τηρούνται μόνο οι μέγιστες αποστάσεις συνδετήρων του EC2 & EC8 για υποστυλώματα και ενισχυμένα άκρα τοιχωμάτων (Πίνακας 4.21).

Παρατήρηση

Εφόσον πραγματοποιείται έλεγχος περίσφιγξης, αυτό σημαίνεται με «***π***» στον Πίνακα του τεύχους «Οπλισμός διάτμησης».

- ► *Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων για υποστυλώματα §9.7.5.1 & τοιχώματα §9.8.4.2.*

Κάτω άκαμπτο τμήμα Ητ [m]

Δίνεται δυνατότητα εφαρμογής άκαμπτης απόληξης, ύψους Ητ, στον κόμβο αρχής του υποστυλώματος. Η εφαρμογή της παραμέτρου αυτής ισοδυναμεί με την εφαρμογή άκαμπτης απόληξης Υ στο άκρο αρχής μέσω της παραμέτρου «Υποστύλωμα» - «Στατικά» - «Άκαμπτες απολήξεις».

Η χρήση της παραμέτρου **προτείνεται** στις παρακάτω περιπτώσεις:

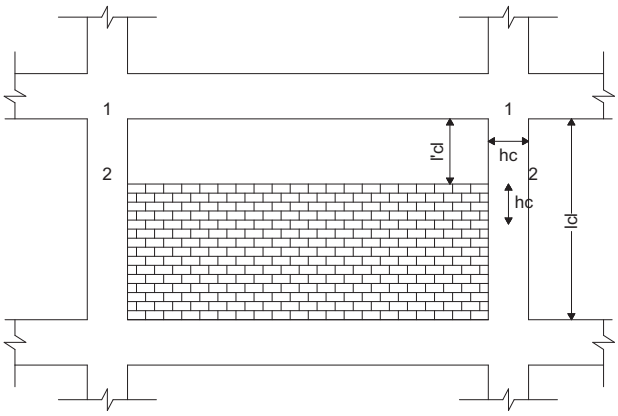
- ■ Σε φύσει κοντά υποστυλώματα, πχ φεγγίτες υπογείων.
- ■ Για την προσομοίωση του διαφορετικού πραγματικού ύψους και συνεπώς της διαφορετικής δυσκαμψίας υποστυλωμάτων σε ορόφους με σημαντικές ανισοσταθμίες, στους οποίους όμως δίνεται ενιαίο υψόμετρο. Πρακτικά, στα χαμηλότερα υποστυλώματα αποδίδεται άκαμπτο τμήμα **Ητ** ίσο με την υψομετρική διαφορά εντός του ίδιου ορόφου.
- ■ Σε θέσει κοντά υποστυλώματα, π.χ. υποστυλώματα με τοιχοπλήρωση που διακόπτεται καθ' ύψος, εναλλακτικά δηλαδή της χρήσης των παραμέτρων «Υψος l_{cl} ή l_c για Ικανοτική τέμνουσα» και «Αντοχή φατνώματος τοιχοπλήρωσης».

Ύψος lcl ή lc για Ικανοτική τέμνουσα - Αντοχή φατνώματος τοιχοπλήρωσης

Σύμφωνα με τον EC8-1 §5.9(2) ή (4) σε περιπτώσεις μονόπλευρων τοιχοπληρώσεων ή όταν διακόπτονται καθ'ύψος απαιτείται να ληφθούν υπόψη οι τοπικές επιδράσεις της τοιχοπλήρωσης στον σχεδιασμό έναντι τέμνουσας. Η επίδραση συνίσταται στην τροποποίηση του υπολογισμού της ικανοτικής τέμνουσας $V_{Ed,s}$ (βλ. παράμετρο «Ικανοτικός σχεδιασμός σε διάτμησης» & EC8-1 §5.4.2.3, §5.5.2.2). Κάθε μία από τις **δυο περιπτώσεις** που περιγράφονται στις EC8-1 §5.9(2) ή (4) και αναλύονται ακολούθως μπορούν να ενεργοποιηθούν από τον μελετητή βάσει των εισακτέων τιμών των παραμέτρων.

Περίπτωση τοιχοπλήρωσης που διακόπτεται καθ' ύψος

Όταν διαμορφώνεται φεγγίτης (Σχήμα 4.74), εισάγεται ως «Ύψος για ικανοτική τέμνουσα» το ελεύθερο ύψος l'_{cl} του υποστυλώματος και «Αντοχή φατνώματος» =0.0. Βλ. EC8-1 §5.9(2).



Σχήμα 4.74: Το ελεύθερο ύψος l'_{cl} για θέσει κοντά υποστυλώματα (διακοπή τοιχοπλήρωσης καθ' ύψος) και επέκταση κρίσιμης περιοχής σε μήκος hc στη ζώνη επαφής τοιχοπλήρωσης – υποστυλώματος.

Περίπτωση μονόπλευρης τοιχοπλήρωσης

Σε ακραία ή μεμονωμένα φατνώματα τοιχοπλήρωσης πλαισίων, όταν δηλαδή η τοιχοπλήρωση είναι μονόπλευρη στη μια ή και στις δυο διευθύνσεις του υποστυλώματος (γωνιακό), τότε η τέμνουσα σχεδιασμού διαμορφώνεται βάσει της παρακάτω σχέσης. Βλ. EC8-1 §5.9(4).

$$V_{Ed,s} = \max \begin{cases} V_{Ed,w} = \min \begin{cases} \text{Αντοχή φατνώματος τοιχοπλήρωσης } l_n \cdot t_w \cdot f_{vk} \\ \text{Ικανοτική τέμνουσα στις θέσεις 1 και 2 } (l_c) \end{cases} \\ \text{Ικανοτική } V_{Ed} \text{ αμελώντας τη συνεισφορά της τοιχοπλήρωσης } (l_{cl}) \end{cases}$$

Οι τιμές των σχετικών παραμέτρων μπορούν να υπολογίζονται από τον μελετητή ως εξής:

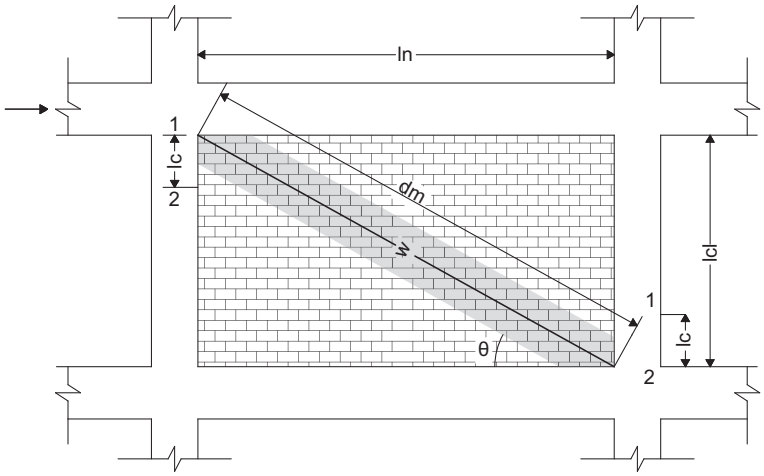
- Αντοχή της τοιχοπλήρωσης $\boldsymbol{F}\mathbf{w} = l\mathrm{n} \cdot \mathrm{t_W} \cdot f_{\mathrm{vk}}$
- Ύψος του θλιπτήρα $\boldsymbol{l}\mathbf{c} = \mathrm{w} / \cos\theta$

Όπου:

***l*n** το μήκος του φατνώματος τοιχοπλήρωσης και ***t*w** το πάχος Σχήμα 4.75.

w το πλάτος του θλιπτήρα, λαμβάνεται 0,15÷0.25·dm, όπου *d*m το μήκος της διαγωνίου. Σχήμα 4.75

f_{vk} η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας, η οποία μπορεί να ληφθεί ίση με $f_{\mathrm{vko}} \approx$ 200 kN/m^2.



Σχήμα 4.75: Το μήκος ln του φατνώματος & το πλάτος w, το ύψος lc και το μήκος dm θλιπτήρα τοιχοπλήρωσης.

Παρατηρήσεις

- Εάν δοθεί από τον χρήστη τιμή ίση με μηδέν σε μια από τις δύο παραμέτρους «Αντοχή φατνώματος τοιχοπλήρωσης» ή «Ύψος *l*cl ή *l*c για Ικανοτική τέμνουσα», τότε το πρόγραμμα θα λάβει υπόψη στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας μόνο τη μη μηδενική παράμετρο.

- Για τις περιπτώσεις που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τοπικές επιδράσεις των τοιχοπληρώσεων βλ. και EC8-1 §4.3.6.1(1)A, §4.3.6.2(4)A & [FARD09] σελ. 79.

Κρίσιμο ύψος άνω και κάτω

Αν $l$cr ≠ 0 ⇒ χρησιμοποιείται η τιμή του χρήστη.

Αν $l$cr = 0 ⇒ Υπολογίζεται από το πρόγραμμα το κρίσιμο ύψος των υποστυλωμάτων σύμφωνα με τις ΚΠΜ-§5.4.4.2.2(4) και ΚΠΥ-§5.5.3.2.2(4).

Το ύψος της κρίσιμης περιοχής, καθώς και το βήμα των συνδετήρων εκτός κρίσιμης περιοχής γράφεται στο τεύχος, ενώ στην λεπτομέρεια όπλισης στον ξυλότυπο αναγράφεται μόνο το βήμα της κρίσιμης περιοχής.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.7.5.1

Μήκος λυγισμού *l* x (m) και *l* z (m)

Αν lx = lz = 0 ⇒ Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα τα μήκη λυγισμού των υποστυλωμάτων και κατά τις δύο διευθύνσεις (x και z).

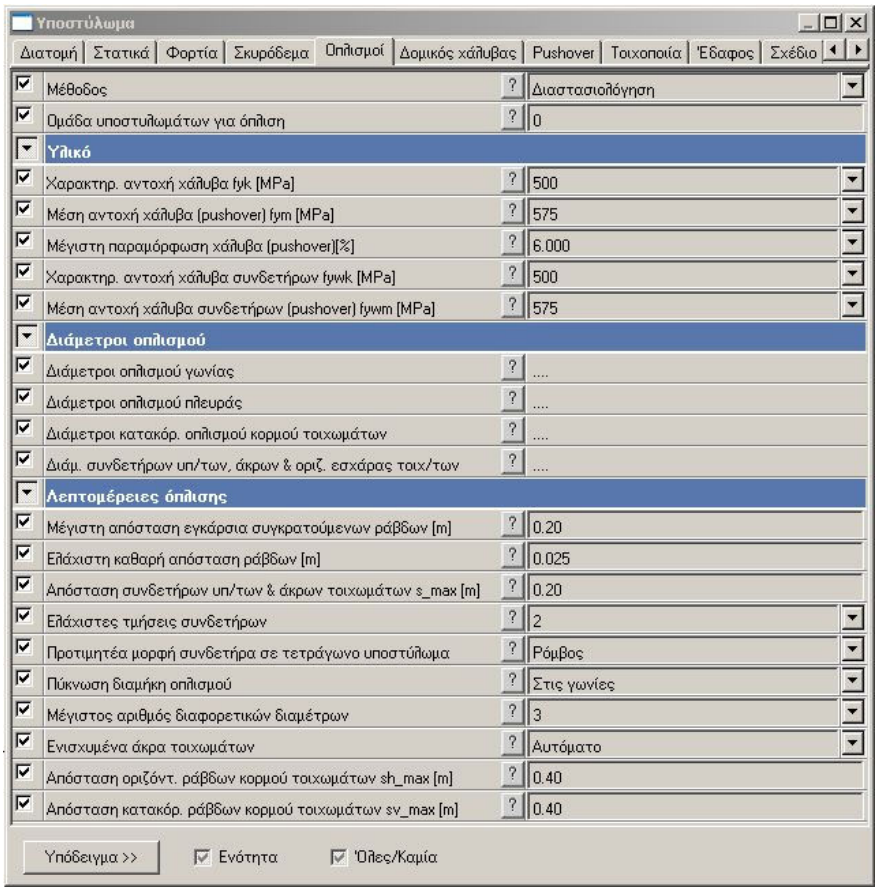
Αν lx, lz ≠ 0 ⇒ Χρησιμοποιείται η τιμή του χρήστη.

Ανάλυση τόξων

Αφορά την περίπτωση της τυχούσας διατομής με καμπύλα τμήματα (όπως αυτής στο Σχήμα 4.82) που εισάγεται με την εντολή «Δώσε πολυγωνική διατομή». Πρέπει να έχει τιμή μεγαλύτερη ή ίση του 0,20μ.

Βλ. και §4.4.2 «Εντολές του Υποστυλώματος».

4.4.1.5 Οπλισμοί



Εικόνα 4.42: *Οι παράμετροι της κάρτας «Οπλισμοί» του Υποστυλώματος.*

Σημείωση

Οι παράμετροι της καρτέλας «Οπλισμοί» του Υποστυλώματος που δεν αναλύονται στην παρούσα παράγραφο εξηγούνται αναλυτικά στην §4.1.1.6, η οποία αφορά τις παραμέτρους της καρτέλας «Οπλισμός» του Κτιρίου.

Μέθοδος

- **Διαστασιολόγηση**
- **Έλεγχος επάρκειας**

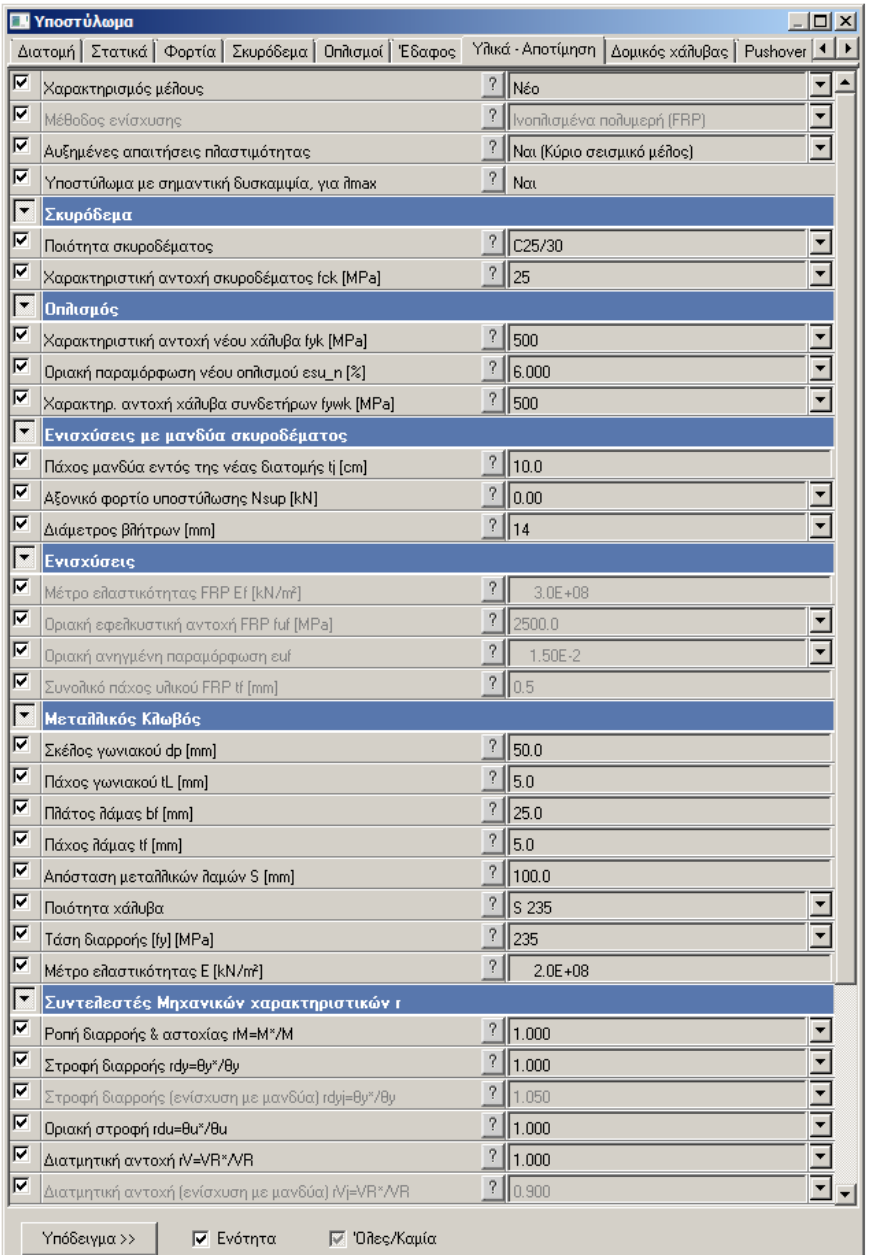
Με αυτή την παράμετρο καθορίζει ο χρήστης το αν το συγκεκριμένο υποστύλωμα θα οπλιστεί από το πρόγραμμα ή αν θα εξεταστεί για την επάρκειά του βάσει δεδομένου οπλισμού, ο οποίος δίδεται από τον μελετητή μέσω των εντολών της «Διατομής». Βλ. Κεφάλαιο 8 «Έλεγχος επάρκειας υποστυλωμάτων».

Ομάδα υποστυλωμάτων για όπλιση

Αφορά τοιχώματα με λόγο πλευρών $l_w/b_w \geq 4$

Δίδεται ο αύξων αριθμός της ομάδας για όπλιση, στην οποία ανήκει το μέλος. Για περισσότερα βλέπε §4.4.2 Εντολές του Υποστυλώματος «Ομάδα υποστυλωμάτων».

4.4.1.6 Υλικά – Αποτίμηση



Εικόνα 4.43: *Οι παράμετροι της κάρτας «Υλικά Αποτίμηση» του Υποστυλώματος.*

Υποστύλωμα με σημαντική δυσκαμψία για λmax

Ελέγχει αν θα συμπεριληφθεί το υποστύλωμα στην εύρεη του πλέον εύτρωτου μέλος του όροφου για ελαστική ανάλυση (q=1) για το σεισμό με πιθανότητα επαναφοράς 10%/50 έτη. Το υποστύλωμα με τον μέγιστο λόγος επάρκειας αυτής της ανάλυσης αναφοράς συμμετέχει στον υπολογισμό του άνω ορίου του τοπικού λόγου επάρκειας m, ο οποίος δίνεται από τη σχέση:

$$m_{\max} \le \frac{\lambda_{el,\max}}{\lambda_{el,i}} \cdot \mu_{\delta} \cdot k$$

όπου,

$\lambda_{el,max}$ είναι ο μέγιστος λόγος επάρκειας του πλέον εύτρωτου μέλους του κάθε ορόφου

$\lambda_{el,i}$ ο αντίστοιχος λόγος επάρκειας του εκάστωτε μέλους για την ελάστική ανάλυση αναφοράς

μ_{δ} είναι η πλαστιμότητα του δομήματος σε όρους μετακινήσεων

k=1.15 είναι ένας συντελεστής απόκλισης στον ΚΑΝ.ΕΠΕ 2013

Παρατηρήση

- Στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017 καταργήθηκε η υποχρέωση για τήρηση άνω ορίου στους τοπικούς συντελεστές πλαστιμότητας m. Για να επιτευχθεί αυτό, στην περίπτωση που η αποτίμηση γίνεται με τη μέθοδο των συντελεστών m, εισάγουμε την τιμή k = 10 στον συντελεστή απόκλισης (βλ. «Κτίριο > Αποτίμηση > Μέγιστη τιμή συντελεστών m.m,max<q*k,k=…»).

Βλ. καρτέλα «Κτίριο > 4.1.1.7Υλικά – Αποτίμηση.

Ενισχύσεις με μανδύα σκυροδέματος

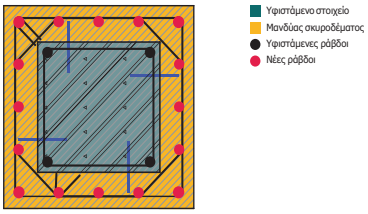
Πάχος μανδύα εντός της νέας διατομής tj [cm]

Ορίζεται το πάχος του μανδύα σκυροδέματος από το περίγραμμα της νέας διατομής και προς τα μέσα. Δηλαδή το πλάτος της νέας διατομής που έχει δοθεί ισούται με το πάχος της υφιστάμενης συν το πάχος του μανδύα t_j.

Αξονικό φορτίο υποστύλωσης Nsup [kN]

Είναι το αξονικό φορτίο που λόγω αφαίρεσης της υποστύλωσης αντιστοιχεί στο μανδύα. Χρησιμοποιείται στον υπολογισμό της θλιπτικής δύναμης του μανδύα (ΚΑΝ.ΕΠΕ §8.2.1.5(στ)), καθώς υπεισέρχεται στον υπολογισμό της αξονικής δύναμης N_v λόγω πρόσθετων αξονικών φορτίων.

Διάμετρος βλήτρων [mm]



Σχήμα 4.76: *Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενίσχυσης με μανδύα σκυροδέματος*

Μεταλλικός κλωβός

Δίνονται οι παράμετροι για την κατασκευή μεταλλικού κλωβού περιμετρικά υποστυλώματος σύμφωνα με το **Σχήμα 4.77**. Γενικά, τοποθετούνται κατακόρυφα μεταλλικά γωνιακά μήκους d_p και πάχους t_L στις 4 γωνίες του υποστυλώματος τα οποία συνδέονται μεταξύ στους με εγκάρσιες λάμες πλάτους b_f και πάχους t_f.

Σκέλος γωνιακού dp [mm]

Το πλάτος κάθε πλευράς του κατακόρυφου γωνιακού.

Πάχος γωνιακού tL [mm]

Το πάχος του κατακόρυφου γωνιακού.

Πλάτος λάμας bf [mm]

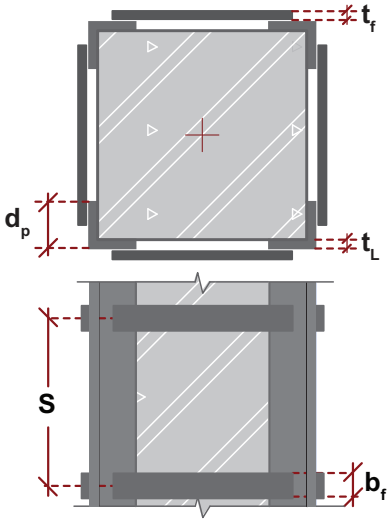
Το πλάτος των οριζόντιων λαμών.

Πάχος λάμας tf [mm]

Το πάχος των οριζόντιων λαμών.

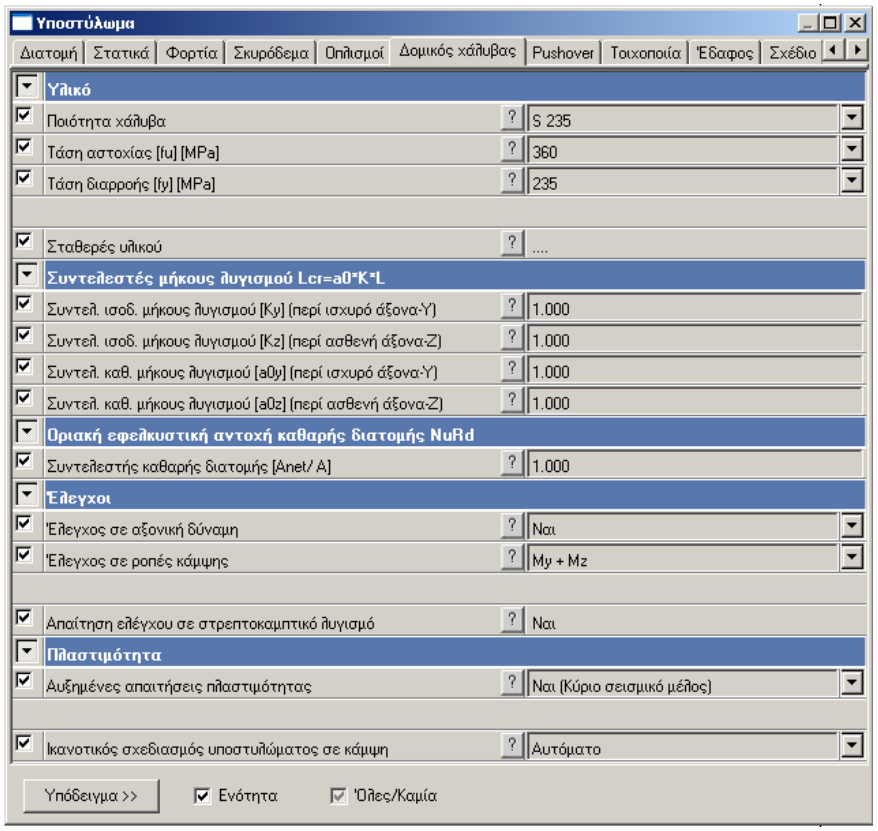
Απόσταση μεταλλικών λαμών S [mm]

Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των λαμών.



Σχήμα 4.77: *Γεωμετρικά χαρακτηριστικά μεταλλικού κλωβού*

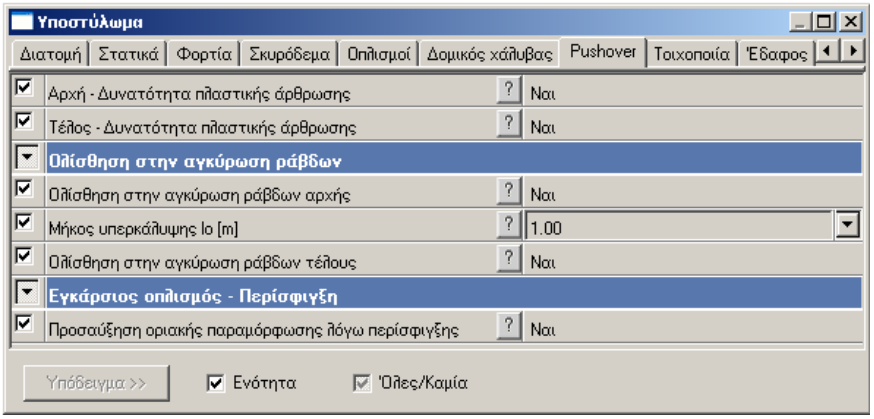
4.4.1.7 Δομικός χάλυβας



Εικόνα 4.44: *Οι παράμετροι της κάρτας «Δομικός χάλυβας» του Υποστυλώματος.*

Οι παράμετροι της καρτέλας αναλύονται στην καρτέλα «Δοκός > Δομικός χάλυβας» §4.6.1.8.

4.4.1.8 Pushover



Εικόνα 4.45: *Οι παράμετροι της κάρτας «Pushover» του Υποστυλώματος.*

Μήκος υπερκάλυψης lo

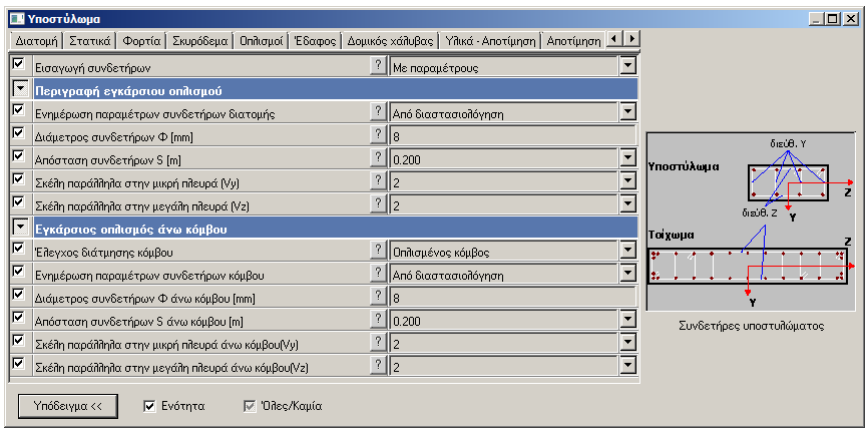
Δίδεται το μήκος υπερκάλυψης (μάτισης) ράβδων στη βάση του υποστυλώματος. Εάν η τιμή αυτή είναι μικρότερη από $l_{oy,min}=0,3\cdot d_{bl}\cdot f_y/\sqrt{f_c}$, όπου d_{bl} η διάμετρος των ράβδων, τότε αυτό λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό διαγραμμάτων ροπών καμπυλοτήτων και γωνίας – στροφής χορδής σύμφωνα με την EC8-3 §A.3.2.4(3), ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.1-2.

	f_{cm}/γ'_m [Mpa]		f_{ym}/γ'_m [Mpa]	$l_{oy,min}=0,3\cdot d_{bl}\cdot f_y/\sqrt{f_c}$ [cm]					
					Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Φ25
B160	≈14	**StI**	250	20**Φ**	28	32	36	40	50
		StIII	420	34**Φ**	48	55	61	68	85
B225	≈20	**StI**	250	17**Φ**	24	27	31	34	43
		StIII	420	28**Φ**	39	45	50	56	70
C16/20	≈24	**S500, B500C**	520	32**Φ**	45	51	58	64	80

Πίνακας 4.53: *Ελάχιστο μήκος υπερκάλυψης $l_{oy,min}$. Για μικρότερα μήκη απαιτείται απομείωση της τάσης χάλυβα που υπεισέρχεται στον υπολογισμο της καμπυλότητας **φ** και της γωνίας στροφής χορδής **θ**.*

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.15.6.1

4.4.1.9 Συνδετήρες



Εικόνα 4.46: *Οι παράμετροι της κάρτας «Συνδετήρες» του Υποστυλώματος.*

Αφορά την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας με ανελαστική ανάλυση (Pushover).

Εισαγωγή συνδετήρων

- **Γραφικά:** Μέσα από την οντότητα συνδετήρας διατομής.
- Με παραμέτρους: Βάσει των παρακάτω παραμέτρων.

Συνδετήρες διατομής

- **Από διαστασιολόγηση**: Μετά την όπλιση των υποστυλωμάτων ενημερώνονται οι τιμές των ακόλουθων παραμέτρων.
- Εισαγωγή: Όταν τα χαρακτηριστικά της εγκάρσιας όπλισης έχουν εισαχθεί από τον μελετητή και δεν είναι επιθυμητό να τροποποιηθούν μετά από μια ενδεχόμενη νέα όπλιση υποστυλωμάτων.

Διάμετρος συνδετήρων Φ [mm]

Εισάγεται η διάμετρος Φ των συνδετήρων.

Απόσταση (βήμα) συνδετήρων S [m]

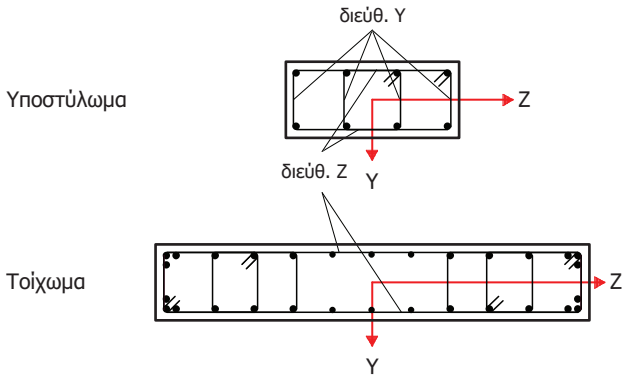
Εισάγεται η κατακόρυφη απόσταση S των συνδετήρων.

Σκέλη παράλληλα στην μικρή πλευρά Vy

Αριθμός τμήσεων συνδετήρα στην μικρή διεύθυνση του υποστυλώματος.

Σκέλη παράλληλα στην μεγάλη πλευρά Vz

Αριθμός τμήσεων συνδετήρα στην μεγάλη διεύθυνση του υποστυλώματος.



Σχήμα 4.78: *Οπλισμός διάτμησης στην περίπτωση υποστυλώματος και τοιχώματος.*

Παρατήρηση

Δίδονται τα χαρακτηριστικά των συνδετήρων στην περίπτωση υποστυλωμάτων ή αντίστοιχα των οριζόντιων ράβδων της εσχάρας στην περίπτωση τοιχωμάτων.

Τα εισακτέα δεδομένα αφορούν την διάμετρο Φ και το βήμα τοποθέτησης S μετρούμενο κατά μήκος του άξονα του μέλους, ενώ πρέπει να δοθεί ο αριθμός των σκελών των συνδετήρων που κείνται παράλληλα στην μεγάλη και την μικρή πλευρά, ή αλλιώς τον αριθμό των τμήσεων που θα ληφθούν υπόψη στην διαμόρφωση της αντοχής V_{Rz} και V_{Ry} αντίστοιχα.

Ο οπλισμός αυτός λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της αντοχής σε τέμνουσα, ενώ εφόσον έχει επιλεγεί «Κτίριο ή Υποστύλωμα > Αποτίμηση > γel για VR [ΚΑΝΕΠΕ ΠΑΡ. 7Γ, ή EC8 A3.3.1]

- **γel=1.0 (ΚΑΝΕΠΕ):** Στον ΚΑΝΕΠΕ (Παράρτημα 7Γ) δεν καθορίζεται συντελεστής ασφαλείας που να διαιρεί τη διατμητική αντοχή του δομικού μέλους.
- **γel=1.15 (EC8-3):** Στον EC8-3 (§A3.3.1) ορίζεται συντελεστής ασφαλείας της διατμητικής αντοχής γel=1.15 για τα κύρια μέλη, ενώ για τα δευτερεύοντα ισχύει γel=1.0.

Επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής», τότε ο νόμος συμπεριφοράς του πυρήνα του σκυροδέματος *σ-ε* υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τη περίσφιγξη που προκύπτει από τον εγκάρσιο οπλισμό.

Έλεγχος διάτμησης κόμβου

- **Όχι:** Δεν γίνεται έλεγχος κόμβου
- **Άοπλος κόμβος:** Γίνεται έλεγχος του κόμβου, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν ο οπλισμός του.
- **Οπλισμένος κόμβος:** Γίνεται έλεγχος του κόμβου με τον οπλισμό που έχει δοθεί ή υπολογιστεί από την διαστασιολόγηση.

Συνδετήρες κόμβου

- **Από διαστασιολόγηση**: Μετά την όπλιση των υποστυλωμάτων ενημερώνονται οι τιμές των ακόλουθων παραμέτρων.
- Εισαγωγή: Όταν τα χαρακτηριστικά της εγκάρσιας όπλισης έχουν εισαχθεί από τον μελετητή και δεν είναι επιθυμητό να τροποποιηθούν μετά από μια ενδεχόμενη νέα όπλιση υποστυλωμάτων.

Διάμετρος συνδετήρων Φ άνω κόμβου

Εισάγεται η διάμετρος Φ των συνδετήρων.

Απόσταση συνδετήρων S άνω κόμβου

Εισάγεται η κατακόρυφη απόσταση S των συνδετήρων.

Σκέλη παράλληλα στην μικρή πλευρά άνω κόμβου(Vy)

Αριθμός τμήσεων συνδετήρα στην μικρή διεύθυνση του υποστυλώματος.

Σκέλη παράλληλα στην μεγάλη πλευρά άνω κόμβου(Vz)

Αριθμός τμήσεων συνδετήρα στην μεγάλη διεύθυνση του υποστυλώματος.

4.4.1.10 Φέρουσα τοιχοποιία

Πρωτεύον τοίχος / Πρωτεύον υπέρθυρο

- **Όχι / Ναι**

Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας – υφιστάμενα μέλη

Σύμφωνα με ΚΑΔΕΤ §2.5.3 και EC8-1 §4.2.2.(1) ως πρωτεύοντα (ή κύρια) χαρακτηρίζονται τα στοιχεία που συμβάλλουν στη φέρουσα ικανότητα και ευστάθεια του κτιρίου υπό σεισμικά φορτία. Τα υπόλοιπα φέροντα στοιχεία μπορούν να χαρακτηρίζονται ως δευτερεύοντα. Όταν οι έλεγχοι γίνονται σε όρους παραμορφώσεων (π.χ. στην ανελαστική ανάλυση (Pushover) ή με την μέθοδο m), η διάκριση αφορά τις στάθμες Σημαντικών Βλαβών (SD) και Οιονεί κατάρρευσης (NC), καθώς εκεί διαφοροποιούνται τα όρια επιτελεστικότητας για κύρια και

δευτερεύοντα μέλη, βλ. **Πίνακας 4.54** και EC8-3 §§Γ.4.2, Γ.4.3, ΚΑΔΕΤ §§7.4.1, 9.3.1. Στην στάθμη περιορισμού βλαβών (DL) δεν υπάρχει καμία διαφορά και από την στιγμή που ο έλεγχος πραγματοποιείται μόνο για την στάθμη αυτή, δεν έχει νόημα η διάκριση.

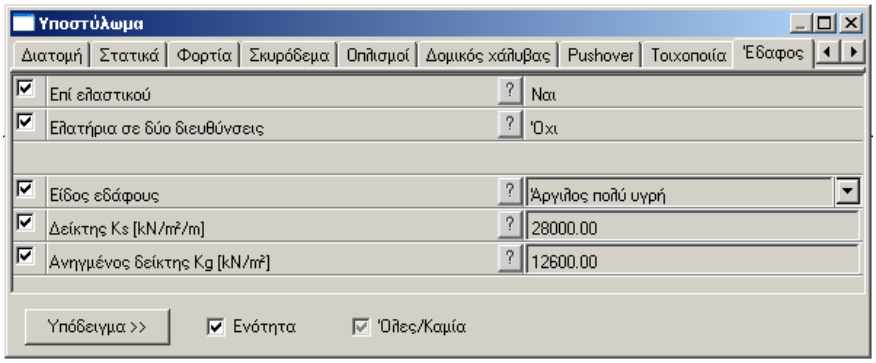
			Πρωτεύοντα	**Δευτερεύοντα**
Κάμψη (Vf)	SD	min{	$0.008 \cdot H_0/L/1.50$	$0.012 \cdot H_0/L/1.33$
			$0.01 \cdot (1-v_d)$	$0.01 \cdot (1-v_d)$
	NC	min{	$4/3 \cdot 0.008 \cdot H_0/L/1.50$	$4/3 \cdot 0.012 \cdot H_0/L/1.33$
			$4/3 \cdot 0.01 \cdot (1-v_d)$	$4/3 \cdot 0.01 \cdot (1-v_d)$
Διάτμηση (Vs, Vt)	SD		0.004/1.50	0.006/1.33
	NC		4/3·0.004/1.50	4/3·0.006/1.33

Πίνακας 4.54: *Όρια γωνίας στροφής-χορδής **θ** για πρωτεύοντες και δευτερεύοντες πεσσούς.*

Διαστασιολόγηση φέρουσας τοιχοποιίας – νέα μέλη

Στην αποτίμηση υπό σεισμικά φορτία νέων μελών, που είναι ορισμένα ως δευτερεύοντα, ο επιμέρους συντελεστής γ_m λαμβάνεται πάντα ίσος με την μονάδα, ενώ για τα πρωτεύοντα μέλη σύμφωνα με την παράμετρο «Κτίριο > Φέρουσα τοιχοποιία & Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Επιμέρους συντελεστής γm (σεισμικά)».

4.4.1.11 Έδαφος



Εικόνα 4.47: *Οι παράμετροι της κάρτας «Έδαφος» του Υποστυλώματος.*

Επί ελαστικού

- **Ναι:** Το μέλος είναι πάσσαλος θεμελίωσης (αιχμής).

- **Όχι:** το μέλος είναι υποστύλωμα ανωδομής.

Ελατήρια σε δύο διευθύνσεις (Ναι / Όχι)

Η παράμετρος ενεργοποιείται μόνο αν η προηγούμενη παράμετρος είναι «Ναι»:

- **Ναι:** η παράμετρος ανηγμένος δείκτης Kg είναι ενιαία και για τους δύο τοπικούς άξονες Y(2) και Z(3) του μέλους, δηλαδή Kg2 = Kg3 = Kg. Το μέλος, δηλαδή, διαθέτει εγκάρσια στοιχεία ακαμψίας και κατά τις δυο κύριες διευθύνσεις του (δύο κάθετες μεταξύ τους γενέτειρες, στην περίπτωση υποστυλώματος κυκλικής διατομής).
- **Όχι:** το μέλος έχει ελατήρια μόνο για κάμψη περί την ισχυρή του διεύθυνση Y(2), οπότε Kg2 = Kg και Kg3 = 0.

Ανηγμένος δείκτης Kg

$$Kg = Ks \cdot b$$

(b: Πλάτος έδρασης)

Ενεργοποιείται, όταν έχω «Επί ελαστικού: Ναι» και επαναϋπολογίζεται εκτελώντας την εντολή «Παραγωγές > Υπολογισμός αδρανειακών χαρακτηριστικών μελών κτιρίου».

Για την περιγραφή της διαδικασίας παραγωγής θεμελίωσης με πασσάλους βλ. «Παραγωγές» §5.1.2.4.

Παρατήρηση

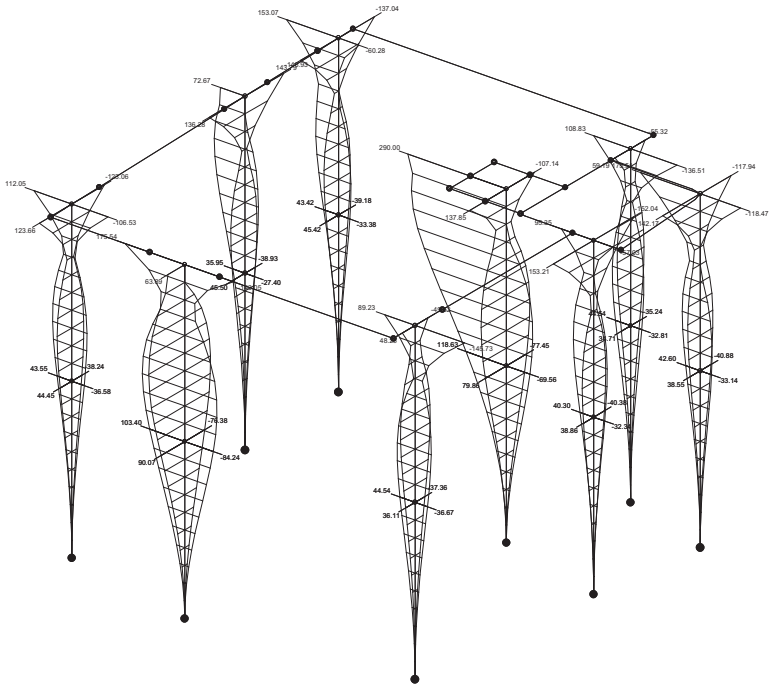
Για τα στοιχεία πασσάλων θα εκτυπωθούν μόνο τα εντατικά μεγέθη, ενώ δεν θα παραχθεί λεπτομέρεια όπλισης

Σημείωση

Για παράδειγμα κτιρίου με θεμελίωση με πασσάλους, δείτε:

`C:\Program Files\LH Software\Master\Παραδείγματα\Στατικά\Ειδικά θέματα\Πάσσαλοι.tek”`

Ο χρήστης επιπλέον έχει την δυνατότητα, μέσα από το 3DV, να δει αναλυτικά για κάθε μία φόρτιση ξεχωριστά, διαγράμματα φορτίσεων για τον οποιοδήποτε πάσσαλο. Βλ. Σχήμα 4.79.



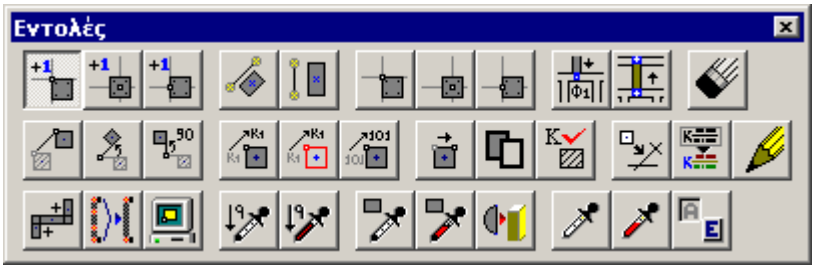
Σχήμα 4.79: *Διαγράμματα ροπών και των δύο κυρίων διευθύνσεων Y και Z των πασσάλων μιας οικοδομής για φόρτιση = Γενική περιβάλλουσα.*

Έλεγχοι φέρουσας ικανότητας

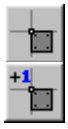
Για τον έλεγχο της φέρουσας ικανότητας του εδάφους, ο μελετητής θα πρέπει να συγκρίνει την θλιπτική ή εφελκυστική αξονική δύναμη NEd του υποστυλώματος – πασσάλου με την φέρουσα ικανότητα του πασσάλου, η οποία συνήθως δίδεται από γεωτεχνική μελέτη ως άθροισμα της αντίστασης αιχμής και της αντίστασης τριβής.

Την αξονική δύναμη NEd ο μελετητής μπορεί να την διαβάσει στα διαγράμματα του 3DV, καθώς και στα αποτελέσματα του τεύχους στα «Εντατικά μεγέθη»

4.4.2 Εντολές του Υποστυλώματος



Εικόνα 4.48: *Οι εντολές του υποστυλώματος*

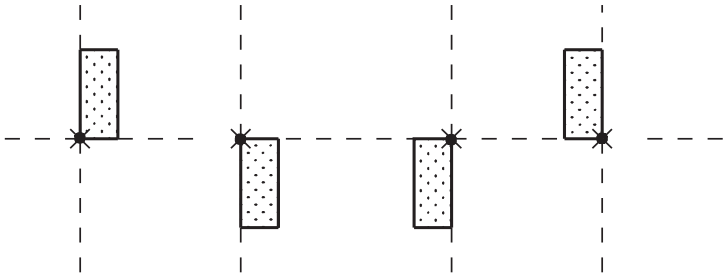


Προσθήκη

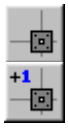
Προσθήκη με επόμενο όνομα

Η εισαγωγή γίνεται, όπως στο Σχήμα 4.80α. Αυτόματα δημιουργούνται οι κόμβοι αρχής και τέλους με τα ονόματα και τις συντεταγμένες τους.

Η εντολή «Προσθήκη με επόμενο όνομα» εισάγει υποστύλωμα με όνομα το αμέσως επόμενο του τελευταίου, ενώ η εντολή «Προσθήκη» ζητά από το μελετητή το όνομα του υποστυλώματος, πριν την εισαγωγή του. Το όνομα αυτό δεν πρέπει να έχει αποδοθεί σε άλλο υποστύλωμα του ίδιου ορόφου.



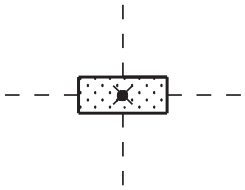
Σχήμα 4.80α: *Εισαγωγή υποστυλώματος διαγώνια ως προς σημείο έλξης.*



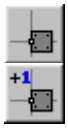
Προσθήκη κεντρικά

Προσθήκη κεντρικά με επόμενο όνομα

.

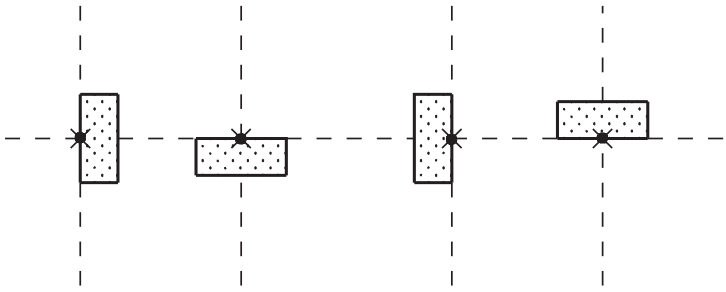


Σχήμα 4.80β: Εισαγωγή υποστυλώματος κεντροβαρικά σε σημείο έλξης.



Προσθήκη πλευρικά

Προσθήκη πλευρικά με επόμενο όνομα



Σχήμα 4.80γ: Εισαγωγή υποστυλώματος πλευρικά σημείου έλξης.



Προσθήκη φυτευτού

Φυτευτό υποστύλωμα νοείται ό,τι συνδέει λοιπούς κόμβους σε διαδοχικούς ορόφους.

Πρέπει, δηλαδή, ο κόμβος αρχής και ο κόμβος τέλους να έχουν περιγραφεί ήδη, ως λοιποί κόμβοι, με ίδιες συντεταγμένες x & z, σε διαδοχικούς ορόφους. Το φυτευτό υποστύλωμα ορίζεται στον υπερκείμενο όροφο, κατευθύνεται δηλαδή από πάνω προς τα κάτω.

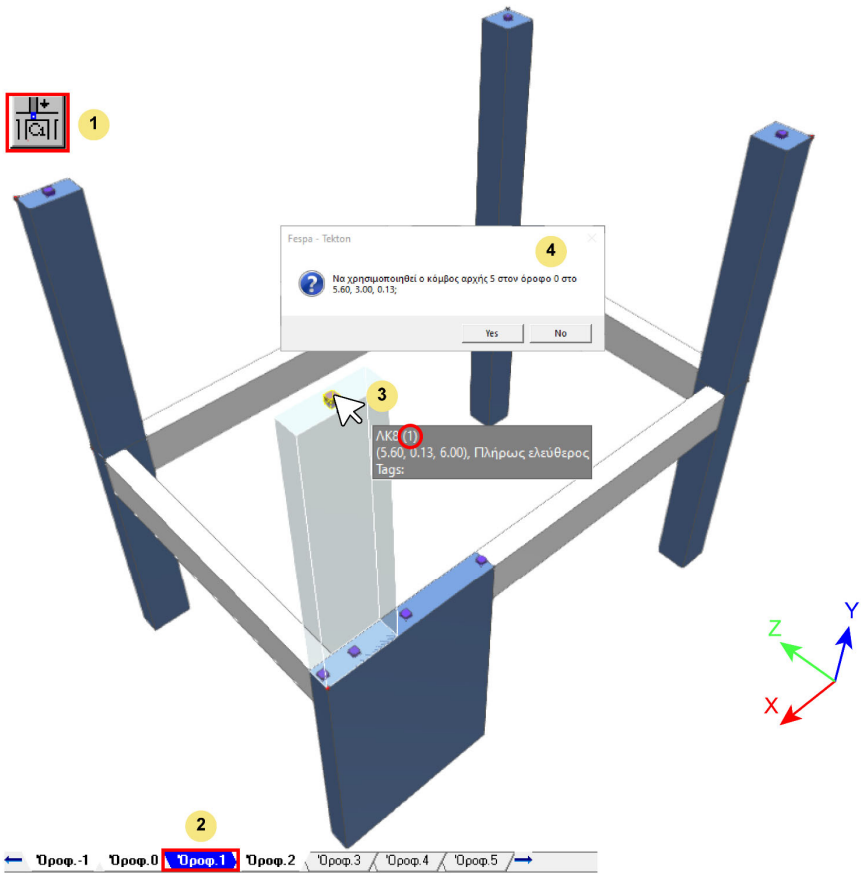
3D Επεξεργασία

Στην «3D επεξεργασία» η εντολή έχει αντίστοιχη λειτουργία με αυτή στο περιβάλλον κάτοψης. Για την εισαγωγή φυτευτού υποστυλώματος από έναν όροφο στον υποκείμενό του πρέπει κατά την εκτέλεση της εντολής ο όροφος που περιλαμβάνει τον κόμβο τέλους του υποστυλώματος να είναι ο «Ενεργός όροφος».

Παράδειγμα απομείωσης καθ'ύψος της διατομής ενός τοιχώματος σε υποστύλωμα με «Προσθήκη φυτευτού»

Η προσθήκη του υποστυλώματος Κ4(1) 80/25 πάνω από το τοίχωμα Κ4(0) 200/25 γίνεται με την εντολή «Προσθήκη φυτευτού» αφού πρώτα έχουν προστεθεί οι λοιποί κόμβοι αρχής και τέλους του προς προσθήκη υποστυλώματος στους ορόφους 0 και 1 αντίστοιχα.

- Επιλογή της εντολής «Προσθήκη φυτευτού» (Βήμα 1 - **Εικόνα 4.49**).
- Επιλογή του ορόφου 1 στον οποίο ανήκει ο κόμβος τέλους του προς προσθήκη φυτευτού. Ο όροφος 1 είναι πλέον ο «Ενεργός» όροφος, η καρτέλα ορόφου έχει αποκτήσει μπλε χρώμα. **Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κόμβο τέλους μόνο από τον ενεργό όροφο**. Επιλογή του ΛΚ8(1) (Βήμα 2 & 3 - **Εικόνα 4.49**).
- Εμφανίζεται μήνυμα «Να χρησιμοποιηθεί ο κόμβος αρχής 5 στον όροφο 0 στο 5.60, 3.00, 0.13. Επιλέγω «Ναι» και το φυτευτό υποστύλωμα έχει προστεθεί (Βήμα 4 - **Εικόνα 4.49**).



Εικόνα 4.49: «**Προσθήκη φυτευτού**» στο περιβάλλον **3D επεξεργασίας** για την απομείωση καθ'ύψος της διατομής ενός τοιχώματος σε υποστύλωμα

Σημείωση

Με τη δυνατότητα «**Πληροφορίες οντοτήτων**», στην εργαλειογραμμή της 3D επεξεργασίας μπορείτε να διαπιστώσετε σε ποιον κόμβο ανήκει ο ΛΚ ο οποίος θα αποτελεί τον κόμβο τέλους του προς προσθήκη φυτευτού υποστυλώματος.

Κλικ σε «Πληροφορίες οντοτήτων», mouse over στον ΛΚ και εμφανίζεται **πλαίσιο πληροφοριών** για τον εκάστοτε ΛΚ.



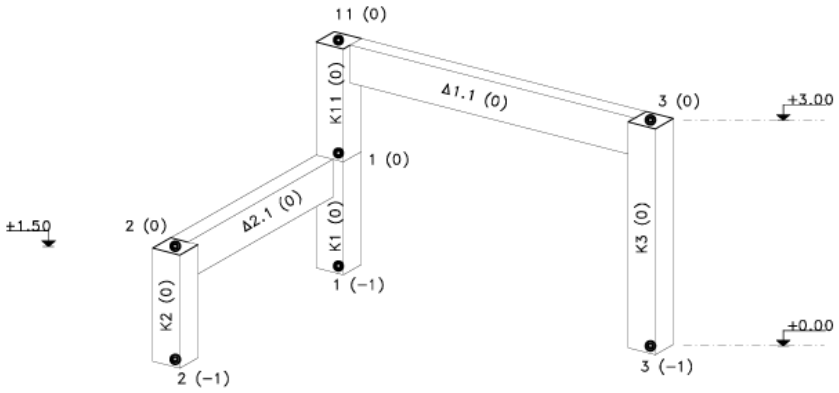
Ανέγερση κεντροβαρικά

Είναι παρόμοια εντολή με την προηγούμενη, με τη διαφορά πως εδώ το υποστύλωμα έχει ως κόμβο αρχής τον κόμβο του επιλεγμένου ορόφου, του ορόφου δηλαδή του οποίου τα στοιχεία είναι ορατά στην **κάτοψη** και κόμβο τέλους αυτόν της αμέσως ανώτερης στάθμης.

Στο περιβάλλον **3D επεξεργασίας** το προς προσθήκη υποστύλωμα έχει κόμβο αρχής κόμβο που ανήκει στον «**Ενεργό όροφο**» και κόμβο τέλους αυτόν της αμέσως ανώτερης στάθμης. Ένα όροφος γίνεται ενεργός με κλικ στην καρτέλα του, η οποία αποκτά μπλε χρώμα με λευκά γράμματα.

Παράδειγμα: Εισαγωγή μεσοδοκού & ανέγερση κεντροβαρικά στο περιβάλλον κάτοψης

Η προσθήκη μεσοδοκού (π.χ. για την προσομοίωση στήριξης σκάλας) εξυπηρετεί σε περιπτώσεις που δεν είναι επιθυμητό να προβλεφθεί ξεχωριστός όροφος, στον οποίο θα υπήρχε μόνο η δοκός αυτή και ένα ή δυο υποστυλώματα.

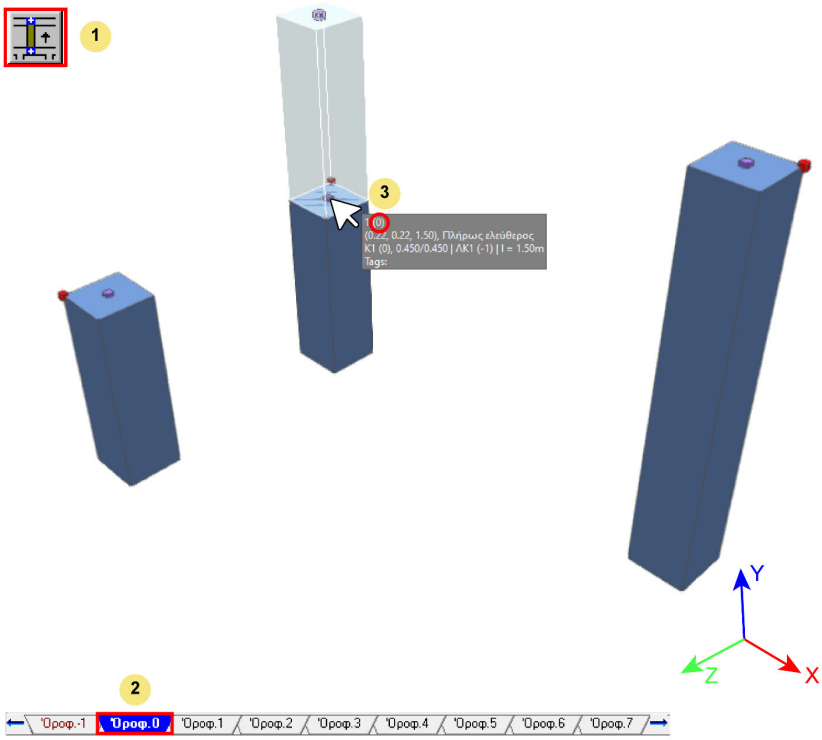


Εικόνα 4.50: *Εισαγωγή μεσοδοκού με «Ανέγερση Κεντροβαρικά» (**δεν προτείνεται** ιδιαίτερα για υποστυλώματα από σκυρόδεμα)*

Περιγραφή διαδικασίας:

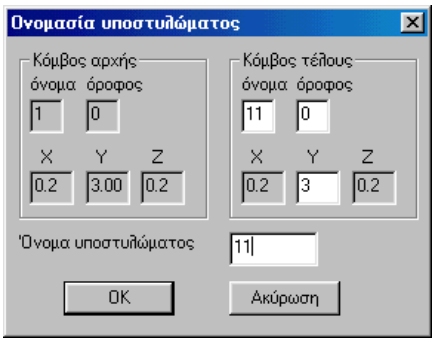
- **Εισαγωγή** των υποστυλωμάτων K1, K2, K3 στον όροφο 0.
- Τροποποίηση του **υψομέτρου** του άνω κόμβου των K1(0) και K2(0) από 3.00 σε 1.50.
- «**Ανέγερση κεντροβαρικά**»
  - **Κάτοψη:** Επιλογή της εντολής «**Ανέγερση κεντροβαρικά**» για εισαγωγή νέου υποστυλώματος, πάνω στο K1(0), με κόμβο αρχής τον 1(0).

- **3D επεξεργασία**: Επιλογή της εντολής «**Ανέγερση κεντροβαρικά**» (Βήμα 1 - **Εικόνα 4.51**) και κλικ στον «Όροφο 0» (Βήμα 2 - **Εικόνα 4.51**) ώστε να γίνει ο «Ενεργός όροφος». Επιλογή του κόμβου 1(0) για εισαγωγή νέου υποστυλώματος, πάνω στο Κ1(0), με κόμβο αρχής τον 1(0).



Εικόνα 4.51: «**Ανέγερση κεντροβαρικά**» υποστυλώματος στο περιβάλλον «3D απεικόνισης / επεξεργασίας».

- Στο **παράθυρο διαλόγου** που ανοίγει (βλέπε **Εικόνα 4.53**), δίνονται οι τιμές που φαίνονται σημειωμένες: το όνομα του υποστυλώματος από 1 σε 11, ο άνω κόμβος (κόμβος τέλους) από 1 σε 11 και ο όροφος από 1 σε 0 προκειμένου το νέο υποστύλωμα να ανήκει στον τρέχοντα όροφο. Τέλος, δίνεται η τιμή 3.00 στο υψόμετρο (συντεταγμένη Y) του άνω κόμβου.



Εικόνα 4.52: *Παράθυρο διαλόγου εισαγωγής υποστυλώματος με «Ανέγερση Κεντροβαρικά»*

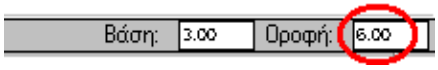
- Με [Enter] τοποθετείται το νέο υποστύλωμα.
- Εισαγωγή δοκών Δ1.1 (0) & Δ2.1(0)
  - **Κάτοψη:** Ενεργοποίηση εντολής «**Διάλογος πολλαπλών επιλογών**» της εργαλειογραμμής «Σχεδιαστικά». Βλ. και εντολή «Στείλε πίσω».

    Εντολή π.χ. «Έξυπνη εισαγωγή δοκού πλευρικά» για την εισαγωγή της δοκού Δ1.1 (0). Κόμβος αρχής της είναι ο 11(0) και όχι ο 1(0). Βλ. §4.6.2 «Εντολές της Δοκού».

    Εντολή «**Έξυπνη εισαγωγή**» για την εισαγωγή της δοκού Δ2.1(0). Θα επιλεγεί ως κόμβος τέλους της δοκού ο 1(0) και όχι ο 11(0).
  - **3D επεξεργασία:** Επιλογή της «Έξυπνης εισαγωγής δοκού πλευρικά», επιλογή σημείου του Κ11(0) ως σημείο αρχής της δοκού και σημείου του Κ3(0) ως σημείου τέλους της δοκού. Αντίστοιχα και για την εισαγωγή της Δ2.1(0).
- Για την σωστή παραγωγή των ανωτέρων ορόφων, θα πρέπει ως «Υψομετρική διαφορά ορόφων» να δοθεί τιμή ίση με το ύψος του ορόφου βάσης (0), δηλαδή 3.00m.

Σημείωση

- Η παραγωγή ορόφων, όταν υπάρχουν ενδιάμεσοι κόμβοι σε υποστυλώματα και μεσοδοκοί υποστηρίζεται από το πρόγραμμα χωρίς να απαιτείται κάποια ιδιαίτερη μέριμνα από τον μελετητή. Βλ. §5.1.1.1.
- Σε περιπτώσεις μεσοδοκών, «Αλλαγή υψομέτρου στάθμης» δεν θα πρέπει να γίνει μέσω της σχετικής εντολής των Παραγωγών διότι με αυτόν τον τρόπο θα εξισωθούν οι συντεταγμένες Y όλων των κόμβων του ορόφου συμπεριλαμβανομένων των ενδιάμεσων κόμβων. Η τροποποίηση του ύψους των ορόφων, θα πρέπει να γίνει από την παράμετρο «Όροφος» - «**Υψόμετρο οροφής**» ή με αλλαγή τιμής του υψομέτρου οροφής (βλ. Εικόνα 4.53).



Εικόνα 4.53: *Παράθυρο διαλόγου τροποποίησης υψομέτρου στάθμης. Με τον τρόπο αυτό παραμένουν αμετάβλητες οι υψομετρικές διαφορές μεταξύ των κόμβων του ίδιου ορόφου, ενώ σε περίπτωση ύπαρξης μεσοδοκού με ενδιάμεσους κόμβους και τα υψόμετρά τους δεν θα αλλάξουν.*

Παρατήρηση

Παρόλα αυτά, γενικά, είναι **προτιμότερο να δοθεί διακριτός όροφος** διότι:

- Το μοντέλο ελέγχεται ευκολότερα από τον μελετητή σε επίπεδο κάτοψης.
- Διευκολύνεται η «Ομοιομόρφιση ράβδων υποστυλωμάτων σε υποκείμενο όροφο», λειτουργία που είναι δυνατή μόνο όταν τα υποστυλώματα έχουν το ίδιο όνομα. Βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» - «Οπλισμός».

Βλ. Θέματα προσομοίωσης «Ανισοσταθμία μεταξύ πλακών (Split-level, πατάρι)» §14.3.1.



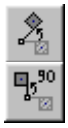
Διαγραφή

Η διαγραφή του υποστυλώματος δε διαγράφει τους δύο κόμβους των άκρων του (βάσης - κορυφής), αλλά τους μετατρέπει σε «λοιπούς κόμβους» (όταν αυτοί είναι συνδεδεμένοι με άλλα μέλη).



Αλλαγή σταθερής κορυφής

Η κορυφή του υποστυλώματος που μένει ακίνητη, όταν αυτό αλλάζει διαστάσεις, επισημαίνεται με έναν μικρό κύκλο. Για να αλλάξει η σταθερή κορυφή, δείξτε διαδοχικά το υποστύλωμα και την κορυφή που θέλετε να γίνει σταθερή.



Στροφή

Στροφή κατά 90 μοίρες

Στροφή υποστυλώματος γύρω από σημείο. Η φορά της στροφής είναι αντι-ωρολογιακή.



Καθορισμός γωνίας (τοποθέτησης)

Με αυτή την εντολή ορίζεται γραφικά η τιμή της παραμέτρου «Γωνία τοποθέτησης».



Μηδενισμός γωνίας

Αναιρεί την προηγούμενη εντολή, επαναφέροντας τη γωνία στροφής υποστυλωμάτων στο μηδέν.



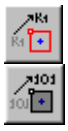
Κίνηση

Βλέπε §2.3.



Μετακίνηση ονόματος

Βλέπε §2.3.



Μετακίνηση ονόματος ίχνους

Μετακίνηση ονόματος κόμβου τέλους

Μετακινούνται τα ονόματα των υποστυλωμάτων ή των κόμβων τους ή το όνομα ίχνους π.χ. των φυτευτών (χρήσιμο για την τακτοποίηση του ξυλοτύπου στη θεμελίωση).



Στείλε πίσω

Υπάρχουν περιπτώσεις που για την περιγραφή του στατικού συστήματος απαιτείται η τοποθέτηση ενδιάμεσου κόμβου σε υποστύλωμα ενός ορόφου (π.χ. για την εισαγωγή μεσοδοκού). Αυτή η δυνατότητα παρέχεται από το Fespa, χωρίς να χρειάζεται να σπάσει ο όροφος σε δύο. Πιο συγκεκριμένα, μπορούν να περιγραφούν υποστυλώματα με κόμβους αρχής και τέλους που να ανήκουν στον ίδιο όροφο.

Στην περίπτωση ύπαρξης δύο υποστυλωμάτων στην ίδια θέση της κάτοψης εντολές, όπως π.χ. η «Διαγραφή», η «Κίνηση ονόματος» και η «Πάρε παραμέτρους», ανιχνεύουν πάντα το πλέον πρόσφατο υποστύλωμα που εισήγαγε ο χρήστης, κάνοντας αδύνατη την επιλογή του μέλους που βρίσκεται *πίσω* από αυτό.

Η εντολή «**Στείλε πίσω**» λύνει αυτό το πρόβλημα, στέλνοντας το πιο πρόσφατο μέλος *πίσω* από το προηγούμενό του φέρνοντας ταυτόχρονα *μπροστά* το άλλο μέλος.

Σημείωση

Οι όροι «μπροστά» και «πίσω» δεν αφορούν τη γεωμετρία του φορέα, αλλά μόνο τον καθορισμό του ποιο μέλος βρίσκεται στο προσκήνιο για τις επόμενες εντολές (π.χ. την «Πάρε / Δώσε παραμέτρους»). Επίσης, η εντολή της «Έξυπνης εισαγωγής δοκού» αντιλαμβάνεται τον άνω κόμβο του μπροστά υποστυλώματος (όποιο και να είναι αυτό) κάνοντας δυνατή την εισαγωγή μεσοδοκών.

Παρατήρηση

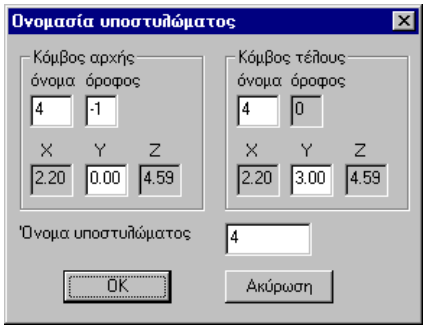
Η εντολή «Στείλε πίσω» υπάρχει επίσης στην εργαλειογραμμή της **δοκού** και του **λοιπού κόμβου** με την αντίστοιχη λειτουργικότητα.



Αλλαγή ονομάτων

Μπορείτε να αλλάξετε το όνομα του υποστυλώματος, το όνομα του κόμβου-κορυφής του, αλλά και το υψόμετρό του (συντεταγμένη Y).

Στο **παράθυρο** που ανοίγει, εισάγεται η επιθυμητή συντεταγμένη Y του άνω ή του κάτω κόμβου. Στο παράθυρο που ανοίγει, υπάρχουν και άλλες χρήσιμες πληροφορίες για το υποστύλωμα: Οι κόμβοι βάσης και κορυφής, οι όροφοι στους οποίους ανήκουν και οι συντεταγμένες τους (X, Y, Z).



Εικόνα 4.54: *Αλλαγή υψομέτρου Λοιπού Κόμβου ή Υποστυλώματος.*

Σημείωση

Αλλαγή υψομέτρου μπορεί να γίνει και με την παράμετρο «Υποστύλωμα -> Στατικά-> Παραλαβή φορτίων ανέμου

Ορίζεται ποιες δοκοί στην στέγη θα παραλάβουν τα φορτία ανέμου που παράγονται με την αυτόματη διαδικασία. Βλ. Κτίριο > Αυτόματη παραγωγή φορτίων ανέμου».

- **Ναι** : Για τις δοκούς της στέγης, αλλά και οποιουδήποτε στεγάστρου της κατασκευής, οι οποίες φέρουν την επικάλυψη και είναι εκτεθιμένες σε ανεμοπίεση π.χ. τεγίδες (είτε θερμής, είτε ψυχρής έλασης), ράβδους δικτυώματος κλπ.
- **Όχι**: Δοκοί, οι οποίες φέρουν τις τεγίδες π.χ. ζυγώματα πλαισίων και γενικά δοκοί σε ενδιάμεσες στάθμες της κατασκευής, που δεν ανήκουν στο εξωτερικό κέλυφος της κατασκευής.

Ανήκει σε υποφορέα (στέγη)

- **Όχι:** Δεν μεταφέρει τη μάζα του στον υποκείμενο κύριο φορέα (βλέπε Κτίριο > Αντισεισμικός > Μεταφορά μαζών από υποφορείς στον κύριο φορέα).
- Ναι: Δίνεται η εισαγωγή του υποστυλώματος σε υποφορέα (στέγη, πέργκολα κτλ) όταν το υποστύλωμα ανήκει στο υποφορέα (πχ ορθοστάτης δικτώματος).

Αναλυτικά αποτελέσματα

- **Ναι:** Εμφανίζεται στο Τεύχος η καρτέλα «Αναλυτικά αποτελέσματα υποστυλωμάτων», η οποία περιλαμβάνει διαγράμματα μέλους, επάρκειας διατομής κτλ.
- Όχι

Εκτύπωση αποτελεσμάτων χρονοϊστορίας

Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση.

Υψόμετρο άνω κόμβου

Ανήκει σε υποφορέα (στέγη)

- Όχι: Δεν μεταφέρει τη μάζα του στον υποκείμενο κύριο φορέα (βλέπε Κτίριο > Αντισεισμικός > Μεταφορά μαζών από υποφορείς στον κύριο φορέα).

► Ναι: Δίνεται η εισαγωγή του υποστυλώματος σε υποφορέα (στέγη, πέργκολα κτλ) όταν το υποστύλωμα ανήκει στο υποφορέα (πχ ορθοστάτης δικτώματος).

Αναλυτικά αποτελέσματα

► Ναι: Εμφανίζεται στο Τεύχος η καρτέλα «Αναλυτικά αποτελέσματα υποστυλωμάτων», η οποία περιλαμβάνει διαγράμματα μέλους, επάρκειας διατομής κτλ.

► Όχι

► Εκτύπωση αποτελεσμάτων χρονοϊστορίας

► Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση.



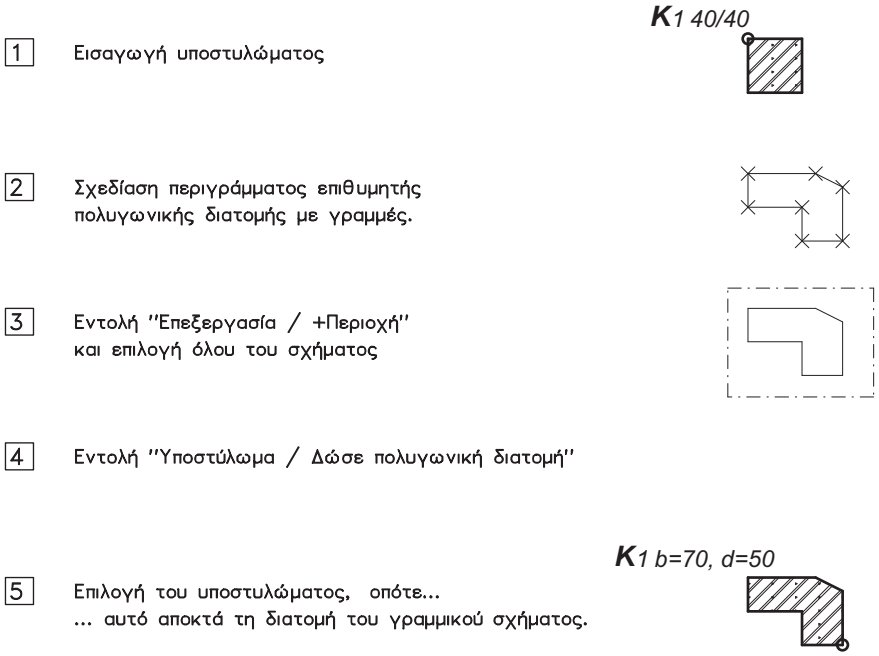
Δώσε πολυγωνική διατομή

Εκτός από τις διατομές τυπικής γεωμετρίας που φαίνονται στην Εικόνα 4.32 στο πρόγραμμα παρέχεται η δυνατότητα σχεδίασης και υπολογισμού οποιασδήποτε πολυγωνικής διατομής.

Περιγραφή διαδικασίας:

- Αρχικά εισάγετε στην κάτοψη ένα π.χ. ορθογωνικό υποστύλωμα με την διαδικασία εισαγωγής υποστυλωμάτων π.χ. με τις εντολή «Προσθήκη».
- Από την εργαλειοθήκη της γραμμής σχεδιάζετε ένα κλειστό πολύγωνο που μπορεί να αποτελείται από γραμμές και τόξα και το οποίο θα είναι το περίγραμμα της διατομής. Αυτό μπορεί να γίνει σε οποιαδήποτε θέση της κάτοψης.
- Επιλέγετε το πολύγωνο που σχεδιάσατε με την εντολή «+Περιοχή» ή «+Στοιχείο» της «Επεξεργασίας».
- Από τις εντολές του υποστυλώματος, επιλέξτε την «Δώσε πολυγωνική διατομή»
- δείξτε το υποστύλωμα, του οποίου θέλετε να αλλάξετε την διατομή (αυτό που εισήχθη στο βήμα 1). Το υποστύλωμα αυτό έχει πια ως διατομή το πολύγωνο που σχεδιάσατε στο βήμα 2.
- Διαγράψτε το πολύγωνο του βήματος 2, εφόσον δε χρειάζεται πλέον.

Εφόσον η διαδικασία αυτή έπεται της παραγωγής ορόφων, τότε για την απόδοση της ίδιας πολυγωνικής διατομής και σε άλλον όροφο απαιτείται πρώτα η αντιγραφή του κλειστού πολυγώνου (βήμα 2) στον όροφο αυτό. Βλ. και §8.8 «Η τυχούσα διατομή υποστυλώματος – θεωρητικό μέρος».



Σχήμα 4.81: *Βήματα για την περιγραφή υποστυλώματος τυχούσας διατομής.*

Σημείωση

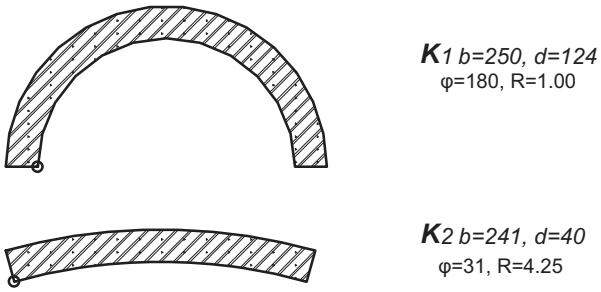
Δε συνιστάται η περιγραφή διατομής, της οποίας περισσότερες από μία υποδιατομές είναι τοιχώματα (έχουν λόγο πλευρών $l_w/b_w \geq 4$). Κατακόρυφα μέλη με τέτοιες διατομές επιφέρουν σφάλματα στην ανάλυση του φορέα. Τέτοιες διατομές θα πρέπει να περιγράφονται ως ανεξάρτητες (συνήθως ορθογωνικές) διατομές που επικαλύπτονται. Βλ. εντολή «Ομάδα υποστυλωμάτων».

Ειδική περίπτωση τυχούσας διατομής: τμήμα κυκλικού τόξου

Όταν χρειάζεται να περιγραφούν υποστυλώματα διατομής μορφής τόξου (σαν αυτά που απεικονίζονται στο Σχήμα 4.82), θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι:

- Οι ροπές αδράνειας υπολογίζονται ακριβώς.
- Ο οπλισμός κάμψης είναι ακριβής.
- Για τον υπολογισμό οπλισμού διάτμησης, το πρόγραμμα αναλύει τις τοξοειδείς διατομές σε ορθογωνικές υποδιατομές, βάσει της παραμέτρου «Ανάλυση τόξων» (η οποία δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 0,20 με 0,25μ).
- Σε περίπτωση τοιχωμάτων, τα ενισχυμένα άκρα θα πρέπει να διαμορφωθούν από τον μελετητή.

Για την παρουσίαση, θα πρέπει ο μελετητής να συμπληρώσει κατάλληλα τα σχέδια χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα εργαλεία των λεπτομερειών υποστυλωμάτων (διατομή, ράβδος διατομής, συνδετήρας διατομής, δείκτης διαμέτρου ράβδου). Επίσης, αφού γίνουν οι αλλαγές, υπάρχει η δυνατότητα να αλλάξει η παράμετρος «Μέθοδος οπλισμού» του υποστυλώματος από «Διαστασιολόγηση» σε «Έλεγχος επάρκειας» (βλ. και «Παράμετροι του υποστυλώματος»), προκειμένου το πρόγραμμα να ελέγξει την επάρκεια της τελικής διατομής.



Σχήμα 4.82: *Διατομές μορφής τόξου.*



Ομάδα υποστυλωμάτων

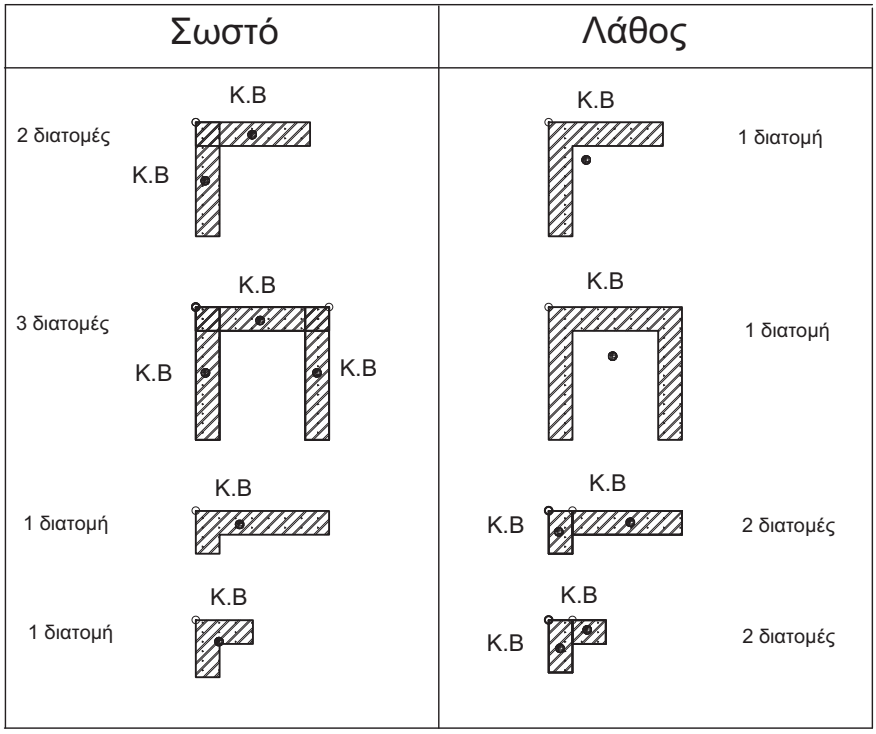
- **0**: Υποστυλώματα με ομάδα 0 δεν ανήκουν σε καμία ομάδα και οπλίζονται ανεξάρτητα.
- **> 0** Καθορίζονται τα υποστυλώματα που θα αποτελέσουν μία ενιαία διατομή. Η εντολή αυτή αφορά τη σχεδίαση των λεπτομερειών υποστυλωμάτων.

Σε σύνθετα τοιχώματα μορφής Γ, Τ, Π ή πυρήνες ανελκυστήρα, τα οποία αποτελούνται από περισσότερα του ενός τμήματα με λόγο πλευρών $l_w/b_w \geq 4$, πρέπει στο κάθε τμήμα να αποδίδεται από τον μελετητή ανεξάρτητη διατομή, εξασφαλίζοντας σε κάθε περίπτωση την επικάλυψη των διατομών. Αυτό γίνεται για να επιτυγχάνεται η αναγκαία ορθότητα του στατικού μοντέλου, ώστε τόσο τα εντατικά μεγέθη, όσο και οι μετακινήσεις, να έχουν την αναγκαία ακρίβεια (Σχήμα 4.83).

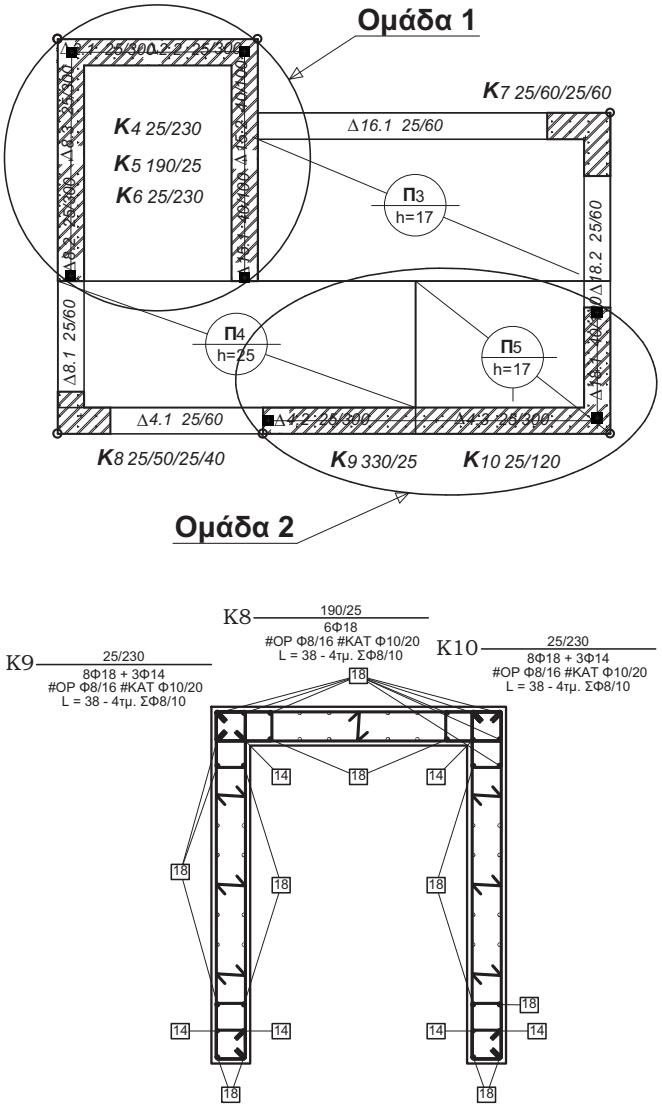
Προκειμένου για το σύνθετο αυτό μέλος να παραχθεί ενιαία λεπτομέρεια όπλισης θα πρέπει σε όλα τα τοιχώματα που το συνιστούν να αποδοθεί η **ίδια ομάδα για όπλιση** είτε μέσω της παρούσας εντολής είτε μέσω της παραμέτρου «Υποστύλωμα > Οπλισμοί > Ομάδα υποστυλωμάτων για όπλιση». Ενώ, εποπτικός έλεγχος και μαζικές αλλαγές μπορούν να γίνουν μέσω του **Πίνακα 205.1: Στατικά-γενικά υποστυλωμάτων**.

Παρατήρηση

Κατακόρυφα μέλη με πέλματα στα οποία ο λόγος πλευρών είναι μικρότερος του τέσσερα θα πρέπει να ορίζονται ως ενιαίες διατομές τοιχώματος τύπου π.χ. Γ, Τ κλπ. (Σχήμα 4.83).



Σχήμα 4.83: *Σωστοί και λανθασμένοι τρόποι περιγραφής σύνθετων διατομών.*



Σχήμα 4.84: *Παράδειγμα περιγραφής σύνθετων διατομών.*

Βήματα για την ομαδοποίηση:

- Εντολή «Ομάδα υποστυλωμάτων»

- Επιλογή του ονόματος ομάδας που θα δοθεί στα υποστυλώματα. Κάθε σύνθετη διατομή της κάτοψης θα έχει και ξεχωριστό αριθμό ομάδας. Π.χ. οι Κ4, Κ5, Κ6 αποτελούν την ομάδα 1 ενώ οι Κ9, Κ10 την ομάδα 2.
- Επιλογή (με ένα κλικ) όλων των επιμέρους υποστυλωμάτων που απαρτίζουν την κάθε ομάδα.

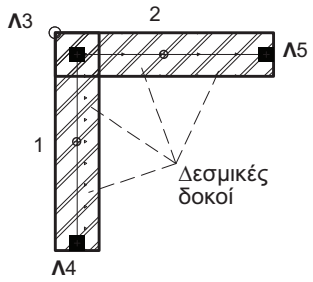
Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την επιλογή οποιασδήποτε άλλης εντολής.

Παρατηρήσεις

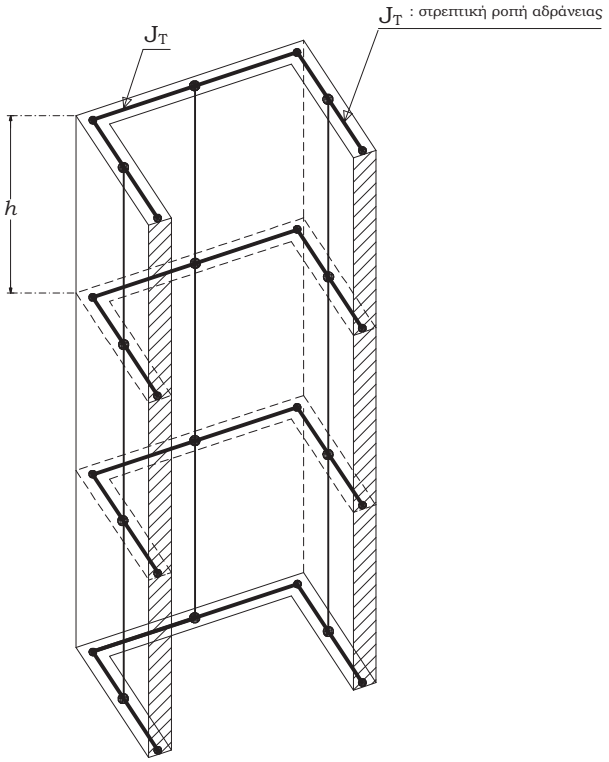
- Η παράμετρος της ομάδας καθορίζεται ανά όροφο. Δεν είναι υποχρεωτικό να ακολουθείται η ίδια ονοματολογία από όροφο σε όροφο.
- Μετά την επίλυση και τον οπλισμό των υποστυλωμάτων, τα υποστυλώματα της κάθε ομάδας έχουν κοινό **περίγραμμα** (όταν είναι ενεργή η «Ποιότητα»).
- Σε περίπτωση που τα υποστυλώματα δεν είναι δυνατό να ενοποιηθούν σε μία κοινή διατομή, εμφανίζεται κατά την επίλυση το μήνυμα «Αδύνατη η σύνδεση στύλων ομάδας» και δεν παράγεται λεπτομέρεια όπλισης.
- Η επίλυση και ο οπλισμός υποστυλωμάτων πρέπει να γίνεται μετά τον καθορισμό ομάδων υποστυλωμάτων.
- Δεν πρέπει να γίνεται σύγχυση μεταξύ την «Ομάδας υποστυλωμάτων» με την «Ομάδα δ» των κόμβων.

Περιγραφή διαδικασίας:

Για τη σωστή στατική προσομοίωση, θα πρέπει να δοθούν όλοι οι αναγκαίοι λοιποί κόμβοι στα άκρα των τοιχωμάτων, με την εντολή «Κόμβοι τοιχώματος». Ακολούθως, εάν γίνει εισαγωγή των δοκών π.χ. με «Εξυπνη εισαγωγή δοκού πλευρικά», τότε όλες οι δοκοί εντός των τοιχωμάτων που θα παραχθούν με τον τρόπο αυτό θα είναι **δεσμικές**. Εάν, όμως, η εισαγωγή γίνει με την εντολή «προσθήκη», τότε εισάγονται δύο δοκοί από την αρχή στο μέσο και από το μέσο στο άκρο του τοιχώματος και στην συνέχεια μετατρέπονται σε δεσμικές (Παράμετρος «Δοκός» - «Δεσμική» = Ναι). Σχήμα 4.85 και **Σχήμα 4.84**.



Σχήμα 4.85: *Διατομή που αποτελείται από δύο επικαλυπτόμενα τοιχώματα, μαζί με τους λοιπούς κόμβους και τις δεσμικές δοκούς που απαιτούνται για τη σωστή προσομοίωση του στατικού συστήματος.*



Σχήμα 4.86: *Ισοδύναμο πλαισιακό προσομοίωμα πυρήνα ανελκυστήρα με χρήση ανεξάρτητων διατομών τοιχωμάτων και σύνδεσή τους με δεσμικές δοκούς μεγάλης καμπτικής και στρεπτικής δυσκαμψίας.*



Ενημέρωση ονόματος από διατομή

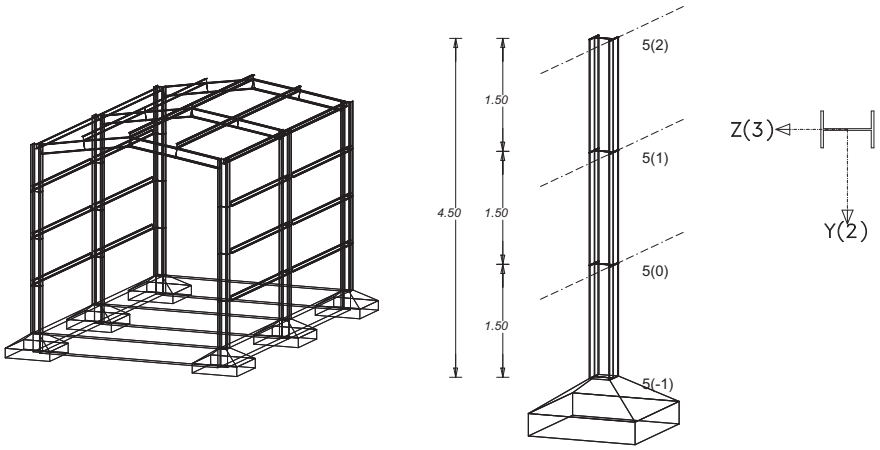
Εντολή που αφορά τον έλεγχο διατομής υποστυλώματος. Βλ. §8.6.2.



Υποστύλωμα για διαστασιολόγηση

Με την εντολή αυτή διαδοχικά υποστυλώματα διαφορετικών ορόφων ενοποιούνται σε ένα μέλος για διαστασιολόγηση ή αντίστροφα διασπώνται σε περισσότερα μέλη για διαστασιολόγηση στην τοπική διεύθυνση ***y*** ή ***z***.

Πρόκειται για εντολή συμπληρωματική και διορθωτική της αυτόματης διαδικασίας του προγράμματος που λαμβάνει χώρα με την εντολή «Παραγωγές» - «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση» (§5.1.3.2). Σε περίπτωση, δηλαδή, που για οποιοδήποτε λόγο ο μελετητής επιθυμεί να επέμβει στους καθορισμούς μελών που έχει πραγματοποιήσει αυτόματα το πρόγραμμα, είναι δυνατόν να το κάνει μέσω της εντολής αυτής.

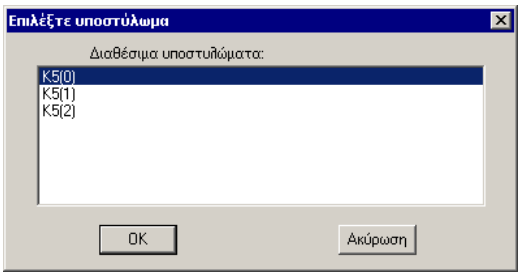


Σχήμα 4.87: *Τμήμα από μεταλλικό φορέα και λεπτομέρεια. Τα υποστυλώματα, λόγω των μηκίδων, παρεμποδίζονται σε λυγισμό περί την ασθενή τους διεύθυνση **z** (λυγισμός εκτός κυρίων πλαισίων), όχι όμως και περί την ισχυρή **y** (λυγισμός εντός κυρίων πλαισίων).*

Χρήση της εντολής

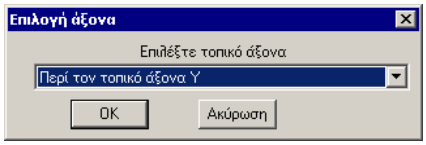
Η εντολή αυτή ζητά από τον μελετητή:

- Το υποστύλωμα (και του ορόφου του).



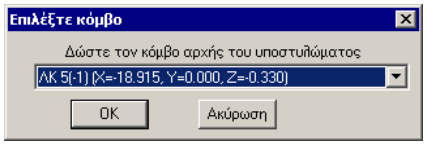
Εικόνα 4.55α: *Επιλογή υποστυλώματος.*

- Τον άξονα, στον οποίο αναφέρεται η ενοποίηση.



Εικόνα 4.55β: *Επιλογή τοπικού άξονα, γύρω από τον οποίο γίνεται η ενοποίηση.*

- Τους κόμβους αρχής και τέλους του ενιαίου υποστυλώματος.



Εικόνα 4.55γ: *Επιλογή κόμβων.*

Π.χ. στην παραπάνω περίπτωση για καθένα από τα υποστυλώματα K5(0), K5(1) και K5(2), κατά τη διεύθυνση ***y*** (ή *3*), θα πρέπει να δοθούν ως **κόμβος αρχής** ο 5(-1) και **κόμβος τέλους** ο 5(2), οι κόμβοι, δηλαδή, που ορίζουν το ενιαίο υποστύλωμα.

Έλεγχος μέσω των Πινάκων

Στον Πίνακα 702 - «**Συνδεσμολογία υποστυλωμάτων**», εκτός από τους κόμβους αρχής και τέλους της συνδεσμολογίας, φαίνονται και οι κόμβοι του υποστυλώματος προς διαστασιολόγηση.

Επίσης, οι κόμβοι αρχής και τέλους του υποστυλώματος προς διαστασιολόγηση αναγράφονται για κάθε άνοιγμα και στη **γραμμή πληροφοριών**, ώστε να διευκολύνεται η εποπτεία.



Δοκιμή οπλισμού

Δυνατότητα δοκιμαστικής όπλισης μεμονωμένου υποστυλώματος. Θα πρέπει να έχει προηγηθεί επίλυση του χωρικού, αλλά και όπλιση δοκών του φορέα, προκειμένου να γίνει ο ικανοτικός σχεδιασμός σε κάμψη.



Σε γραμμές

Βλέπε §2.3.



Κείμενο σε γραμμές κειμένου

Το κείμενο που συνοδεύει το κάθε υποστύλωμα διασπάται σε γραμμές κειμένου, οι οποίες ακολουθούν πλέον τις εντολές του κειμένου.

Πάρε / Δώσε φορτία



Βλέπε §2.3.

4.5 Λοιπός κόμβος 

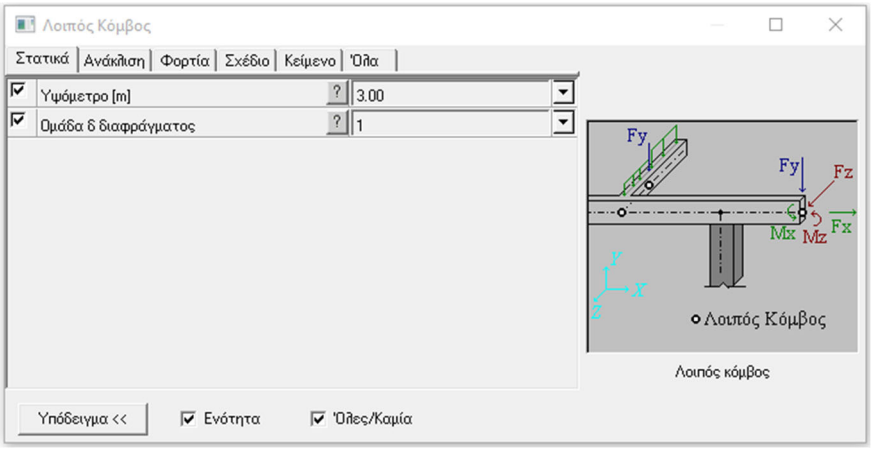
Οι λοιποί κόμβοι είναι άυλες οντότητες και χρειάζονται για τον καθορισμό των σημείων διασταύρωσης δοκών, όταν δεν υπάρχει υποστύλωμα στο σημείο της διασταύρωσης, των σημείων αλλαγής φορτίων κατά μήκος ανοίγματος δοκού ή των σημείων εφαρμογής συγκεντρωμένων φορτίων, και για την εισαγωγή φυτευτών υποστυλωμάτων.

Λοιποί κόμβοι πρέπει να τοποθετούνται πάντα στα άκρα των τοιχωμάτων.

Επίσης, συνιστάται η ευθυγράμμιση λοιπών κόμβων που χρησιμοποιούνται για την κατάτμηση συνεχών δοκών ή για την περιγραφή έμμεσων στηρίξεων, προκειμένου να αποφεύγονται πρόσθετες στρεπτικές εντάσεις.

4.5.1 Παράμετροι του Λοιπού κόμβου

4.5.1.1 Στατικά



Εικόνα 4.56: *Οι παράμετροι της κάρτας «Στατικά» του Λοιπού κόμβου.*

Υψόμετρο (m)

Σημείωση

Αλλαγή υψομέτρου μπορεί να γίνει και με τις «Εντολές του Λοιπού κόμβου» – «Αλλαγή ονόματος» (§4.5.2) καθώς και από τον πίνακα 301.

Ομάδα διαφράγματος δ

Όλοι οι κόμβοι που ανήκουν σε μία ομάδα δ διαφράγματος διάφορη του μηδενός δέχονται δυνάμεις τυχηματικής εκκεντρότητας, ενώ συμβάλλουν στον υπολογισμό του πλασματικού άξονα και συνακόλουθα των ακτινών δυστρεψίας. EC8-1 §4.2.3.2. Αντίστοιχα, κόμβοι με ομάδα δ = 0 δε λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό της απόλυτης ή της σχετικής μετατόπισης ορόφων.

Κόμβοι που ανήκουν στον «όροφο θεμελίωσης» (βλ. «Κτίριο > Γενικά > Όροφος θεμελίωσης») ή σε χαμηλότερο, εκχωρούνται αυτόματα στην ομάδα δ=0.

Περιπτώσεις που απαιτείται να οριστεί για κάποιους κόμβους ομάδα δ=0

- Ανισόσταθμη θεμελίωση σε δύο ή περισσότερους ορόφους ή θεμελίωση με πασσάλους, οι οποίοι διατρέχουν περισσότερες από μία στάθμες:

  Σε τέτοια περίπτωση θα πρέπει είτε να οριστεί εκ των υστέρων ο υψηλότερος όροφος θεμελίωσης (ή αντίστοιχα ο όροφος του κεφαλόδεσμου) ως όροφος

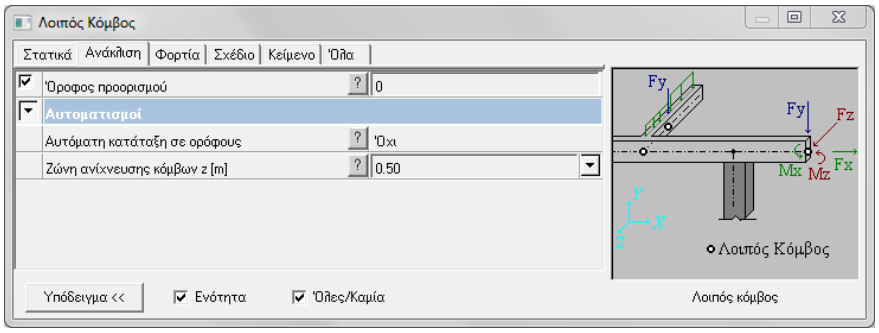
θεμελίωσης, είτε να εξασφαλιστεί από τον μελετητή ότι όλοι οι κόμβοι των ορόφων θεμελίωσης έχουν ομάδα δ=0 π.χ. μέσω των πινάκων 205.2 και 301 ή μέσω της εντολής στον Λοιπό κόμβο ή στο υποστύλωμα «Ομάδα δ».

- Κόμβοι προσομοίωσης ειδικών κατασκευών, π.χ. ξύλινες πέργκολες, συστήματα ανάρτησης στεγάστρων κ.ά.
- Κόμβοι σε ενδιάμεση στάθμη (π.χ. μεσοδοκοί), όπου δεν υλοποιείται διάφραγμα και πιθανώς κόμβοι σε τμήματα της κάτοψης που δεν ανήκουν στο διάφραγμα.
- Σε κάθε περίπτωση, όταν όλοι οι κόμβοι κάποιου ορόφου είναι διατεταγμένοι σε μια μόνο ευθεία στη διεύθυνση X ή Z και επομένως η τυχηματική εκκεντρότητα της σεισμικής δράσης δεν έχει νόημα.

Σημείωση

Όλοι οι κόμβοι δέχονται σεισμικό (αδρανειακό) φορτίο, ανεξάρτητα από την ομάδα δ στην οποία ανήκουν, αρκεί το υψόμετρό τους να είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το «Υψόμετρο εφαρμογής σεισμικών δυνάμεων» (βλ. «Κτίριο» - «Αντισεισμικός»).

4.5.1.2 Ανάκλιση



Εικόνα 4.57: *Οι παράμετροι της κάρτας «Ανάκλιση» του Λοιπού κόμβου.*

Όροφος προορισμού

Τιμή μηδέν (0) στην παράμετρο «Λοιπός κόμβος > Ανάκλιση > Όροφος Προορισμού» ισοδυναμεί με ανάκλιση στον τρέχοντα όροφο. Τιμή διάφορη του μηδέν (0) στην παράμετρο, ισοδυναμεί με ανάκλιση στον τρέχοντα όροφο + 1 κ.λ.π..

Κατά την ανάκλιση των λοιπών κόμβων οι "ομάδες δ" ΔΕΝ επηρεάζονται και διατηρούν την αρίθμηση του τρέχοντος ορόφου. Εάν π.χ. οι ομάδες δ έχουν δ = 1

πριν την ανάκλιση, θα παραμείνουν δ = 1 και μετά. Στην γραμμή πληροφοριών του προγράμματος αποτυπώνεται και ο όροφος προορισμού του κάθε λοιπού κόμβου.

Προσοχή, θα πρέπει να δοθεί στην εισαγωγή των μελών στην κάτοψη καθώς μεταφέρονται σε άλλο όροφο οι δοκοί ανάλογα με τον κόμβο *τέλους*.

Αυτόματη κατάταξη σε ορόφους

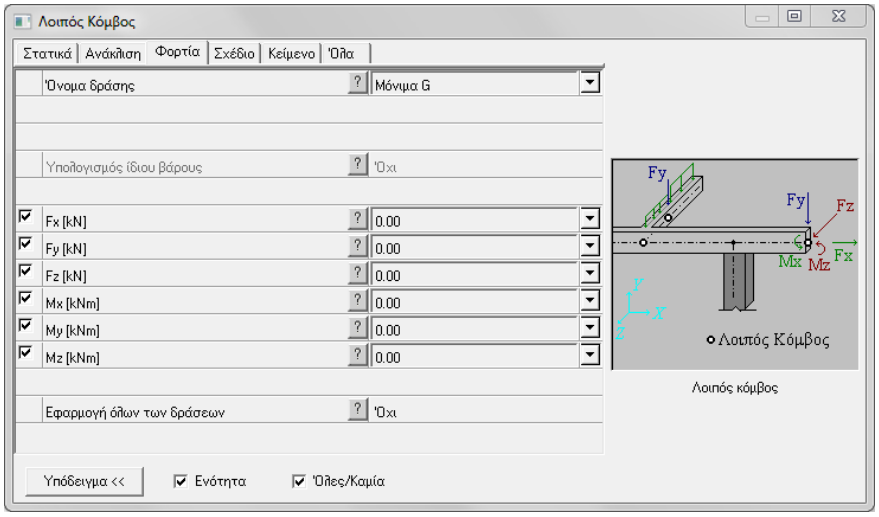
- **Ναι**: Οι λοιποί κόμβοι κατατάσσονται αυτόματα βάσει της ζώνης ανίχνευσης των κόμβων z, στον τρέχοντα +1 όροφο.
- **Όχι**: Οι λοιποί κόμβοι κατατάσσονται βάσει του ορόφου προορισμού που έχει αποδοθεί στον κάθε ένα ξεχωριστά.

Ζώνη ανίχνευσης κόμβων z (m)

Η παράμετρος της ζώνης ανίχνευσης ορίζει τη μέγιστη διαφορά υψομετρικής *απόστασης* από τους κόμβους που μετέχουν στην ανάκλιση. Οι λοιποί κόμβοι με το χαμηλότερο υψόμετρο ±z κατατάσσονται στον τρέχοντα όροφο, ενώ οι κόμβοι με μεγαλύτερο υψόμετρο κατατάσσονται στον τρέχοντα +1 όροφο.

Η ζώνη ανίχνευσης ορίζει τους κόμβους που ΔΕΝ θα μεταφερθούν στον τρέχοντα +1 όροφο.

4.5.1.3 Φορτία

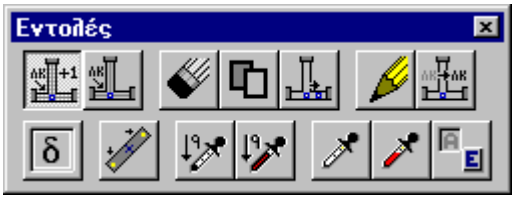


Εικόνα 4.58: *Οι παράμετροι της κάρτας «Φορτία» του Λοιπού κόμβου.*

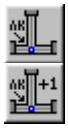
Σημείωση

Περισσότερα στοιχεία για τις παραμέτρους της καρτέλας «Φορτία», την ονοματολογία και τον τρόπο χειρισμού των δράσεων δίνονται στο Κεφάλαιο 7 «Δράσεις – Φορτία».

4.5.2 Εντολές του Λοιπού κόμβου



Εικόνα 4.59: *Οι εντολές του Λοιπού κόμβου*



Προσθήκη

Προσθήκη με επόμενο όνομα

Κάτοψη

Τοποθετείτε τους λοιπούς κόμβους πατώντας κλικ με το mouse στις επιθυμητές θέσεις που συνήθως είναι σημεία οδηγού.

3D Επεξεργασία

Με τις εντολές «Προσθήκη» και «Προσθήκη με επόμενο όνομα τοποθετούνται λοιποί κόμβοι οπουδήποτε στον χώρο με ένα από τους παρακάτω τρόπους:

- **Πληκτρολογώντας** συντεταγμένες (XZY) του λοιπού κόμβου (επιλεγμένη «Έλξη XZY).
- **Επιλέγοντας** σημείο οδηγού οπουδήποτε στο χώρο.
- **Επιλέγοντας** οποιοδήποτε **σημείο** με επιθυμητές συντεταγμένες (**XZ**) και αποδίδοντας επιθυμητό **υψόμετρο** (επιλεγμένη «Έλξη Y», βλέπε παράδειγμα παρακάτω).

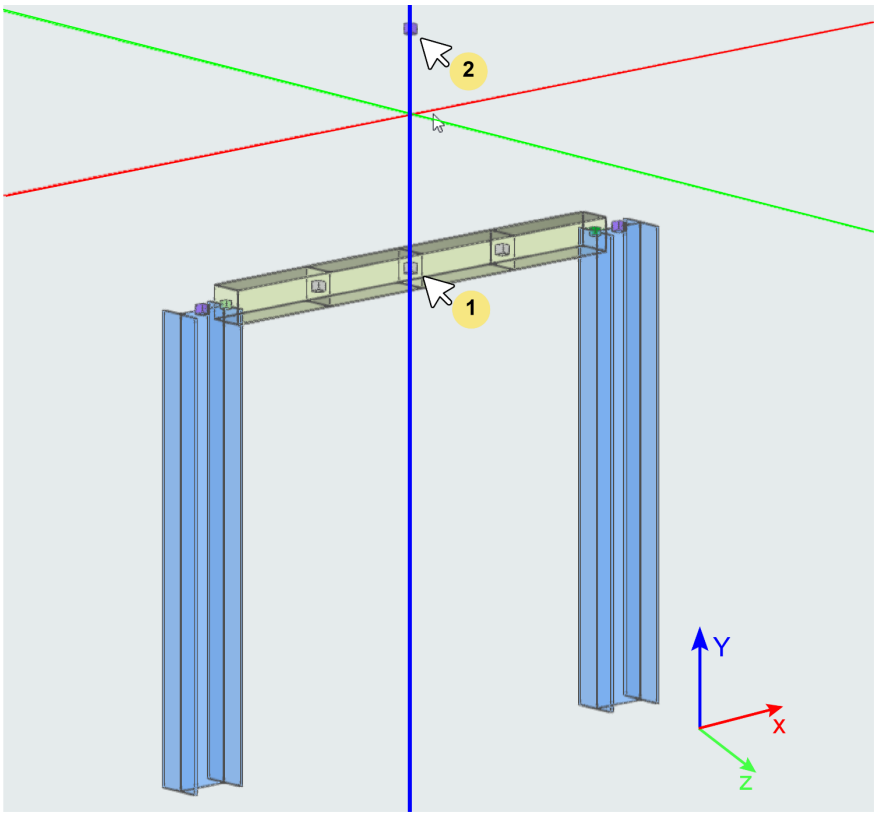
Παράδειγμα:

Με κλικ στην εντολή «**Προθήκη με επόμενο όνομα**» του «**Λοιπού κόμβου**» ενεργοποιούνται οι «**Έλξη XZ**», «**Έλξη XZY**» και «**Έλξη Y**». Με επιλογή της «**Έλξη Y**» παρατηρήστε ότι, στην **γραμμή κατάστασης**, το πρόγραμμα προτρέπει να οριστεί **σημείο (X, Z) της κατακορύφου** (**Βήμα 1** -Εικόνα 4.60).

Με την επιλογή του σημείου (X, Z) το **3D σταυρόνημα «κλειδώνει»**, το πρόγραμμα επιτρέπει προσθήκη νέου κόμβου **κατά μήκος** του **κατακόρυφου** άξονα **Y.** Στην **γραμμή κατάστασης** οι συντεταγμένες **X, Z** παραμένουν **σταθερές** και **αλλάζει** μόνο η τιμή της συντεταγμένης **Y**.

Για να προσδιορίσετε την συντεταγμένη «Y» μπορείτε:

- Να πληκτρολογήσετε την **απόλυτη συντεταγμένη Y**.
- Με «Spacebar» να πληκτρολογήσετε τη **σχετική συντεταγμένη** dY.
- Να επιλέξετε σημείο έλξης με το επιθυμητό υψόμετρο.



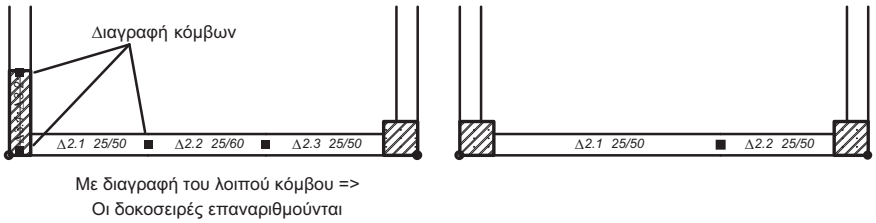
Εικόνα 4.60: Με χρήση της «Έλξης Y» κατά την «Προσθήκη με επόμενο όνομα» του ΛΚ, το 3D σταυρόνημα κλειδώνει στις συντεταγμένες (X, Z) που επιθυμεί ο χρήστης (**Βήμα 1**) και επιτρέπει την προσθήκη ΛΚ μόνο καθ' ύψος του άξονα Y (**μπλε άξονας**).



Διαγραφή

Η εντολή της «Διαγραφής» λοιπού κόμβου, ενοποιεί αυτόματα δύο δοκούς της κάτοψης που συντρέχουν σε αυτόν. Η παραγόμενη δοκός διατηρεί τις παραμέτρους του πρώτου μη-δεσμικού από τα δύο ανοίγματα που υπήρχαν. Διαγραφή λοιπού κόμβου που συνδέει περισσότερα από δύο μέλη ή αποτελεί άκρο προβόλου δεν είναι δυνατή.

Η εντολή αυτή διευκολύνει στην ενοποίηση δοκών που διακόπτονται από κόμβους που δεν απαιτούνται πλέον (π.χ. εξώστες που καταργήθηκαν, δοκοί θεμελίωσης με πολλά ανοίγματα, κ.λπ.). Επίσης, σε συνδυασμό με την «Αλλαγή συνδεσμολογίας» της Δοκού, διευκολύνει τις αλλαγές συνδεσμολογίας που απαιτούνται στη μετατροπή τοιχώματος σε υποστύλωμα.



Σχήμα 4.88: *Σε περιπτώσεις, όπως αυτή του σχήματος, όταν ένα τοίχωμα μετατραπεί σε υποστύλωμα, αρκεί να διαγραφούν οι λοιποί του κόμβοι. Το πρόγραμμα αυτόματα αποκαθιστά την ορθή* ***συνδεσμολογία****, τα* ***ονόματα*** *και τις* ***παραμέτρους*** *των δοκών.*



Κίνηση

Για την κίνηση των λοιπών κόμβων πολύ χρήσιμα είναι τα σημεία έλξης στα άκρα των δοκών (επισημαίνονται με μικρό ρόμβο). Βλ. §4.6 «Τα σημεία έλξης της δοκού».

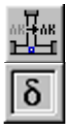


Αλλαγή ονόματος

Βλ. «Αλλαγή ονομάτων» στην §4.4.2 «Εντολές του Υποστυλώματος».

Σημείωση

Αλλαγή υψομέτρου μπορεί να γίνει και με την παράμετρο «Λοιπός κόμβος» - Στατικά» - «Υψόμετρο (m)» καθώς και από τον Πίνακα 301: Συντεταγμένες.



Κίνηση ονόματος

Ομάδα δ

Με την εντολή αυτή (όλοι ή ορισμένοι) κόμβοι ενός ορόφου τοποθετούνται μαζικά στην επιθυμητή ομάδα διαφράγματος.

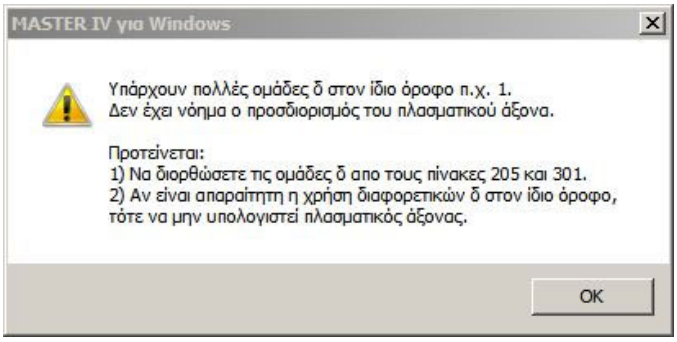
Γενικά, το Fespa θεωρεί ότι όλοι οι κόμβοι του κάθε ορόφου ανήκουν στην ίδια ομάδα διαφράγματος: π.χ. οι κόμβοι του –2 (θεμελίωση) στην **ομάδα 0**, οι κόμβοι του –1 στην **ομάδα 1**, οι κόμβοι του 0 στην **ομάδα 2**, κ.λπ. Αυτή είναι και η προτεινόμενη ονοματολογία των ομάδων στα συνήθη κτίρια.

Κάθε **ομάδα διαφράγματος** > 0 αντιστοιχεί αμφιμονοσήμαντα σε ένα **επίπεδο.** Τα επίπεδα χρησιμοποιούνται στην επίλυση χωρικού πλαισίου για την εφαρμογή της τυχηματικής εκκεντρότητας, ενώ οι έλεγχοι του αντισεισμικού κανονισμού (π.χ. έλεγχος στρεπτικής δυσκαμψίας, κανονικότητας σε κάτοψη, φαινομένων P-Δ, σεισμικού αρμού κ.λπ.) πραγματοποιούνται στις στάθμες των επιπέδων.

Σημείωση

Για την αντιστοιχία μεταξύ ορόφων και επιπέδων της κατασκευής ο μελετητής θα πρέπει να ανατρέξει, π.χ. στο κεφάλαιο «**Error! Reference source not found.**» του τεύχους.

Αν το πρόγραμμα, πριν την επίλυση του χωρικού, διαπιστώσει πρόβλημα στην ονοματολογία των ομάδων δ, εμφανίζει μήνυμα (Εικόνα 4.61). Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε οι πίνακες 205.2 και 301, είτε η εντολή «Ομάδα δ».

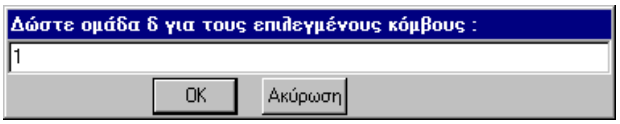


Εικόνα 4.61: *Ειδοποίηση του Fespa σε περίπτωση πολλαπλών ομάδων δ σε κάποιον όροφο.*

Χρήση εντολής

- Μεταβείτε στον επιθυμητό **όροφο**.

- Βεβαιωθείτε ότι στην οθόνη φαίνονται και τα υποστυλώματα και οι λοιποί κόμβοι. Αν όχι, ενεργοποιήστε τα αντίστοιχα διαφανή ή πατήστε το πλήκτρο **[M]** της εργαλειογραμμής που βρίσκεται στην κάτω πλευρά της οθόνης.
- Επιλέξτε τους κόμβους με την εντολή «**Επεξεργασία > +Περιοχή**». Σε περίπτωση που πρέπει να επιλέξτε όλη την κάτοψη, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εντολή «**+ Όλα από διαφανή**».
- Δώστε την εντολή «**Λοιπός κόμβος > Ομάδα δ**» και πληκτρολογήστε στο παράθυρο που ανοίγει το όνομα της ομάδας διαφράγματος των επιλεγμένων κόμβων.



- Δώστε την εντολή «Επεξεργασία > Νέα επιλογή»
- Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία σε όλους τους ορόφους.

Εάν στους τελευταίους ορόφους της κατασκευής η κάτοψη χωρίζεται σε διαφορετικά τμήματα (πύργοι) τότε στους ορόφους αυτούς είναι απαραίτητη η χρήση περισσότερων ομάδων διαφράγματος δ. Σε τέτοια περίπτωση θα πρέπει να επιλεγεί «Υπολογισμός πλασματικού άξονα» = «Όχι» (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός»).

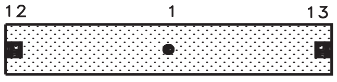


Κόμβοι τοιχώματος

Τοποθετούνται δύο λοιποί κόμβοι στα άκρα του τοιχώματος όπως αυτοί που φαίνονται στο Σχήμα 4.89 ώστε να διευκολυνθεί η αυτόματη παραγωγή δεσμικών δοκών εντός του περιγράμματος του τοιχώματος κατά την εισαγωγή δοκού π.χ. με την εντολή «Εξυπνη εισαγωγή δοκού πλευρικά».

Χρήση εντολής

Δείχνετε με το mouse το τοίχωμα, για το οποίο πρέπει οπωσδήποτε lw/bw ≥ 4, όπου lw η μεγάλη διάσταση του τοιχώματος και bw η μικρή. Πατάτε click.



Σχήμα 4.89: *Λοιποί κόμβοι τοιχώματος.*

Παρατηρήσεις

- Επιπρόσθετα στην παραπάνω διαδικασία ενδέχεται να απαιτείται να δοθεί και επιπλέον Λοιπός κόμβος π.χ. στην περίπτωση που κάποια εγκάρσια δοκός συντρέχει σε θέση που δεν υπάρχει κόμβος ή όταν το υπερκείμενο

υποστύλωμα είναι μικρότερο σε διαστάσεις και χρειάζεται κόμβος στη θέση του κέντρου βάρους του. Βλ. §14.1.1 Απομείωση της διατομής τοιχώματος καθ' ύψος σε υποστύλωμα.

- Σε τοιχωμάτα με καλυπτόμενα άκρα π.χ. για την προσομοίωση σύνθετων διατομών είναι δυνατόν να εφαρμοστεί η εντολή, 2 ή περισσότερες φορές. Το πρόγραμμα θα δημιουργήσει μόνο όσους κόμβους είναι απαραίτητοι αποφεύγοντας να τοποθετήσει τους διπλούς κόμβους στην ίδια θέση.



Πάρε / Δώσε παραμέτρους

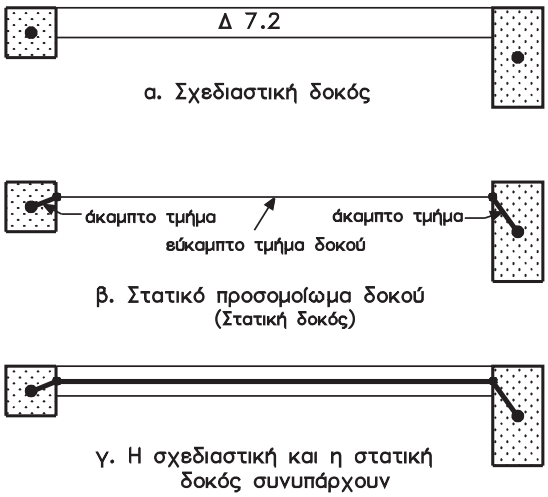
Πάρε / Δώσε φορτία

Λειτουργούν ανάλογα με τις «Πάρε / Δώσε παραμέτρους», αλλά επιδρούν μόνο στα φορτία. Χρησιμεύουν στη γρήγορη αντιγραφή φορτίων από κόμβο σε κόμβο, χωρίς να επηρεάζονται οι υπόλοιπες παράμετροι (υψόμετρο, κ.λπ.). Όταν ένας κόμβος διαθέτει περισσότερες από μια δράσεις, η συμπεριφορά της εντολής εξαρτάται από την παράμετρο «**Εφαρμογή όλων των δράσεων**». Βλ. §7.2 «Εφαρμογή όλων των δράσεων».

4.6 Δοκός

Γενικά

Οι δοκοί για το Fespa διαχωρίζονται σε σχεδιαστικές και στατικές, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.90. Για την προβολή τους στο παράθυρο της γραφικής εισαγωγής ή την εκτύπωσή τους, μπορείτε να απ/ενεργοποιείτε τις μεν ή τις δε χρησιμοποιώντας το πλαίσιο των «Διαφανών» ή τα εικονίδια «Μοντέλο» και «Στατικά σχέδια».



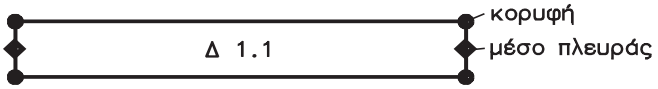
Σχήμα 4.90: *Στατική και σχεδιαστική δοκός.*

Τα σημεία έλξης της δοκού

Και η σχεδιαστική δοκός διαθέτει σημεία έλξης, τα οποία διευκολύνουν την εισαγωγή και την κίνηση της ίδιας ή άλλων στοιχείων στο σχέδιο (π.χ. δοκός κάθετη σε άλλη δοκό), καθώς και την εισαγωγή διαστάσεων.

Τα σημεία έλξης της δοκού είναι:

- Οι τέσσερεις κορυφές του περιγράμματός της (επισημαίνονται με σφαιρίδια) και
- τα μέσα των μικρών πλευρών της (επισημαίνονται με ρόμβους).



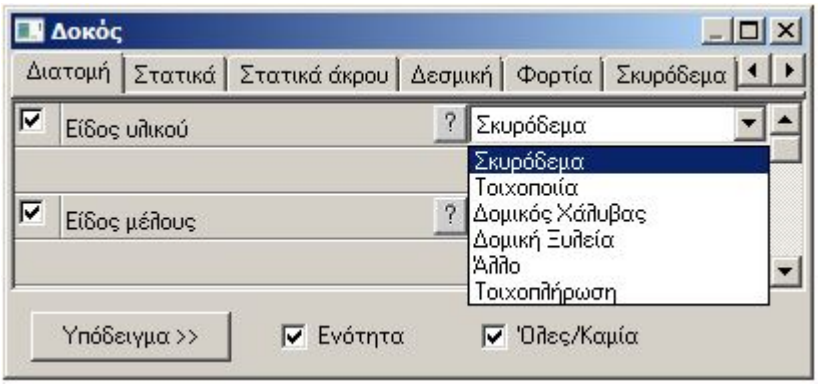
Σχήμα 4.91: *Τα σημεία έλξης της δοκού.*

Οι έλξεις της δοκού ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται από ξεχωριστό πλήκτρο της γραμμής εργαλείων σχεδίασης.

4.6.1 Παράμετροι της Δοκού

4.6.1.1 Διατομή

Είδος Υλικού



Εικόνα 4.62: *Επιλογή υλικού δοκού.*

Είδος μέλους

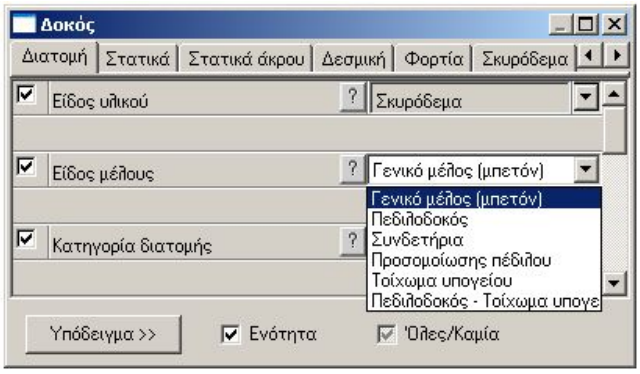
Το είδος χαρακτηρίζει κάθε μέλος του φορέα ως προς τις στατικές του ιδιότητες.

Κάθε είδος μέλους υποβάλλεται σε ειδικούς ελέγχους κατά την διαστασιολόγηση, όπως επιβάλλεται για κάθε ένα από αυτά από τους κανονισμούς σκυροδέματος, μεταλλικών, και αντισεισμικού.

Τα είδη δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη να καθορίσει με σαφήνεια και με συνοπτικό τρόπο το επιθυμητό προσομοίωμα του δομήματός του.

Βλέπε ***Πίνακας 4.55*** ***Πίνακας 4.56****.*

α) Μέλη από οπλισμένο σκυρόδεμα:



Εικόνα 4.63: *Επιλογή είδους μέλους από σκυρόδεμα.*

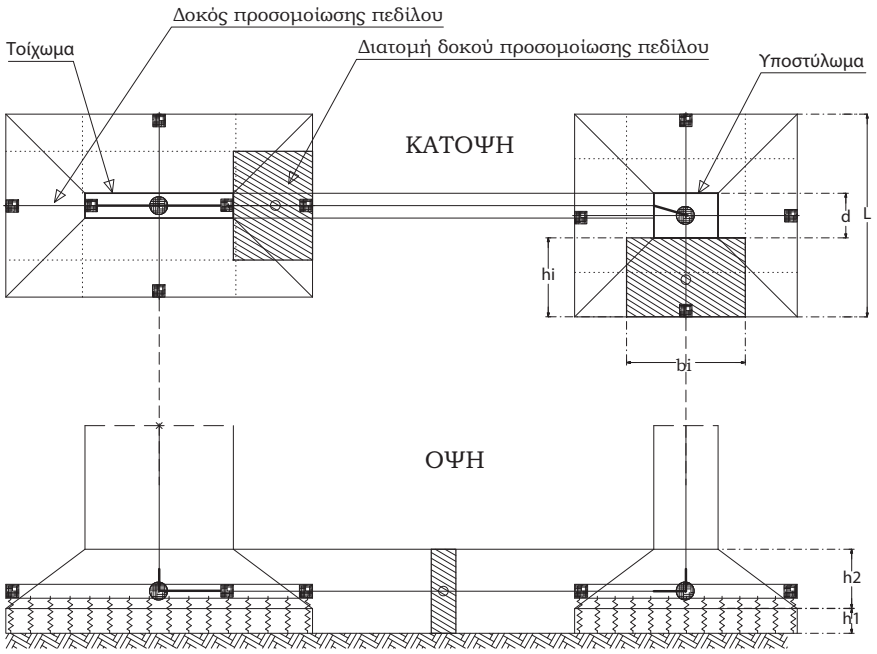
Είδος μέλους	**Βασικές ιδιότητες – παράδειγμα**	**ΟΚΑ**		**ΟΚΛ**	Γεωτεχνικοί έλεγχοι
		Κάμψη	Διάτμηση / Στρέψη		
Γενικό μέλος	Δοκός σε ανωδομή κτιρίων	√	√	√	-
Πεδιλοδοκός	Στοιχείο θεμελίωσης. Μέλος επί ελαστικού εδάφους. Γενικά διατομής ανεστραμμένης πλακοδοκού	√ και έλεγχος πέλματος	√	-	√
Συνδετήρια	Σύνδεση πεδίλων Γενικά ορθογωνικής διατομής	√	√	-	-
Προσομοίωση πέδιλου	Μέλος επί ελαστικού εδάφους. Ορθογωνική διατομή που προκύπτει αυτόματα από τις διαστάσεις του πέδιλου	√	έλεγχος εάν $V_{Ed} < V_{rdc}$	-	√
Δεσμική δοκός	Δοκός ειδικών διαστάσεων με μεγάλη καμπτική και στρεπτική δυσκαμψία. Στη θεμελίωση πρέπει να τίθεται και επί ελαστικού εδάφους	-	-	-	-
Τοίχωμα υπογείου	Δοκός μεγάλου ύψους. Για την προσομοίωση των τοιχωμάτων υπογείου σε συνδυασμό με την πεδιλοδοκό – τοίχωμα υπογείου	Ως υψίκορμη	-	-	-
Πεδιλοδοκός -τοίχωμα υπογείου	Μέλος επί ελαστικού εδάφους. Γενικά διατομής ανεστραμμένης πλακοδοκού μεγάλου ύψους	√ και έλεγχος πέλματος	-	-	√

Πίνακας 4.55: *Μέλη από οπλισμένο σκυρόδεμα.*

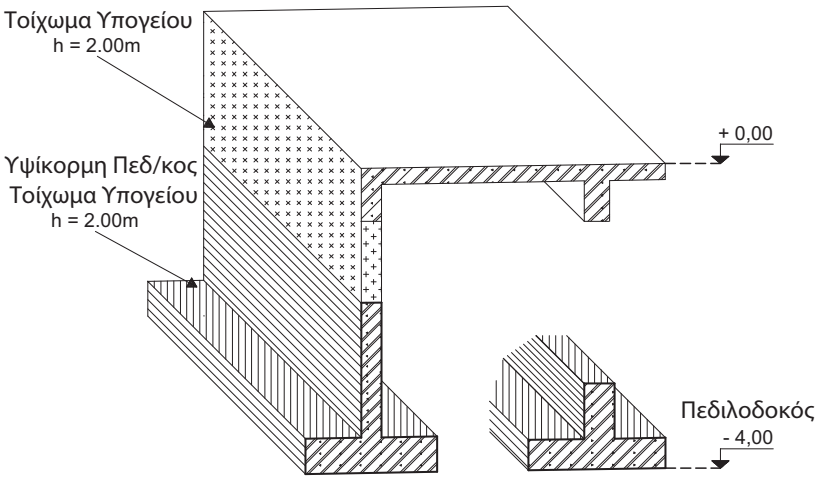
Οι διαστάσεις των hi, bi των δοκών προσομοίωσης πεδίλου, όπως αυτές εμφανίζονται στο Σχήμα 4.92 είναι οι εξής:

***h*i:** το ελαστικό μήκος του πεδίλου (και της δοκού προσομοίωσης) βάσει του οποίου πραγματοποιείται η διαστασιολόγηση. Μετράται από την παρειά του κατακόρυφου στοιχείου.

***b*i:** Το πλάτος της δοκού προσομοίωσης, το οποίο είναι ίσο με το 1/2 της διάστασης του πεδίλου παράλληλα στο μήκος αυτό.



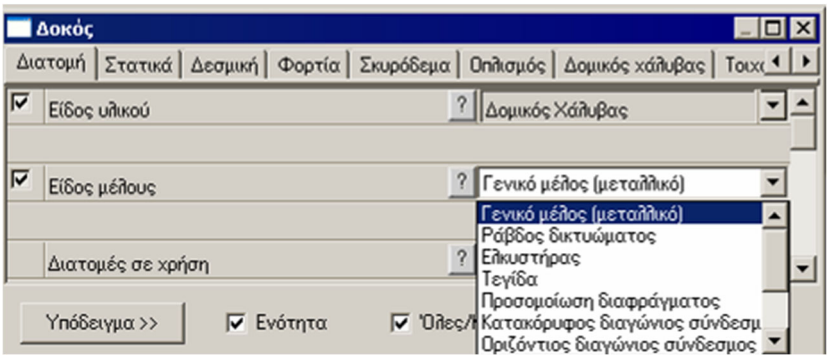
Σχήμα 4.92: *Διαστάσεις **h**i και **b**i των δοκών Προσομοίωσης πέδιλου.*



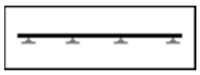
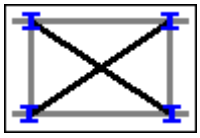
Σχήμα 4.93: *Τρισδιάστατη απεικόνιση τμήματος υπογείου με περιμετρικό τοίχωμα που προσομοιώνεται με συνδυαστική χρήση δοκών τύπου «Τοίχωμα υπογείου» και «Πεδιλοδοκός - Τοίχωμα υπογείου».*

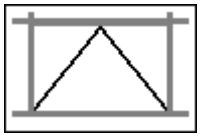
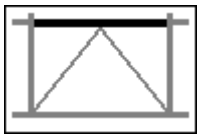
Σχετικά με την παραγωγή θεμελίωσης υπογείου μορφής κιβωτίου με περιμετρικό τοίχωμα και συνδετήριες δοκούς ή πεδιλοδοκούς όπως π.χ. στο **Σχήμα 4.93**. βλ. Παραγωγές - §5.1.2.4.

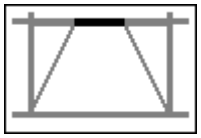
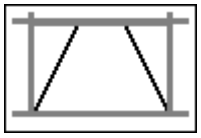
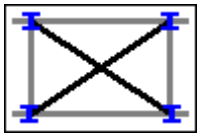
β) Μέλη από δομικό χάλυβα:

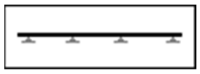


Εικόνα 4.64: *Επιλογή είδους μέλους από δομικό χάλυβα.*

Είδος μέλους	Στατική ιδιότητα	Χρήση	Έλεγχος
Γενικό μέλος (μεταλλικό)	Μπορεί να φέρει ροπές στα άκρα και άκαμπτες απολήξεις.	Γενική	Όλοι οι έλεγχοι
Ράβδος δικτυώματος	Αμφιαρθρωτό μέλος, θλιβόμενο ή εφελκυόμενο, χωρίς άκαμπτες απολήξεις.	Δικτυώματα εν γένει.	Εφελκυσμός, κεντρική θλίψη. *Μη πλάστιμο μέλος*
Ελκυστήρας	Αμφιαρθρωτό, μόνο εφελκυόμενο, χωρίς άκαμπτες απολήξεις	Μόνο σε θέσεις εξασφαλισμένης εφελκυστικής λειτουργίας.	Εφελκυσμός. *Μη πλάστιμο μέλος*
Τεγίδα 	Στοιχείο θερμής έλασης. Κατάλληλο για κάλυψη στέγης (τεγίδα) ή τοίχων (μηκίδα). Μπορεί να φέρει ροπές στα άκρα και άκαμπτες απολήξεις.		Όλοι οι έλεγχοι. *Μη πλάστιμο μέλος*
Οριζόντιος διαγώνιος σύνδεσμος 	Αμφιαρθρωτός εφελκυόμενος ή θλιβόμενος χωρίς εκκεντρότητες συνδεσμολογίας. Δεν διαθέτει άκαμπτες απολήξεις. Όταν τοποθετείται κομβοέλασμα στο μέσον του, τα μέλη θα πρέπει να περιγραφούν με το πλήρες μήκος τους (χωρίς λοιπό κόμβο) και συντελεστή καθαρού μήκους λυγισμού α0 ίσο με 0.5	Αντιανέμιος σύνδεσμος ακαμψίας (οριζόντιος). Δεν πρέπει να τοποθετηθεί λοιπός κόμβος στο μέσον του.	Ελέγχονται με εφελκυστικό αξονικό φορτίο. *Μη πλάστιμο μέλος*

Κατακόρυφος διαγώνιος σύνδεσμος χωρίς εκκεντρότητα 	Αμφιαρθρωτός εφελκυόμενος ή θλιβόμενος χωρίς εκκεντρότητες συνδεσμολογίας. Δεν διαθέτει άκαμπτες απολήξεις. Όταν τοποθετείται κομβοέλασμα στο μέσον του, τα μέλη θα πρέπει να περιγραφούν με το πλήρες μήκος τους (χωρίς λοιπό κόμβο) και συντελεστή καθαρού μήκους λυγισμού α0 ίσο με 0.5	Αντισεισμικός σύνδεσμος (κατακόρυφος) σε χιαστί διάταξη του αυτού ή γειτονικού φατνώματος.	Αποτελούν πλάστιμα στοιχεία και μεταβιβάζουν $\gamma_{ov}\cdot\Omega$ στις δοκούς & στα υποστυλώματα. Ελέγχεται σε εφελκυσμό και λυγηρότητα. EC8-1 §6.7
Κατακόρυφος σύνδεσμος τύπου V ή Λ  	Αμφιαρθρωτό θλιβόμενο η εφελκυόμενο, χωρίς άκαμπτες απολήξεις		Πλάστιμα στοιχεία, μεταβιβάζουν $\gamma_{ov}\cdot\Omega$. Ελέγχονται σε εφελκυσμό, θλίψη και λυγηρότητα EC8-1 §6.7
Ζύγωμα με σύνδεσμο V ή Λ 	Δοκός.	Δοκός που συνδέεται με αντισεισμικό σύνδεσμο Λ ή V χωρίς εκκεντρότητα.	Ελέγχεται ικανοτικά βάσει των αντοχών συνδέσμων σε εφελκυσμό και λυγισμό.

Σεισμικός σύνδεσμος με εκκεντρότητα (*δοκός σύζευξης*) 	Δοκός. Φέρει ροπές και τέμνουσες στα άκρα.	Τμήμα του ζυγώματος μεταξύ των ράβδων δικτυώματος.	Πλάστιμο στοιχείο, μεταβιβάζει $\gamma_{ov}\cdot\Omega$ στα διαγώνια μέλη και στα υποστυλώματα. Όλοι οι έλεγχοι. EC8-1 §6.8
Κατακόρυφος σύνδεσμος τύπου V ή Λ με εκκεντρότητα (*εισάγεται ως ράβδος δικτυώματος*) 	Αμφιαρθρωτό θλιβόμενο ή εφελκυόμενο, χωρίς άκαμπτες απολήξεις.		*Μη πλάστιμα* στοιχεία, δέχονται $\gamma_{ov}\cdot\Omega$ αλλά δεν μεταβιβάζουν σε δοκούς & υποστυλώματα. Ελέγχονται σε εφελκυσμό & θλίψη. EC8-1 §6.8
Προσομοίωσης διαφράγματος 	Αμφιαρθρωτή, ειδικά αδρανειακά μεγέθη ώστε να εξασφαλίζεται η δυσκαμψία του διαφράγματος. Δεν διαθέτει άκαμπτες απολήξεις	Προσομοίωση διαφραγματικής λειτουργίας όταν δεν εισάγονται πλάκες σκυροδέματος στο μοντέλο, ούτε πλακοδοκοί μεγάλης ακαμψίας Iy	Δεν ελέγχεται
Δεσμική χάλυβα	Δοκός ανωδομής με ειδικά αδρανειακά μεγέθη για μεγάλη κατακόρυφη ακαμψία.		Δεν ελέγχεται.

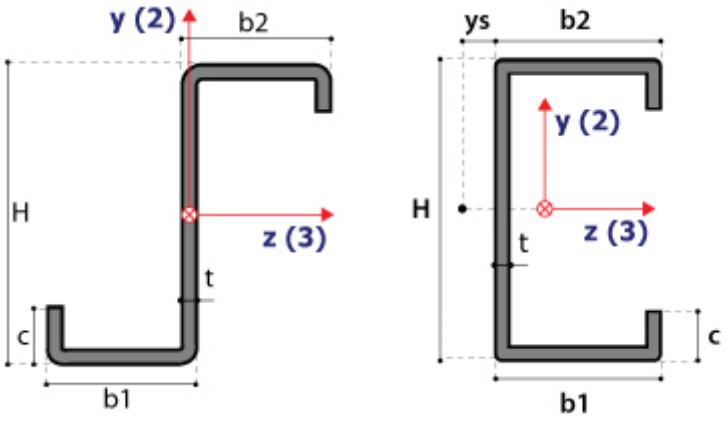
Λεπτότοιχη τεγίδα ψυχρής έλασης 	Μέλος κατάλληλο για κάλυψη στέγης (τεγίδα) ή τοίχων (μηκίδα). Μπορεί να φέρει ροπές στα άκρα και άκαμπτες απολήξεις.		Όλοι οι έλεγχοι, αλλά χωρίς αξονική δύναμη. *Μη πλάστιμο μέλος*

Πίνακας 4.56: *Μέλη από δομικό χάλυβα.*

Λεπτότοιχη τεγίδα ψυχρής έλασης

Η διατομή των στοιχείων κάλυψης στέγης και τοίχων μπορεί να είναι εκτός από θερμής έλασης (βλ. «Είδος μέλους > Τεγίδα») και ψυχρής έλασης. Οι διατομές τύπου Z είναι προτιμότερες για τεγίδες, ειδικά σε μη επίπεδες στέγες, ενώ οι τύπου C επιλέγονται συχνά ως μηκίδες.

Το πλεονέκτημα των τεγίδων ψυχρής έλασης έγκειται στο ότι είναι ελαφρύτερες από στοιχεία θερμής έλασης π.χ. IPE με όμοια δυσκαμψία και αντοχή.



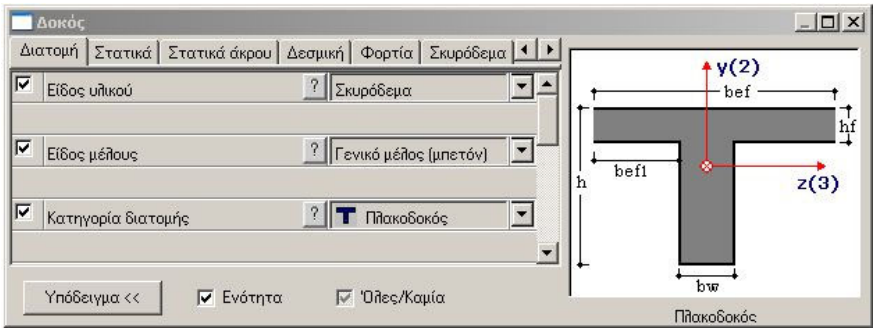
Εικόνα 4.65: *Διατομές Z και C ψυχρής έλασης για τεγίδες και μηκίδες.*

Λόγω της μικρής διατομής τους, οι τεγίδες ψυχρής έλασης δεν είναι στην πράξη δυνατόν να συμμετάσχουν στο σύστημα δυσκαμψίας εντός του επιπέδου της στέγης. Προκειμένου η μοντελοποίηση της κατασκευής να είναι συνεπής με την παραπάνω διαπίστωση παρέχεται η δυνατότητα στον μελετητή να επιλέξει εάν τα συγκεκριμένα μέλη θα υπεισέρχονται στο μοντέλο με πλήρη ή με μηδενική αξονική δυασκαμψία. Βλ. παράμετρο «Στατικά > Συντελεστής αξονικής δυσκαμψίας». Σε κάθε περίπτωση η διαστασιολόγηση σε επίπεδο διατομής ή

μέλους πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη μόνο την κάμψη και την διατμητική ένταση.

Σχετικά με την προσομοίωση του διαφράγματος σε μεταλλικά κτίρια βλέπε θέματα προσομοίωσης §14.5.2 και παράμετρο «Συντελεστές δυσκαμψίας» στο «Κτίριο -> Αντισεισμικός»

Κατηγορία διατομής σκυροδέματος



Εικόνα 4.66: *Επιλογή διατομής δοκού από σκυρόδεμα.*

Για την περίπτωση διατομών από σκυρόδεμα, με την παράμετρο κατηγορία διατομής δίνεται η δυνατότητα επιλογής μεταξύ ορθογωνικής, πλακοδοκού, ανεστραμμένης πλακοδοκού, διατομής τύπου Z και διατομής τύπου H.

Διαστάσεις διατομής δοκού

Ανάλογα με την κατηγορία διατομής που έχει επιλέξει ο χρήστης, εμφανίζεται στο παράθυρο των παραμέτρων το ανάλογο υπόδειγμα διατομής, πάνω στο οποίο φαίνονται οι διαστάσεις (h, bw, κ.τ.λ.) που πρέπει να οριστούν. Το υπόδειγμα εμφανίζεται πατώντας το κουμπί «Υπόδειγμα» στην καρτέλα «Διατομή» της Δοκού (Εικόνα 4.66).

Επικάλυψη cnom

Η απόσταση από την εξώτατη παρειά της δοκού μέχρι την εξωτερική παρειά του συνδετήρα. Για την επιλογή της τιμής της επικάλυψης ανάλογα με την «Κατηγορία έκθεσης» βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» - «Σκυρόδεμα» (Πίνακας 4.18).

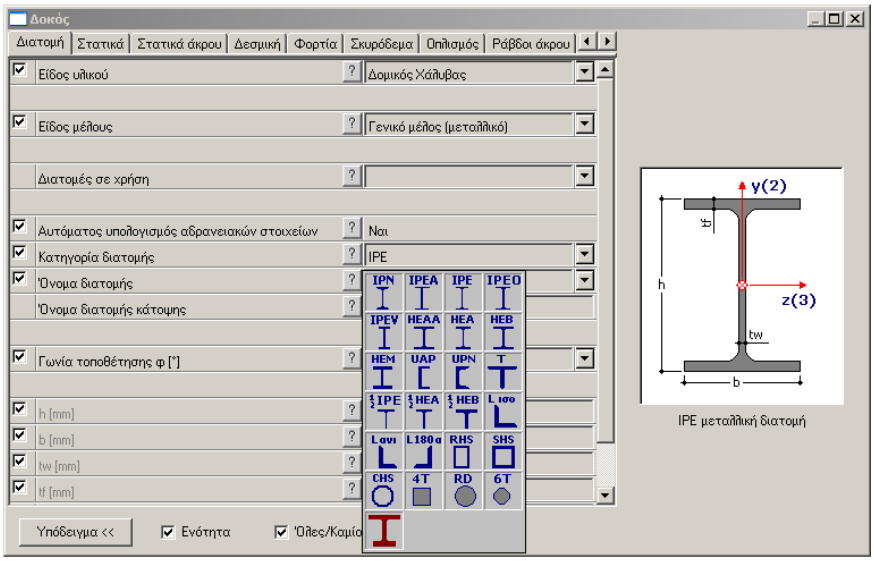
Σημείωση

Επειδή ο υπολογισμός του οπλισμού κάμψης προηγείται χρονικά της επιλογής των ράβδων για την κάμψη, καθώς και του υπολογισμού του οπλισμού διάτμησης, το πρόγραμμα για τον υπολογισμό του d' λαμβάνει ως τυπική τιμή διαμέτρου οπλισμού το Φ=18mm και συνδετήρα το Φσ = 8mm. Στο τεύχος αναγράφεται η τιμή d' = cnom + Φσ + 0.5·Φ = cnom + 17mm.

Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων

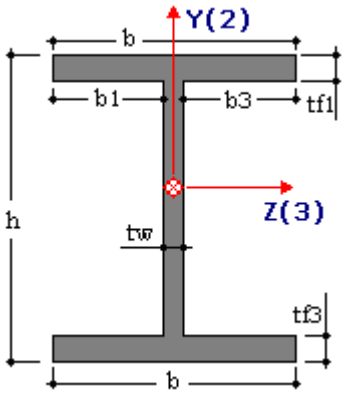
Βλ. την αντίστοιχη παράμετρο για τα υποστυλώματα §4.4.1.1.

Κατηγορία χαλύβδινης διατομής

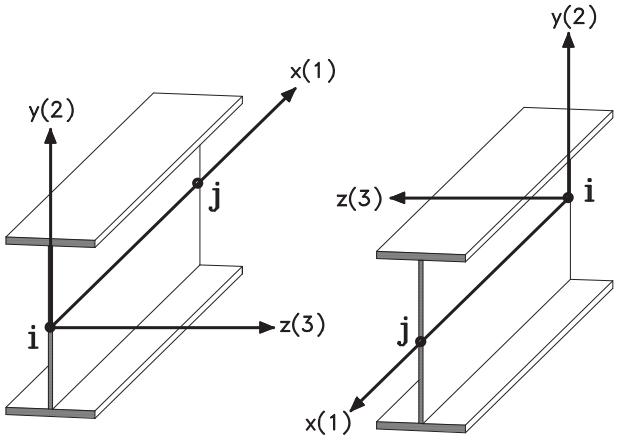


Εικόνα 4.67: *Επιλογή διατομής δοκού από δομικό χάλυβα.*

Παράμετροι Διατομών



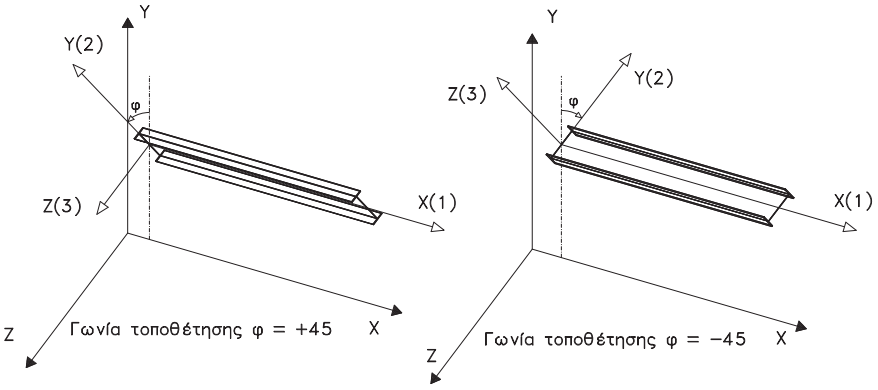
Εικόνα 4.68: *Διαστάσεις (σε mm) που απαιτούνται για την περιγραφή μιας συγκολλητής διατομής δοκού τύπου I ή H διπλής συμμετρίας.*



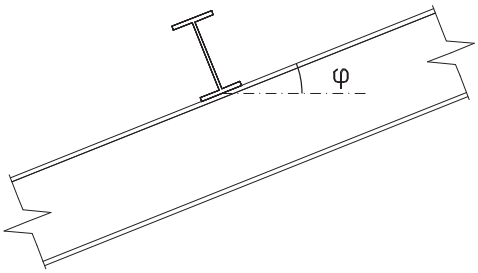
Σχήμα 4.94: *Τοπικό σύστημα συντεταγμένων δοκού. Ο κόμβος αρχής i της δοκού αποτελεί την αρχή των αξόνων του τοπικού Σ.Σ. του μέλους και εξαρτάται από τη φορά εισαγωγής της δοκού στην κάτοψη. Στην περίπτωση που η δοκός συνδέει κόμβους διαφορετικών ορόφων, ο κόμβος αρχής είναι πάντα ο κόμβος του κατώτερου ορόφου, ανεξάρτητα του τρόπου εισαγωγής της.*

Γωνία τοποθέτησης φ

Είναι η γωνία στροφής της δοκού περί το διαμήκη άξονά της. Εξαρτάται και από την φορά εισαγωγής του μέλους. Ο χρήστης οφείλει να την ελέγξει μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης (3D). Σχήμα 4.95 και Σχήμα 4.96



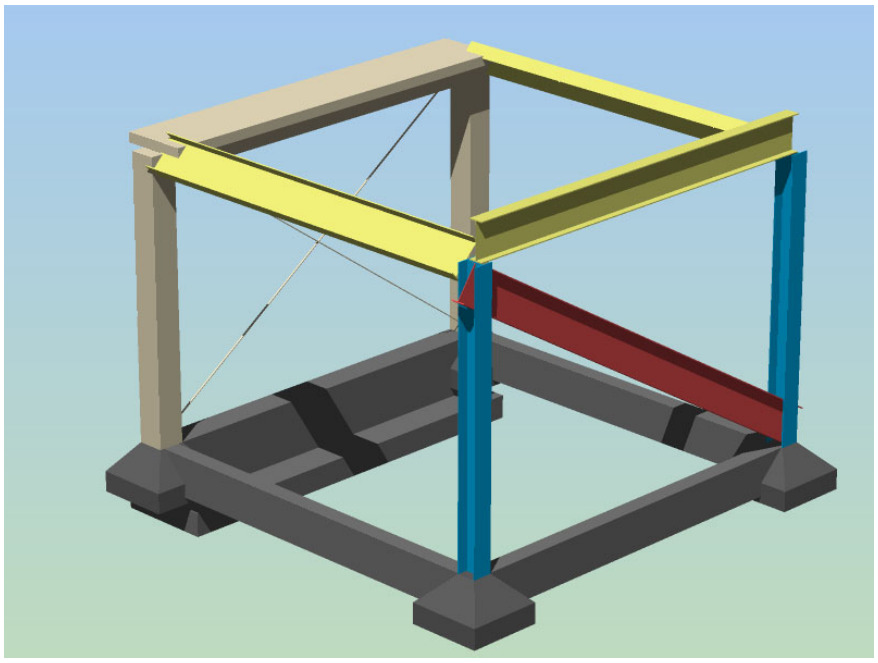
Σχήμα 4.95: *Τοπικό σύστημα αξόνων δοκού με προσήμανση της γωνίας τοποθέτησης δοκού.*



Σχήμα 4.96: *Η γωνία τοποθέτησης δοκού **φ** βρίσκει κυρίως εφαρμογή στις τεγίδες, όπου συνήθως έχει μη-μηδενική τιμή.*

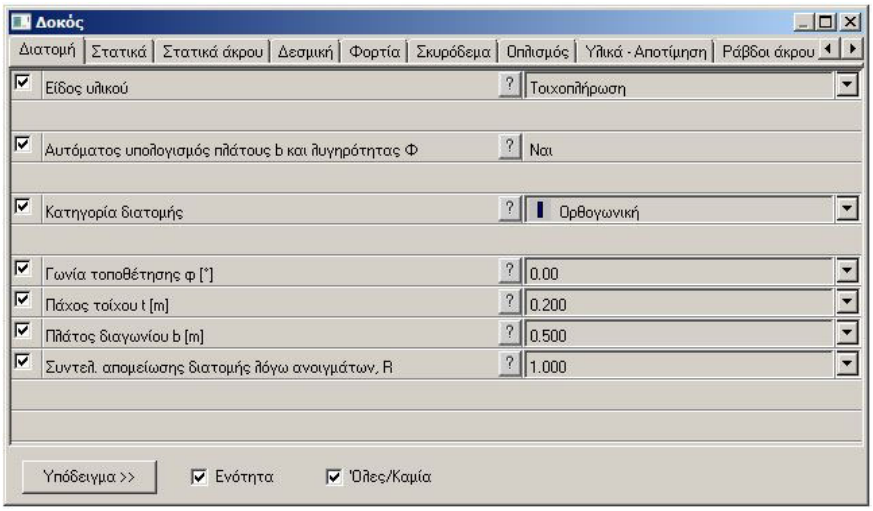
Ορισμός γωνίας φ δοκού

Η γωνία φ είναι η γωνία που σχηματίζει το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από τον άξονα του μέλους ***x*** (ή *1*) με τον τοπικό άξονα ***y*** (ή *2*). Έχει σαν θετική φορά τη δεξιόστροφη γύρω από τον τοπικό άξονα ***x***.



Εικόνα 4.69: *Εμφάνιση των δοκών με τις γωνίες τοποθέτησης και τη θέση τους σχετικά με τους κόμβους αρχής και τέλους. Βλ. και* **Error! Reference source not found.**.

Παράμετροι Τοιχοπλήρωσης:



Εικόνα 4.70: *Παράμετροι Τοιχοπλήρωσης*

Αυτόματος υπολογισμός πλάτους b και λυγηρότητας Φ

Ναι: Ο συντελεστής **λυγηρότητας *Φ*** και Το **πλάτος *b*** του διαγώνιου θλιπτήρα προσομοίωσης τοιχοπλήρωσης υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα, συνεπώς η εισακτέα τιμή του πλάτους ***b*** στην σχετική παράμετρο αγνοείται.

Συγκεκριμένα, το πλάτος ***b*** λαμβάνεται κατά περίπτωση ίσο με έναν ποσοστό του μήκους της διαγωνίου *L*.

- $0.15 \cdot L$ για άοπλες τοιχοπληρώσεις (υφιστάμενες ή νέες). Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1 (ζ.2).
- $0.15 \cdot L$ για δοκούς προσομοίωσης της τοιχοματοποίησης πλαισίων. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §8.5.3(β).
- $0.10 \cdot L$ για ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Σ8.21).

Όπου το μήκος της διαγωνίου L υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα βάσει της γεωμετρίας του φατνώματος λαμβάνοντας υπόψη και τις άκαμπτες απολήξεις.

Ο συντελεστής **λυγηρότητας Φ άοπλων τοιχοπληρώσεων** υπολογίζεται σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Σ7.14) βάσει του «Πάχους τοίχου t» που δίδεται από τον μελετητή και του μήκους της διαγωνίου L.

Όχι: Λαμβάνεται η τιμή που δίδεται από τον μελετητή στην παράμετρο «Πλάτος διαγωνίου b», ενώ ο συντελεστής λυγηρότητας Φ λαμβάνεται ίσος με την μονάδα.

Στο τεύχος, στα γενικά δεδομένα δοκών τοιχοπλήρωσης παρουσιάζεται το μήκος διαγωνίου *L*, κατά περίπτωση οι τιμές για το υπολογιζόμενο ή το εισακτέο πλάτος *b*, καθώς και η λυγηρότητα *λ* και ο συντελεστής *Φ*.

Πάχος τοίχου t

Συνολικό πάχος της τοιχοπλήρωσης στην περίπτωση άοπλων ή ενισχυμένων τοιχοπληρώσεων, ενώ ειδικά στις ενισχυμένες τοιχοπληρώσεις θα πρέπει να δοθεί από τον μελετητή και το επιπρόσθετο πάχος του μανδύα Σ(tm). Βλ. παράμετρο >Δοκός > Τοιχοπλήρωση. Για τοιχοματοποίηση πλαισίου δίδεται το πάχος του έγχυτου σκυροδέματος.

Πλάτος διαγώνιου b

Έχει νόημα να δοθεί τιμή μόνο στην περίπτωση όπου «Αυτόματος υπολογισμός πλάτους b και λυγηρότητας Φ» = Όχι, διαφορετικά, το πλάτος διαγωνίου υπολογίζεται από το πρόγραμμα. Βλ. Προηγούμενα.

Συντελεστής απομείωσης αντοχής λόγω ανοιγμάτων R

Εισάγεται ο συντελεστής απομείωσης διατομής $b \cdot t$ (ή ισοδύναμα της αντοχής Fw). Ο συντελεστής αυτός μπορεί να συμπεριλάβει διάφορες επιδράσεις και τελικά να εκφραστεί ως ένα γινόμενο επιμέρους παραγόντων:

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot \ldots$$

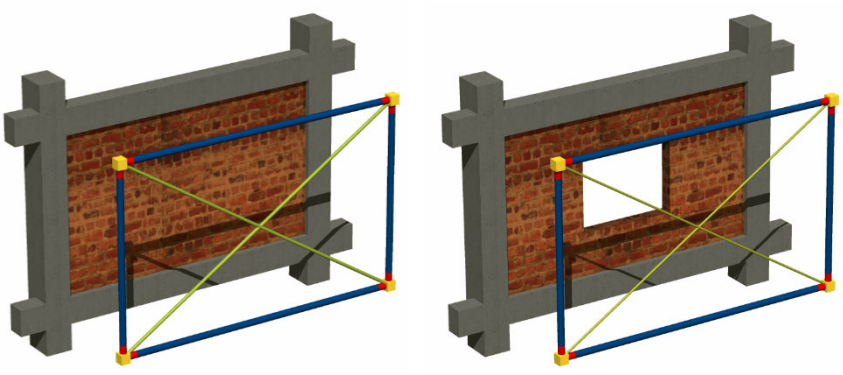
- Μέσω του συντελεστής $\boldsymbol{R_1}$ π.χ. μπορεί να ληφθεί υπόψη η **επιρροή** των **ανοιγμάτων** του φατνώματος. Συγκεκριμένα, ο μελετητής καλείται να εκτιμήσει την επιρροή των ανοιγμάτων στα μηχανικά χαρακτηριστικά των τοιχπληρώσεων λαμβάνοντας υπόψη τις προβλέψεις της §7.4.1(δ) του ΚΑΝ.ΕΠΕ σχετικά με τις περιπτώσεις παράλλειψης είτε της τοιχοπλήρωσης καθ' αυτής, είτε της επιρροής του ανοίγματος.

  Ειδικότερα μπορεί να ληφθεί:

  $R_1 = 1.0$ δηλαδή αμελείται το άνοιγμα όταν αυτό είναι μικρών διαστάσεων π.χ. μικρότερο από το 20% των αντίστοιχων διαστάσεων του φατνώματος και κείται στο κέντρο περίπου του φατνώματος.

  $R_1 = 0.0$ δηλαδή αμελείται η τοιχοπλήρωση και συνεπώς δεν απαιτείται να εισαχθούν διαγώνια μέλη προσομοίωσης, σε περιπτώσεις ανοιγμάτων μεγαλύτερων από το 50% του φατνώματος ή στην περίπτωση δύο ανοιγμάτων κοντά στα άκρα του φατνώματος.

  $0.0 < R_1 < 1.0$ κατ εκτίμηση του μελετητή σε περιπτώσεις ανοιγμάτων στο κέντρο περίπου του ανοίγματος και με διαστάσεις μεταξύ 20% και 50% των αντίστοιχων διαστάσεων του φατνώματος.

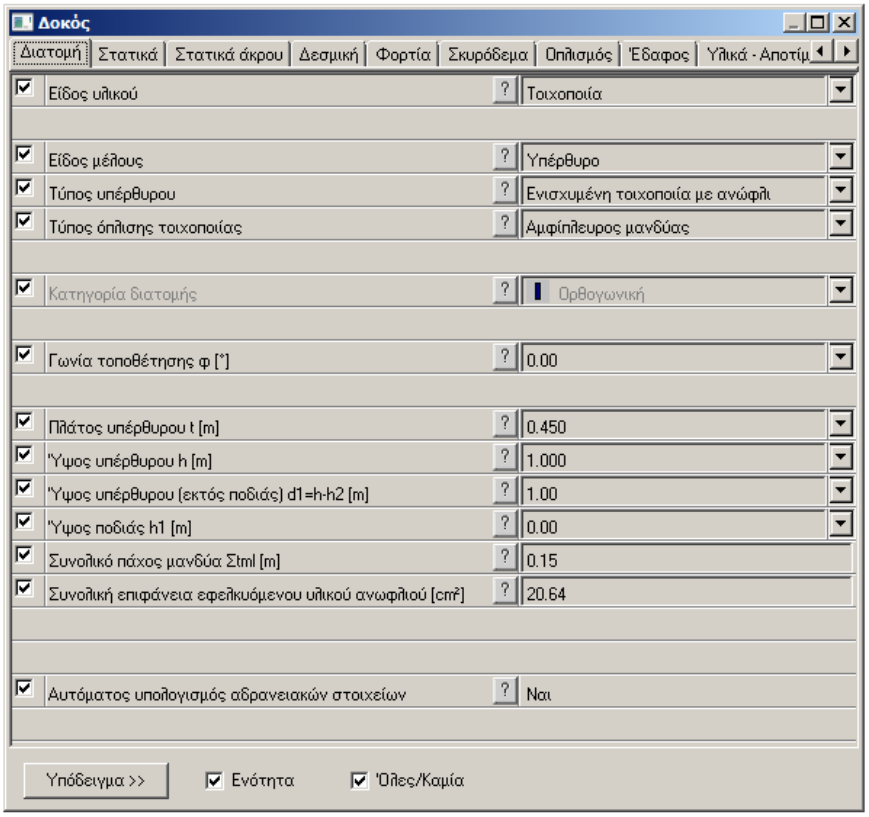


R = 1.0 R < 1.0

Σχήμα 4.97: *Περίπτωση ανοίγματος σε φάτνωμα τοιχοπληρώσεων και τιμές συντελεστή R.*

- Ο συντελεστής $\boldsymbol{R_2}$ θα μπορούσε να εκτιμά το ποσοστό πληρώσεως των κατακόρυφων αρμών και να λαμβάνει τιμές από 0.60-0.90
- Ένας πρόσθετος μειωτικός συντελεστής $\boldsymbol{R_3}$ =0.85 πρέπει να εισάγεται όταν το πάχος των οριζόντων αρμών της τοιχοποιίας υπερβαίνει τα 15mm
- Ο παράγοντας $\boldsymbol{R_4}$ λαμβάνει υπόψη τους μειωτικούς συντελεστές *r* για βλαμμένες, άοπλες τοιχοπληρώσεις σύμφωνα με τον πίνακα Π3 του παραρτήματος 7Δ του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Ουσιαστικά εισάγεται ο συντελεστής *r*F που αφορά την απομείωση της αντοχής F_{WC}. Ο συντελεστής *r*k για την απομείωση της δυσκαμψίας μπορεί να δοθεί έμμεσα τροποποιώντας την Παραμόρφωση διαρροής υφιστάμενων και νέων άοπλων τοιχοπληρώσεων εy (εDL) [%]. Βλ. σχετικές παραμέτρους σε Κτίριο, Όροφο ή Δοκό.

Παράμετροι Τοιχοποιίας:

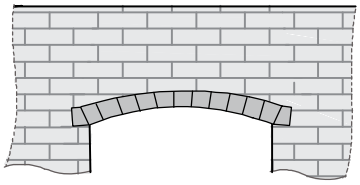


Εικόνα 4.71: *Παράμετροι Τοιχοποιίας*

Τύπος Υπέρθυρου

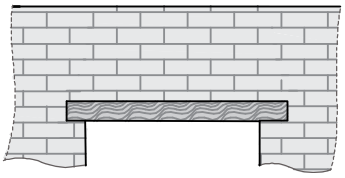
Στο πρόγραμμα παρέχεται η δυνατότητα εισαγωγής υπέρθυρου από φέρουσα τοιχοποιία τόσο σε νέες, όσο και σε υφιστάμενες κατασκευές. Παρόλα αυτά μόνο σε κατάσταση «Αποτίμησης – Ενισχύσεων – Προσθήκης» (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο>Γενικά») ελέγχονται τα στοιχεία αυτά.

- **Άοπλη τοιχοποιία:** Άοπλα υπέρθυρα, η στήριξη των οποίων στους υποκείμενους πεσσούς υλοποιείται μέσω διαμόρφωσης ανακουφιστικού τόξου.



Σχήμα 4.98: *Υπέρθυρο χωρίς ανώφλι (ανακουφιστικό τόξο).*

► **<u>Άοπλη τοιχοποιία με ανώφλι</u>**: Η πλέον συνήθης περίπτωση άοπλης τοιχοποιίας, όπου το ανώφλι διαμορφώνεται με κάποιο στοιχείο που μπορεί να παραλάβει και εφελκυσμό. π.χ. διατομή από οπλισμένο σκυρόδεμα, χάλυβα ή ξύλο.

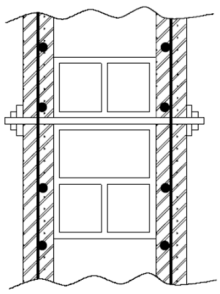


Σχήμα 4.99: *Υπέρθυρο με ανώφλι.*

► **Ενισχυμένη τοιχοποιία:** Η ενίσχυση υλοποιείται με αμφίπλευρο ή μονόπλευρο μανδύα από

- οπλισμένο σκυρόδεμα ο οποίος είναι οπλισμένος με πλέγμα σε μια ή δυο διευθύνσεις
- σύστημα Ινοπλεγμάτων Ανόργανης Μήτρας (ΙΑΜ)

Τα υλικά του μανδύα περιγράφονται στις σχετικές παραμέτρους στις καρτέλες «Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας».



Σχήμα 4.100: *Ενισχυμένη τοιχοποιία με αμφίπλευρο μανδύα.*

► **Ενισχυμένη τοιχοποιία με ανώφλι**

Πλάτος υπέρθυρου t [m]

Συνολικό πλάτος τοιχοποιίας, όπου στην περίπτωση ενισχυμένων υπέρθυρων περιλαμβάνεται και το πάχος μανδύα Σ(tm). το οποίο δίδεται χωριστά σε παράμετρο που περιγράφεται παρακάτω.

΄Υψος υπέρθυρου h [m]

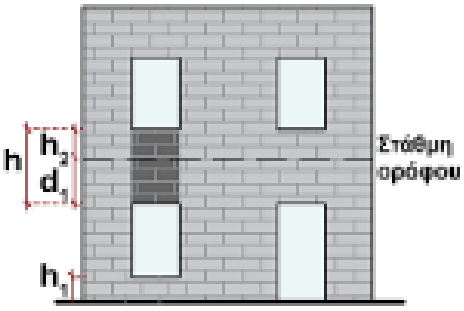
Δίδεται το στατικό ύψος h της διατομής βάσει του οποίου υπολογίζεται η δυσκαμψία και πραγματοποιούνται οι έλεγχοι της διατομής. Στο ύψος αυτό περιλαμβάνεται και το ύψος του ανωφλιού, το οποίο δεν δίδεται χωριστά.

΄Υψος υπέρθυρου (εκτός ποδιάς) d1=h-h2 [m]

Δίδεται το τμήμα του ύψους του υπέρθυρου κάτωθεν της στάθμης ορόφου ή ισοδύναμα το τμήμα του υπέρθυρου που μετράται κάτω από τον κόμβο τέλους του πεσσού. Το ύψος αυτό χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τον προσδιορισμό της άκαμπτης απόληξη στο άνω άκρο του πεσσού. Για πεσσό με εκατέρωθεν ανοίγματα και συνεπώς με εκατέρωθεν υπέρθυρα i, j, τα οποία έχουν διαφορετικό υψόμετρο ανωφλιού, η άκαμπτη απόληξη υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των $d_{1,i}$, $d_{1,j}$.

΄Υψος ποδιάς h1 [m]

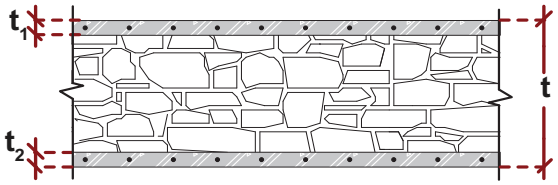
Δίδεται το ύψος της ποδιάς του ανοίγματος, άνωθεν του οποίου κείται το υπέρθυρο. Με τον τρόπο αυτό περιγράφεται η γεωμετρία που αφορά τον τρέχον όροφο, άλλωστε μέσω της παραμέτρου αυτής προσδιορίζεται η άκαμπτη απόληξη στον πόδα του πεσσού. Όπως αναφέρθηκε και στην παραπάνω παράμετρο, σε πεσσό με εκατέρωθεν ανοίγματα, τα οποία ενδέχεται να έχουν διαφορετικό ύψος ποδιάς $h_{1,i}$, $h_{1,j}$, η άκαμπτη απόληξη υπολογίζεται ως ο μέσος όρος αυτών των υψών.



Εικόνα 4.101*: Εισακτέα δεδομένα για την περιγραφή του υπέρθυρου και για τον προσδιορισμό της άκαμπτης απόληξης.*

Συνολικό πάχος μανδύα Σtml [m]

Ορίζεται το συνολικό πάχος μανδύα στην περίπτωση του αμφίπλευρου ή το μεμονωμένο πάχος μανδύα στην περίπτωση του μονόπλευρου.



$$\Sigma t_{ml} = t_1 + t_2$$

Εικόνα 4.102: *Διαστάσεις πλάτους υπέρθυρου* ***t*** *και πάχους αμφίπλευρου μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος* t_1+t_2.

Το πάχος της κάθε στρώσης του μανδύα είναι ίσο με το 1/2 της τιμής της παραμέτρου «Συνολικό πάχος μανδύα», ενώ ο οπλισμός που δίδεται μέσω των παραμέτρων «Κτίριο, Όροφο, δοκός > Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Αριθμός και διάμετρος ράβδων διαζώματος» θεωρείται ότι εφαρμόζεται και στις δυο πλευρές του μανδύα. Συνεπώς για το ίδιο «συνολικό πάχος μανδύα Σtml» και τα ίδια εισακτέα δεδομένα όπλισης, ο αμφίπλευρος θα έχει διπλάσιο οπλισμό από τον μονόπλευρο.

Συνολικό πάχος μανδύα Σtlm IAM

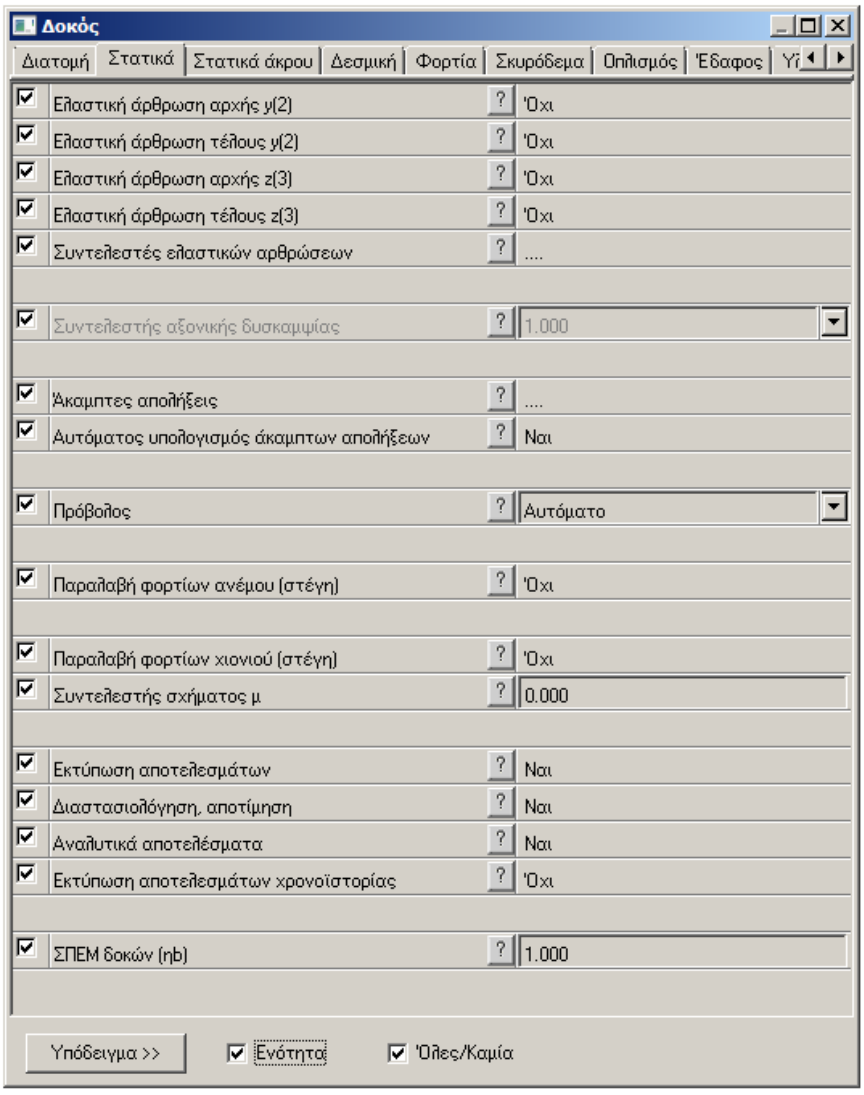
Ορίζεται το συνολικό πάχος μανδύα ΙΑΜ στην περίπτωση του αμφίπλευρου ή το μεμονωμένο πάχος μανδύα στην περίπτωση του μονόπλευρου και είναι πρακτικώς το συνολικό πάχος του κονιάματος. Το πάχος της κάθε στρώσης του μανδύα ΙΑΜ είναι ίσο με το 1/2 της τιμής της παραμέτρου «Συνολικό πάχος μανδύα Σtlm ΙΑΜ», ενώ οι ιδιότητες του ΙΑΜ που δίδονται στο «Κτίριο, Όροφο, δοκός >

Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Ενίσχυση με ΙΑΜ» θεωρούνται ότι εφαρμόζονται ανά πλευρά του μανδύα. Συνεπώς για το ίδιο «συνολικό πάχος μανδύα Σtml» και τα ίδια εισακτέα δεδομένα ΙΑΜ, ο αμφίπλευρος θα έχει διπλάσιο υλικό ΙΑΜ από τον μονόπλευρο.

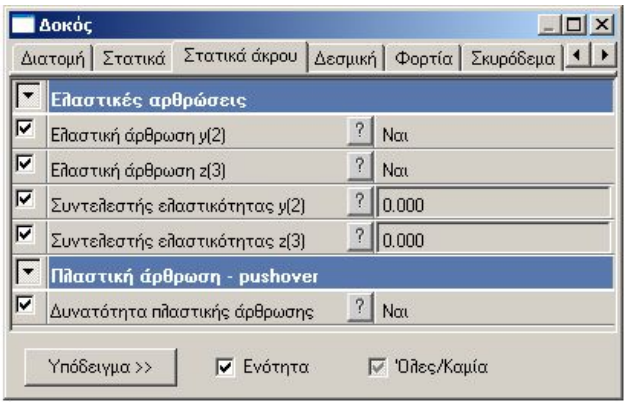
Συνολική επιφάνεια εφελκυόμενου υλικού ανωφλιού [cm^2]

Δίδεται η επιφάνεια π.χ. του χάλυβα οπλισμού σε περίπτωση οπλισμένου σκυροδέματος ή της επιφάνειας της χαλύβδινης διατομής π.χ. ΙΡΕ ή ακόμη η διατομή το εμβαδό του ξύλινου ανωφλιού. Σε κάθε περίπτωση, ο μελετητής θα πρέπει να εισάγει την ποιότητα του υλικού του ανωφλιού μέσω της παραμέτρου στο «Κτίριο, Όροφο, Δοκός > Αποτίμηση Φέρουσας τοιχοποιίας».

4.6.1.2 Στατικά & Στατικά άκρου



Εικόνα 4.72: *Παράμετροι στατικής λειτουργίας δοκού. Δυνατότητα άρθρωσης υπάρχει στα δύο της άκρα και κατά τους δύο τοπικούς άξονες z (ισχυρός) και y (ασθενής).*



Εικόνα 4.73: *Παράμετροι Στατικά άκρου.*

Ελαστικές αρθρώσεις αρχής, τέλους. Συντελεστές ελαστικών αρθρώσεων

Δυνατότητα να ορίζονται σχετικές ελευθερίες στροφών στην αρχή ή και στο τέλος κάθε μέλους.

- **Ναι** και Συντελεστής = 0 ⇒ άρθρωση
- **Όχι** ⇒ πλήρης μεταφορά ροπής

Παρατήρηση

Η δυνατότητα ελαστικών αρθρώσεων σκοπό έχει την προσομοίωση αρθρωτών συνδέσεων μεταλλικών μελών (συνδέσεις τέμνουσας) συνδέσεις ράβδων δικτυώματος, συνδέσεις με πείρους κλπ.

Συντελεστής ελαστικότητας k: Για k=0.0 υπάρχει πλήρης άρθρωση. Για μεγαλύτερες τιμές (π.χ. 0.3, 0.5, 1, 5, 20, 200, …) υπάρχει ελαστικά περιοριζόμενη άρθρωση, σύμφωνα με την σχέση:

$$K_{\text{ΕΛ}} = k \times \left(\frac{4EI}{L} \right)_{\text{ΔΟΚΟΥ}}$$

όπου I και L η ροπή αδράνειας και το ελαστικό μήκος του μέλους, αντίστοιχα.

Ο συντελεστής αυτός έχει νόημα μόνο στην περίπτωση που η αντίστοιχη παράμετρος έχει την τιμή «Ναι».

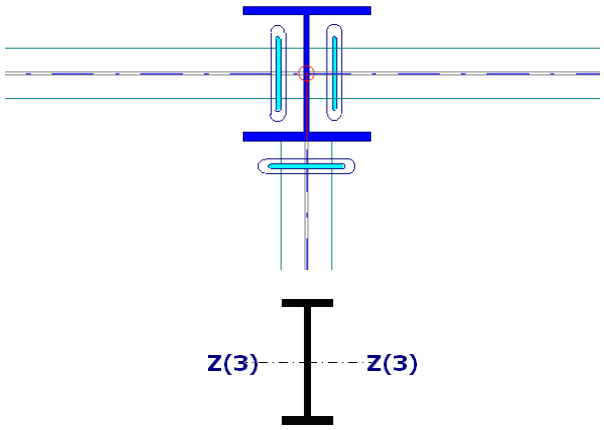
Στην περίπτωση ταυτόχρονης ύπαρξης εσωτερικής άρθρωσης στο άκρο στοιχείου με άκαμπτη απόληξη, το πρόγραμμα θεωρεί ότι η άρθρωση βρίσκεται στο άκρο του εύκαμπτου μήκους του μέλους. Οι εσωτερικές ελευθερώσεις αναφέρονται στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων του μέλους.

Σημείωση

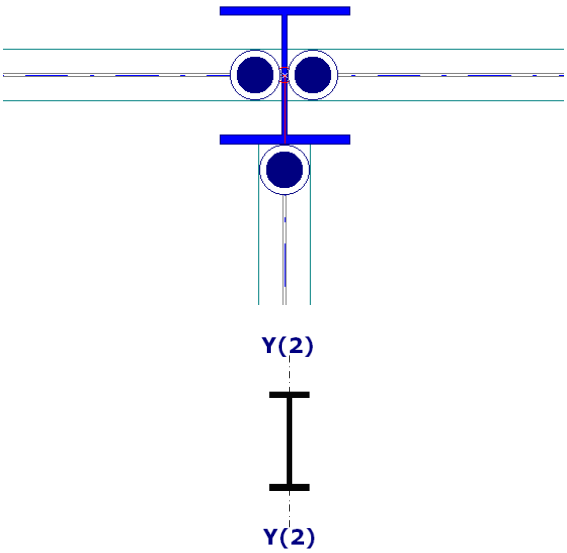
Ειδικά για τις δοκούς από δομικό χάλυβα:

Επειδή ορισμένα είδη δοκών (ράβδος δικτυώματος, ελκυστήρας, προσομοίωσης διαφράγματος, διαγώνιος σύνδεσμος, σύνδεσμος τύπου Λ ή V) διαθέτουν αυτομάτως αρθρώσεις στα άκρα τους, δεν απαιτείται πρόσθετη ενέργεια από μέρους του μελετητή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι σχετικές παράμετροι είναι ανενεργές.

Για καλύτερη εποπτεία, οι ελαστικές αρθρώσεις των δοκών μπορούν να εμφανίζονται και στην κάτοψη του ορόφου, όταν είναι ενεργό το διαφανές «**Στατικές δοκοί**». Για τον τρόπο που εμφανίζονται στην κάτοψη οι αρθρώσεις στα άκρα των δοκών, βλέπε τις επόμενες εικόνες. Για τον ορισμό των τοπικών αξόνων της δοκού, βλ. Σχήμα 4.95.



Εικόνα 4.74α: *Τρεις δοκοί οι οποίες στηρίζονται αρθρωτά στο υποστύλωμα. Η άρθρωση λειτουργεί* ***γύρω από τον ισχυρό τοπικό άξονα z*** *(ή 3)- (στροφές κάθετα στο επίπεδο της κάτοψης).*



Εικόνα 4.74β: *Τρεις δοκοί οι οποίες στηρίζονται αρθρωτά στο υποστύλωμα. Η άρθρωση λειτουργεί* ***περί τον ασθενή τοπικό άξονα y*** *(ή 2) (στροφές εντός του επιπέδου της κάτοψης).*

Συντελεστής αξονικής δυσκαμψίας

Αφορά μόνο στοιχεία ψυχρής έλασης.

Ο μελετητής έχει την δυνατότητα να μειώσει ή και να μηδενίσει την αξονική δυσκαμψία των λεπτότοιχων τεγίδων ώστε η εντός επιπέδου ένταση στην στέγη - η προερχόμενη από οριζόντιες δράσεις όπως άνεμος ή σεισμός- να παραληφθεί εξ΄ολοκλήρου από τα στοιχεία που είναι σχεδιασμένα για τον σκοπό αυτό όπως οριζόντιες χιαστί ράβδοι και κεφαλοδοκοί.

- **1.00 :** Το λεπτότοιχο μέλος συμμετέχει στην επίλυση με την πλήρη αξονική δυσκαμψία. Η επιλογή αυτή προτείνεται μόνο στην περίπτωση που απαιτείται να εξασφαλιστεί το συμβιβαστό των παραμορφώσεων π.χ. όταν στο μαθηματικό μοντέλο δεν περιλαμβάνονται τα στοιχεία δυσκαμψίας εντός επιπέδου (χιαστί σύνδεσμοι).
- **<u>≤ 1.00 ή 0.00</u>:** Λαμβάνεται μειωμένη αξονική δυσκαμψία ή αγνοείται εντελώς κατά την ανάλυση. Σε τέτοια περίπτωση θα πρέπει να προσομοιώνονται τα στοιχεία δυσκαμψίας της στέγης που προβλέπεται να λειτουργήσουν στην διεύθυνση των τεγίδων. Διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος να προκληθεί υπολογιστική αστάθεια.

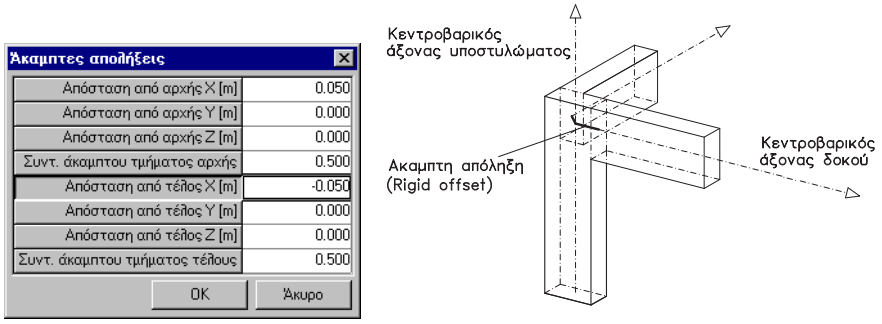
Παρατηρήσεις:

- Ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου ο έλεγχος διατομής και μέλους των στοιχείων ψυχρής έλασης πραγματοποιείται χωρίς να λαμβάνεται υπόψη τυχόν αξονική δύναμη.

Άκαμπτες απολήξεις

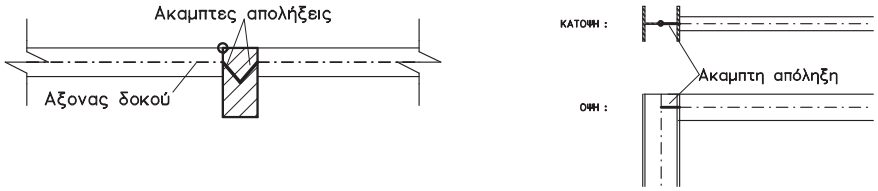
Δίδονται οι προβολές στο καθολικό σύστημα συντεταγμένων (X, Y, Z) των άκαμπτων απολήξεων (rigid offsets) του μέλους.

Η άκαμπτη απόληξη χρησιμεύει για να προσομοιώνει το μειωμένο πραγματικό ελαστικό μήκος του μέλους σε περιπτώσεις που η δοκός συντρέχει σε κόμβους υποστυλωμάτων.



Σχήμα 4.103: *Κόμβος του πλαισίου στον οποίο επισημαίνεται η άκαμπτη απόληξη της δοκού.*

Ως «**Αποστάσεις από αρχή / τέλος**» ορίζονται οι προβολές (στους καθολικούς άξονες) των άκαμπτων απολήξεων του μέλους, τις οποίες το Fespa υπολογίζει αυτόματα, βάσει των γεωμετρικών δεδομένων του φορέα.

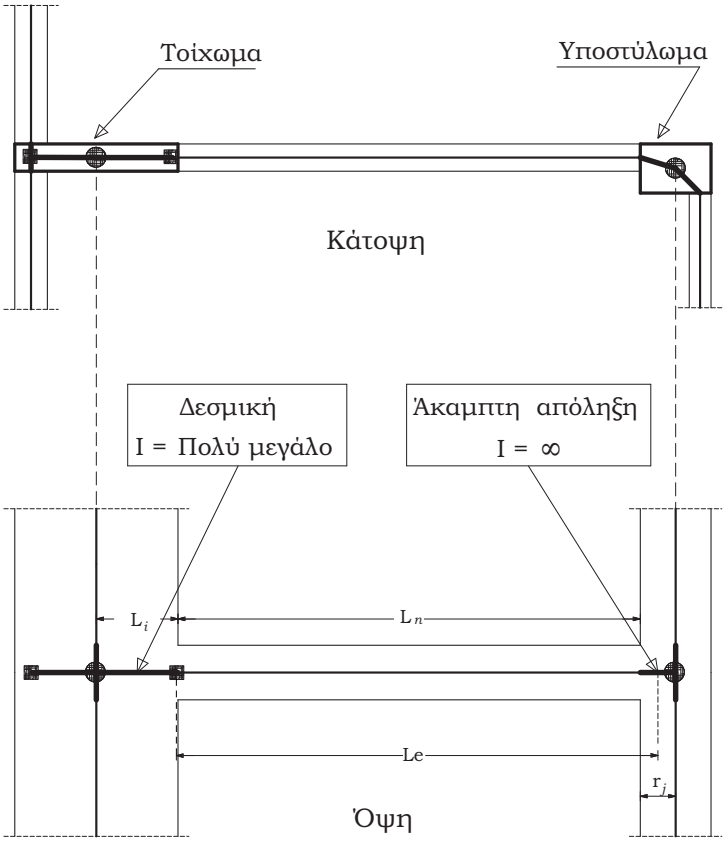


Σχήμα 4.104: *Κάτοψη σχεδιαστικής και στατικής δοκού οπλισμένου σκυροδέματος και κάτοψη και όψη σχεδιαστικής και στατικής δοκού δομικού χάλυβα με τις άκαμπτες απολήξεις..*

Συντελεστής άκαμπτου τμήματος αρχής zi / τέλους zj: Γενικά ισχύει $0 \le z \le 1$.Το προτεινόμενο είναι zi = zj = 1,0.

Σημείωση

Στα τοιχώματα, αντί για άκαμπτες απολήξεις, επιβάλλεται η χρήση λοιπών κόμβων και δεσμικών ράβδων.



***L*n :** Μήκος σχεδιαστικό δοκού

***L*e :** Ελαστικό μήκος δοκού $Le = Ln + zj \cdot rj$

Σχήμα 4.105: *Μήκος σχεδιαστικής δοκού **Ln** και Ελαστικό μήκος δοκού **Le** συναρτήσει των συντελεστών άκαμπτης απόληξης **zi** και δεδομένης της παρουσίας δεσμικών δοκών.*

Παρατηρήσεις:

- Το ελαστικό μήκος της δοκού ***L*e** όπως αυτό προκύπτει βάσει των άκαμπτων απολήξεων αφορά αποκλειστικά την στατική επίλυση, ενώ ο έλεγχος σε

κάμψη και διάτμηση πραγματοποιείται μεταξύ των θέσεων των στηρίξεων και σε κάθε περίπτωση εντός του μήκους ***L*n** (ή L_{cl}).

- Το καθαρό μήκος του μέλους ***L*n** (ή L_{cl}) πρακτικά ισούται το μήκος της σχεδιαστικής δοκού και είναι αυτό που υπεισέρχεται στον υπολογισμό π.χ. της ικανοτικής τέμνουσας. Βλ. EC8-1 σχ. 5.1.
- Θεώρηση άκαμπτων απολήξεων στα άκρα των μελών, ακόμη και στα υποστυλώματα οδηγεί σε πιο δύσκαμπτες κατασκευές, γεγονός που εν γένει θα έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες φασματικές επιταχύνσεις (Σχήμα 4.5) και αυξημένη απαίτηση πλαστιμότητας καμπυλοτήτων (βλ. §9.2.3).



Σημείωση

Σχετική εντολή: «Παραγωγές > Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων» (§5.1.3.7), η οποία επαναϋπολογίζει τις άκαμπτες απολήξεις όλων των μελών του τρέχοντος ορόφου. Είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται μετά από αλλαγή διαστάσεων υποστυλώματος ή κίνηση λοιπού κόμβου).

Αυτόματος υπολογισμός άκαμπτων απολήξεων σκυροδέματος, δομικού χάλυβα

► **Ναι**: Το πρόγραμμα υπολογίζει αυτόματα τις προβολές των άκαμπτων απολήξεων των δοκών σε κάτοψη στους καθολικούς άξονες X και Z. Οι υπολογισμοί αυτοί λαμβάνουν υπόψη την ακριβή θέση των δοκών και το περίγραμμα των υποστυλωμάτων.

Τυχόν άκαμπτη απόληξη που έχει δοθεί από τον μελετητή κατά την κατακόρυφη έννοια (καθολικός άξονας Y) δεν τροποποιείται από το πρόγραμμα

► **Όχι**: Το πρόγραμμα δεν υπολογίζει αυτόματα τις προβολές των άκαμπτων απολήξεων του μέλους.

Πρόβολος

► **Ναι / Όχι / Αυτόματο**

Με την προεπιλογή «**Αυτόματο**» το Fespa αναγνωρίζει ως προβόλους τις δοκούς που το ένα τους άκρο είναι ελεύθερο, δε συνδέονται δηλαδή με άλλα μέλη του φορέα ή παρουσιάζουν διάγραμμα ροπών προβόλου. Αυτά, αν και γενικά είναι επαρκή κριτήρια για την αναγνώριση των προβόλων, υπάρχουν περιπτώσεις που ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει την παράμετρο «Πρόβολος» = «Ναι» ή «Όχι».

Σε περίπτωση που η δοκός είναι πρόβολος:

- Θεωρείται μέλος Χωρίς Απαιτήσεις Πλαστιμότητας (ΧΑΠ) και διαστασιολογείται αποκλειστικά βάσει των διατάξεων του EC2.
- Δε συμβάλλει με τις ροπές υπεραντοχής της στην καταπόνηση των υποστυλωμάτων που τη στηρίζουν (Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη).
- Ο υπολογισμός του βέλους κάμψης μεταλλικών δοκών γίνεται με βάση την ελαστική γραμμή προβόλου (και όχι συνεχούς δοκού).

Παραλαβή φορτίων ανέμου/χιονού (στέγη)

Ορίζεται εάν η δοκός κείται σε εξωτερική επιφάνεια της κατασκευής και είναι εκτεθειμένη σε φορτία ανέμου ή χιονιού.

► **Όχι** : Σε περιπτώσεις που η δοκός είτε δεν ανήκει στο εξωτερικό κέλυφος της κατασκεής, είτε είναι προστατευμένη.

► **Ναι :** Για την δοκό θα υπολογιστεί συντελεστής εξωτερικής ανεμοπίεσης C_{pe} σύμφωνα με EC1-1-4 ανάλογα με το ύψος, την κλίση της στέγης κλπ και αντίστοιχα και συντελεστής χιονιού ***s***.

Η εγκάρσια απόσταση μεταξύ διαδοχικών τεγίδων, βάσει της οποίας θα προσδιοριστεί το πλάτος επιρροής υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα βάσει της γεωμετρίας του φορέα.

Συντελεστής σχήματος *μ*

0.0 : Μηδενική εισακτέα τιμή υποδηλώνει αυτόματο υπολογισμό του συντελεστή σχήματος από το πρόγραμμα βάσει της κλίσης του τμήματος της στέγης, στο οποίο κείται το μέλος. Βλ. EC1-1-3 §5.3.

Προκειμένου να μηδενιστεί το φορτίο του χιονιού σε κάποια δοκό, τότε απλά, ορίζουμε «Παραλαβή φορτίων χιονιού = Όχι.

0.1÷1.6 : Αποδίδοντας κατάλληλη τιμή στον συντελεστή ***μ*** είναι δυνατόν να καλυφθούν όλες οι ειδικές περιπτώσεις που αναφέρονται στην §5.3 του EC1-1-3 π.χ. πολύρριχτες (§5.3.4), κυλινδρικές στέγες (§5.3.5) ή στέγες σε επαφή με υψηλότερες κατασκευές (§5.3.6).

Με διαστασιολόγηση, με αποτίμηση

► **Ναι:** Το πρόγραμμα είτε οπλίζει το μέλος (σε περίπτωση μελέτης διαστασιολόγησης) είτε ελέγχει την επάρκειά του (σε περίπτωση μελέτης αποτίμησης). Δεν συνδυάζεται με την επιλογή «Εκτύπωση εντατικών μεγεθών = Όχι».

► **Όχι**: Το πρόγραμμα δεν υπολογίζει οπλισμούς (κατά τη διαστασιολόγηση), ούτε πραγματοποιεί ελέγχους επάρκειας μελών (κατά την αποτίμηση).

Προτεινόμενη επιλογή όταν το μέλος εισάγεται στο μοντέλο βοηθητικά, χωρίς να ενδιαφέρει η διαστασιολόγησή του.

Ανήκει σε υποφορέα (στέγη)

Ορίζεται αν η δοκός ανήκει σε υποφορέα (βλέπε «Κτίριο > Αντισεισμικός > Μεταφορά μαζών από υποφορείς στον Κύριο φορέα»). Ειδικά για τα μεταλλικά μέλη έχουν επιλεγεί οι παρακάτω αρχικές τιμές, έτσι ώστε να διευκολύνεται η ομαδοποίηση εύκαμπτων τμημάτων (πχ στεγών) σε υποφορείς.

Είδος υλικού	Είδος μέλους	Αρχική τιμή παραμέτρου «Ανήκει σε υποφορέα (στέγη)»
Δομικός χάλυβας	Γενικό μέλος (μεταλλικό)	ΟΧΙ
	Ράβδος δικτυώματος	**ΝΑΙ**
	Ελκυστήρας	**ΝΑΙ**
	Τεγίδα	**ΝΑΙ**
	Προσομοίωση διαφράγματος	**ΝΑΙ**
	Κατακόρυφος διαγώνιος σύνδεσμος	ΟΧΙ
	Οριζόντιος διαγώνιος σύνδεσμος	**ΝΑΙ**
	Σύνδεσμος τύπου V/Λ	ΟΧΙ
	Σεισμ. Σύνδεσμος (Δοκός σύζευξης)	ΟΧΙ
	Ζύγωμα με σύνδεσμο V/Λ	ΟΧΙ
	Δεσμική χάλυβα	ΟΧΙ
	Λεπτότοιχη τεγίδα ψυχρής έλασης	**ΝΑΙ**

Εκτύπωση αποτελεσμάτων

- **Ναι**: Σε συνδυασμό με την επιλογή «Με διαστασιολόγηση» = «Όχι» Εκτυπώνονται στο τεύχος τα εντατικά μεγέθη των συνδυασμών διαστασιολόγησης π.χ. συνδυασμοί Gupta στα υποστυλώματα, αλλά δεν γίνονται έλεγχοι, ούτε υπολογίζονται οπλισμοί.

- **Όχι**: Δεν εμφανίζονται στα αποτελέσματα του τεύχους ούτε τα εντατικά μεγέθη, ούτε πραγματοποιείται διαστασιολόγηση. Καθιστά ουσιαστικά **ανενεργή** την παράμετρο «Με διαστασιολόγηση».

Εκτύπωση αποτελεσμάτων χρονοϊστορίας

Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση.

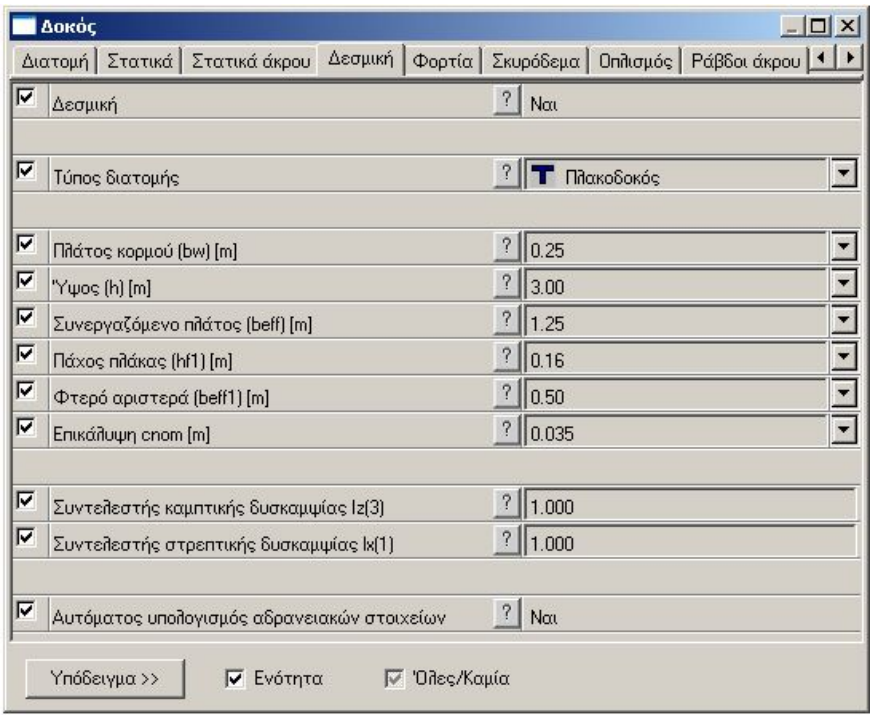
Δυνατότητα πλαστικής άρθρωσης (Αρχή/Τέλος)

Αφορά αποκλειστικά τις αναλύσεις αποτίμησης (pushover ή χρονοϊστορία). Ορίζεται εάν μπορεί να δημιουργηθεί πλαστική άρθρωσης στο άκρο αρχής ή τέλους του μέλους.

- **Ναι**: Κατασκευάζονται διαγράμματα ροπών – καμπυλοτήτων M-φ και στροφών M-θ βάσει του τοποθετημένου οπλισμού και η αρχική ελαστική ακαμψία προσδιορίζεται βάσει της K=My·Lv/(3·θy). Βλ. EC8-3 §A.3.2.4(5). Για το άκρο αυτό θα υπολογιστούν λόγοι επάρκειας
- **Όχι**: Το άκρο δε θα περάσει στην πλαστική περιοχή, ενώ στην ανάλυση η δυσκαμψία τους λαμβάνεται ως ένα ποσοστό της αρηγμάτωτης διατομής της τάξης του 20% έως 30%. Σε κατάσταση αποτίμησης, για το άκρο αυτό θα εμφανιστεί παύλα (-) στους πίνακες λόγων επάρκειας.

Ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου, όλα τα μέλη της θεμελίωσης, τα οποία άλλωστε σχεδιάζονται ικανοτικά για ελαστική συμπεριφορά, θεωρείται ότι στην ανελαστική ανάλυση αποκρίνονται ελαστικά, ενώ για ανάλυση αποτίμησης πραγματοποιούνται μόνο γεωτεχνικοί έλεγχοι.

4.6.1.3 Δεσμική



Εικόνα 4.75: *Παράμετροι δεσμικής δοκού.*

Δεσμική

► **Ναι**: Δεσμική είναι μια δοκός πολύ μεγάλης καμπτικής και στρεπτικής ροπής αδρανείας I_Z και I_X και χρησιμεύει για την ακριβή προσομοίωση της σύνδεσης τοιχωμάτων ανωδομής με τις δοκούς.

Ιδιαιτερότητες δεσμικών δοκών στο πρόγραμμα:

- Δε διαστασιολογούνται
- Δεν εμφανίζονται στο τεύχος εντατικά μεγέθη, παρόλα αυτά ο μελετητής έχει δυνατότητα να ελέγξει την ένταση τους στο 3DV.
- Το ίδιο βάρος και η μάζα δεν υπεισέρχονται στους στατικούς υπολογισμούς. Αυτό υλοποιείται με μηδενισμό από το πρόγραμμα της επιφάνειας υπολογισμού του ίδιου βάρους (Αιβ). Βλ. πίνακα 402.1.

- Το πρόγραμμα δεν απομειώνει τα αδρανειακά χαρακτηριστικά των Δεσμικών δοκών με βάση τους « Συντελεστές δυσκαμψίας» στο «Κτίριο-> Αντισεισμικός»

Αυτόματη παραγωγή δεσμικών

Με την «Έξυπνη εισαγωγή δοκού», στα τοιχώματα δημιουργούνται αυτόματα οι κατάλληλες δεσμικές ράβδοι, **αρκεί να έχουν τοποθετηθεί από τον μελετητή οι** «Κόμβοι τοιχώματος». Βλέπε εντολή στον Λοιπό κόμβο §4.5.2.

Δεσμικές δοκοί εντός του περιγράμματος πόδα τοιχώματος:

- Όταν το τοίχωμα θεμελιώνεται σε πεδιλοδοκό πρέπει να έχουν είδος και διατομή «Πεδιλοδοκού – τοιχώματος υπογείου», διότι διαφορετικά δεν υλοποιείται η ελαστική έδραση κάτω από το τοίχωμα.
- Όταν το τοίχωμα θεμελιώνεται σε πέδιλο, μπορούν να είναι δεσμικές τύπου ανωδομής, επειδή η ελαστική έδραση προσομοιώνεται επαρκώς μέσω των δοκών προσομοίωσης.

► **Όχι**

Παρατήρηση

Οι δεσμικές δοκοί αφορούν μόνο μέλη από σκυρόδεμα. Για χαλύβδινες δοκούς η δεσμική ορίζεται μέσω της παραμέτρου «Είδος μέλους».

Χαρακτηριστικά στοιχεία δεσμικής

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των εκάστοτε διατομών. Βλ. και §4.6.1.1.

Τύπος διατομής

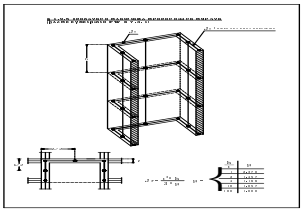
Ως πλακοδοκός, η δεσμική συμμετέχει με αυξημένη δυσκαμψία στο διάφραγμα, όπου ανήκει. Βλ. και παράμετρο «Κτίριο > Αντισεισμικός > Συντελεστής προσομοίωσης δυσκαμψίας σκυροδέματος > Συντελεστής διαφραγματικής λειτουργίας δοκών (Iy)».

Συντελεστής καμπτικής δυσκαμψίας (Iz), συντελεστής στρεπτικής δυσκαμψίας (Ix)

► **1,00**: Προεπιλεγμένη τιμή συντελεστών Iy, Ix.

Συντελεστές με τους οποίους πολλαπλασιάζονται οι αντίστοιχες τιμές των αδρανειακών χαρακτηριστικών της δοκού. Η καμπτική και η στρεπτική δυσκαμψία των δεσμικών δοκών -αντίθετα με τους άλλους τύπους δοκού- δεν απομειώνεται με τους « Συντελεστές δυσκαμψίας »διότι ο σκοπός που εξυπηρετούν είναι η προσομοίωση του άκαμπτου βραχίονα που συνδέει τις

ελαστικές δοκούς με τον κεντροβαρικό άξονα τοιχωμάτων. Βλ. Σχήμα 4.106 και τρισδιάστατο πλαισιακό προσομοίωμα πυρήνα ανελκυστήρα (Σχήμα 4.86).



Σχήμα 4.106: *Μαθηματικό μοντέλο στην περιοχή σύνθετης διατομής από τοιχώματα. Ελαστικές δοκοί συνδέονται μέσω άκαμπτων βραχιόνων (δεσμικές δοκοί) με τον κόμβο κέντρου βάρους των τοιχωμάτων.*

4.6.1.4 Φορτία

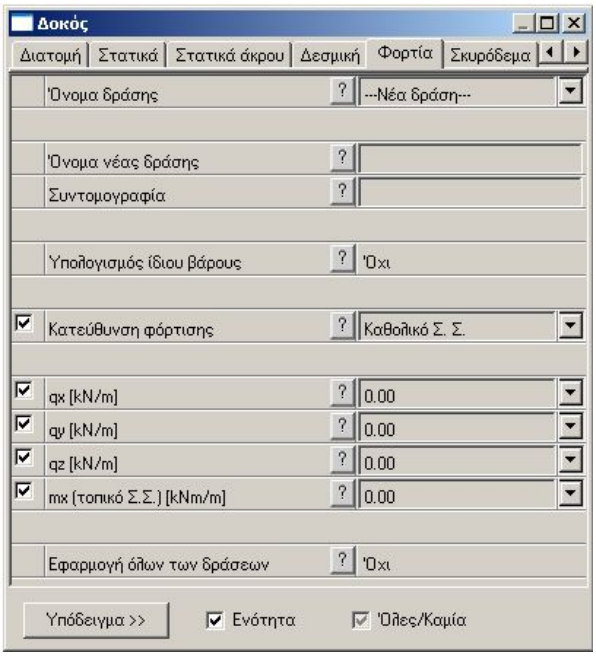
Κάθε δοκός μπορεί να φέρει:

- Κατανεμημένα φορτία q σε καθολικό ή τοπικό Σ.Σ.,
- καθώς και κατανεμημένες ροπές mx στο τοπικό Σ.Σ.

Τα φορτία εκχωρούνται στις δοκούς με τις εντολές «Πάρε / δώσε φορτία». Το πρόγραμμα δεν έχει περιορισμό στον αριθμό των δράσεων που μπορεί να δεχτεί. Οι δράσεις συνδυάζονται με τους κατάλληλους συντελεστές στον Πίνακα 816.

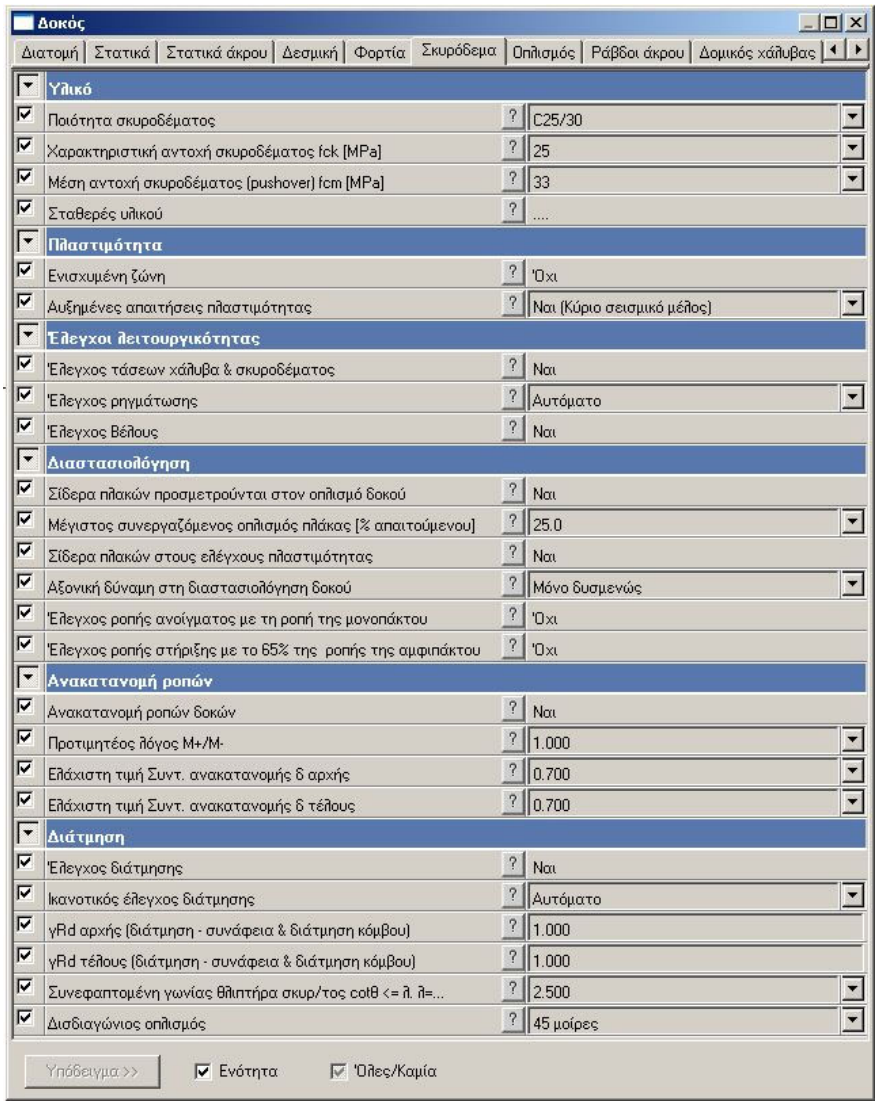
Σημείωση

Περισσότερα στοιχεία για τις παραμέτρους της καρτέλας «Φορτία», την ονοματολογία και τον τρόπο χειρισμού των δράσεων δίνονται στο Κεφάλαιο 7 «Δράσεις – Φορτία».



Εικόνα 4.76: *Δημιουργία νέας δράσης δοκού, μέσω του παραθύρου των παραμέτρων. Αφού ως όνομα δράσης επιλεγεί η «**Νέα δράση**», ο χρήστης εισάγει διαδοχικά το **όνομα**, μια **συντομογραφία** της, το **Σ.Σ.** στο οποίο εφαρμόζονται τα φορτία, και τις αριθμητικές **τιμές** των γραμμικά κατανεμημένων φορτίων(q). Ακολούθως, εκχωρεί τα φορτία στη δοκό με «Δώσε φορτία».*

4.6.1.5 Σκυρόδεμα

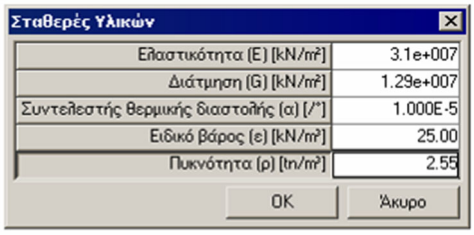


Εικόνα 4.77: *Παράμετροι σκυροδέματος της Δοκού.*

Σημείωση

Οι παράμετροι της καρτέλας «Σκυρόδεμα» της Δοκού που δεν αναλύονται στην παρούσα παράγραφο εξηγούνται αναλυτικά στην §4.1.1.5 για την καρτέλα «Σκυρόδεμα» του Κτιρίου.

Σταθερές υλικού



Εικόνα 4.78: *Σταθερές υλικού της δοκού.*

Ενισχυμένη ζώνη

Ως ενισχυμένες ζώνες πλακών ορίζονται οι ζώνες, στις οποίες κρίνεται από τον μελετητή ότι θα αναπτυχθεί αυξημένη καμπτική ένταση και επομένως απαιτείται τοπική ενίσχυση με πρόσθετο οπλισμό.

- Κατασκευαστικές περιπτώσεις:
  - Ζώνες κάτω από συγκεντρωμένα φορτία, π.χ. τοιχοπληρώσεις.
  - Τυχόν ελεύθερες παρειές διέρειστων πλακών.
  - Περιμετρική ενίσχυση μεγάλων ανοιγμάτων σε πλάκες.

Οι ενισχυμένες ζώνες προορίζονται εν γένει για μοντελοποίηση σε συνδυασμό με πλάκες. Σε άλλες περιπτώσεις και ειδικά στην περίπτωση όπου προβλέπονται πλάκες χωρίς δοκάρια να προτιμάται η «Δοκός προσομοίωσης μυκητοειδούς πλάκας».

Παρατηρήσεις

- Ενισχυμένη ζώνη πλάκας, η οποία εν γένει έχει το ίδιο πάχος και συγκρίσιμη δυσκαμψία με αυτην της πλάκας, δε θα πρέπει να αποτελεί στήριξή της και επομένως δεν θα πρέπει να συνδέεται με αυτήν. Η μετατροπή μιας ενισχυμένης, αλλά ουσιαστικά ελεύθερης παρειάς πλάκας σε στήριξη, καταλήγει σε λανθασμένο στατικό σύστημα και υποδιαστασιολόγηση της πλάκας. Εφόσον από την αυτόματη συνδεσμολογία δοκών-πλακών προκύψει

μια τέτοια σύνδεση, θα πρέπει να αναιρεθεί από τον χρήστη μέσω της εντολής της δοκού «Σύνδεση σε πλάκα / Αποσύνδεση από πλάκα».

- Εφόσον διαχωριστικά από τοιχοπληρώσεις στηρίζονται απ' ευθείας σε πλάκα, τότε -ανεξάρτητα εάν κατασκευαστούν ενισχυμένες ζώνες- κρίνεται σκόπιμο η πλάκα να διαστασιολογηθεί στην ΟΚΑ και ΟΚΛ λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο του φορτίου ως κατανεμημένο. Επιπρόσθετα, για να αποφευχθούν ρηγματώσεις των ευαίσθητων διαχωριστικών, θα πρέπει αυτό να ληφθεί κατάλληλα υπόψη στον έλεγχο των παραμορφώσεων της πλάκας σύμφωνα με την §7.4.1(5) του EC2-1-1. Βλ. την παράμετρο «Πλάκα > «Σκυρόδεμα > Η πλάκα φέρει ευαίσθητα διαχωριστικά».
- Σε κάθε περίπτωση αυτές οι δοκοί διαστασιολογούνται αποκλειστικά βάσει των διατάξεων του EC2 (δηλαδή χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας).

Δοκός προσομοίωσης μυκητοειδούς πλάκας

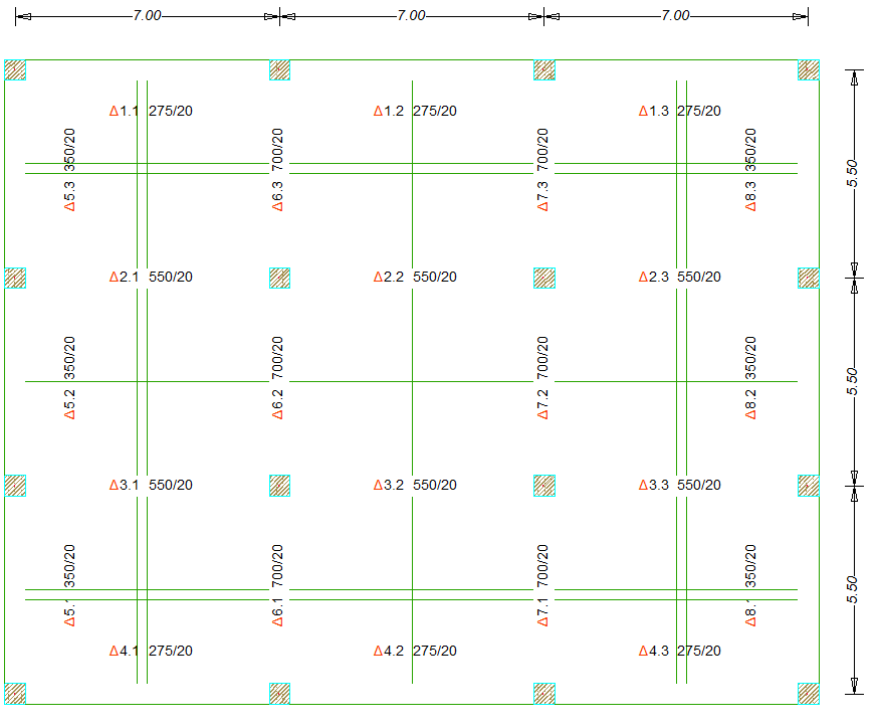
Στο πρόγραμμα FESPA υπάρχει η δυνατότητα ανάλυσης και διαστασιολόγησης μυκητοειδών πλακών βάσει της μεθόδου των Ισοδυνάμων πλαισίων. Βλ. EC2-1-1 §Θ.1. Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή στις δυο οριζόντιες διευθύνσεις ο φορέας υποδιαιρείται σε πλαίσια που ορίζονται από τα υποστυλώματα και τμήματα των πλακών που περιέχονται μεταξύ των αξόνων των γειτονικών φατνωμάτων.

Ο μελετητής θα πρέπει να ακολουθήσει τα ακόλουθα **βήματα** για την **προσομοίωση** του συστήματος των ισοδύναμων πλαισίων:

- Δίδονται ορθογωνικές δοκοί «Προσομοίωσης μκητοειδούς πλάκας» στους άξονες των υποστυλωμάτων με ύψος ***h*** όσο το ύψος της πλάκας και **πλάτος διατομής *b*w** όσο η μέση η απόσταση μεταξύ του άξονα του πλαισίου και των αξόνων των εκατέρωθεν πλαισίων. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η σωστή δυσκαμψία της κατασκευής υπό οριζόντιες και κατακόρυφες δράσεις.
- Η ονομαστική **επικάλυψη** *c*nom πρέπει να οριστεί θεωρώντας ότι πρόκειται για στοιχείο πλάκας. Βλ. Πίνακας 4.18.
- **Δεν απαιτείται να περιγραφούν πλάκες**.
- Το **επιφανειακό φορτίο** μόνιμο και επιβαλλομενο *w*y δίδεται ως γραμμικό *q*y=*w*y·*b*w/2 στις δοκούς προσομοίωσης μυκητοειδών πλακών. Ο λόγος που προτείνεται να δοθεί το μισό φορτίο από αυτό που προκύπτει είναι για να μην προκύψει διπλάσια αξονική δύναμη στα υποστυλώματα, ενώ κατά την διαστασιολόγηση οι ροπές και οι τέμνουσες διπλασιάζονται αυτόματα από το πρόγραμμα ώστε να υπολογιστεί σωστά ο οπλισμός.
  - Τα παραπάνω ισχύουν και για το ίδιο βάρος και προκειμένου να μην ληφθεί αυτό δυο φορές απαιτείται να μηδενιστεί η «Επιφάνεια υπολογισμού του ίδιου βάρους» μέσω του πίνακα 402.1 του

προγράμματος. Στην συνέχεια το ίδιο βάρος προστίθεται στο μόνιμο επιφανειακό φορτίο.

- Κατά την διαμόρφωση του στατικού συστήματος προτείνεται τα στοιχεία των ισοδύναμων πλαισίων (δοκοί προσομοίωσης μυκητοειδούς πλάκας και υποστυλώματα να δωθούν ως «**Δευτερεύοντα σεισμικά μέλη**» ώστε να μην συμμετέχουν στην παραλαβή των σεισμικών δράσεων. Θα πρέπει, όμως, να διαμορφωθούν επαρκή συστήματα δυσκαμψίας π.χ. τοιχώματα ή πυρήνες που παραλαμβάνουν το σύνολο της σεισμικής έντασης.



Σχήμα 4.107: *Δοκοί προσομοίωσης μυκητοειδών πλακών για ανάλυση με την μέθοδο των Ισοδύναμων Πλαισίων.*

Η διαστασιολόγηση των δοκών προσομοίωσης μυκητοειδούς πλάκας έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ανεξάρτητα εάν οι δοκοί προσομοίωσης μυκητοειδούς δοθούν ως δευτερεύοντα μέλη ή όχι εωρούνται αυτόματα από το πρόγραμμα ως στοιχεία χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας και τόσο οι έλεγχοι όσο και η διαμόρφωση των λεπτομερειών γίνονται αποκλειστικά βάσει των διατάξεων του EC2-1-1 δηλαδή χωρίς να θεωρούνται οι πρόσθετες διατάξεις του EC8-1.

- Για την διάταξη του οπλισμού π.χ. μέγιστες αποστάσεις ράβδων κλπ λαμβάνονται υπόψη οι πρόνοιες που αφορούν πλάκες.
- Η διανομή των ροπών και συνεπώς των οπλισμών σε λωρίδες υποστυλωμάτων και λωρίδες ανοίγματος σύμφωνα με EC2-1-1 §Θ.1.2 πραγματοποιείται από τον μελετητή λαμβάνοντας υπόψη τον συνολικό υπολογιζόμενο οπλισμό στις στηρίξεις και στο άνοιγμα.

Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Η διάκριση σε κύριες, δευτερεύουσες δοκούς και δοκούς χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας αφορά τόσο την διαστασιολόγηση νέων κατασκευών με ελαστική ανάλυση όσο και την αποτίμηση υφιστάμενων δομημάτων με ανελαστική ανάλυση (pushover).

Διαστασιολόγηση με ελαστική ανάλυση

► **Ναι** (**κύρια** *ή πρωτεύουσα* σεισμική δοκός): Η δοκός θεωρείται πλάστιμο μέλος και διαστασιολογείται βάσει των διατάξεων του EC8-1.

► **Όχι**: Μέλος χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας (ΧΑΠ). Κατά τη διαστασιολόγηση απαιτείται να τηρούνται μόνο οι απαιτήσεις του EC2.

Περιπτώσεις δοκών ΧΑΠ:

- Δοκοί κατασκευών ΚΠ Χ. (Λαμβάνονται αυτόματα από το πρόγραμμα)
- Δοκοί που δεν αναμένεται να πλαστικοποιηθούν στο σεισμό. Π.χ.
  - Σύστημα εσχάρας δοκών για την προσομοίωση δοκιδωτών πλακών.
  - Πεδιλοδοκοί που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση γενικής κοιτόστρωσης
  - Δοκοί σε υπόγεια μορφής κιβωτίου (περιλαμβανομένων και των δοκών της οροφής υπογείου). Δηλαδή υπόγεια θεωρούνται με περιμετρικά τοιχώματα, άκαμπτη θεμελίωση, ενώ εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία της πλάκας υπογείου. Βλ. EC8-1 §5.8.1(5). Η ιδιότητα αυτή του μέλους αλλάζει αυτόματα για όλες τις δοκούς του ορόφου μέσω της παραμέτρου «Όροφος > Στοιχεία ορόφου με απαιτήσεις πλαστιμότητας».

► **Δευτερεύουσα σεισμική δοκός:** Ορισμένα δοκάρια της κατασκευής μπορούν να οριστούν ως Δευτερεύοντα σύμφωνα με την EC8-1 §4.2.2. Η **καμπτική δυσκαμψία** και αντοχή των στοιχείων αυτών στις σεισμικές δράσεις **αγνοείται**, διατηρούν την ικανότητα ανάληψης κατακόρυφων φορτίων βαρύτητας, ενώ απαιτείται να συμπεριφερθούν ελαστικά στο σεισμό σχεδιασμού.

Το **όφελος** από τον χαρακτηρισμό μιας δοκού ως **Δευτερεύουσας** έγκειται στην **απαλλαγή** από τις αντισεισμικές διατάξεις του EC8-1, π.χ.:

- Οι ΔΣ δοκοί δε χρειάζεται να πληρούν τις γεωμετρικές συνθήκες και τους περιορισμούς λυγηρότητας και εκκεντρότητας δοκού – υποστυλώματος των EC8-1 §5.4.1.2.1 & §5.5.1.2.1.
- Η τέμνουσα σχεδιασμού λαμβάνεται από την ανάλυση και όχι ικανοτικά. Βλ. EC8-1 §5.4.2.2 & §5.5.2.1.
- Κοντές δοκοί απαλλάσσονται από την τοποθέτηση δισδιαγώνιου οπλισμού (EC8-1 ΚΠ Υ§5.5.3.1.2 (3)).
- Απαλλάσσονται από τον έλεγχο συνάφειας οπλισμού σε κόμβο δοκού - υποστυλώματος, έλεγχος, που συχνά αποδεικνύεται καθοριστικός για τη διάσταση του υποστυλώματος (EC8-1 §5.6.2.2)
- Σε δευτερεύουσες δοκούς αποφεύγεται η -συχνά υπερβολική- αύξηση του θλιβόμενου οπλισμού προκειμένου να εξασφαλιστεί τοπική πλαστιμότητα βάσει των απαιτήσεων των §5.4.3.1.2(4) & §5.5.3.1.3(4).
- Σε κόμβους, όπου συντρέχουν μόνο δευτερεύουσες δοκοί και δευτερεύοντα υποστυλώματα, δεν απαιτείται έλεγχος διάτμησης κόμβου (EC8-1, ΚΠ Υ §5.5.2.3 & §5.5.3.3).

Αποτρεπτικό παράγοντα στον καθορισμό μιας δοκού ως δευτερεύουσας αποτελεί η ιδιαίτερα δυσμενής απαίτηση ελαστικής συμπεριφοράς, η οποία ισοδυναμεί περίπου με **μεγέθυνση** των σεισμικών εντατικών μεγεθών με τον **συντελεστή q**. Το γεγονός αυτό καθιστά συχνά ατελέσφορο τον χαρακτηρισμό δοκών ως δευτερευουσών, εκτός και εάν λόγω μικρής ακαμψίας ή ευνοϊκής θέσης δεν καταπονούνται έντονα υπό τα σεισμικά φορτία.

Παρατήρηση

Μόνο περιορισμένος αριθμός μελών μπορούν να χαρακτηριστούν ως ΔΣΜ, αφού η συνολική ακαμψία τους δεν πρέπει να υπερβαίνει το 15% αυτής των κύριων μελών. Βλ. EC8-1 §4.2.2(4).

Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας με pushover

► **Ναι (κύρια σεισμική δοκός) / Όχι: (Δοκός χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας ΧΑΠ)**: Για την αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας με ανελαστική ανάλυση οι δυο επιλογές ταυτίζονται.

Ως κύριες (ή πρωτεύουσες) δοκοί χαρακτηρίζονται όλα τα οριζόντια στοιχεία που συμβάλλουν στην αντοχή και την ευστάθεια του δομήματος υπό σεισμικά φορτία.

► **Δευτερεύουσα σεισμική δοκός**: Σε έναν γενικώς επαρκή από αντισεισμική άποψη φορέα ενδέχεται ορισμένες δοκοί να μην είναι

δυνατόν να πληρούν τα κριτήρια επιτελεστικότητας. Τέτοιες δοκοί μπορούν να χαρακτηριστούν ως δευτερεύουσες π.χ. βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.1.2:

- Υφιστάμενες δοκοί, των οποίων η συνεισφορά στην αντίσταση έναντι σεισμού κρίνεται χαμηλή λόγω π.χ. βλάβης ή είναι αναξιόπιστη λόγω αβεβαιότητας σχετικά με τον τρόπο δόμησης.
- Δοκοί σύζευξης και γενικά δοκοί μικρού μήκους που συμβάλλουν σε τοιχώματα, αλλά δεν είναι οπλισμένες κατάλληλα.
- Όλος ο υφιστάμενος φορέας μπορεί να χαρακτηριστεί δευτερεύον εφόσον προβλέπεται ότι νέοι φορείς (τοιχώματα, μεταλλικοί σύνδεσμοι κ.α.) θα αναλάβουν το σύνολο της σεισμικής δράσης.

Παρατηρήσεις

- Γενικά, η διάκριση των φερόντων στοιχείων σε κύρια και δευτερεύοντα έχει επίδραση στους συντελεστές ασφαλείας υλικών για έλεγχο σε **όρους δυνάμεων**. Συγκεκριμένα, για δευτερεύοντα μέλη η αντοχή προσδιορίζεται κατά περίπτωση από τις μέσες ή τις χαρακτηριστικές τιμές χωρίς διαίρεση με συντελεστές ασφαλείας γ_c, γ_s. Το αποτέλεσμα είναι οι αντοχές των υλικών και κατ' επέκταση και οι αντιστάσεις (τέμνουσα) να προκύπτουν μεγαλύτερες στα δευτερεύοντα μέλη απ' ότι στα πρωτεύοντα. Βλ. ΕC8-3 §2.2.1 και ΚΑΝ.ΕΠΕ. πιν. Π4.1.
- Για έλεγχο σε **όρους παραμορφώσεων** η διάκριση σε κύριες και δευτερεύουσες δοκούς αφορά μόνο τις στάθμες επιτελεστικότητας **Β** - Σημαντικών Βλαβών (SD) και **Γ** – Οιονεί κατάρρευση (NC). Η διαφορά έγκειται στα εξής:
  - Στις δυο αυτές στάθμες για τα δευτερεύοντα μέλη ισχύουν διαφορετικά κριτήρια επιτελεστικότητας, επιτρέπεται, δηλαδή, να υποστούν μεγαλύτερες μετακινήσεις και βλάβες απ' ότι τα πρωτεύοντα στοιχεία. Βλ. ΕC8-3 §3.2.2. & §Α.3.2.3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.3.1.
  - Εφόσον ο έλεγχος βασίζεται αποκλειστικά στις πρόνοιες του ΚΑΝ.ΕΠΕ., τότε ειδικά οι δευτερεύουσες δοκοί απαλλάσσονται από τον έλεγχο των σχετικών κριτηρίων που ισχύουν για τις στάθμες Β & Γ. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.Α(4).
  - Για έλεγχο στην στάθμη Α – Περιορισμός βλαβών (DL) τα κριτήρια επιτελεστικότητας για κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία ταυτίζονται.
- Αντίθετα με την ελαστική ανάλυση, όταν γίνεται αποτίμηση με pushover δεν προβλέπεται περιορισμός στον αριθμό των μελών που θα χαρακτηριστούν ως δευτερεύοντα. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται στον μελετητή μία σημαντική διέξοδος στην περίπτωση όπου κάποιες δοκοί προκύπτουν ανεπαρκείς, ενώ ταυτόχρονα η επέμβαση ή η ενίσχυση κρίνεται ανέφικτη.

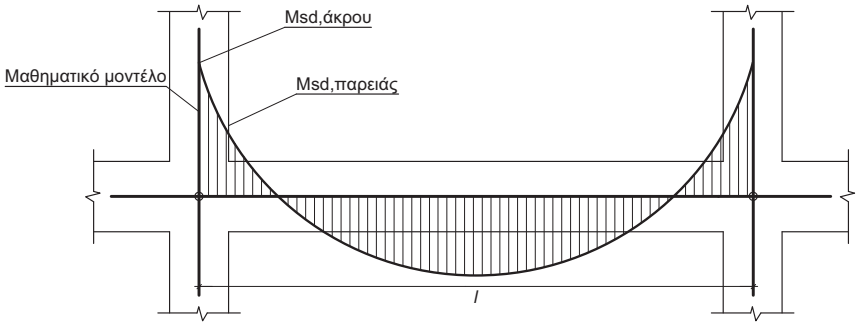
Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτωνλόγων επάρκειας §9.15.3.1.

Έλεγχος ροπής στήριξης με το 65% της ροπής της αμφιπάκτου

► **Ναι**: Σύμφωνα με τον EC2-1-1 §5.3.2.2(3) η ροπή σχεδιασμού, η οποία λαμβάνεται στην παρειά της στήριξη πρέπει να είναι η μεγαλύτερη από τη ροπή της ανάλυσης στην παρειά και το 0,65 της ροπής του πλήρως πακτωμένου άκρου. Η απαίτηση αυτή για στατικά φορτία, ομοιόμορφα κατανεμημένα (q), και με θεώρηση αμφίπακτης δοκού δίδει:

$$M_{Sd} = max\{M_{Sd,παρειάς}\,;\, 0{,}65 \cdot q \cdot l^2/12\},$$

όπου ***l*** το μήκος της δοκού μετρούμενο μεταξύ των κόμβων άκρων (Βλ. Σχήμα 4.108).



Σχήμα 4.108: *Ροπή παρειάς στήριξης και κέντρου κόμβου μαθηματικού μοντέλου.*

► **Όχι**: Λαμβάνεται η ροπή στην παρειά.

Βλ. Και σχετική παράμετρο Κτίριο, Δοκός > Σκυρόδεμα > Έλεγχος ροπής ανοίγματος με τη ροπή της μονοπάκτου».

Συντ. ανακατανομής δ αρχής και τέλους – Ελάχιστη τιμή

Δίδεται ο ελάχιστος επιτρεπόμενος λόγος δ της ροπής στήριξης μετά την ανακατανομή προς την αρχική.

► ***δ*** = 0,70: προεπιλεγμένη τιμή για οικοδομικά έργα. Βλ. Ε.Π. EC2-1-1 §5.5(4).

Βλ. «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Ανακατανομή ροπών δοκών».

Έλεγχος διάτμησης

► **Ναι**: Γενικά

► **Όχι**: Η δοκός θα οπλιστεί μόνο σε κάμψη, ενώ θα γίνουν και οι έλεγχοι λειτουργικότητας. Στον ξυλότυπο και στο ανάπτυγμα δεν εμφανίζονται συνδετήρες.

Ικανοτικός σχεδιασμός σε διάτμηση

► **Αυτόματο**: Η τέμνουσα σχεδιασμού κύριων δοκών ανωδομής κτιρίων για σεισμικούς συνδυασμούς προκύπτει με ικανοτική θεώρηση βάσει της EC8-1 §5.4.2.2 για ΚΠ Μ & §5.5.2.1 για ΚΠ Υ.

► **Ναι**: για να προκύψει ικανοτικά η τέμνουσα ακόμη και σε περιπτώσεις που κάτι τέτοιο δεν προβλέπεται π.χ. δοκοί Χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας ή Δευτερεύουσες.

► **Όχι:** η τέμνουσα σχεδιασμού είναι αυτή που προκύπτει από την ανάλυση.

γ_{Rd} αρχής και τέλους (διάτμηση - συνάφεια & διάτμηση κόμβου)

γ_{Rd} είναι ο συντελεστής υπεραντοχής λόγω σκλήρυνσης από παραμόρφωση του χάλυβα οπλισμού της δοκού. Η παράμετρος αυτή υπεισέρχεται στους ακόλουθους υπολογισμούς και ελέγχους:

- στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας (EC8-1 §5.5.2.1(3) για ΚΠ Υ και §5.4.2.2(2) για ΚΠ Μ.
- στον έλεγχο συνάφειας κόμβου (EC8-1 §5.6.2.2(2)A)
- στον έλεγχο διάτμησης κόμβου (EC8-1 §5.5.3.3(2))

Παρατήρηση

Η τιμή του συντελεστή αλλάζει αυτόματα από το πρόγραμμα με αλλαγή της κατηγορίας πλαστιμότητας. Στις δοκούς για ΚΠ Υ είναι γRd=1,2, ενώ για ΚΠ Μ είναι γ_{Rd}=1,0.

Δισδιαγώνιος οπλισμός

Εισάγεται -πρακτικά- η γωνία α με την οποία θα τοποθετηθεί ο δισδιαγώνιος οπλισμός, όταν σε **κύρια** δοκό **ΚΠ Υ** ισχύει η συνθήκη της EC8-1 5.5.3.1.2(3)β(ii). Σε τέτοια περίπτωση το 50% της τέμνουσας σχεδιασμού παρειάς V_{Emax} παραλαμβάνεται από δισδιαγώνιο οπλισμό διατομής 2·As, ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$0{,}5\,V_{Emax} \le 2A_s \cdot f_{yd} \cdot \sin\alpha$$

► **α = 45°**: για συνήθεις δοκούς (h_w / l_{cl} << 1)

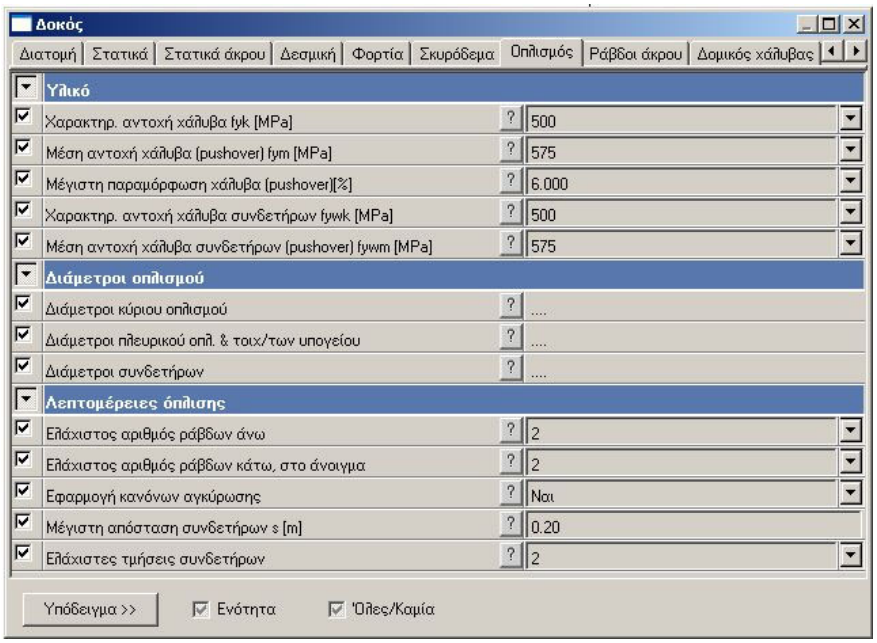
- **Χιαστί**: ισοδυναμεί με γωνία α = $\tan^{-1}(h_w / l_{cl})$. Σκόπιμο για κατασκευαστικούς λόγους κυρίως σε κοντές δοκούς, π.χ. σύζευξης τοιχωμάτων, όπου ο λόγος h_w / l_{cl} είναι σχετικά μεγάλος και συνεπώς το sin***α*** δεν είναι ιδιαίτερα μικρό.

Παρατήρηση

Η επιλογή χιαστί οπλισμού εν γένει οδηγεί σε αυξημένη απαιτούμενη διατομή οπλισμού ιδιαίτερα σε δοκούς σχετικά μεγάλου μήκους λόγω μικρότερης γωνίας ***α***.

- *Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων* §9.5.8.

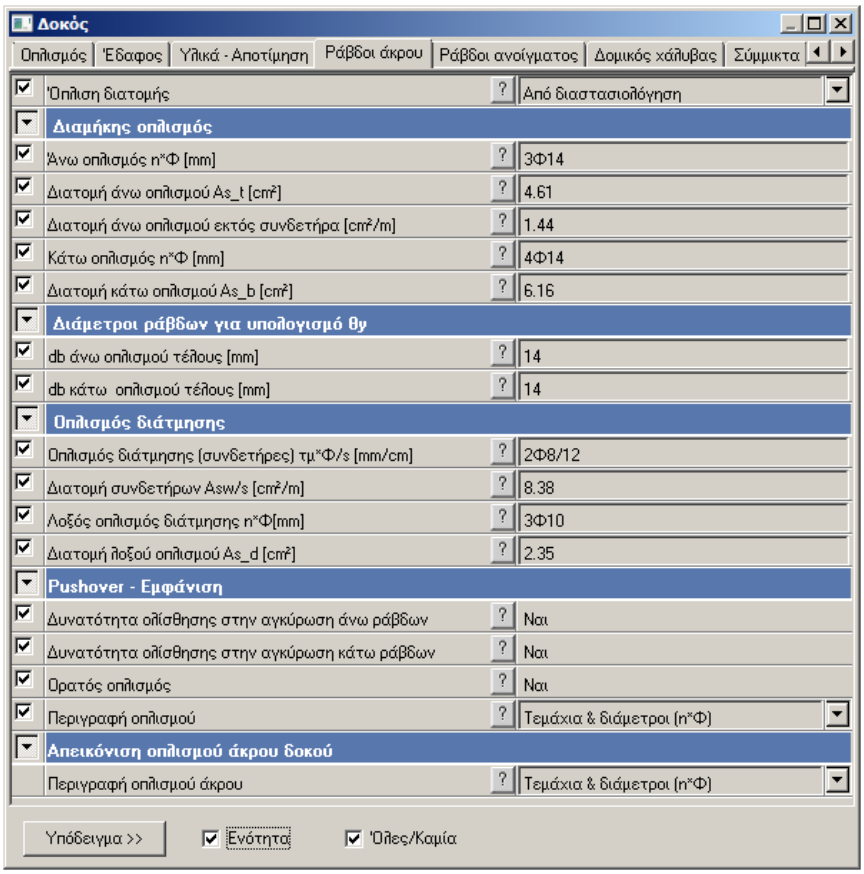
4.6.1.6 Οπλισμός



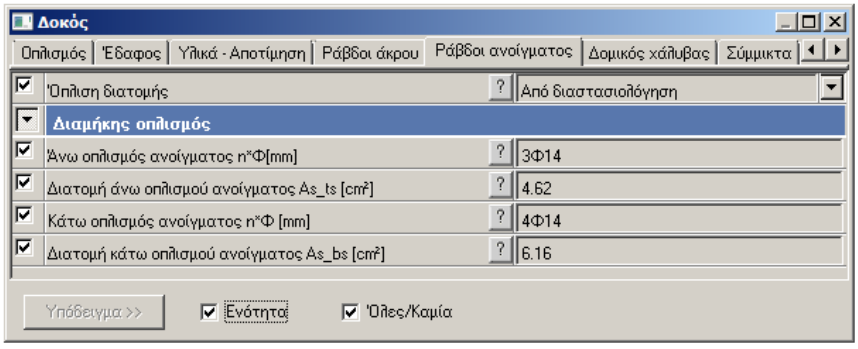
Εικόνα 4.79: *Παράμετροι «Οπλισμού» της δοκού.*

Βλ. «Κτίριο > Οπλισμός» §4.1.1.6.

4.6.1.7 Ράβδοι άκρου και Ράβδοι ανοίγματος



Εικόνα 4.80: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Ράβδοι οπλισμού» της Δοκού.*



Εικόνα 4.81: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Ράβδοι ανοίγματος» της Δοκού.*

Όπλιση διατομής

- **Από διαστασιολόγηση**: Με κάθε νέα όπλιση δοκών ενημερώνονται οι τιμές των παραμέτρων του διαμήκη οπλισμού και του οπλισμού διάτμησης, βάσει των οποίων θα παραχθούν τα διαγράμματα ροπών – καμπυλοτήτων.
- **Εισαγωγή** : Η επίλυση των δοκών δεν θα τροποποιήσει τον οπλισμό που έχει εισάγει ο μελετητής. Συνεπώς, σε τέτοια περίπτωση ο (εισακτέος) οπλισμός άκρου ενδέχεται να είναι διαφορετικός από αυτόν που φαίνεται στον ξυλότυπο.

Άνω και κάτω οπλισμός n*Φ (As_t & As_b)

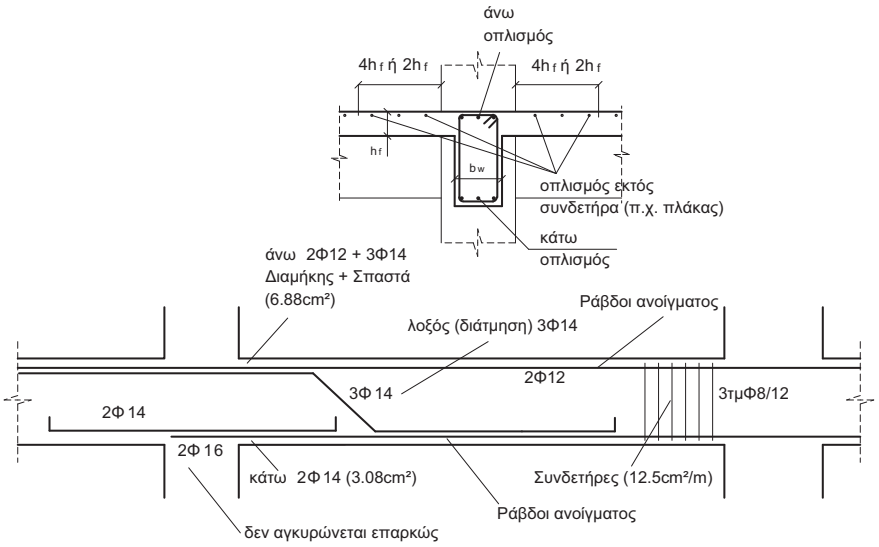
Δίδονται οι διάμετροι και τα τεμάχια του άνω και κάτω οπλισμού άκρου και ανμοίγματος σε μορφή n1*Φ1+n2*Φ2+…, ή σε μορφή εμβαδού διατομής οπλισμού (As).

Στον οπλισμό άκρου θα πρέπει να συνυπολογιστεί ο οπλισμός, ο οποίος διέρχεται από την παρειά της στήριξης και εκτιμάται από τον μελετητή ότι είναι επαρκώς αγκυρωμένος εκτός της περιοχής πλαστικής άρθρωσης και συνεπώς συνεισφέρει στην καμπτική αντοχή της δοκού.

Προφανώς στον διαμήκη οπλισμό στηρίξεων πρέπει να περιληφθούν και τυχόν σπαστές ράβδοι, οι οποίες διέρχονται και αυτές από την στήριξη. Τέτοιος οπλισμός (πάπιες κλπ) μπορεί να εισαχθεί ξανά παρακάτω και ως λοξός οπλισμός διάτμησης, ενώ εάν πρόκειται για οπλισμό ανοίγματος που "σπάει", θα πρέπει να περιγραφεί και στην καρτέλα «Ράβδοι ανοίγματος». Βλ Σχήμα 4.109.

Παρατηρήσεις

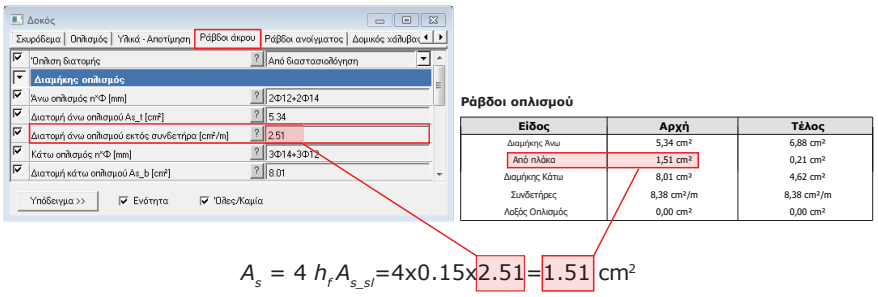
- Η εισαγωγή οπλισμού στα άκρα της δοκού γίνεται μέσω της εντολής **«Δώσε ράβδους άκρου»** και επαναλαμβάνεται και για τα δύο άκρα δοκού.
- Η περιγραφή τεμαχίων και διαμέτρων (n·Φ) ενημερώνει αυτόματα τις αντίστοιχες παραμέτρους «Διατομής άνω & κάτω οπλισμού **As_t** & **As_b**».
- Η εισαγωγή (n·Φ) αποτελεί ενδιάμεσο, άλλα όχι απαραίτητο στάδιο της διαδικασίας περιγραφής του οπλισμού των δοκών και σκοπό έχει την διευκόλυνση του μελετητή και την εποπτεία της εργασίας. Τελικά, η σύνταξη των διαγραμμάτων Ροπών – Καμπυλοτήτων θα βασιστεί στο εμβαδόν της διατομής του οπλισμού As.



Σχήμα 4.109: *Περιγραφή οπλισμού διατομής άκρου δοκού για Έλεγχο φέρουσας ικανότητας.*

Διατομή άνω οπλισμού εκτός συνδετήρα [cm²/m]

Εισάγεται ο οπλισμός που βρίσκεται εντός του συνεργαζόμενου πλάτους (b_{eff}) της πλάκας, ανηγμένος **ανά μέτρο πλάτους** της πλάκας. Ο οπλισμός αυτός προσμετράται στον οπλισμό δοκού πολλαπλασιαζόμενος επί b_{eff}=4h_f βάσει της §5.4.3.1.1.



Εικόνα 4.82: Παράδειγμα εισαγωγής του οπλισμού εντός του συνεργαζόμενου πλάτους πλάκας στην καρτέλα «Ράβδοι άκρου» και τρόπος υπολογισμού των ράβδων οπλισμού στο Τεύχος.

Διάμετροι ράβδων για υπολογισμό θy

Δίδονται οι επικρατέστεροι διάμετροι άνω και κάτω οπλισμού άκρου αρχής και τέλους σε μορφή Φ για τον υπολογισμό της γωνίας στροφής χορδής θy στην καμπτική διαρροή βάσει των σχέσεων της παρ. 7.2.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ..

- Για δοκούς ή υποστυλώματα:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_V z}{3} + 0{,}0014\left(1 + 1{,}5\frac{h}{L_s}\right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \qquad (\Sigma.2\alpha)$$

- Για τοιχώματα:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_V z}{3} + 0{,}0013 + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \qquad (\Sigma.2\beta)$$

Στις Εξ. (Σ.2), ο 1ος όρος εκφράζει την συμβολή των καμπτικών παραμορφώσεων, ο 2ος όρος εκφράζει τις μέσες διατμητικές παραμορφώσεις στο μήκος Ls, ενώ ο 3ος όρος εκφράζει την επιρροή της εξόλκευσης του τμήματος των ράβδων πέραν της ακραίας διατομής του στοιχείου (fy και fc σε MPa).

Οπλισμός διάτμησης (συνδετήρες) τμ·Φ/s (Asw/s)

Λοξός οπλισμός διάτμησης n*Φ (As_d)

Δίδεται ο οπλισμός που εκτιμάται ότι συνεισφέρει στην διατμητική αντοχή της διατομής άκρου της δοκού. Ο οπλισμός αυτός ενδέχεται να αποτελείται από κλειστούς συνδετήρες και σπαστές ράβδους (λοξός ή ακόμη και δισδιαγώνιος οπλισμός).

Σημειώνεται ότι ο σπαστός οπλισμός συνήθως διέρχεται από τις στηρίξεις, συνεπώς συνεισφέρει και στην καμπτική αντοχή της δοκού και μπορεί να εισαχθεί και ως «Άνω οπλισμός».

Ορατός οπλισμός

Εφόσον στα «Διαφανή» - «Οπλισμός» έχει επιλεχθεί η εμφάνιση «Οπλισμού διατομής άκρου» μπορεί να καθοριστεί στη συνέχεια και η ορατότητα για κάθε άκρο δοκού χωριστά.

Περιγραφή οπλισμού

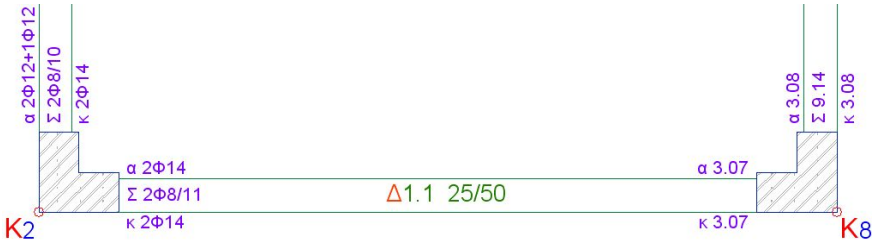
Αφορά μόνο τον οπλισμό άκρου.

Επιλέγεται είτε κεντρικά από το «Κτίριο» - «Σκυρόδεμα», είτε για το κάθε άκρο δοκού η μορφή της περιγραφής του οπλισμού άκρου. Βλ. Σχήμα 4.110

- **Τεμάχια & διάμετροι (n*Φ)** : Ο οπλισμός άκρου εμφανίζεται στην κάτοψη στην αναλυτική του μορφή n1*Φ1+n2*Φ2+… ή τμ*Φ/s για συνδετήρες.
- **Διατομή As** : Στην κάτοψη εμφανίζεται η διατομή του οπλισμού σε μορφή cm^2 ή cm^2/m για συνδετήρες

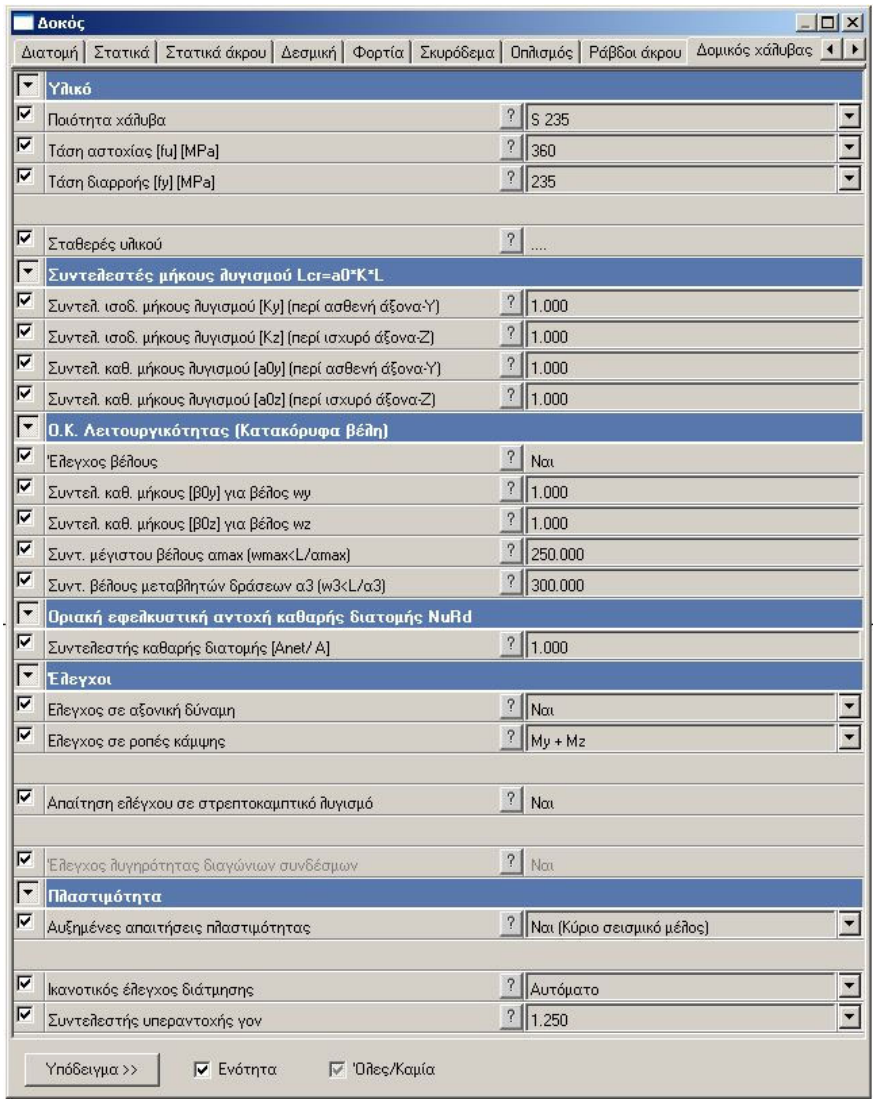
Σημείωση

Όταν ο μελετητής για τον ίδιο οπλισμό π.χ. τον άνω έχει εισάγει τιμή εμβαδού As, η οποία διαφέρει σημαντικά από το εμβαδόν που προκύπτει βάσει του Σn*Φ, τότε αυτόματα το πρόγραμμα θα εμφανίσει στην κάτοψη την διατομή As, ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου.



Σχήμα 4.110: *Περιγραφή οπλισμού είτε με τεμάχια & διαμέτρους είτε με διατομή.*

4.6.1.8 Δομικός χάλυβας



Εικόνα 4.83: *Παράμετροι «Δομικού χάλυβα» της δοκού.*

Συντελεστές ισοδύναμου & καθαρού μήκους λυγισμού K - a0 περί τους άξονες y και z

Συντελεστές που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μήκους καμπτικού και στρεπτοκαμπτικού λυγισμού L_{cry} και L_{crz} περί τους τοπικούς άξονες y & z της

διατομής ως πολλαπλασιαστές του μήκους για διαστασιολόγηση L_y & L_z αντίστοιχα:

$$L_{cry} = a_{0y} \cdot K_y \cdot L_y \quad \& \quad L_{crz} = a_{0z} \cdot K_z \cdot L_z$$

Για το μήκος για διαστασιολόγηση βλ. «Παραγωγές» - «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση» και τις αντίστοιχες εντολές σε δοκό & υποστύλωμα.

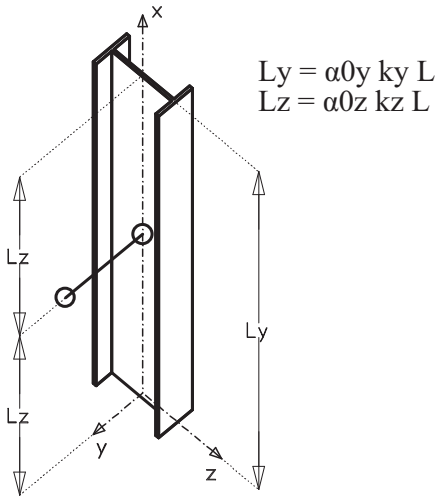
Σημείωση

Τροποποίηση των συντελεστών a0 ή K οδηγεί στο ίδιο ακριβώς αποτέλεσμα.

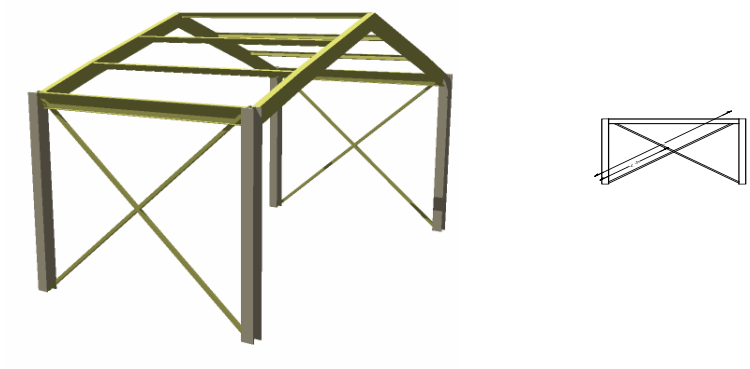
Ο μελετητής έχει την δυνατότητα να εκφράσει την επίδραση διαφορετικών παραγόντων στην διαμόρφωση του μήκους λυγισμού αποδίδοντας διακριτές τιμές στους συντελεστές αυτούς.

Συντελεστής καθαρού μήκους λυγισμού a0

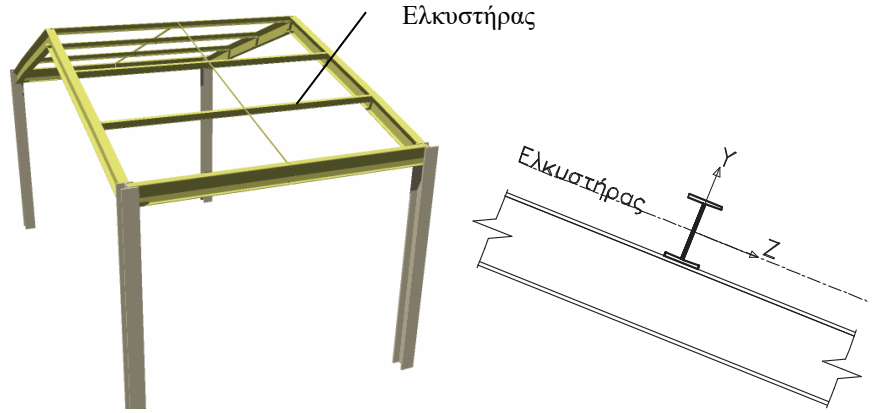
Μπορεί να εκφράσει την ύπαρξη πλευρικών περιορισμών, οι οποίοι δεν εισάγονται στο υπολογιστικό μοντέλο. Βλ. Σχήμα 4.111, Εικόνα 4.87 & Εικόνα 4.85.



Σχήμα 4.111: *Σε περίπτωση πλευρικής δέσμευσης ενός υποστυλώματος με ελκυστήρα ή μηκίδα, όπως στο σχήμα (ο οποίος δεν εισάγεται στο προς επίλυση μοντέλο), στον συντελεστή καθαρού μήκους λυγισμού a0z θα πρέπει να δοθεί η τιμή 0,5, προκειμένου να περιοριστεί το μήκος λυγισμού περί τον τοπικό άξονα z. Ο συντελεστής a0y διατηρεί την προεπιλεγμένη τιμή 1,0.*



Εικόνα 4.84: *Οι κατακόρυφοι διαγώνιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας θα πρέπει να περιγραφούν με το πλήρες μήκος τους (χωρίς λοιπό κόμβο στη μέση) και στον συντελεστή* ***a0*** *να δοθεί η τιμή* ***0.5*** *και για τις δύο διευθύνσεις* ***y*** *και* ***z****. Έτσι, επιτυγχάνεται η μείωση του μήκους που υπεισέρχεται στον έλεγχο λυγηρότητας του μέλους.*



Εικόνα 4.85: *Όταν κατασκευαστικά τοποθετείται ελκυστήρας (ντίζα) για την πλευρική εξασφάλιση των τεγίδων, δεν απαιτείται προσομοίωση με τοποθέτηση λοιπού κόμβου στο μέσον του ανοίγματός τους, ούτε εισαγωγή του ελκυστήρα στο μοντέλο. Για τον ρεαλιστικό προσδιορισμό του μήκους λυγισμού και του ελαστικού μήκους για έλεγχο βέλους της τεγίδας εντός του επιπέδου της στέγης, αρκεί να δοθεί στον συντελεστή λυγισμού a0y περί τον ασθενή άξονα y και βέλους* ***β0z*** *η τιμή* ***0,5****.*

Συντελεστής ισοδύναμου μήκους λυγισμού K

Χρησιμοποιείται για να εκφράσει την επίδραση στο μήκος λυγισμού των ακόλουθων παραγόντων:

- Των συνθηκών στήριξης στις άκρες του μέλους (άρθρωση ή άκαμπτη σύνδεση. Βλ. Σχήμα 4.112.
- Της διάστασης των κομβοελασμάτων σύνδεσης.
- Της ευκαμψίας των πλαισίων. Βλ. επόμενα.

Ως κριτήριο ευκαμψίας πλαισίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί η συνθήκη του συντελεστή ευαισθησίας σχετικής μετακίνησης ορόφου (EC8-1-1 §4.4.2.2 και EC3-1-1 §5.2.1)

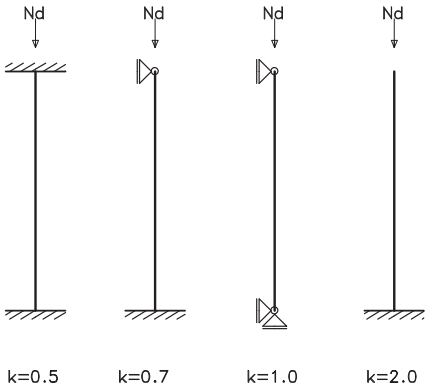
$$\theta = \frac{1}{a_{cr}} = \frac{P_{\text{tot}} d_{\text{r}}}{V_{\text{tot}} h}$$

Διακρίνονται οι εξής 2 γενικές περιπτώσεις:

- $\theta \leq 0{,}1 \rightarrow$ δύσκαμπτο πλαίσιο
- $\theta > 0{,}1 \rightarrow$ εύκαμπτο πλαίσιο

Προτεινόμενες τιμές:

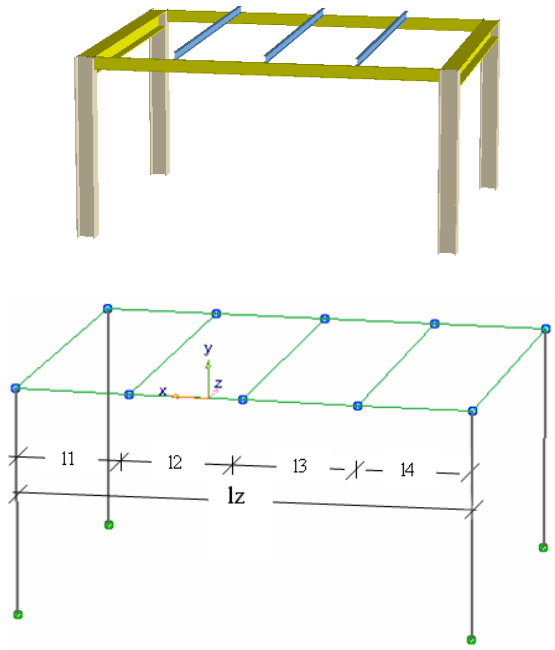
- **K ≤ 1,0**: Γενικά σε δύσκαμπτο πλαίσιο. Σε τέτοια περίπτωση προτείνεται το μήκος λυγισμού L_{cr} να λαμβάνεται συντηρητικά (προς τη μεριά της ασφάλειας) ίσο με το θεωρητικό μήκος του L.
- **K > 1,0** : π.χ. σε εύκαμπτα πλαίσια. Βλ. EC3-1-1 §5.2.1 & §5.2.2
- **K = 2,0** : π.χ. σε προβόλους. Βλ. Σχήμα 4.112.



Σχήμα 4.112: *Ο συντελεστής ισοδύναμου μήκους λυγισμού K ενός μέλους εξαρτάται από τις συνθήκες στήριξης των άκρων του και την*

δυνατότητα μετάθεσης. Ο συντελεστής αυτός θα πρέπει να εξετάζεται και για τα δύο επίπεδα ελέγχου του μέλους.

Παράδειγμα: Υπολογισμός μήκους λυγισμού



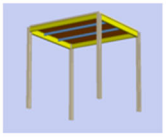
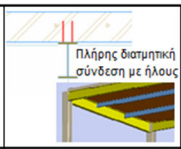
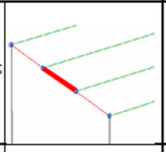
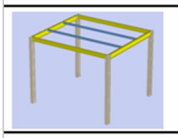
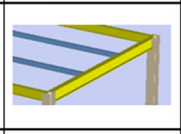
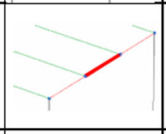
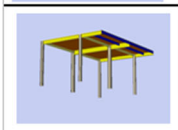
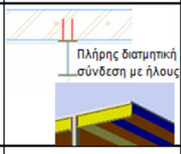
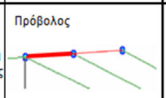
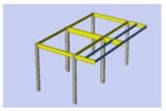
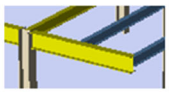
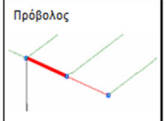
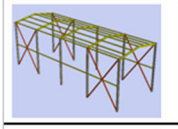
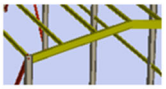
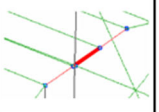
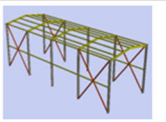
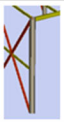
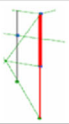
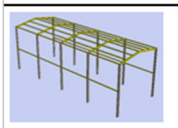
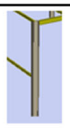
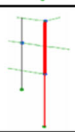
Σχήμα 4.113: *Ο συντελεστής καθαρού και ισοδύναμου μήκους λυγισμού a0 & K ενός μέλους εξαρτάται από την πλευρική εξασφάλιση και τις συνθήκες στήριξης των άκρων του. Οι συντελεστές αυτοί θα πρέπει να εξετάζονται και για τις δύο κύριες διευθύνσεις του μέλους.*

- Το μήκος λυγισμού της δοκού του πλαισίου περί τον (ισχυρό) άξονα *z* (ή *3*) είναι $Lz = L_1 + L_2 + L_3 + ... + Li$.

  Το πρόγραμμα ελέγχει κάθε τμήμα $L_1, L_2, L_3, \ldots Li$ χωριστά οπότε για να λάβει υπόψη στον υπολογισμό του λυγισμού περί τον άξονα z το συνολικό μήκος *Lz* πρέπει να γίνει ενοποίηση των ανοιγμάτων είτε αυτόματα μέσω της εντολής «Παραγωγές» - «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση», είτε χειροκίνητα με την εντολή της «Δοκού» - «Δοκός για διαστασιολόγηση» (περί τον (ισχυρό) άξονα *z*).

- Στην εγκάρσια (ασθενή) διεύθυνση θεωρείται ότι υπάρχει πλευρική εξασφάλιση λόγω των τεγίδων. Έτσι το μήκος λυγισμού περί τον άξονα *y* είναι $L_{cry} = Li$, το οποίο άλλωστε καθορίζεται επίσης αυτόματα από το πρόγραμμα.

Σε περίπτωση που οι τεγίδες δεν έχουν εισαχθεί στο προσομοίωμα, τότε θα πρέπει ο συντελεστής λυγισμού π.χ. a0y να εισαχθεί με κατάλληλη τιμή (εδώ a0y=0.25) ώστε το μήκος λυγισμού L_{cry} να ληφθεί στους υπολογισμούς ίσο με το 25% του θεωρητικού μήκους L.

Ορίζονται στις καρτέλες: **Δοκός > Δομικός χάλυβας** **Υποστύλωμα > Δομικός χάλυβας** * ΣΚΛ = Απαίτηση ελέγχου σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό			**Ky**	**Kz**	**a0y**	**a0z**	**β0y**	**β0z**	**Έλεγχος σε αξονική δύναμη**	**ΣΚΛ***
			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Όχι	Όχι
			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ναι	Ναι
			2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Όχι	Όχι
			2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ναι	Ναι
			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Ναι	Ναι
			1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	Ναι	Ναι
			1,00	1,00	1,00	1,00	-	-	Ναι	Ναι

Εικόνα 4.86: *Παραδείγματα στατικών συστημάτων για την χρήση συντελεστών καθαρού και ισοδύναμου μήκους λυγισμού* ***α0*** *&* ***K****, συντελεστή υπολογισμού βέλους* ***β0*** *καθώς των τιμών των παραμέτρων «Έλεγχος σε αξονική δύναμη και στρεπτοκαμπτικό λυγισμό». Προϋπόθεση για τις παραπάνω επιλογές είναι να έχει προηγηθεί*

*προσδιορισμός μελών για διαστασιολόγηση, ενώ οι τιμές **K** για τα υποστυλώματα αφορούν δύσκαμπτα πλαίσια.*

Έλεγχος βέλους

► **Ναι** / **Όχι**

Η παράμετρος καθορίζει, εάν θα ελεγχθούν οι αναπτυσσόμενες παραμορφώσεις της δοκού βάσει της §7.2.1 του EC3-1-1.

Ο συνδυασμός φόρτισης, βάσει του οποίου πραγματοποιείται ο έλεγχος βέλους δίδεται στον Πίνακα 816.

Συντελεστές καθαρού μήκους για υπολογισμό βέλους, β0y και β0z

Συντελεστής που υπεισέρχεται στον καθορισμό του ελαστικού μήκους LW βάσει του οποίου θα υπολογιστεί το βέλος κάμψης w και θα προκύψουν τα όρια ελέγχου LW/a (Βλ. Σχήμα 4.115) για κάθε ένα από τα επίπεδα y & z.

β_{0y} Συντελεστής καθαρού μήκους για βέλος w_y (που οφείλεται σε κάμψη περί τον z). Πολλαπλασιάζει το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα z.

$$L_{Wy} = \beta_{0y} \cdot L_z$$

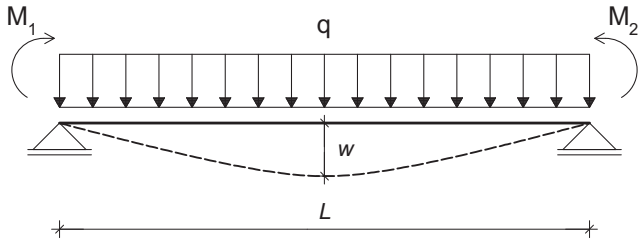
β_{0z} Συντελεστής καθαρού μήκους για βέλος w_z (που οφείλεται σε κάμψη περί τον y). Πολλαπλασιάζει το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα y.

$$L_{Wz} = \beta_{0z} \cdot L_y$$

Για το μήκος για διαστασιολόγηση βλ. «Παραγωγές > Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση» και την αντίστοιχη εντολή στην δοκό.

■ Βέλος αμφιερείστου:

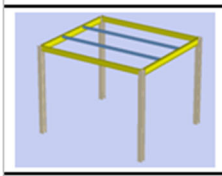
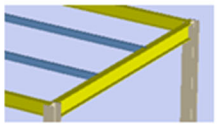
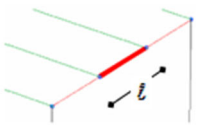
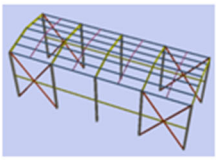
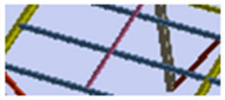
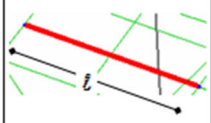
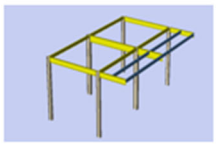
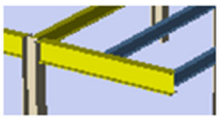
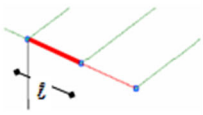
$$w = \frac{1}{EI} \cdot \left[\frac{5}{384} \cdot q \cdot (\beta \cdot L)^4 + \frac{1}{16} \cdot (M_1 + M_2) \cdot (\beta \cdot L)^2 \right]$$



Σχήμα 4.114: *Υπολογισμός βέλους σε μεταλλικά στοιχεία, όπου L είναι το μήκος για διαστασιολόγηση στο επίπεδο ελέγχου z ή y.*

- Βέλος προβόλου:

$$w = \frac{1}{EI} \cdot \frac{q \cdot (\beta \cdot L)^4}{8}$$

			β0y	β0z	L
			1,00	1,00	ℓ
		Τεγίδα με νπίζα 	1,00	0,50	0,5ℓ
		Πρόβολος 	1,00	1,00	2ℓ

Εικόνα 4.87: *Συντελεστές καθαρού μήκους για υπολογισμό βέλους*

Σημείωση

Οι τιμές του πίνακα ισχύουν εφόσον έχει γίνει η ενοποίηση των ανοιγμάτων μέσω της εντολής «Δοκός για διαστασιολόγηση».

Συντελεστής βέλους α3 (w3 < L/α3) & αmax (wmax < L/αmax)

Αν η παράμετρος «Έλεγχος βέλους» έχει την τιμή «Ναι», εδώ ορίζεται ο συντελεστής που αφορά τον έλεγχο του μέγιστου βέλους ***w*max** και του βέλους λόγω μεταβλητών δράσεων ***w*3 αμφιέρειστης** δοκού μετρούμενο ως προς τις στηρίξεις.

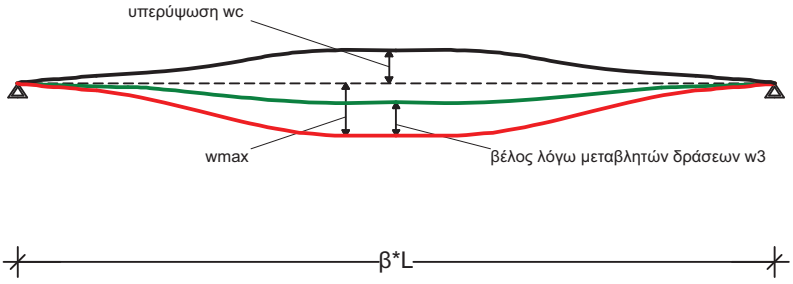
Τα επιτρεπόμενα βάλη βάσει των EC3-1-1 §7.2.1(1)B & EC0 A1.4.3(2) φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

επιτρεπόμενα βέλη για αμφιέρειστες δοκούς		
	μέγιστο	Από μεταβλητές δράσεις

	$w_{max} \leq$	$w_3 \leq$
Μη βατές στέγες	(β·L)/200	(β·L)/250
Πατώματα και βατές στέγες	(β·L)/250	(β·L)/300

Σημείωση

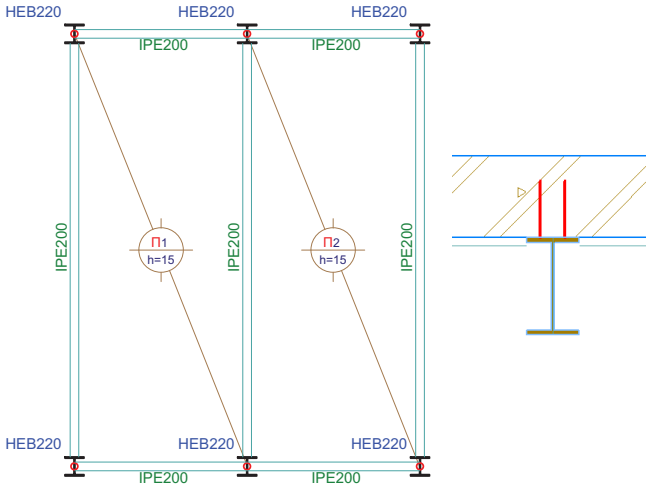
Σε περίπτωση **προβόλου** τα όρια διαμορφώνονται στο **διπλάσιο** αυτών που φαίνονται στον πίνακα. Για τις δοκούς που αναγνωρίζονται ως **πρόβολοι** το πρόγραμμα διπλασιάζει αυτόματα το όριο χωρίς, δηλάδή, να απαιτείται τροποποίηση της τιμής των παραμέτρων. Βλ. Δοκός > Στατικά > Πρόβολος §0.



Σχήμα 4.115: *Ορισμός κατακόρυφων παραμορφώσεων δοκού. EC0 σχ. Α1.1.*

Απαίτηση ελέγχου σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό

- **Ναι**: Εν γένει σε καμπτόμενα μέλη πραγματοποιείται έλεγχος σύμφωνα με EC3-1-1 §6.3.2-4.
- **Όχι**: π.χ. σε δοκούς ή υποστυλώματα, για τα οποία θεωρείται ότι εξασφαλίζονται πλευρικά (στο επίπεδο της ασθενούς διεύθυνσης) έναντι στρεπτοκαπτικού λυγισμού. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι:
  - Δοκοί που φέρουν πλάκα από σκυρόδεμα και με την οποία συνδέονται διατμητικά με ήλους. Βλ. **Σχήμα 4.116** και Εικόνα 4.86.
  - Υποστυλώματα με πυκνές μηκίδες για στήριξης πλαγιοκάλυψης ή αντίστοιχα δοκοί που στηρίζουν πυκνό κάνναβο τεγίδων και εφόσον οι μηκίδες ή οι τεγίδες δεν έχουν εισαχθεί στο μοντέλο. Πυκνή πλευρική εξασφάλιση μπορεί να θεωρηθεί ότι πρακτικά ισοδυναμεί με πλήρη εξασφάλιση, ενώ όταν αποφεύγεται η χρήση πολλών μελών διατηρείται και απλός ο φορέας.



Σχήμα 4.116: *Σε σύμμικτα πατώματα, όπου εξασφαλίζεται επαρκής διατμητική σύνδεση πλάκας – δοκού μπορεί να θεωρηθεί για τις τεγίδες και τις δοκούς των πλαισίων ότι απαιτείται έλεγχος κάμψης μόνο κατά την ισχυρή διεύθυνση z (Mz), ενώ δεν απαιτείται έλεγχος σε αξονική, ούτε σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό.*

Έλεγχος σε αξονική δύναμη

Η δυνατότητα επιλογής αφορά ορισμένα μόνο είδη μελών (υποστύλωμα, γενικό μέλος δοκού, τεγίδα, αντισεισμικό ζύγωμα και σεισμικό σύνδεσμο). Σε ελκυστήρες ή σε κατακόρυφους ή οριζόντιους συνδέσμους γίνεται έλεγχος αξονικής σε κάθε περίπτωση.

- **Ναι** : στους ελέγχους διατομής ή μέλους λαμβάνεται υπόψη η αλληλεπίδραση των ροπών με την αξονική δύναμη σύμφωνα με τις §6.2.1, §6.2.9.1 και §6.3.3 του EC3-1-1.
- **Όχι** : Π.χ. σε περιπτώσεις δοκών πλαισίων ή διαδοκίδων που φέρουν πλάκες από σκυρόδεμα και εφόσον εξασφαλίζεται επαρκής διατμητική σύνδεση με την πλάκα (π.χ. με ήλους), τότε η αξονική δύναμη στο επίπεδο του διαφράγματος μπορεί να θεωρηθεί ότι παραλαμβάνεται από την πλάκα. Βλ. Σχήμα 4.116 και Εικόνα 4.86.

Σημείωση

Η αξονική δύναμη που εμφανίζεται στα διαγράμματα έντασης των δοκών που φέρουν πλάκες οφείλεται στην μέθοδο που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα για να υλοποιήσει την διαφραγματική λειτουργία και στην ανάγκη να ικανοποιείται το συμβιβαστό των παραμορφώσεων των κόμβων του επιπέδου όταν ο φορέας καταπονείται υπο οριζόντιες δράσεις. Βλ. και θέματα προσομοίωσης §14.5.2.

Έλεγχος σε ροπές κάμψης

Όπως η προηγούμενη, και αυτή η παράμετρος αφορά ορισμένα είδη μελών.

- **My + Mz** : ελέγχεται η αλληλεπίδραση των ροπών στις δυο τοπικές διευθύνσεις του μέλους.
- **My**: (Ισχυρός άξονας υποστυλώματος και ασθενής άξονας δοκού)
- **Mz**: (ισχυρός άξονας δοκού και ασθενής άξονας υποστυλώματος). Συνήθης επιλογή για **δοκούς** με επαρκή **διατμητική σύνδεση με πλάκα** σκυροδέματος.

Αυτές οι δοκοί συμμετέχουν στην διαφραγματική λειτουργία και μέσω της εντολής «Παραγωγές» - «Προσαρμογή δοκών - πλακών» (§5.1.3.1) μετατρέπονται σε πλακοδοκούς και τους αποδίδεται από το πρόγραμμα μεγάλη τιμή ροπής αδρανείας Iy, περί άξονα, δηλαδή, εγκάρσιο στο επίπεδο του διαφράγματος. Η ροπή, λοιπόν, My, που εμφανίζεται στα διαγράμματα έντασης σε δοκούς όπως αυτές, προκύπτει λόγω της πλαισιακής θεώρησης στο επίπεδο του διαφράγματος και συνεπώς δεν απαιτείται να ληφθεί υπόψη στην διαστασιολόγηση. Βλ. και θέματα προσομοίωσης §14.5.2.

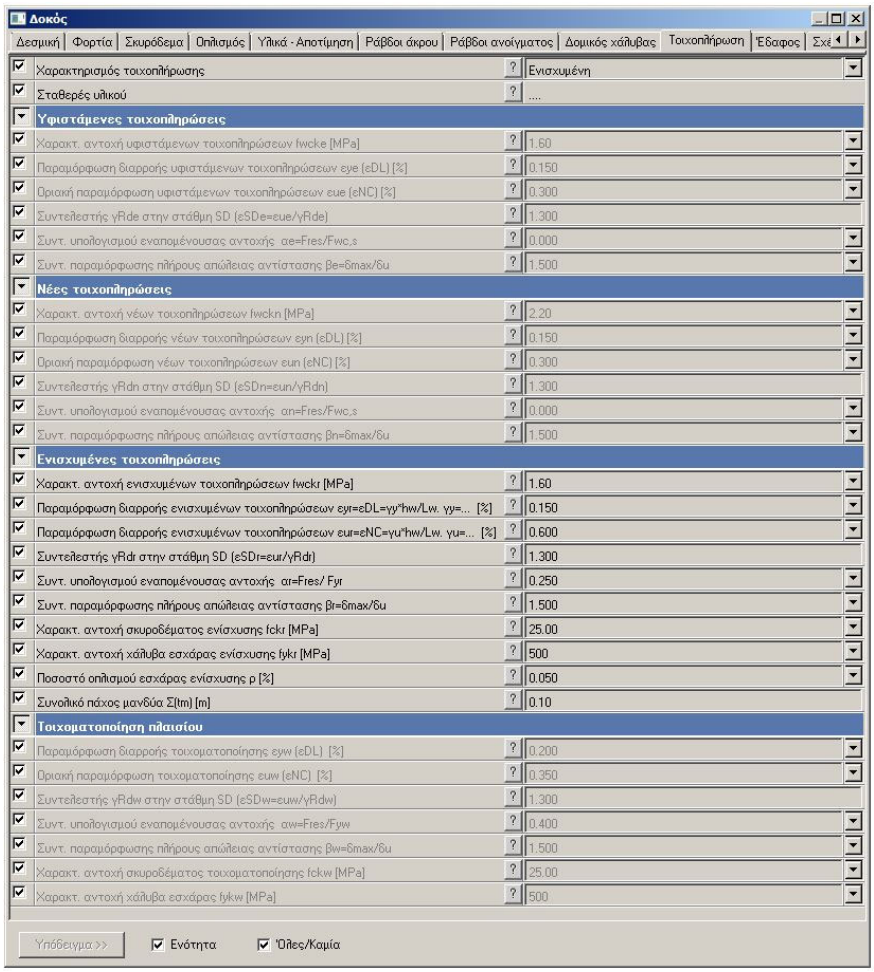
Σημείωση

Η σήμανση ισχυρού / ασθενούς τοπικού άξονα είναι διαφορετική σε υποστύλωμα και δοκό. Βλέπε αντίστοιχα Σχήμα 4.72 και Σχήμα 4.94.

Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας

Οι απαιτήσεις πλαστιμότητας από τα μεταλλικά στοιχεία είναι παρόμοιες με αυτές των στοιχείων από σκυρόδεμα και αναφέρονται στην §3.2.1.2 στα «Στοιχεία ορόφου με απαιτήσεις πλαστιμότητας» και §4.6.1.5 στις «Δοκός προσομοίωσης μυκητοειδούς πλάκας». Ενδεικτικά μέλη χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας είναι οι τεγίδες, οι ράβδοι δικτυώματος και οι ελκυστήρες.

4.6.1.9 Τοιχοπλήρωση



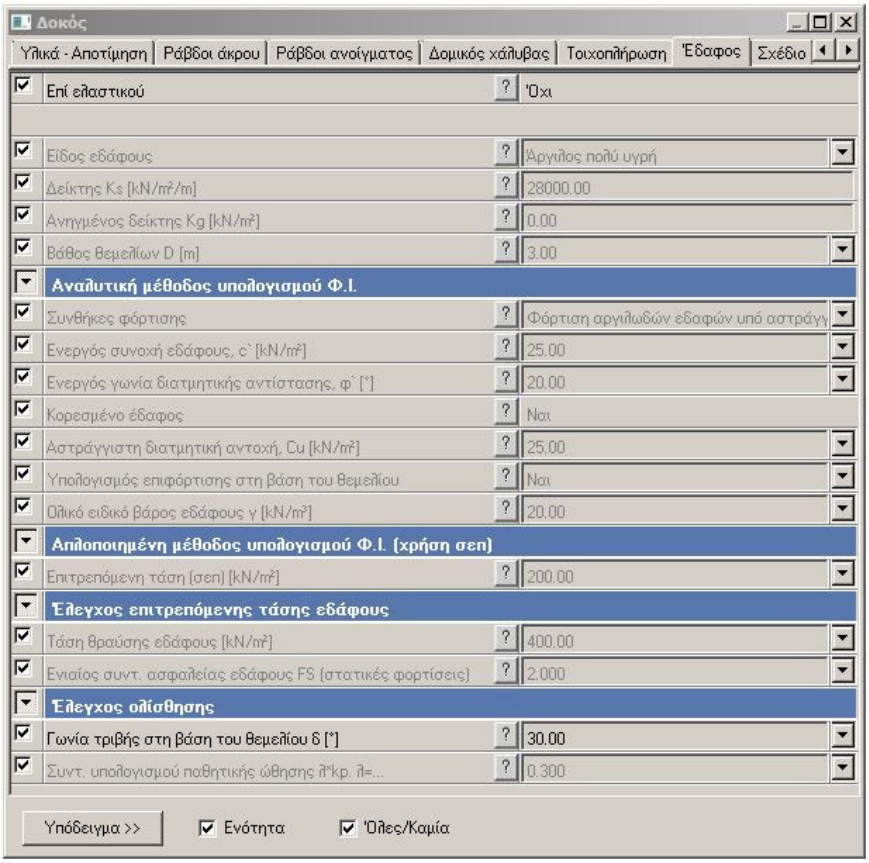
Εικόνα 4.88: *Οι παράμετροι της κάρτας «Τοιχοπλήρωση» της Δοκού.*

Σταθερές υλικού

Ο μελετητής δεν απαιτείται να εισάγει τιμή για το **μέτρο ελαστικότητας** της τοιχοπλήρωσης. Αρκεί να δοθούν οι αντοχή της τοιχοπλήρωσης f_{WCS}, από την οποία προκύπτει η αντοχή του θλιπτήρα $F_{WC,}$ και η παραμόρφωση διαρροής ε_y. Στην συνέχεια η αξονική δυσκαμψία $E{\cdot}A$ υπολογίζεται από τον λογο F_{WC}/δ_y. Βλ. εξήγηση σχετικών παραμέτρων στο Κτίριο > Τοιχοπλήρωση.

Συνολικό πάχος μανδύα Σ(tm)

4.6.1.10 Έδαφος



Εικόνα 4.89: *Παράμετροι δοκού επί ελαστικού εδάφους. Ορισμένες παράμετροι είναι ενεργές ή ανενεργές ανάλογα με τη «Μέθοδο υπολογισμού φέρουσας ικανότητας» (παράμετροι Κτιρίου) και τον τύπο του εδάφους (αμμώδες ή αργιλικό).*

Επί ελαστικού (εδάφους)

- **Ναι**: Όταν έχω πεδιλοδοκό ή δοκό προσομοίωσης πέδιλου.
- **Όχι**: Για δοκούς ανωδομής και συνδετήριες.

Ανηγμένος δείκτης Kg

$$Kg = Ks \cdot b$$

(b: Πλάτος έδρασης)

Ενεργοποιείται, όταν έχω «Επί ελαστικού» = «Ναι» και επαναϋπολογίζεται εκτελώντας την εντολή «Παραγωγές > Υπολογισμός αδρανειακών χαρακτηριστικών μελών κτιρίου».

Σημείωση

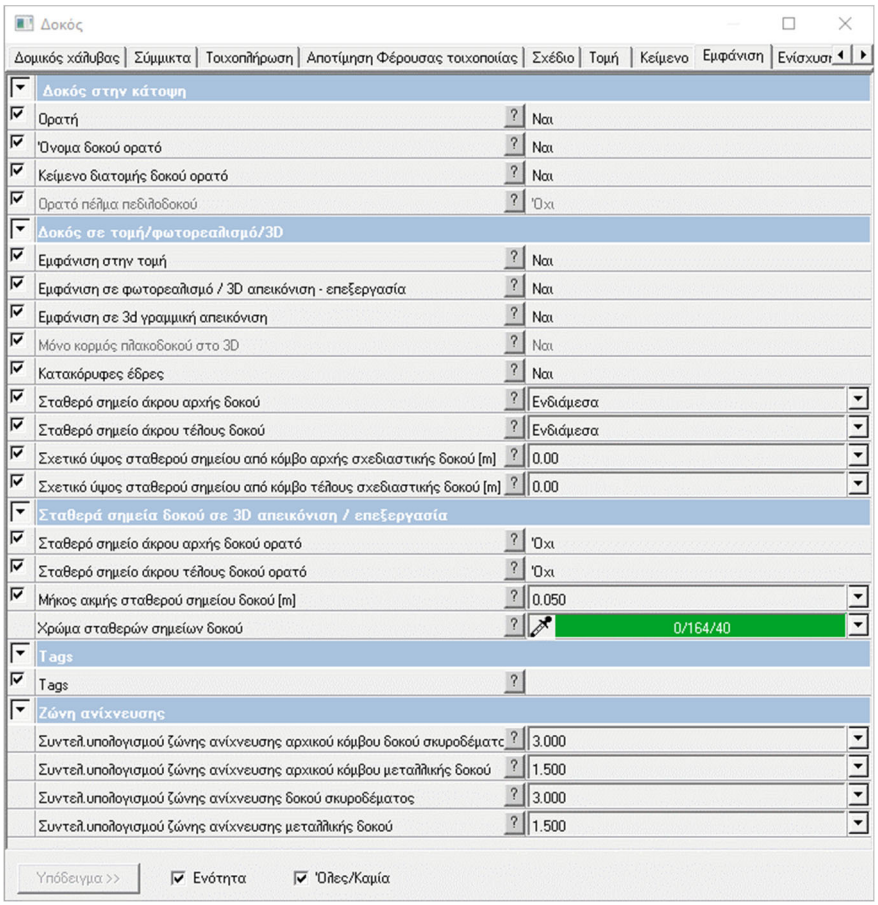
Οι παράμετροι της καρτέλας «Έδαφος» της Δοκού που δεν αναλύονται στην παρούσα παράγραφο επεξηγούνται στην §4.1.1.15 για την καρτέλα «Έδαφος» του Κτιρίου. Η παράμετρος «Βάθος λαιμού θεμελίων» αναλύεται στην §4.2.1.5 για την καρτέλα «Έδαφος» του Ορόφου.

4.6.1.11 Αποτίμηση Φέρουσας τοιχοποιίας

Ύψος λίθου προς μήκος υπερκάλυψης μεταξύ λίθων (νέα/υφιστάμενη τοιχοποιία)

Ο λόγος φ του ύψους λίθου προς μήκος υπερκάλυψης μεταξύ λίθων υπεισέρχεται στον έλεγχο σε κάμψη χωρίς ανώφλι και στον έλεγχο σε διάτμηση για κανικά δομημένες τοιχοποιίες βάσει των §11.5.1.2.2 και §11.4.1.1.4 του draft EC8-3:2023.

4.6.1.12 Εμφάνιση



Εικόνα 4.90: *Παράμετροι **εμφάνισης δοκού** στην **κάτοψη** και την **3D απεικόνιση / επεξεργασία**.*

Στην παρούσα παράγραφο γίνεται αναφορά στις όσες παραμέτρους της καρτέλας «Εμφάνιση» της δοκού δεν αναλύονται στην §4.9.3. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι οι παράμετροι που δεν έχουν στα αριστερά τους δείκτη ενεργού/ανενεργού (✓) ισχύουν για όλα τα στοιχεία του είδους.

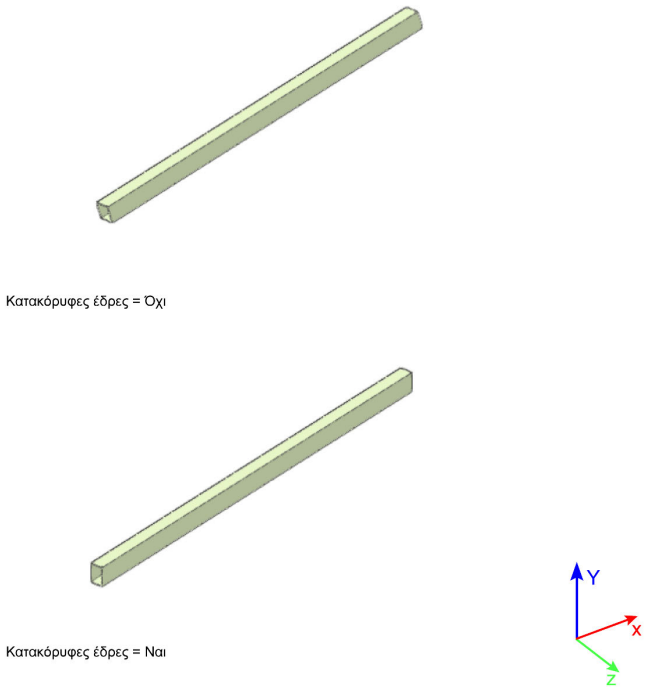
Μόνο κορμός πλακοδοκού στο 3D

- **Ναι**: Εμφανίζεται μόνο ο κορμός που απομένει μετά την αφαίρεση της πλάκας.
- **Όχι**

Η παράμετρος αφορά την απεικόνιση δοκών από σκυρόδεμα σε | **3D απεικόνιση / επεξεργασία** | **3D γραμμική απεικόνιση** | **φωτορεαλισμό**.

Κατακόρυφες έδρες

Με την παράμετρο αυτή επιλέγετε αν θέλετε να δημιουργηθούν, ή όχι κατακόρυφες έδρες στα άκρα της δοκού (**Εικόνα 4.91**).



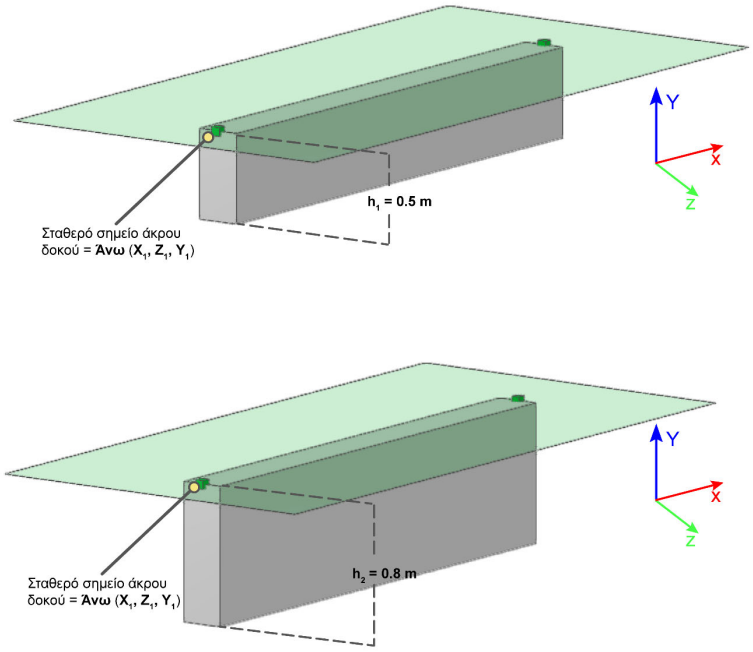
Εικόνα 4.91: Απεικόνιση ράβδου χωρίς κατακόρυφες έδρες άκρων και με κατακόρυφες έδρες άκρων.

Σταθερό σημείο άκρου αρχής /τέλους δοκού

Το **σταθερό σημείο άκρου** σχεδιαστικής δοκού είναι ορατό στην «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**» και απεικονίζεται με έναν **κύβο**. Ορίζεται ως το σημείο της διατομής, της σχεδιαστικής δοκού που παραμένει σταθερό όταν π.χ. αυτή αλλάζει διαστάσεις (**Εικόνα 4.92**). Η στροφή της δοκού («Δοκός > Διατομή > Γωνία τοποθέτησης φ») γίνεται περί τον διαμήκη, νοητό άξονά που δημιουργείται από τα σταθερά σημεία του άκρου αρχής & τέλους της δοκού. Δίνεται δυνατότητα επιλογής μεταξύ τριών διαφορετικών σημείων:

- Άνω
- Κάτω
- Ενδιάμεσα

Οι αρχικές τιμές της παραμέτρου είναι διαφορετικές ανάλογα με το είδος μέλους της δοκού («**Δοκός > Διατομή > Είδος μέλους**»). Λειτουργεί σε συνδυασμό με τις παραμέτρους «Δοκός > Εμφάνιση > Σχετικό ύψος σταθερού σημείου από κόμβο αρχής / τέλους σχεδιαστικής δοκού».



Εικόνα 4.92: Αλλαγή υψομέτρου δοκού με σταθερά σημεία άκρων της άνω.

Από τις τιμές των παραμέτρων:

- Σταθερό σημείο άκρου αρχής / τέλους δοκού &
- Σχετικό ύψος σταθερού σημείου από κόμβο αρχής / τέλους σχεδιαστικής δοκού

εξαρτάται η **θέση εμφάνισης** της **σχεδιαστικής δοκού** στην 3D απεικόνιση / επεξεργασία | 3D γραμμική απεικόνιση | φωτορεαλισμό.

Σημείωση

Από την **έκδοση 9.1** η παράμετρος «Σταθερό σημείο άκρου αρχής / τέλους δοκού» αντικαθιστά την παράμετρο «Ανάπτυξη 3D σχετικά με κόμβο αρχής / τέλους».

Σχετικό ύψος σταθερού σημείου από κόμβο αρχής / τέλους σχεδιαστικής δοκού [m]

Το σχετικό ύψος σταθερού σημείου από κόμβο αρχής της σχεδιαστικής δοκού ορίζεται ως **η κατακόρυφη απόσταση** του **σταθερού σημείου** άκρου αρχής δοκού **από** τον **κόμβο** αρχής της δοκού. Αντίστοιχα ορίζεται και το σχετικό ύψος σταθερού σημείου από κόμβο τέλους σχεδιαστικής δοκού.

Από τις τιμές των παραμέτρων:

- Σταθερό σημείο άκρου αρχής / τέλους δοκού &
- Σχετικό ύψος σταθερού σημείου από κόμβο αρχής / τέλους σχεδιαστικής δοκού

εξαρτάται η **θέση εμφάνισης** της σχεδιαστικής δοκού στην 3D απεικόνιση / επεξεργασία | 3D γραμμική απεικόνιση | φωτορεαλισμό.

Σταθερό σημείο άκρου αρχής / τέλους δοκού ορατό

Καθορίζει αν θα εμφανίζεται ή όχι το σταθερό σημείο άκρου δοκού στο περιβάλλον της «3D απεικόνισης / επεξεργασίας».

Μήκος ακμής σταθερού σημείου δοκού

Τα σταθερά σημεία δοκού στο περιβάλλον «3D απεικόνισης/επεξεργασίας» απεικονίζονται με την μορφή κύβου. Η παράμετρος ορίζει το μήκος των ακμών που τα απαρτίζουν, ορίζει δηλαδή το μέγεθος του σταθερού σημείου δοκού (κύβου) στον χώρο.

Χρώμα σταθερών σημείων δοκού

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου αυτής μπορείτε να προσδιορίσετε το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζονται τα σταθερά σημεία δοκού στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία».

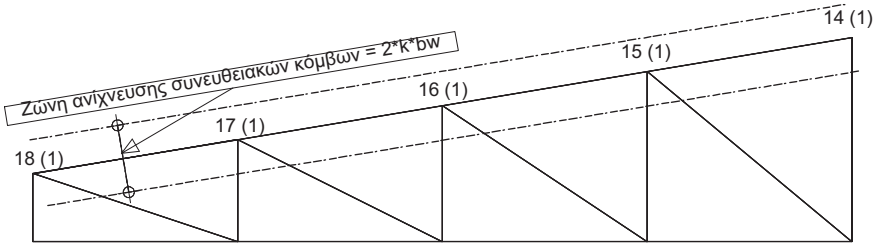
Συντελεστής υπολογισμού ζώνης ανίχνευσης αρχικού κόμβου δοκού σκυροδέματος/μεταλλικής δοκού

Καθορίζει την ευαισθησία του προγράμματος κατά την έξυπνη εισαγωγή δοκού στην ανίχνευση κόμβων υποστυλωμάτων ή λοιπών κόμβων, οι οποίοι βρίσκονται

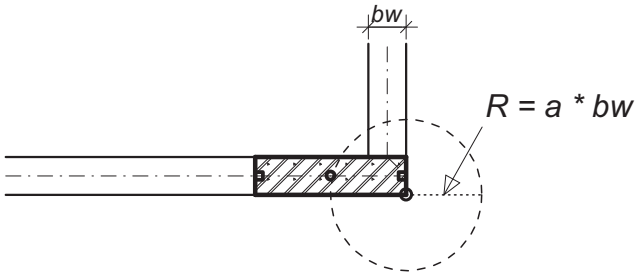
εντός κύκλου περί τους κόμβους αρχής και τέλους της δοκοσειράς (στην κάτοψη). Σχήμα 4.118.

Συντελεστής υπολογισμού ζώνης ανίχνευσης δοκού σκυροδέματος/μεταλλικής δοκού

Καθορίζει την ευαισθησία του προγράμματος στην ανίχνευση κόμβων υποστυλωμάτων ή λοιπών κόμβων που βρίσκονται εντός δεδομένης υψομετρικής διαφοράς και επί της κάτοψης, κατά την έξυπνη εισαγωγή δοκού. Σχήμα 4.117.

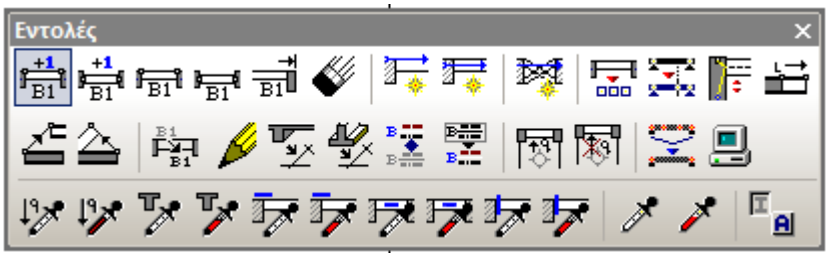


Σχήμα 4.117: *Με την έξυπνη εισαγωγή δοκού συνδέονται αυτόματα οι κόμβοι 14-18, οι οποίοι ευρίσκονται μέσα σε κύλινδρο με διάμετρο 2 * k * bw, όπου k είναι ο «Συντελεστής υπολογισμού ζώνης ανίχνευσης» και bw το πλάτος της δοκού που εισάγεται.*

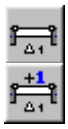


Σχήμα 4.118: *Η «έξυπνη εισαγωγή» της κατακόρυφης δοκού αναζητά κόμβο αρχής μέσα σε περιοχή ακτίνας R ίση με την παράμετρο «συντελεστής υπολογισμού ζώνης ανίχνευσης αρχικού κόμβου» (α) επί το πλάτος της δοκού (bw). Ο μόνος κόμβος μέσα στον κύκλο είναι ο δεξιός Λ.Κ. Ο κεντροβαρικός κόμβος του υποστυλώματος είναι εκτός κύκλου.*

4.6.2 Εντολές της Δοκού



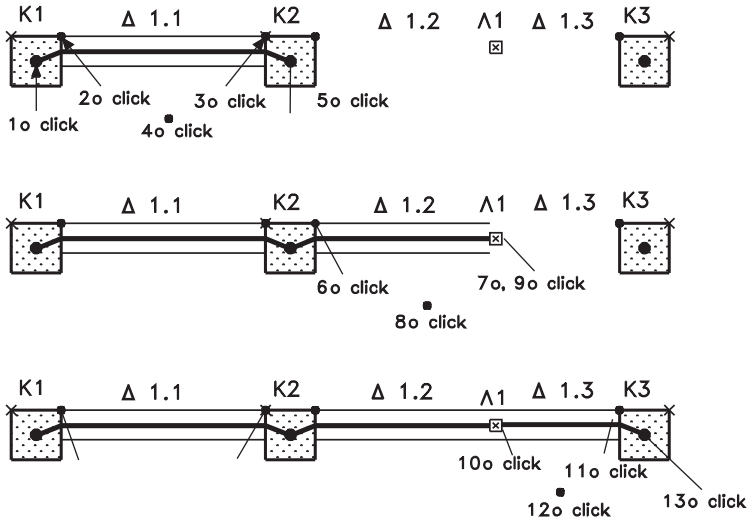
Εικόνα 4.93: *Οι εντολές της δοκού.*



Προσθήκη

Προσθήκη με επόμενο όνομα

Η προσθήκη / περιγραφή της στατικής και της σχεδιαστικής δοκού γίνεται, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 4.119**α, κάνοντας χρήση των σημείων έλξης των υποστυλωμάτων, όπου αυτό διευκολύνει, δείχνοντας (α) τους κόμβους αρχής / τέλους της στατικής, (β) τα σημεία αρχής / τέλους της σχεδιαστικής, (γ) την πλευρά σχεδίασής της.

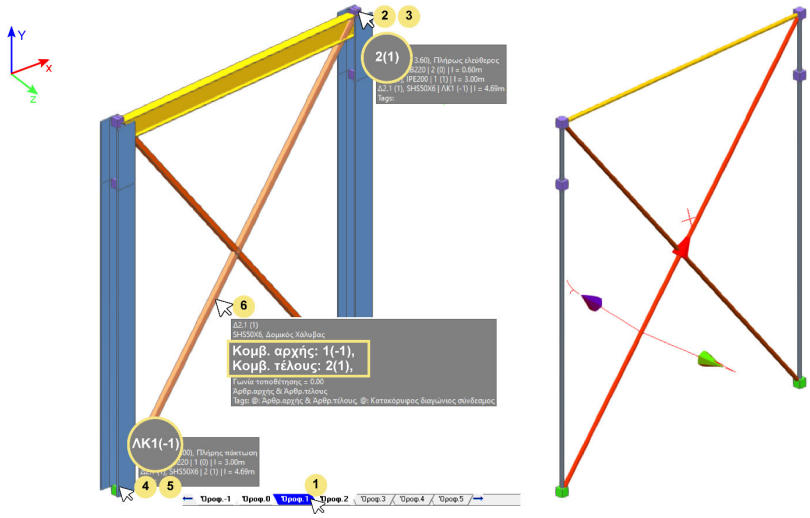


Σχήμα 4.119α: *Εισαγωγή δοκού πλευρικά (στην παρειά των υποστυλωμάτων.)*

3D απεικόνιση / επεξεργασία

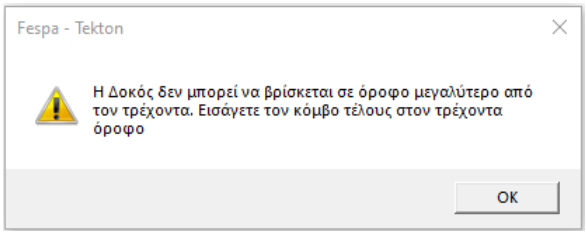
Στο περιβάλλον «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**» γίνεται προσθήκη δοκού μεταξύ ορόφων (**κεκλιμένης καθ' ύψος** ή **κατακόρυφης**) επιλέγοντας τον κόμβο αρχής και τέλους της δοκού. Η εισαγωγή της δοκού μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε φορά επιθυμείτε αλλά θα πρέπει **πάντα** πριν την εκτέλεση της εντολής, να είναι **ενεργός ο όροφος** στον οποίο θα περιλαμβάνεται το **ανώτερο άκρο της δοκού**.

Ανεξαρτήτως της φοράς εισαγωγής που θα επιλέξετε το πρόγραμμα αυτομάτως θα αποδίδει τον κόμβος αρχής στον κατώτερο όροφο και τον κόμβος τέλους στον ανώτερο (**Εικόνα 4.94** – βλέπε τοπικούς άξονες ραβδόμορφου μοντέλου).



Εικόνα 4.94: *Βήματα εισαγωγής κατακόρυφου διαγώνιου συνδέσμου με «**Προσθήκη κεντρικά με επόμενο όνομα**», στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία», από τον **2 (1)** στον **ΛΚ(-1).** Πριν την εκτέλεση της εντολής φροντίζω να είναι **ενεργός ο όροφος** που περιέχει τον ανώτερο άκρο της δοκού (Βήμα 1).*

Σε περίπτωση που κατά την εκτέλεση εντολής «Προσθήκη / Προσθήκη με επόμενο όνομα / Προσθήκη κεντρικά / Προσθήκη κεντρικά με επόμενο όνομα» **δεν** έχει επιλεγεί ως ενεργός όροφος, ο όροφος που περιλαμβάνει το ανώτερο άκρο της δοκού εμφανίζεται μήνυμα λάθους όπως φαίνεται στην **Εικόνα 4.95**.



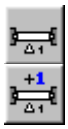
Εικόνα 4.95: Μήνυμα λάθους κατά την προσθήκη δοκού από όροφο σε όροφο. «Η Δοκός δεν μπορεί να βρίσκεται σε όροφο μεγαλύτερο από τον τρέχοντα. Εισάγετε κόμβο τέλους στον τρέχοντα όροφο».

Κάτοψη

Προσθήκη δοκού μεταξύ ορόφων γίνεται αν ως κόμβο αρχής ή τέλους της δοκού πληκτρολογήσετε το όνομα αυτού που βρίσκεται σε διαφορετική στάθμη από αυτήν που έχετε ενεργή στο παράθυρο. Για να γίνει αυτό, αντί να «δείξετε» με το mouse τον κόμβο, αρκεί να πατήσετε το πλήκτρο του διαστήματος (space-bar) και να εισάγετε στο κάτω μέρος της οθόνης το όνομα του κόμβου (με τον όροφο που ανήκει σε παρένθεση), π.χ. 11(-1).

Σημείωση

Η φορά εισαγωγής όλων των ανοιγμάτων μιας συνεχούς δοκού πρέπει να είναι ενιαία. Ακόμη και να διαγραφεί κάποιο άνοιγμα, η εκ νέου εισαγωγή του πρέπει να γίνει με φορά ίδια με των άλλων ανοιγμάτων. Το πρόγραμμα ανιχνεύει τέτοιες καταστάσεις και ειδοποιεί το μελετητή με μήνυμα πριν την επίλυση.



Προσθήκη κεντρικά

Προσθήκη κεντρικά με επόμενο όνομα

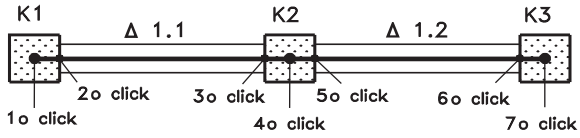
Είναι παρόμοια εντολή με την προηγούμενη, με τη διαφορά ότι η δοκός εδώ σχεδιάζεται κεντροβαρικά μεταξύ των άκρων της και όχι στην παρειά των υποστυλωμάτων, γι' αυτό και δε ζητείται η «πλευρά σχεδίασης», όπως προηγουμένως.

3D απεικόνιση / επεξεργασία

Τα αναγκαία βήματα για την εισαγωγή δοκού κατακόρυφης ή κεκλιμένης καθ' ύψος μεταξύ ορόφων φαίνονται στην **Εικόνα 4.94**.

Κάτοψη

Τα αναγκαία βήματα για την εισαγωγή της φαίνονται στο Σχήμα 4.119β.



Σχήμα 4.119β: *Εισαγωγή δοκού κεντρικά (κεντροβαρικά των υποστυλωμάτων).*

Σημείωση

Κατά την προσθήκη δοκών, όταν συναντάτε κάποιο τοίχωμα, εισάγετε ως επιπλέον ανοίγματα της συνεχούς δοκού τα τμήματα που ορίζονται από τους «κόμβους τοιχωμάτων» και τον κόμβο στο κέντρο του τοιχώματος, συνήθως δύο για κάθε τοίχωμα. Στη συνέχεια, τα ανοίγματα αυτά θα τα δηλώσετε ως «δεσμικές ράβδους».

Αν κατά τη διάρκεια της εισαγωγής δοκού πατήσετε το πλήκτρο **[d]**, το πρόγραμμα θεωρεί ότι τα επόμενα ανοίγματά της θα είναι δεσμικά, περιορίζοντας ανάλογα και τα αναγκαία βήματα για την περιγραφή της. Πατώντας πάλι το **[d]**, η δοκός επανέρχεται στα προηγούμενα χαρακτηριστικά της διατομής της.



Τέλος προσθήκης

Με την εντολή αυτή, ορίζετε το τέλος μίας συνεχούς δοκού. Η επόμενη δοκός που θα εισάγετε θα έχει για όνομα τον επόμενο αύξοντα αριθμό της τελευταίας.

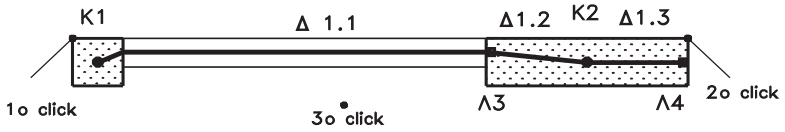


Έξυπνη εισαγωγή δοκού πλευρικά

Έξυπνη εισαγωγή δοκού κεντρικά

Ευκολότερος τρόπος εισαγωγής συνεχών δοκών, όπου ο μελετητής απλώς δείχνει τα σημεία αρχής και τέλους της, καθώς και την πλευρά σχεδίασης. Το πρόγραμμα κατασκευάζει όλα τα ανοίγματα που πρέπει, αφού ανακαλύψει τα υποστυλώματα και τους λοιπούς κόμβους που βρίσκονται ανάμεσα στα δύο σημεία.

Η «Έξυπνη εισαγωγή», όταν συναντά τοίχωμα με λοιπούς κόμβους στα άκρα του, μετατρέπει αυτόματα τα ανοίγματά του σε δεσμικές. Βλ. και Σχήμα 4.119γ.

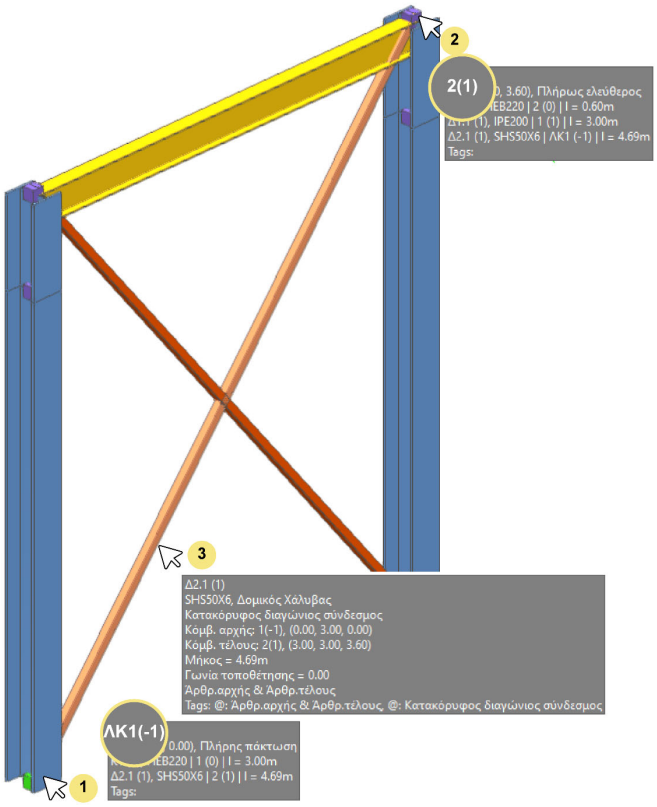


Σχήμα 4.119γ: *Έξυπνη εισαγωγή δοκού πλευρικά και τα σημεία που απαιτούνται για την περιγραφή της.*

Παράδειγμα: Εισαγωγή κεκλιμένης δοκού μεταξύ δύο ορόφων

3D απεικόνιση / επεξεργασία

- Επιλογή «Παράσταση > 3D απεικόνιση / επεξεργασία» για να ενεργοποιηθεί το 3D περιβάλλον (OpenGL).
- Επιλογή της εντολής «Έξυπνη εισαγωγή δοκού κεντρικά» της «Δοκού»
- Επιλογή του ΛΚ(-1) και στη συνέχεια επιλογή του κόμβου 2(1)
- Δημιουργήθηκε η δοκός η οποία είναι χαρακτηρισμένη ως «Κατακόρυφος διαγώνιος σύνδεσμος» και ανήκει στον όροφο (1) (**Εικόνα 4.96**).



Εικόνα 4.96: *Βήματα εισαγωγής κατακόρυφου διαγώνιου συνδέσμου με «Έξυπνη εισαγωγή δοκού κεντρικά», στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία», από τον **ΛΚ1 (-1)** στον **2(1)**.*

Σημείωση

- Στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία» με αντίστοιχο τρόπο εισάγονται **κατακόρυφες δοκοί** π.χ. για τη δημιουργία δικτυωμάτων.
- Με την «Έξυπνη εισαγωγή δοκού κεντρικά / πλευρικά» μπορείτε να εισάγετε δοκούς κεκλιμένες καθ' ύψος ή κατακόρυφες με όποια φορά επιθυμείτε. Ανεξαρτήτως της φοράς εισαγωγής που θα επιλέξετε το πρόγραμμα αυτομάτως θα αποδίδει τον κόμβος αρχής στον κατώτερο όροφο και τον κόμβος τέλους στον ανώτερο

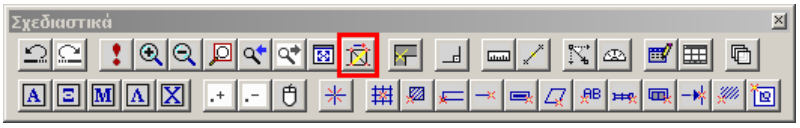
Κάτοψη

Διαγώνιος σύνδεσμος

Εισαγωγή κεκλιμένης δοκού με κόμβο αρχής τον ΛΚ1(-1) και κόμβο τέλους τον 2(0).

Περιγραφή διαδικασίας

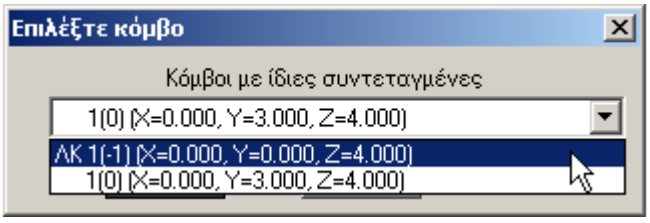
- Ενεργοποίηση εντολής «**Διάλογος πολλαπλών επιλογών**» της εργαλειογραμμής «Σχεδιαστικά».



Εικόνα 4.97: *Ενεργοποίηση της εντολής «Διάλογος πολλαπλών επιλογών»*

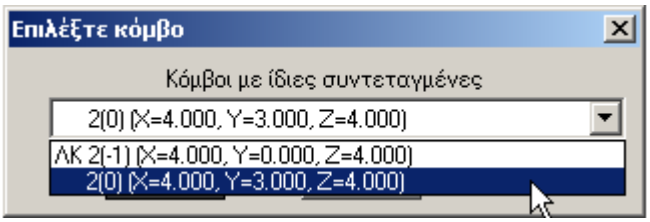
- Εντολή Έξυπνη εισαγωγή δοκού κεντρικά.
- **Σημείο αρχής:** δείξτε το κέντρο βάρους του υποστυλώματος Κ1 (0).

  Το πρόγραμμα εμφανίζει σε λίστα τους κόμβους που υπάρχουν στις ίδιες συντεταγμένες αλλά σε διαφορετικό υψόμετρο Y.
- Επιλέξτε τον κάτω κόμβο του υποστυλώματος Κ1(0) δηλαδή τον ΛΚ1 (-1) (Y=0.00).

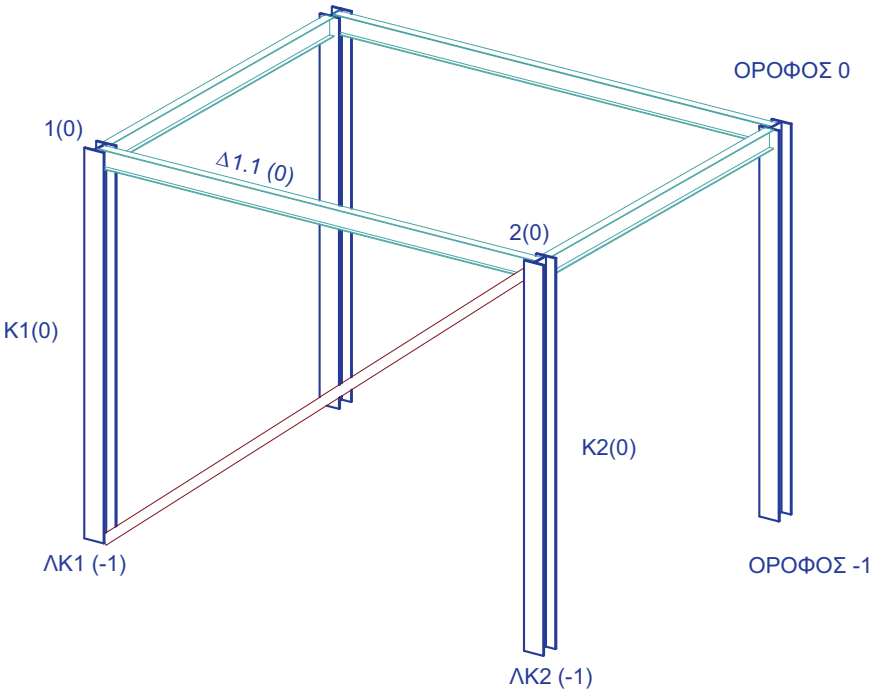


Εικόνα 4.98: *Επιλογή κάτω κόμβου Υποστυλώματος ΛΚ(-1)*

- **Σημείο τέλους:** δείξτε το κέντρο βάρους του υποστυλώματος Κ2 (0).
- Επιλέξτε τον άνω κόμβο του υποστυλώματος Κ2(0) δηλαδή τον 2 (0) (Y=3.00).



Εικόνα 4.99: *Επιλογή άνω κόμβου Υποστυλώματος 2(0)*



Εικόνα 4.100: *Εισαγωγή δοκού με κόμβο αρχής τον ΛΚ1(-1) και κόμβο τέλους τον 2(0).*

Πίνακες

- Εντολή: **Έξυπνη εισαγωγή δοκού** από Κ1(0) έως Κ2(0).
- Πίνακες/Πίνακας 703 «Συνδεσμολογία δοκών».

- Αλλαγή κόμβου αρχής από 1(0) σε ΛΚ1(-1).



Έξυπνη εισαγωγή δοκού χιαστί

Εύκολος τρόπος εισαγωγής χιαστή δοκών σε φάτνωμα για την άμεση απόδοση τοιχοπληρώσεων και κατακόρυφων μεταλλικών συνδέσμων. Κάνοντας κλικ σε 2 υποστυλώματα, το υποστύλωμα αρχής (πρώτο υποστύλωμα) και το υποστύλωμα τέλους (δεύτερο υποστύλωμα), δημιουργούνται δύο δοκοί:

- Η 1η δοκός έχει κόμβο αρχής τον άνω κόμβο (κόμβο τέλους) του υποστυλώματος αρχής δοκού και κόμβο τέλους τον κάτω κόμβο (κόμβο αρχής) του υποστυλώματος τέλους δοκού και όνομα Δx.1.
- Η 2η δοκός έχει κόμβο αρχής τον άνω κόμβο (κόμβο τέλους) του υποστυλώματος τέλους δοκού και κόμβο τέλους τον κάτω κόμβο (κόμβο αρχής) του υποστυλώματος αρχής δοκού και όνομα Δy.1.

Σημείωση

Η έξυπνη δοκός χιαστί εισάγεται μόνο ανάμεσα σε κεντρικούς κόμβους υποστυλώματος, δηλ δεν είναι δυνατή η επιλογή λοιπού κόμβου είτε ως κόμβος αρχής, είτε ως κόμβος τέλους.



Διαγραφή

Δείχνετε με το mouse το μέσον του ανοίγματος και κάνετε click. Έτσι, διαγράφεται το άνοιγμα της δοκού.

Διαγραφή δοκού που συνδέει κόμβους σε διαφορετικές στάθμες γίνεται αν αντί να «δείξετε» την προς διαγραφή δοκό, πατήσετε το πλήκτρο του διαστήματος (space-bar) και ακολούθως εισάγετε στο κάτω μέρος της οθόνης το όνομά της. Αυτός ο τρόπος διαγραφής δοκού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για οποιαδήποτε δοκό της τρέχουσας στάθμης.

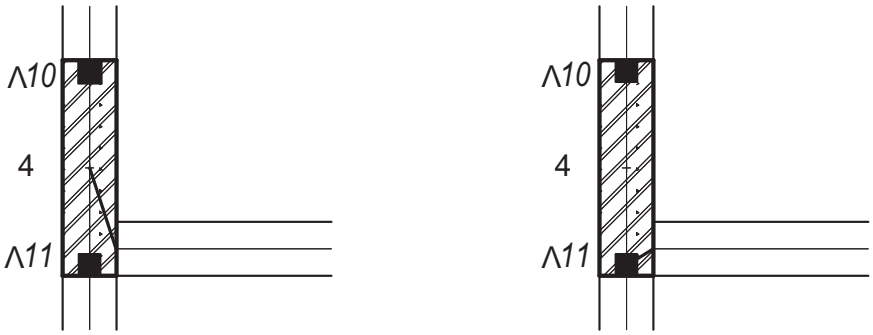
Όταν είναι ενεργή η επιλογή «Διάλογος πολλαπλών επιλογών», η διαγραφή δοκού γίνεται επιλέγοντάς την μέσα από τη λίστα που εμφανίζει το πρόγραμμα.



Αλλαγή συνδεσμολογίας

Ο χρήστης επιλέγει νέο κόμβο αρχής ή τέλους για δεδομένη δοκό της κάτοψης. Η αλλαγή της συνδεσμολογίας επιτυγχάνεται μέσω μεταβολής των άκαμπτων απολήξεων, ενώ η σχεδιαστική δοκός παραμένει αμετάθετη.

Η εντολή αυτή, σε συνδυασμό με την «Διαγραφή» του Λοιπού Κόμβου, διευκολύνει τις αλλαγές συνδεσμολογίας που απαιτούνται στη μετατροπή τοιχώματος σε υποστύλωμα (και αντίστροφα). Βλ. Σχήμα 4.120.



Σχήμα 4.120: Για να αλλάξει η συνδεσμολογία της δοκού, ο χρήστης θα πρέπει, αφού την επιλέξει, να δείξει διαδοχικά τον παλιό (4) και το νέο (Λ11) κόμβο άκρου της.



Κατάτμηση ανά τμήματα

Τοποθετεί αυτόματα έναν ή περισσότερους λοιπούς κόμβους, διαιρώντας μία δοκό σε δεδομένο αριθμό (δύο ή περισσοτέρων) ανοιγμάτων ίσου μήκους. Τα ονόματα των δοκών που προκύπτουν, δίνονται αυτόματα από το πρόγραμμα, ενώ αν η δοκός είναι τμήμα ευρύτερης δοκοσειράς, όλα τα ανοίγματα μετονομάζονται κατάλληλα. Στην περίπτωση που η δοκός είναι κεκλιμένη καθ' ύψος, οι κόμβοι τοποθετούνται στα σωστά υψόμετρα. Οι παράμετροι των νέων ανοιγμάτων προκύπτουν ίδιες με αυτές του αρχικού ανοίγματος (εκτός από τις ελαστικές αρθρώσεις, αν υπάρχουν). Βλ. Σχήμα 4.121.



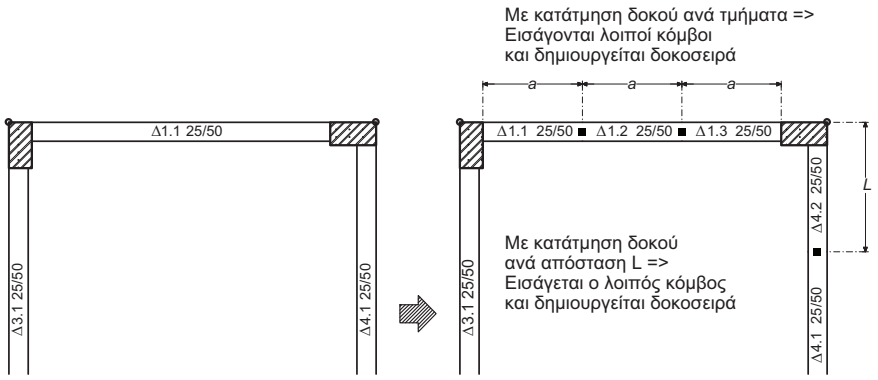
Κατάτμηση ανά απόσταση

Τοποθετεί αυτόματα έναν ή περισσότερους λοιπούς κόμβους, διαιρώντας μία δοκό σε (δύο ή περισσότερα) τμήματα, δεδομένου μήκους L. Η απόσταση L εισάγεται από το μελετητή είτε γραφικά, είτε από το πληκτρολόγιο. Αρχή μέτρησης της απόστασης L μπορεί να είναι οποιοδήποτε από τα δύο άκρα της δοκού.

Σημείωση

Το τελευταίο τμήμα που προκύπτει μετά την κατάτμηση θα πρέπει να έχει μήκος > 0,10m.

Βλ. Σχήμα 4.121.



Σχήμα 4.121: *Οι εντολές κατάτμησης δοκού.*



Κίνηση σχεδιαστικής δοκού

Παράλληλη μετατόπιση της σχεδιαστικής (και στατικής) δοκού με τη χρήση του mouse. Αφού δείξετε τη δοκό, δίνετε με το mouse διαδοχικά μια κορυφή της και τη νέα θέση της. Τα σημεία έλξης διευκολύνουν πολύ αυτή τη διαδικασία.



Επέκταση σχεδιαστικής δοκού

Αφού επιλέξετε άνοιγμα και άκρο δοκού, δίνετε με το mouse το μήκος της μεταβολής, οπότε η δοκός επεκτείνεται ή συστέλλεται κατά το διαμήκη της άξονα, αναλόγως της κατεύθυνσης κίνησης του mouse. Και για αυτή την εντολή κάνετε χρήση των σημείων έλξης του σχεδίου (συνήθως διευκολύνουν τα σημεία έλξης των υποστυλωμάτων).



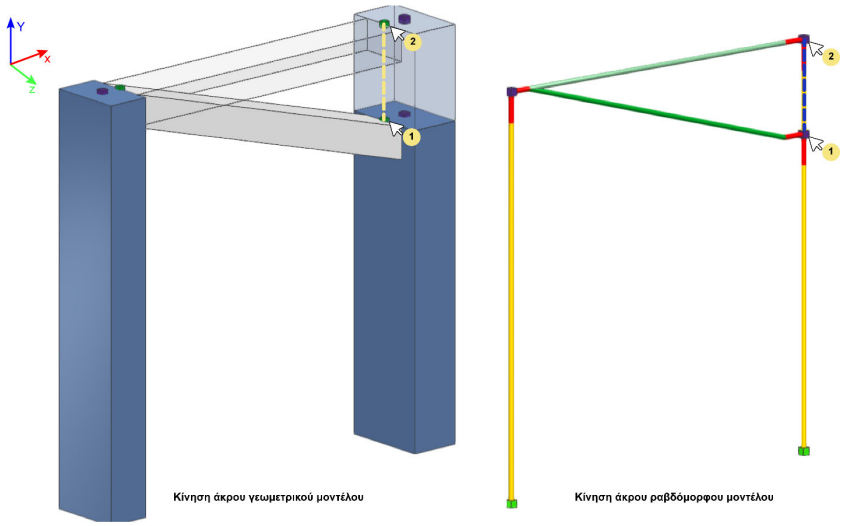
Κίνηση άκρου

Με την «**Κίνηση άκρου**» δίνεται η δυνατότητα ταυτόχρονης **αλλαγής της θέσης** του άκρου δοκού αλλά και της **συνδεσμολογίας** του. Το άκρο δοκού **μπορεί να κινηθεί ελεύθερα στον χώρο,** εντός του ορόφου στον οποίο ανήκει η δοκός ή σε διαφορετικό όροφο.

Όταν το άκρο δοκού κινηθεί σε νέα θέση στην οποία υπάρχει κόμβος (ΛΚ ή κόμβος υποστυλώματος), τότε θα συνδεθεί σε αυτό το νέο κόμβο και θα εμφανίζεται σε **νέα θέση** τόσο η **σχεδιαστική** όσο και η **στατική δοκός**. Η «**Κίνηση άκρου**» αναζητά κόμβο σύνδεσης μέσα σε περιοχή ακτίνας **R** ίση με την παράμετρο «Δοκός > Εμφάνιση > **Συντελεστής υπολογισμού ζώνης ανίχνευσης αρχικού κόμβου δοκού σκυροδέματος / μεταλλικής δοκού**» (α) **επί** το **πλάτος της δοκού** (bw).

Στο περιβάλλον της κάτοψης η αλλαγή συνδεσμολογίας με «Κίνηση άκρου» επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας τον «Διάλογο πολλαπλών επιλογών» στην

εργαλειογραμμή «Σχεδιαστικά». Στο περιβάλλον της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας επιλέγεται το άκρο δοκού που θέλετε να μετακινηθεί και τη νέα του θέση (**Εικόνα 4.101**).



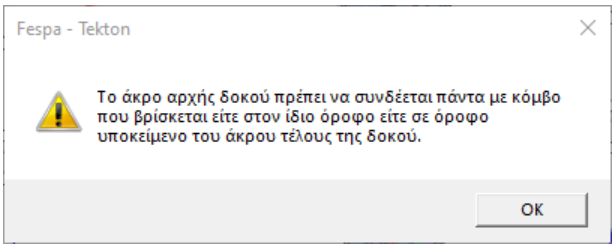
Εικόνα 4.101: Κίνηση άκρου δοκού (γεωμετρικού & ραβδόμορφου μοντέλου) στο περιβάλλον 3D απεικόνισης / επεξεργασίας

Χρήσιμο για την διόρθωση λάθος συνδεσμολογιών που έχουν δημιουργηθεί κατά την μοντελοποίηση.

Παρατηρήσεις

- Το **άκρο αρχής δοκού** μπορεί να αποσυνδεθεί από τον κόμβο στον οποίο είναι συνδεδεμένη η δοκός και να συνδεθεί σε νέο κόμβο που ανήκει:
  - ◊ Στον ίδιο όροφο ή
  - ◊ Στον όροφο που ανήκει το άκρο τέλους της δοκού ή
  - ◊ Σε υποκείμενο όροφο από αυτόν που ανήκει το άκρο τέλους της δοκού.
- Το **άκρο τέλους δοκού** μπορεί να αποσυνδεθεί από τον κόμβο στον οποίο είναι συνδεδεμένη η δοκός και να συνδεθεί σε νέο κόμβο που ανήκει:
  - ◊ Στον ίδιο όροφο ή
  - ◊ Σε όροφο υπερκείμενο από τον όροφο που αρχικά ανήκε.

Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις εμφανίζεται **μήνυμα σφάλματος** («Το άκρο αρχής δοκού…άκρου τέλους δοκού») και η κίνηση άκρου από όροφο σε όροφο, δεν ολοκληρώνεται:



Εικόνα 4.102: Μήνυμα σφάλματος για λανθασμένη κίνηση άκρου δοκού

- Για να διαπιστώσετε για κάθε δοκό ποιο είναι το άκρο αρχής και τέλους της επιλέξτε την δυνατότητα «**Πληροφορίες οντοτήτων**» στη γραμμή εργαλείων της 3D απεικόνισης / επεξεργασίας. Με **mouse over** στην δοκό εμφανίζονται οι **τοπικοί άξονες** του μέλους.
- Εναλλακτικά μπορείτε να ενεργοποιήσετε το διαφανές «Εμφάνιση τοπικών αξόνων XZY, όλου του μοντέλου» στην καρτέλα «3D επεξεργασία» για να εμφανιστούν οι τοπικοί άξονες όλων των μελών του φορέα.
- **Προτείνεται** η «**Κίνηση άκρου**» στις περιπτώσεις που είναι επιθυμητή η **ταυτόχρονη αλλαγή συνδεσμολογίας** να εκτελείται με **απενεργοποιημένη** την «**Έλξη δοκού**» στην εργαλειογραμμή «Σχεδιαστικά».



Σε γραμμές σχεδίου

Πέλμα πεδιλοδοκού σε γραμμές

Αλλαγή ονόματος

Επιλέγετε το άνοιγμα της δοκού και πληκτρολογείτε το νέο του όνομα. Η ονοματολογία είναι «δοκός - άνοιγμα», π.χ. 7.3. Η αλλαγή ονόματος ισχύει μόνο για το συγκεκριμένο άνοιγμα και δεν επηρεάζει το σύνολο της δοκού.

Παρατηρήσεις

- Συνεχείς δοκοί θα πρέπει να έχουν επίσης συνεχή αρίθμηση π.χ. π.χ. Δ5.1 – Δ5.2 προκειμένου να πραγματοποιηθεί ανακατανομή ροπών για την δοκοσειρά και ο διαμήκης που διέρχεται από ενδιάμεσες στηρίξεις υποστυλωμάτων να υπεισέρχεται στην αντοχή και των δυο εκατέρωθεν στηρίξεων.
- Για δοκούς σκυροδέματος με διαδοχικά ονόματα π.χ. Δ5.2 – Δ5.3 πρέπει οπωσδήποτε ο κόμβος τέλους της πρώτης να είναι κόμβος αρχής της επόμενης, ενώ δεν πρέπει η αρίθμηση της δοκοσειράς να αφήνει κενό. Σε διαφορετική περίπτωση εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος και δεν παράγεται όπλιση.

- Για λόγους τάξης της κάτοψης προτείνεται ο παραπάνω κανόνας να τηρείται ανεξαρτήτως υλικού.
- Αντίθετα η αρίθμηση δεν έχει σημασία στον υπολογισμό των εντατικών μεγεθών του χωρικού πλαισίου.



Μετακίνηση ονόματος

Βλέπε §2.3.



Κείμενο σε γραμμές κειμένου

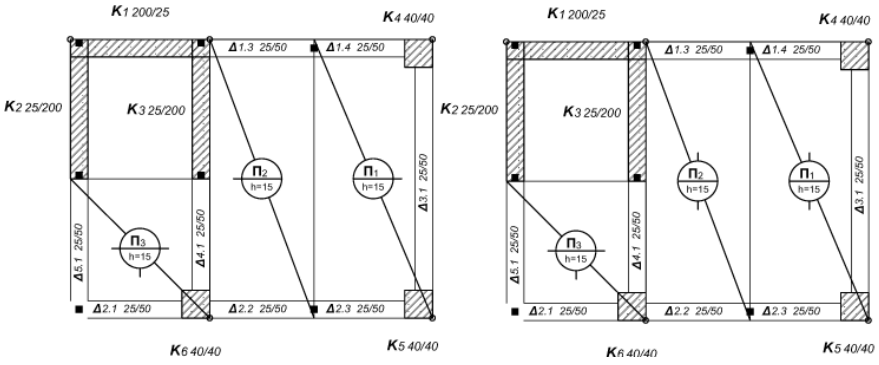
Σύνδεση σε πλάκα / Αποσύνδεση από πλάκα

Μετά την επιλογή «Προσαρμογή δοκών - πλακών» (μενού «Παραγωγές»), οι πλάκες συνδέονται αυτόματα με τις δοκούς με τις οποίες συνορεύουν. Με τον τρόπο αυτό καθορίζεται το στατικό σύστημα των πλακών, καθώς και σε ποιες δοκούς θα αποδοθούν τα φορτία των πλακών

Παρατηρήσεις

- Κάθε δοκός μπορεί να συνδέεται με δυο το πολύ παράπλευρες πλάκες
- Η απόδοση των φορτίων-αντιδράσεων των πλακών στις δοκούς γίνεται, αφού προηγηθεί επίλυση των πλακών του ορόφου.

Σε περίπτωση που ο μελετητής δεν συμφωνεί με τις επιλογές του προγράμματος μέσω των εντολών αυτών είναι δυνατόν να τροποποιήσει την συνδεσμολογία των πλακών.



Εικόνα 4.103*: Αρχική και τελική κατάσταση κάτοψης*

Περιγραφή διαδικασίας

- Αφού περιγραφεί η κάτοψη, γίνονται «Παραγωγές» - «Προσαρμογή δοκών - πλακών» (§5.1.3.1).

- Με την παρούσα εντολή ο μελετητής μπορεί να επέμβει στην προτεινόμενη από το πρόγραμμα συνδεσμολογία δοκών – πλακών:
  - Αρχικά γίνεται η αποσύνδεση της δοκού, δείχνοντας τη δοκό και την παρειά από την οποία πρέπει να αποσυνδεθεί η πλάκα.

Στη συνέχεια με την σύνδεση επιλέγεται η δοκός η οποία πρέπει να συνδεθεί με την πλάκα, η παρειά της δοκού, η πλάκα με την οποία θα συνδεθεί και η κοινή τους στατική πλευρά.

  - Τέλος αν χρειαστεί να γίνει και πάλι «Προσαρμογή δοκών - πλακών», θα πρέπει πρώτα να αλλάξετε την παράμετρο «Παραγωγές» - «Συνδεσμολογία δοκών – πλακών» σε «Όχι», προκειμένου να διατηρηθούν οι αλλαγές που έγιναν.



Αλλαγή ορατότητας ονόματος

Εμφανίζει / εξαφανίζει κατά βούληση το κείμενο της δοκού. Χρήσιμο σε δοκούς πολύ μικρού μήκους, καθώς και στα τοιχώματα υπογείου.



Δοκός για διαστασιολόγηση

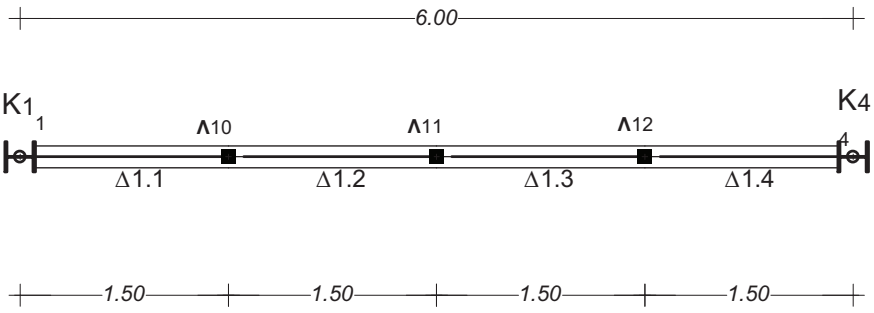
Εντολή, με την οποία ενοποιούνται διαδοχικές δοκοί που απαρτίζουν ένα μεγαλύτερο άνοιγμα μεταξύ υποστυλωμάτων. Τέτοιες δοκοί είναι αυτές, οι οποίες διασπώνται με λοιπούς κόμβους, π.χ. για τη στήριξη τεγίδων. Βλ. Σχήμα 4.122α.

Πρόκειται για εντολή συμπληρωματική και διορθωτική της αυτόματης διαδικασίας του προγράμματος που λαμβάνει χώρα με την εντολή «Παραγωγές» - «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση» (§5.1.3.2). Σε περίπτωση, δηλαδή, που για οποιοδήποτε λόγο ο μελετητής επιθυμεί να επέμβει στους καθορισμούς μελών που έχει πραγματοποιήσει αυτόματα το πρόγραμμα, είναι δυνατόν να το κάνει μέσω της εντολής αυτής.

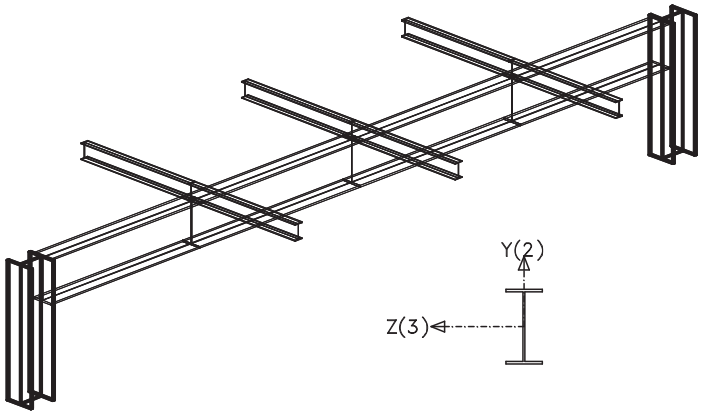
Η ενοποίηση των δοκών διακρίνεται σε ενοποίηση «Περί άξονα ***y***» και «Περί άξονα ***z***», δεδομένου ότι οι συνθήκες στήριξης κάθε δοκοσειράς μπορεί να διαφέρουν στις δύο κύριες διευθύνσεις της διατομής τους.

Π.χ. στο Σχήμα 4.122α, η δοκός μεταξύ των υποστυλωμάτων Κ1 και Κ4 αποτελείται από τέσσερα ανοίγματα (Δ1.1 έως Δ1.4) τα οποία ενώνονται στους λοιπούς κόμβους ΛΚ10, ΛΚ11 και ΛΚ12.

Αν σε αυτούς τους λοιπούς κόμβους πατάνε αντίστοιχα τρεις τεγίδες, τότε η δοκός λειτουργεί ως ενιαίο μέλος για κάμψη περί τον ισχυρό κύριο τοπικό άξονα ***z*** (ή *3*), όχι όμως και περί τον ασθενή τοπικό άξονα ***y*** (ή *2*). Βλ. Σχήμα 4.122β.



Σχήμα 4.122α: *Δοκοσειρά τεσσάρων ανοιγμάτων. Οι λοιποί κόμβοι είναι αναγκαίοι για τη στήριξη των τεγίδων.*



Σχήμα 4.122β: *Η δοκοσειρά κάμπτεται ως ενιαίο μέλος περί τον κύριο άξονά της z (ή 3).*

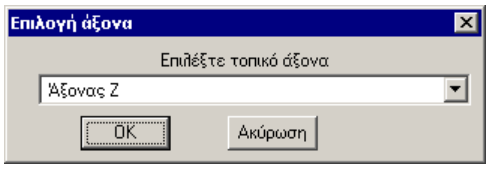
Με την ενοποίηση περί τον τοπικό άξονα ***z*** (ή *3*) η διαστασιολόγηση της δοκού γίνεται για το συνολικό μήκος L=6,00m.

Αντίθετα, δεν απαιτείται ενοποίηση περί τον τοπικό άξονα ***y*** (ή *2*), εφόσον κάθε μεμονωμένη δοκός (π.χ. η Δ1.1) έχει μήκος για διαστασιολόγηση ίσο με το πραγματικό της μήκος (L=1,50m), λόγω της παρουσίας των τεγίδων.

Χρήση της εντολής

Η εντολή αυτή απαιτείται να εκτελεσθεί από τον χρήστη για ένα μόνο άνοιγμα της δοκοσειράς:

- επιλέξτε άνοιγμα,
- τον άξονα στον οποίο αναφέρεται η ενοποίηση,



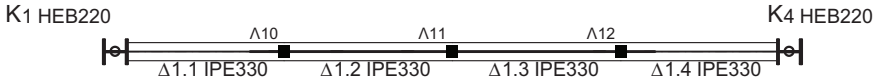
Εικόνα 4.104: *Παράθυρο διαλόγου για την επιλογή άξονα στον οποίο αναφέρεται η ενοποίηση*

- τους κόμβους αρχής και τέλους της ενιαίας δοκού.

Π.χ. στην περίπτωση που απεικονίζεται στο Σχήμα 4.122α, για καθένα από τα ανοίγματα Δ1.1 Δ1.2 και Δ1.3, για τη διεύθυνση Z, θα πρέπει να δοθούν ως **κόμβος αρχής** ο 1 και **κόμβος τέλους** ο 4, οι κόμβοι δηλαδή που ορίζουν την ενιαία δοκό.

Εμφάνιση στην κάτοψη

Με ανοιχτό το διαφανές του μοντέλου [M] (και μόνο αυτό), οι δοκοί προς διαστασιολόγηση εμφανίζονται με παχύτερη γραμμή (βλ. Εικόνα 4.105).



Εικόνα 4.105: *Εμφάνιση στην κάτοψη μιας ενοποιημένης δοκού για διαστασιολόγηση.*

Επίσης, οι κόμβοι αρχής και τέλους της δοκού προς διαστασιολόγηση αναγράφονται για κάθε άνοιγμα και στη **γραμμή πληροφοριών**, για καλύτερη εποπτεία από το μελετητή.

Έλεγχος μέσω των πινάκων

Στον Πίνακα 703 - «**Συνδεσμολογία δοκών**», εκτός από τους κόμβους αρχής και τέλους της συνδεσμολογίας των δοκών, φαίνονται και οι κόμβοι της δοκού προς διαστασιολόγηση.



Δοκιμή οπλισμού

Δυνατότητα δοκιμαστικής διαστασιολόγησης μεμονωμένης δοκού. Θα πρέπει να έχει προηγηθεί επίλυση του χωρικού.

Πάρε ράβδους άκρου

Οι οπλισμοί που προέκυψαν σε δοκούς και υποστυλώματα, με την επίλυση, είναι οι θεωρητικά απαιτούμενοι, και όχι οι πραγματικά τοποθετημένοι στην κατασκευή. Η τροποποίηση ή χειροκίνητη εισαγωγή διαμήκους και εγκάρσιου

οπλισμού άκρου δοκού γίνεται μέσω των εντολών της «Δοκού», «Πάρε/Δώσε παραμέτρους άκρου».

Με την εντολή «Πάρε παραμέτρους άκρου» της οντότητας «Δοκός», επιλέγεται το επιθυμητό άκρο δοκού και ανοίγει το παράθυρο παραμέτρων της «Δοκού» στην καρτέλα «Ράβδοι άκρου» όπου εμφανίζονται αναλυτικά οι συνολικοί οπλισμοί, διαμήκεις και εγκάρσιοι, για το δεδομένο άκρο.

Δώσε ράβδους άκρου

Τροποποιούνται όπου απαιτείται οι υπάρχοντες οπλισμοί, κάνοντας κλικ στην εντολή «Δώσε παραμέτρους άκρου» της οντότητας «Δοκός» και επιλέγοντας το επιθυμητό άκρο δοκού εκχωρούνται στο άκρο οι πραγματικά τοποθετημένοι οπλισμοί.

Πάρε / Δώσε ράβδους ανοίγματος

Ομοίως, με τις εντολές «Πάρε/Δώσε παραμέτρους ανοίγματος» της οντότητας «Δοκός» επιλέγοντας το επιθυμητό άνοιγμα, ανοίγει η καρτέλα «Ράβδοι ανοίγματος», στο παράθυρο παραμέτρων της «Δοκού», όπου εμφανίζονται και είναι διαθέσιμοι προς επεξεργασία οι οπλισμοί ανοίγματος

Παρατήρηση

Οι οπλισμοί δοκών που εισάγουμε γίνονται ορατοί στο σχέδιο:

- Είτε με τη χρήση του εικονιδίου «Λεπτομέρειες» της εργαλειοθήκης «Σχεδιαστικά»
- Είτε επιλέγοντας «Διαφανή > Λεπτόμ. Οπλισμών > Οπλισμός διατομής άκρου δοκού». Αναγράφεται στο σχέδιο ο οπλισμός στα άκρα κάθε μέλους, είτε με την μορφή ράβδων, είτε με την μορφή As (βλ. παράμετρο «Δοκός> Ράβδοι άκρου > Περιγραφή οπλισμού άκρου»).

Πάρε / Δώσε ελαστικές αρθρώσεις άκρου

Με την «Πάρε ελαστικές αρθρώσεις άκρου», επιλέγοντας το επιθυμητό άκρο δοκού ανοίγει η καρτέλα «Στατικά άκρου» της οντότητας «Δοκός» όπου μπορούμε να ορίσουμε αν αναμένεται δημιουργία πλαστικής άρθρωσης ή όχι στο συγκεκριμένο άκρο της δοκού.



Πάρε / Δώσε παραμέτρους

Βλέπε §2.3.



Πάρε / Δώσε διατομή

Βλέπε §2.3.



Πάρε / Δώσε φορτία

Βλέπε §2.3.



Ενεργό / Ανενεργό

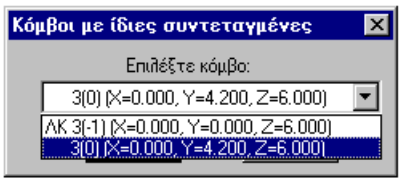
Βλέπε §2.3.



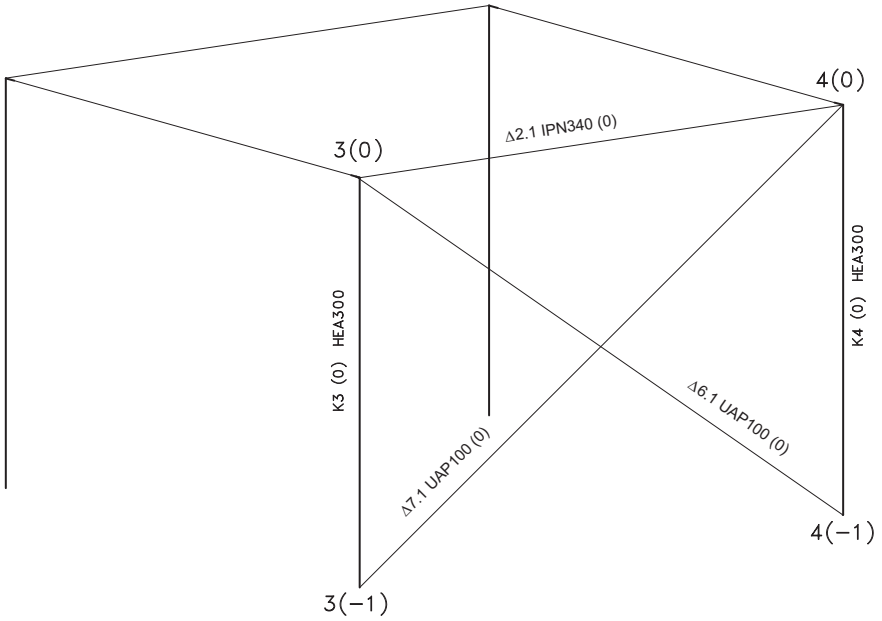
Διάλογος πολλαπλών επιλογών

Ενεργοποιεί τη δυνατότητα του προγράμματος να χειριστεί δοκούς που συνδέουν κόμβους με ίδιες θέσεις στην κάτοψη (ίδιες συντεταγμένες X και Z, αλλά διαφορετικό Y). Το πλήκτρο αυτό βρίσκεται στην κάτω εργαλειογραμμή του προγράμματος.

Ο «Διάλογος πολλαπλών επιλογών» συνδυάζεται με τις εντολές της δοκού, (π.χ. την «Εξυπνη εισαγωγή») **τροποποιώντας τη λειτουργικότητά τους**. Όταν η επιλογή είναι ενεργή, εμφανίζεται το παράθυρο «Κόμβοι με ίδιες συντεταγμένες», **Εικόνα 4.106**, μέσω του οποίου επιλέγεται ο επιθυμητός κόμβος. Όταν η επιλογή είναι ανενεργή, το πρόγραμμα επιλέγει τον κόμβο του τρέχοντος ορόφου.



Εικόνα 4.106: *Το παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται, όταν το πρόγραμμα κατά την εισαγωγή δοκού, αντιληφθεί περισσότερους από έναν κόμβους στην ίδια θέση της κάτοψης με παρόμοιες συντεταγμένες Y και Z, δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει τον κόμβο που θέλει ανεξάρτητα ορόφου.*



Σχήμα 4.123: *Οι κεκλιμένες δοκοί έχουν την ίδια θέση στην κάτοψη με την οριζόντια.*

Η λειτουργικότητα αυτή εμφανίζεται και στις άλλες εντολές της δοκού (π.χ. τη «Διαγραφή» ή την «Πάρε παραμέτρους»), όπου εμφανίζεται το παράθυρο «**Μέλη με ίδιες συντεταγμένες**», από όπου επιλέγεται η επιθυμητή δοκός.

Η έξυπνη εισαγωγή δουλεύει και για λοξές δοκοσειρές. Δίνοντας το κόμβο αρχής και τέλους, το πρόγραμμα συνδέει όλους τους κόμβους που βρίσκονται μέσα στη ζώνη ανίχνευσης. Βλ. σχετική παράμετρο στην κάρτα «Εμφάνιση» της Δοκού, καθώς και Σχήμα 4.117.

4.7 Στήριξη



Τι είναι:

Με την εντολή αυτή μπορείτε να τροποποιήσετε τις συνθήκες στήριξης του φορέα επεμβαίνοντας σε οποιονδήποτε κόμβο του. Έχετε τη δυνατότητα να ορίσετε ελεύθερη ή δεσμευμένη οποιαδήποτε δυνατότητα μετατόπισης κόμβου (άκρου στοιχείου), είτε πρόκειται για μετατόπιση είτε για στροφή, για καθένα από τους καθολικούς άξονες του συστήματος αναφοράς XYZ. Κάθε κόμβος έχει 6 βαθμούς ελευθερίας.

Τα συνηθέστερα είδη στηρίξεων που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε (χωρίς να περιορίζεστε μόνο σε αυτά) είναι:

- **Πλήρης πάκτωση**: Θεωρείται ως πλήρης πάκτωση και εμφανίζεται στην οθόνη ως ένα μικρό συμπαγές **τετράγωνο**, που περιέχεται σ' έναν μικρό κύκλο.
- **Οριζόντια στήριξη**: Απαγορεύει την οριζόντια μετακίνηση κατά τη διεύθυνση X και Z του καθολικού συστήματος συντεταγμένων, ενώ επιτρέπει την κατακόρυφη (Y) μετακίνηση, καθώς και τη στροφή γύρω και από τους τρεις άξονες (X, Y, Z), και εμφανίζεται στην οθόνη ως ένα συμπαγές **τρίγωνο** που περιέχεται σ' έναν μικρό κύκλο. Προσομοιώνεται έτσι μια στήριξη που επιτρέπει την έδραση επί ελαστικού εδάφους.
- **Άρθρωση:** Έχει δεσμευμένους μόνο τους βαθμούς ελευθερίας που αντιστοιχούν σε μετατόπιση XYZ, ενώ όλοι οι στροφικοί βαθμοί είναι ελεύθεροι.
- **Πλήρως ελεύθερος**

Αν δεν έχετε προχωρήσει σε «παραγωγή θεμελίωσης» (παραγωγή πεδίλων, εσχάρας θεμελίωσης ή γενικής κοιτόστρωσης), το πρόγραμμα θέτει κάθε στηριζόμενο κόμβο (του επιπέδου της θεμελίωσης) ως «πλήρη πάκτωση», αλλιώς τον αναγνωρίζει ως «οριζόντια στήριξη».

4.7.1 Παράμετροι της στήριξης

Τύπος

- **Πλήρως ελεύθερη / πλήρης πάκτωση / οριζόντια στήριξη**
- **Άρθρωση / άρθρωση στο XY**
- **Κύλιση στο XZ / κύλιση κατά X / κύλιση κατά Z**
- **Άλλη**

Τροποποίηση του τύπου της στήριξης μεταβάλλει και τις τιμές των επόμενων παραμέτρων (Δx, Δy, Δz, Φx, Φy, Φz). Έχετε τη δυνατότητα να περιγράψετε οποιονδήποτε τύπο στήριξης, διαφορετικό από τους προεπιλεγμένους τροποποιώντας τις επιμέρους τιμές των Δ και Φ. Σε αυτή την περίπτωση, ο «Τύπος» αυτόματα τίθεται «Άλλη». Πίν. 501.

Δx, Δy, Δz - Φx, Φy, Φz

- **Καμία δυνατότητα μετατόπισης / στροφής**
- **Δυνατότητα μετατόπισης / στροφής**
- **Δεδομένη μετατόπιση / στροφή**

Είναι οι δυνατότητες μετατόπισης / στροφής κατά τους άξονες του γενικού συστήματος αναφοράς. Αν δηλώσετε «δεδομένη μετατόπιση», ή «δεδομένη

στροφή», τότε η τιμή της θα δοθεί στις επόμενες παραμέτρους (δx, δy, δz) ή (φx, φy, φz) αντίστοιχα. Πίν. 501.

δx, δy, δz [m] - φx, φy, φz [deg]

Η τιμή της δεδομένης (επιβαλλόμενης) μετατόπισης στήριξης, καθώς και της δεδομένης (επιβαλλόμενης) στροφής στήριξης κατά τους καθολικούς άξονες. Πίν. 502.

4.7.2 Εντολές της στήριξης



Εικόνα 4.107: *Οι εντολές της στήριξης.*



Πάρε / Δώσε παραμέτρους

Αυτές είναι και οι μοναδικές εντολές της στήριξης, με τις οποίες μπορείτε να φτιάξετε εύκολα μία ομάδα κόμβων με κοινό τύπο δέσμευσης των μετατοπίσεών τους ή κοινή υποχώρηση.

4.8 Πέδιλο 

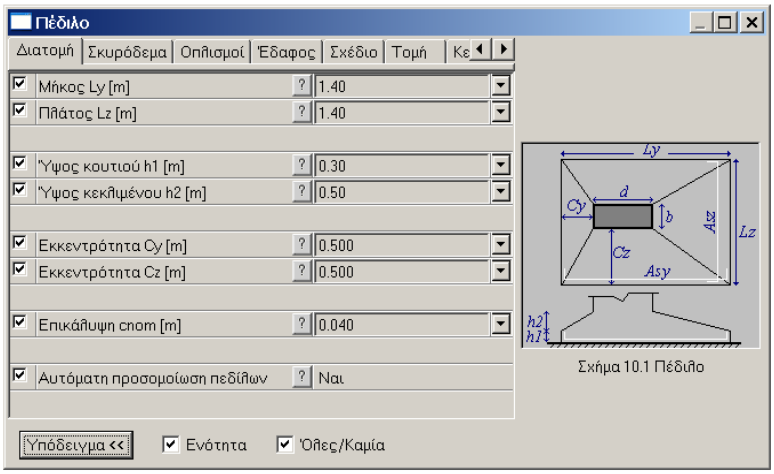


Τι είναι

Το πέδιλο είναι στοιχείο του χωρικού φορέα που μεταφέρει τα φορτία της ανωδομής στο έδαφος. Κάθε πέδιλο αναλύεται σε ένα μοντέλο υπολογισμού που αποτελείται από 4 μέλη, 2 ζεύγη διασταυρουμένων δοκών προσομοίωσης που εδράζονται επί ελαστικού εδάφους. Έχει γεωμετρικά στοιχεία: πλάτος, μήκος, ύψος κουτιού και ύψος κεκλιμένου (κώνου) και μπορεί να είναι κεντρικό ή έκκεντρο.

4.8.1 Παράμετροι του Πεδίλου

4.8.1.1 Διατομή



Σχήμα 10.1 Πέδιλο

Εικόνα 4.108: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Διατομή» του Πεδίλου.*

Μήκος Ly [m], πλάτος Lz [m]

Είναι οι διαστάσεις του πέδιλου κατά y και z. Βλ. και Σχήμα 4.124.

Ύψος κουτιού h1 [m], Ύψος κεκλιμένου h2 [m]

Είναι το ύψος του πέδιλου (συμπαγούς και κεκλιμένου τμήματος αντίστοιχα), όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.124.

Εκκεντρότητα Cy [m], Εκκεντρότητα Cz [m]

Είναι οι διαστάσεις που καθορίζουν την εκκεντρότητα του πέδιλου. Βλ. Σχήμα 4.125.

Αυτόματη προσομοίωση πεδίλων

- **Ναι** / **Όχι**

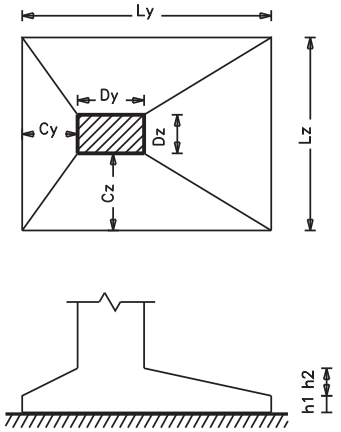
Αν για κάποιο λόγο θέλετε να αλλάξετε τα μεγέθη που αφορούν τις δοκούς προσομοίωσης των πεδίλων (πιθανόν υπολογισμένα με άλλη μεθοδολογία), χρησιμοποιήστε αυτήν την επιλογή αλλάζοντάς την σε «Όχι», ώστε να μην μεταβάλει το πρόγραμμα τις τιμές που εσείς δίνετε.

Επικάλυψη cnom

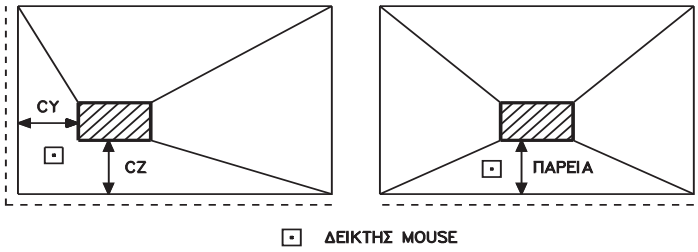
Η απόσταση από την εξωτερική παρειά του πέδιλου μέχρι την παρειά του εξωτερικού οπλισμού.

Παρατήρηση

Επειδή ο υπολογισμός του οπλισμού κάμψης προηγείται χρονικά της επιλογής των ράβδων για την κάμψη, το πρόγραμμα για τον υπολογισμό του d' λαμβάνει ως τυπική τιμή διαμέτρου οπλισμού το Φ=14mm. Επομένως το μέσο d' για τις δυο διευθύνσεις οπλισμού είναι d' = cnom + Φ = cnom + 14mm.



Σχήμα 4.124: *Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πέδιλου.*



Σχήμα 4.125: *Εκκεντρότητα πεδίλων.*

Περιγραφή ενιαίου πεδίλου σύνθετης διατομής

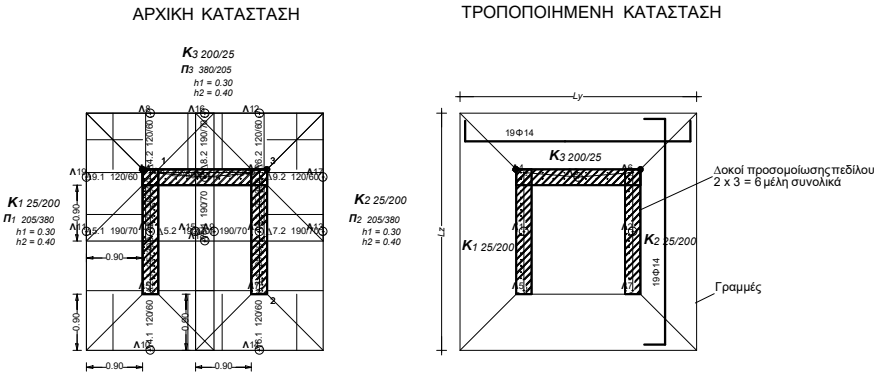
Πυρήνας ανελκυστήρα

Στο πρόγραμμα κάθε πέδιλο αντιστοιχεί σε ένα υποστύλωμα. Θεμελίωση σύνθετων διατομών από δυο ή περισσότερα τοιχώματα μπορεί να προσομοιωθεί με την ακόλουθη μέθοδο:

- Γίνεται «Παραγωγή πεδίλων» (§5.1.2.1). Το πρόγραμμα δημιουργεί αυτόματα τρία ξεχωριστά πέδιλα.
- Τροποποίηση διαστάσεων πεδίλων ώστε αθροιστικά η συνολική τους επιφάνεια να είναι ίση με την επιφάνεια του ισοδύναμου πεδίλου $Ly \cdot Lz$. Βλ. Σχήμα 4.126.

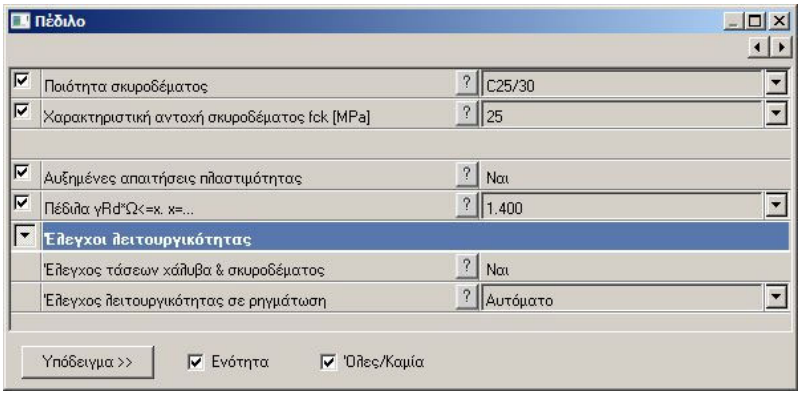
$$\sum L_{y,i} \cdot L_{z,i} = L_y \cdot L_z$$

- Επίλυση και όπλιση του φορέα. Αν δεν εμφανιστούν μηνύματα υπέρβασης της φέρουσας ικανότητας, προχωρήστε στα επόμενα βήματα.
- Μετάβαση στον **όροφο** θεμελίωσης
- Αλλαγή της εμφάνισης των πεδίλων σε «Ορατό» = «Όχι»
- Σχεδίαση με γραμμές ενός ενιαίου πεδίλου με διαστάσεις $Ly, \cdot Lz$.



Σχήμα 4.126: *Τα τρία πέδιλα που απαιτούνται για την προσομοίωση του ισοδύναμου πεδίλου θεμελίωσης πυρήνα σκυροδέματος αποτελούμενου από τρεις διατομές και η σχεδιαστική μετατροπή σε ένα πέδιλο.*

4.8.1.2 Σκυρόδεμα

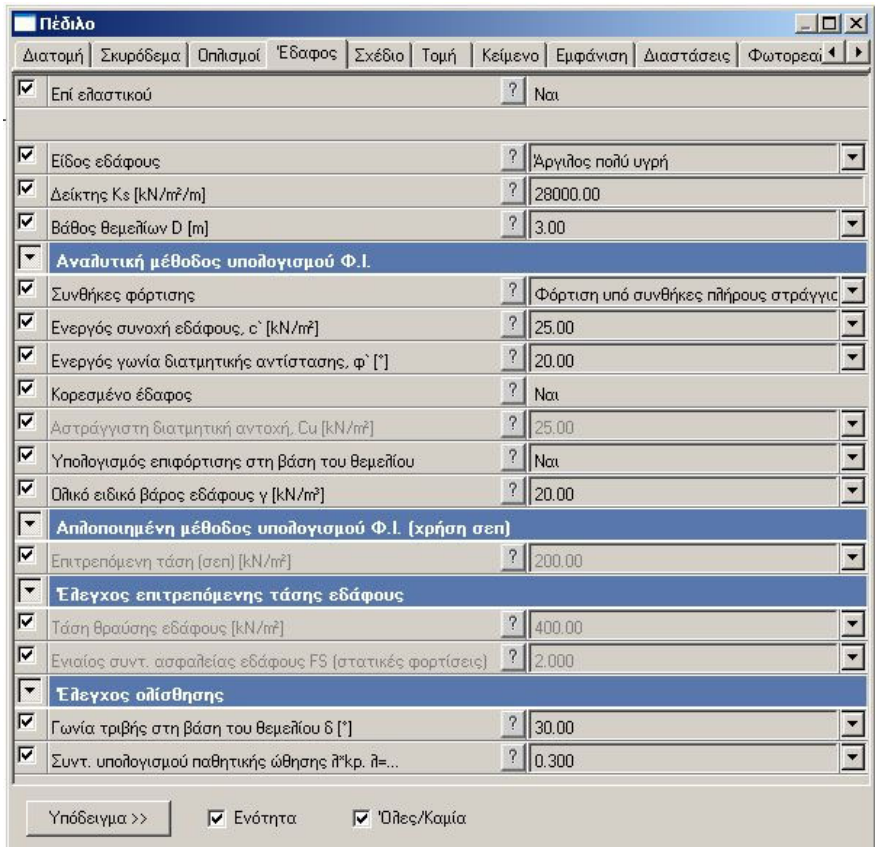


Εικόνα 4.109: *Οι παράμετροι της κάρτας «Σκυρόδεμα» του πέδιλου.*

Σημείωση

Οι παράμετροι της κάρτας «Σκυρόδεμα» του Πεδίλου επεξηγούνται αναλυτικά στην §4.1.1.5 για τις παραμέτρους της κάρτας «Σκυρόδεμα» του Κτιρίου, και στην §4.2.1.2 για τις παραμέτρους της κάρτας «Αντισεισμικός» του Ορόφου.

4.8.1.3 Έδαφος



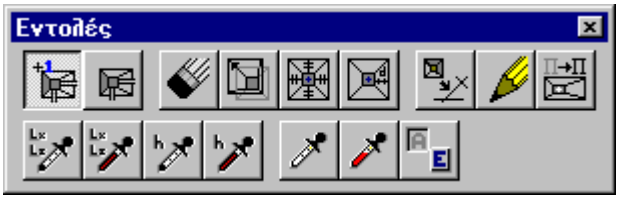
Εικόνα 4.110: *Οι παράμετροι της κάρτας «Έδαφος» του πέδιλου.*

Σημείωση

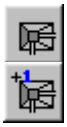
Οι παράμετροι της κάρτας «Έδαφος» του Πεδίλου επεξηγούνται στην §4.1.1.15 για τις παραμέτρους της καρτέλας «Έδαφος» του Κτιρίου, και στην §4.2.1.5 για τις παραμέτρους της κάρτας «Έδαφος» του Ορόφου.

Για έλεγχο φέρουσας ικανότητας εδάφους βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.6.3

4.8.2 Εντολές των πεδίλων



Εικόνα 4.111: Οι εντολές του πεδίλου



Προσθήκη

Προσθήκη (με επόμενο όνομα)

Τα πέδιλα υπολογίζονται και σχεδιάζονται αυτόματα από το πρόγραμμα κάνοντας χρήση της σχετικής εντολής (μενού «Παραγωγές»). Σε περίπτωση προσθήκης κάποιου μεμονωμένου πεδίλου δείχνετε με το mouse τον κόμβο βάσης του υποστυλώματος, στον οποίο θα ανήκει το πέδιλο, και κάνετε κλικ.

Το πέδιλο σχεδιάζεται με προκαθορισμένες διαστάσεις που δόθηκαν από το αρχείο Fspvals.tek.

> **Σημείωση**
>
> Πέδιλο μπορεί να τοποθετηθεί και σε όροφο ανώτερο του ορόφου θεμελίωσης (π.χ. ανισόσταθμη θεμελίωση). Αρκεί, φυσικά, να καταλήγει εκεί υποστύλωμα και ο κόμβος βάσης του να είναι στήριξη.



Διαγραφή

Μαζί διαγράφονται και όλες οι δοκοί προσομοίωσης του πέδιλου.



Κεντρικό

Δείχνετε με το mouse το πέδιλο και, πατώντας click, γίνεται κεντρικό διατηρώντας τις διαστάσεις του.



Παρειά

Με την επιλογή αυτή μπορείτε να δημιουργήσετε ένα έκκεντρο πέδιλο ορίζοντας την απόσταση μιας παρειάς του υποστυλώματος από την αντίστοιχη παρειά του πεδίλου. Αφού επιλέξετε το πέδιλο, δείχνετε την πλευρά στην οποία θα αναφέρεται η απόσταση, και τέλος επιλέγετε την τιμή της απόστασης της παρειάς δείχνοντας με το mouse ή πληκτρολογώντας. Τα μήκη των δοκών προσομοίωσης προσαρμόζονται αυτόματα.

4.9 Κοινές παράμετροι

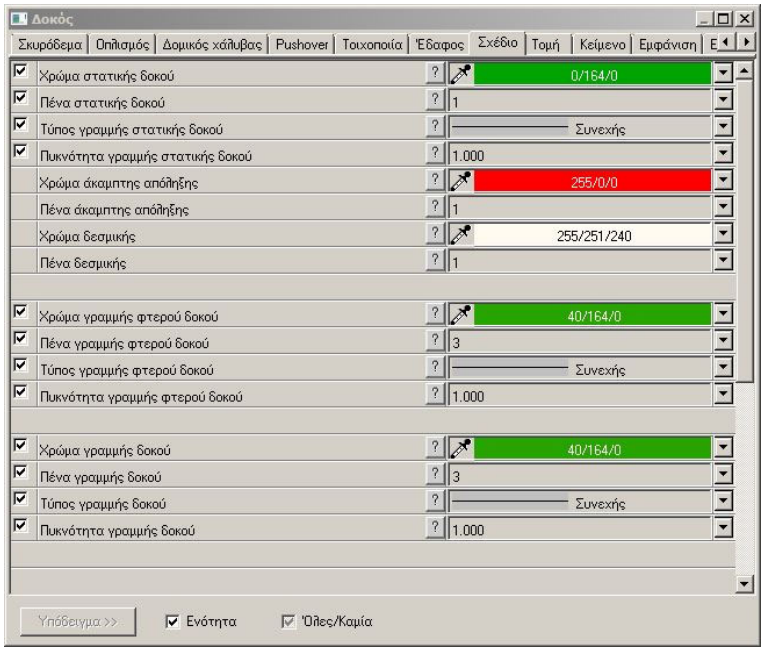
Όλα τα στατικά στοιχεία του προγράμματος έχουν ένα κοινό υποσύνολο από παραμέτρους, οι οποίες αφορούν την εμφάνισή τους στην οθόνη και τον εκτυπωτή. Πρόκειται για παραμέτρους, όπως το χρώμα, το μέγεθος του ονόματός του, το χρώμα της πένας που θα σχεδιαστεί, κ.λ.π. Όλες αυτές οι παράμετροι βρίσκονται ομαδοποιημένες σε ξεχωριστές υπο-ενότητες (tabs) του παραθύρου των παραμέτρων κάθε στοιχείου, με τις ενδείξεις: «Σχέδιο», «Κείμενο» «Εμφάνιση», «Τομή» και «Διαστάσεις».

Ο χρήστης δεν είναι υποχρεωμένος να παρέμβει και να τροποποιήσει τις παραμέτρους αυτές, δεδομένου ότι οι προεπιλεγμένες τιμές τους είναι ικανοποιητικές. Υπενθυμίζουμε ότι, όπως ισχύει για όλες τις παραμέτρους των στοιχείων, έτσι και οι περισσότερες παράμετροι της εμφάνισης αφορούν μεμονωμένα στοιχεία και όχι το σύνολο των στοιχείων του ίδιου είδους. Αντίθετα, παράμετροι εμφάνισης που δεν έχουν στα αριστερά τους δείκτη ενεργού / ανενεργού (√) ισχύουν για όλα τα στοιχεία του είδους (π.χ. το κείμενο ονόματος και σταθερού ονόματος, το χρώμα και η πένα στατικής δοκού, κ.λπ.).

Δυνατότητα αλλαγής τους για όλα τα στοιχεία, στις νέες μελέτες, δίνεται μετά από παρέμβαση στο αρχείο αρχικών τιμών του προγράμματος (Fspvals.tek).

Εδώ δίνονται μερικές παράμετροι εμφάνισης, που συναντούμε στα περισσότερα στατικά στοιχεία, μαζί με μια σύντομη επεξήγηση.

4.9.1 Σχέδιο



Εικόνα 4.112: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Σχέδιο» της Δοκού.*

Περιλαμβάνει τις παραμέτρους που αφορούν στη σχεδίαση των γραμμών που απαρτίζουν το στοιχείο.

4.9.1.1 Περίγραμμα / Γραμμή της εκάστοτε οντότητας

Χρώμα

Ελέγχει το χρώμα της οντότητας. Για παράδειγμα στο «Υποστύλωμα» καθορίζει το χρώμα του περιγράμματος του υποστυλώματος, στον «Λοιπό κόμβο» το χρώμα εμφάνισης του λοιπού κόμβου στο περιβάλλον κάτοψης.

Πένα

Καθορίζει την πένα σχεδίασης του περιγράμματος/γραμμής της κάθε οντότητας.

Πάχος γραμμής οθόνης

Το πάχος (σε pixels) με το οποίο θα εμφανίζεται το περίγραμμα της ενισχυμένης τοιχοποιίας στην οθόνη σας. Δεν επηρεάζει το πάχος σχεδίασης (αυτό εξαρτάται μόνο από την παράμετρο πένας).

Χρώμα σε 3D απεικόνιση / επεξεργασία

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου μπορεί να επιλεγεί το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζονται οι λοιποί κόμβοι στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία».

Μήκος ακμών λοιπού κόμβου [m]

Οι λοιποί κόμβοι στο περιβάλλον «3D απεικόνισης/επεξεργασίας» απεικονίζονται με την μορφή κύβου. Η παράμετρος ορίζει το μήκος των ακμών που τους απαρτίζουν, ορίζει δηλαδή το μέγεθος του λοιπού κόμβου (κύβου) στον χώρο.

4.9.1.2 Γραμμοσκίαση

Χρώμα γραμμοσκίασης

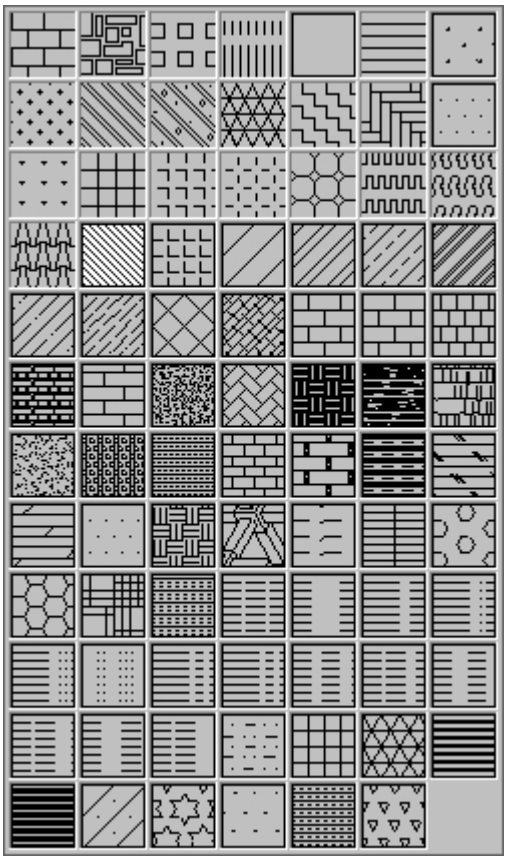
Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου μπορεί να επιλεγεί το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζονται στην οθόνη οι γραμμοσκιάσεις της εκάστοτε οντότητας.

Πένα γραμμοσκίασης

Από την αναπτυσσόμενη λίστα της παραμέτρου μπορεί να επιλεγεί η πένα με την οποία θα εκτυπωθούν οι γραμμοσκιάσεις στον Plotter.

Τύπος γραμμοσκίασης

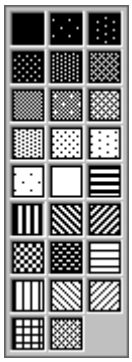
Από την λίστα που εμφανίζεται μπορεί να επιλεγεί ένας από του διανυσματικούς ή Raster τύπους γραμμοσκίασης (**Εικόνα 4.113**).



Εικόνα 4.113: *Είδη γραμμοσκιάσεων*

Τύπος Raster

Μπορεί να είναι ένα συμπαγές χρώμα (100%, 50% κλπ) ή ένα γραμμικό μοτίβο (**Εικόνα 4.114**).



Εικόνα 4.114: *Οι τύποι γραμμοσκιάσεων τύπου Raster*

Φόντο Raster γεμίσματος

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου αυτής μπορείτε να επιλέξετε το χρώμα του φόντου του Raster, με το οποίο θα εμφανίζονται στην οθόνη σας οι γραμμοσκιάσεις της εκάστοτε οντότητας.

Η παράμετρος αυτή είναι ενεργή μόνο όταν έχει επιλεγεί «Raster» στην παράμετρο «Τύπος γραμμοσκίασης».

Πένα φόντου Raster γεμίσματος

Με την παράμετρο αυτή μπορείτε να προσδιορίσετε την πένα σχεδίασης του Raster.

Συντελεστής μεγέθους X/Y

Καθορίζει την πυκνότητα του μοτίβου, δηλαδή του τύπου της γραμμοσκίασης. Αφορά μόνο τους διανυσματικούς τύπους γραμμοσκίασης, όχι το Raster.

4.9.1.3 Σταθερή κορυφή



Σχήμα 4.127: *Υποστύλωμα στο οποίο έχουν διαφοροποιηθεί οι τιμές των παραμέτρων «Πένα σταθερής κορυφής» και «Διάμετρος κύκλου σταθερής κορυφής».*

Χρώμα σταθερής κορυφής στην κάτοψη - 3D απεικόνιση / επεξεργασία

Καθορίζει το χρώμα του κύκλου / κύβου, ο οποίος συμβολίζει την σταθερή κορυφή του υποστυλώματος στην κάτοψη / 3D απεικόνιση / επεξεργασία αντίστοιχα.

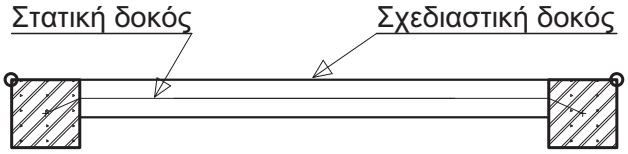
Πένα σταθερής κορυφής

Καθορίζει την πένα με την οποία θα εκτυπωθεί ο κύκλος που συμβολίζει την σταθερή κορυφή του υποστυλώματος στην κάτοψη (**Σχήμα 4.127**).

Διάμετρος κύκλου σταθερής κορυφής [m]

Καθορίζει την διάμετρο του κύκλου, ο οποίος συμβολίζει την σταθερή κορυφή του υποστυλώματος στην κάτοψη (**Σχήμα 4.127**).

4.9.1.4 Στατική δοκός / Σχεδιαστική δοκός / Στατικό υποστύλωμα



Σχήμα 4.128: *Στατική και σχεδιαστική δοκός στο Fespa*

Χρώμα στατικής δοκού / στατικού υποστυλώματος

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου επιλέγεται το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζονται στο περιβάλλον **κάτοψης και** στο περιβάλλον **3D απεικόνισης / επεξεργασίας** η στατική δοκός / το στατικό υποστύλωμα (**Σχήμα 4.128**).

Χρώμα σχεδιαστικής δοκού

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου επιλέγεται το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζεται στο **περιβάλλον κάτοψης** η σχεδιαστική δοκός (**Σχήμα 4.128**).

Το **χρώμα** της **3D σχεδιαστικής δοκού**, στο περιβάλλον «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**» ελέγχεται από τις παραμέτρους «Δοκός > Φωτορεαλισμός > Χρώμα επιφάνειας & Χρώμα διάχυσης».

Ακτίνα σχεδιαστικής δοκού / στατικού υποστυλώματος σε 3D απεικόνιση / επεξεργασία [m]

Καθορίζει την ακτίνα σε [m] με την οποία θα εμφανιστεί η στατική δοκός / το στατικό υποστύλωμα στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία».

Το στατικό (ραβδόμορφο) μοντέλο εμφανίζεται με επιλογή του «Ραβδόμορφο μοντέλο» - [W] στην εργαλειογραμμή «Σχεδιαστικά».

Πένα στατικής/σχεδιαστικής δοκού

Καθορίζει την πένα με την οποία θα εκτυπωθεί η στατική/σχεδιαστική δοκός (**Σχήμα 4.128**).

Τύπος γραμμής στατικής/σχεδιαστικής δοκού

Από την αναπτυσσόμενη λίστα επιλέγεται ο τύπος γραμμής (συνεχής, διακεκομμένη, εστιγμένη) που θα χρησιμοποιηθεί στη σχεδίαση και εκτύπωση της γραμμής στατικής / σχεδιαστικής δοκού (**Σχήμα 4.128**).

Πυκνότητα γραμμής στατικής/σχεδιαστικής δοκού

Καθορίζει τις αποστάσεις των επιμέρους γραμμών στις εστιγμένες και διακεκομμένες γραμμές. Η πυκνότητα της γραμμής της στατικής/σχεδιαστικής δοκού μπορεί να προσδιοριστεί είτε πληκτρολογώντας απευθείας στο πεδίο εισαγωγής, είτε επιλέγοντας μια τιμή από την αναπτυσσόμενη λίστα (**Σχήμα 4.128**).

4.9.1.5 Άκαμπτη απόληξη

Χρώμα άκαμπτης απόληξης

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου επιλέγεται το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη η άκαμπτη απόληξη της δοκού.

Ακτίνα άκαμπτη απόληξης σε 3D επεξεργασία [m]

Καθορίζει την ακτίνα σε [m] με την οποία θα εμφανιστούν οι 3D γραμμές που απεικονίζουν τις άκαμπτες απολήξεις δοκών / υποστυλωμάτων στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία».

Οι **άκαμπτες απολήξεις** στο περιβάλλον «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**» εμφανίζονται στο στατικό (ραβδόμορφο) μοντέλο για την ενεργοποίηση του οποίου επιλέξτε «**Ραβδόμορφο μοντέλο**» - [W] στην εργαλειογραμμή «Σχεδιαστικά».

Πένα άκαμπτης απόληξης

Καθορίζει την πένα σχεδίασης της άκαμπτης απόληξης της δοκού.

4.9.1.6 Δεσμική δοκός

Χρώμα δεσμικής δοκού

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου επιλέγεται το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη η δεσμική δοκός.

Ακτίνα δεσμικής δοκού σε 3D επεξεργασία [m]

Καθορίζει την ακτίνα σε [m] με την οποία θα εμφανιστούν οι 3D γραμμές που απεικονίζουν τις δεσμικές δοκούς στο περιβάλλον «3D απεικόνιση / επεξεργασία».

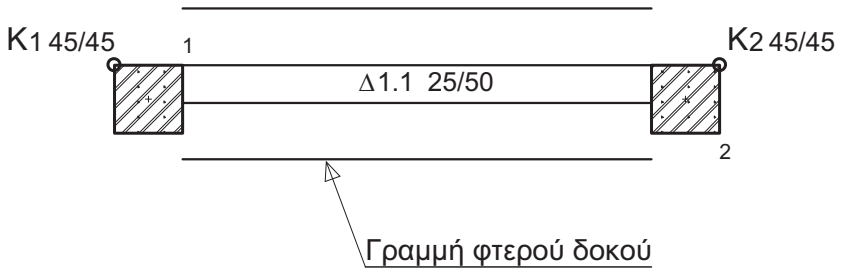
Οι **δεσμικές δοκοί** στο περιβάλλον «**3D απεικόνιση / επεξεργασία**» εμφανίζονται στο στατικό (ραβδόμορφο) μοντέλο για την ενεργοποίηση του οποίου επιλέξτε «**Ραβδόμορφο μοντέλο**» - [W] στην εργαλειογραμμή «Σχεδιαστικά».

Πένα δεσμικής δοκού

Καθορίζει την πένα σχεδίασης της δεσμικής δοκού.

4.9.1.7 Γραμμή φτερού δοκού

Η γραμμή φτερού δοκού εμφανίζεται στην κάτοψη όταν στα «Διαφανή» είναι ενεργοποιημένη η επιλογή «Στατικά – Εμφάνιση > Φτερό Δοκού».



Σχήμα 4.129: *Γραμμή φτερού δοκού*

Χρώμα γραμμής φτερού δοκού

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου επιλέγεται το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη η γραμμή φτερού δοκού.

Πένα γραμμής φτερού δοκού

Καθορίζει την πένα σχεδίασης της γραμμής φτερού δοκού.

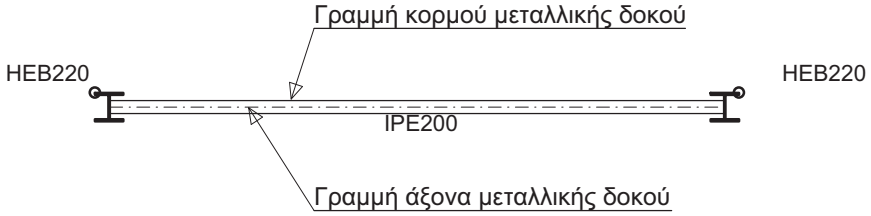
Τύπος γραμμής φτερού δοκού

Από την αναπτυσσόμενη λίστα επιλέγεται ο τύπος γραμμής (συνεχής, διακεκομμένη, εστιγμένη) που θα χρησιμοποιηθεί στη σχεδίαση και εκτύπωση της γραμμής φτερού δοκού.

Πυκνότητα γραμμής φτερού δοκού

Με την παράμετρο αυτή προσδιορίζονται οι αποστάσεις των επιμέρους γραμμών στις εστιγμένες και διακεκομένες γραμμές. Η πυκνότητα της γραμμής φτερού δοκού μπορεί να προσδιοριστεί είτε πληκτρολογώντας απευθείας στο πεδίο εισαγωγής, είτε επιλέγοντας μια τιμή από την αναπτυσσόμενη λίστα.

4.9.1.8 Γραμμή άξονα μεταλλικής διατομής δοκού / κορμού μεταλλικής δοκού / πέλματος μεταλλικής δοκού



Σχήμα 4.130: *Γραμμή άξονα μεταλλικής διατομής δοκού και γραμμή κορμού μεταλλικής δοκού*

Χρώμα άξονα, κορμού, πέλματος μεταλλικής δοκού

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου επιλέγεται το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη η γραμμή άξονα μεταλλικής διατομής δοκού/κορμού μεταλλικής δοκού/πέλματος μεταλλικής δοκού (**Σχήμα 4.130**).

Πένα άξονα, κορμού, πέλματος μεταλλικής δοκού

Καθορίζει την πένα με την οποία θα εκτυπωθεί η γραμμή άξονα μεταλλικής διατομής δοκού/κορμού μεταλλικής δοκού/πέλματος μεταλλικής δοκού (**Σχήμα 4.130**).

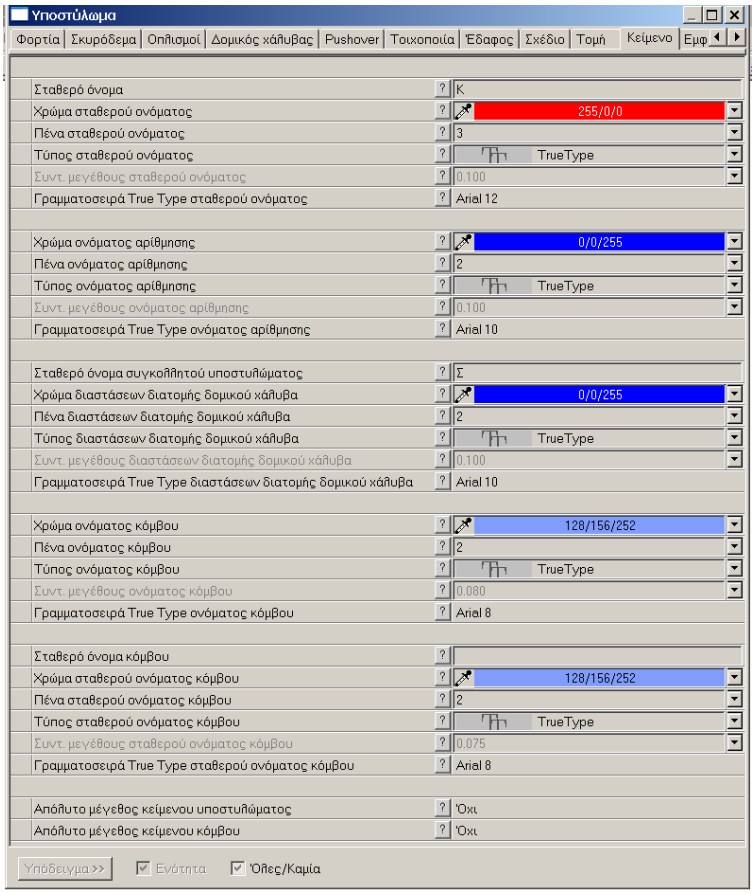
Τύπος άξονα, κορμού, πέλματος μεταλλικής δοκού

Από την αναπτυσσόμενη λίστα επιλέγεται ο τύπος γραμμής (συνεχής, διακεκομμένη, εστιγμένη) που θα χρησιμοποιηθεί στη σχεδίαση και εκτύπωση της γραμμής άξονα μεταλλικής διατομής δοκού/κορμού μεταλλικής δοκού/πέλματος μεταλλικής δοκού (**Σχήμα 4.130**).

Πυκνότητα άξονα, κορμού, πέλματος μεταλλικής δοκού

Καθορίζει τις αποστάσεις των επιμέρους γραμμών στις εστιγμένες και διακεκομμένες γραμμές. Η πυκνότητα της γραμμής άξονα μεταλλικής διατομής δοκού/κορμού μεταλλικής δοκού/πέλματος μεταλλικής δοκού μπορεί να προσδιοριστεί είτε πληκτρολογώντας απευθείας στο πεδίο εισαγωγής, είτε επιλέγοντας μια τιμή από την αναπτυσσόμενη λίστα (**Σχήμα 4.130**).

4.9.2 Κείμενο

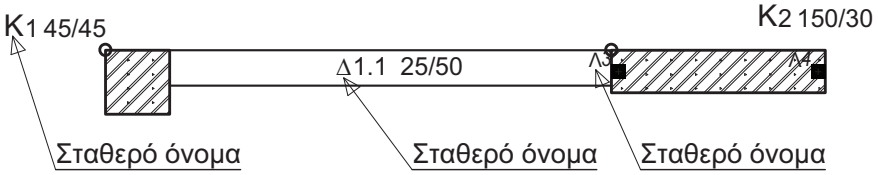


Εικόνα 4.115: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Κείμενο» του Υποστυλώματος.*

Περιλαμβάνει τις παραμέτρους που αφορούν στην εμφάνιση του κειμένου που χαρακτηρίζει το εκάστοτε στοιχείο.

4.9.2.1 Σταθερό όνομα / Όνομα αρίθμησης / Όνομα κόμβου / Σταθερό όνομα κόμβου

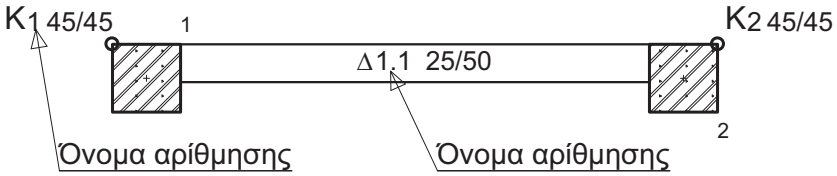
Σταθερό όνομα



Σχήμα 4.131: *Σταθερό όνομα υποστυλώματος δοκού και λοιπού κόμβου*

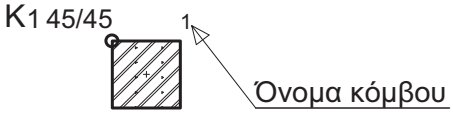
Το γράμμα που χαρακτηρίζει το στοιχείο στο σχέδιο. Το σταθερό όνομα αποτελείται από κανένα, ένα ή περισσότερα γράμματα και ακολουθείται από τον αριθμό του στοιχείου. Για παράδειγμα, αν θέλουμε τα υποστυλώματα να συμβολίζονται με K1, K2, κ.λπ., ως σταθερό όνομα για το υποστύλωμα τίθεται το «K». Κάθε στοιχείο έχει από το πρόγραμμα ένα προεπιλεγμένο σταθερό όνομα.

Όνομα αρίθμησης



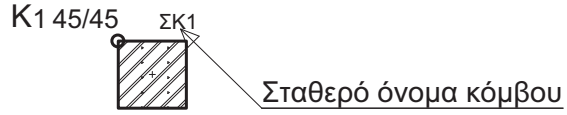
Σχήμα 4.132: *Όνομα αρίθμησης υποστυλώματος και δοκού*

Όνομα κόμβου



Σχήμα 4.133: *Όνομα κόμβου υποστυλώματος*

Σταθερό όνομα κόμβου



Σχήμα 4.134: *Σταθερό όνομα κόμβου*

Χρώμα ονόματος

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων γίνεται η επιλογή του χρώματος με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη το σταθερό όνομα/όνομα αρίθμησης/όνομα κόμβου/σταθερό όνομα κόμβου.

Πένα ονόματος

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της πένας που θα χρησιμοποιηθεί για την αναγραφή του κειμένου του σταθερού ονόματος/ονόματος αρίθμησης/ονόματος κόμβου/σταθερού ονόματος κόμβου κατά την εκτύπωση.

Τύπος ονόματος

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της γραμματοσειράς που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο σταθερού ονόματος/ονόματος αρίθμησης/ονόματος κόμβου/σταθερού ονόματος κόμβου. Ο τύπος της γραμματοσειράς μπορεί να είναι vector ή True Type.

Συντελεστής μεγέθους ονόματος

Ισχύει μόνο για τις vector γραμματοσειρές. Βλ. και την παράγραφο «Σχέση συντελεστών μεγέθους – κλίμακας σχεδίασης» πιο κάτω.

Γραμματοσειρά TrueType ονόματος

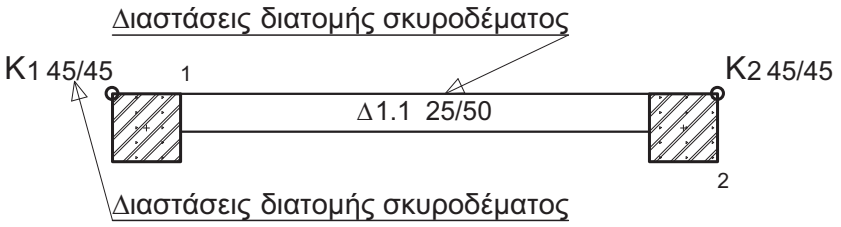
Αν στην παράμετρο «Τύπος ονόματος» έχει επιλεγεί True Type γραμματοσειρά, τότε με την παράμετρο αυτή γίνεται η επιλογή και διαμόρφωση της γραμματοσειράς True Type που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο του σταθερού ονόματος/ονόματος αρίθμησης/ονόματος κόμβου/σταθερού ονόματος κόμβου.

Απόλυτο μέγεθος κειμένου

Με την παράμετρο αυτή γυρισμένη στο «Ναι» το κείμενο έχει πάντα σταθερό μέγεθος (με βάση το συντελεστή μεγέθους), ανεξαρτήτως κλίμακας σχεδίου, δηλαδή είτε το σχέδιο σχεδιαστεί σε κλίμακα 1:50 είτε σε κλίμακα 1:100 είτε σε άλλη, το κείμενο θα έχει το μέγεθος της κλίμακας 1:50.

Γενικά να αποφεύγεται η επιλογή «Ναι», διότι το κείμενο εκτυπώνεται σε διαφορετικό μέγεθος απ' ότι φαίνεται στην οθόνη.

4.9.2.2 Διαστάσεις διατομής σκυροδέματος/δομικού χάλυβα



Σχήμα 4.135: *Διαστάσεις διατομής σκυροδέματος υποστυλώματος και δοκού.*

Χρώμα κειμένου διαστάσεων διατομής σκυροδέματος/δομικού χάλυβα

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων γίνεται η επιλογή του χρώματος με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη το κείμενο των διαστάσεων.

Πένα κειμένου διαστάσεων διατομής σκυροδέματος/δομικού χάλυβα

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της πένας που θα χρησιμοποιηθεί για την αναγραφή του κειμένου των διαστάσεων κατά την εκτύπωση.

Τύπος κειμένου διαστάσεων διατομής σκυροδέματος/δομικολυ χάλυβα

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της γραμματοσειράς που θα χρησιμοποιηθεί στο κείμενο των διαστάσεων.

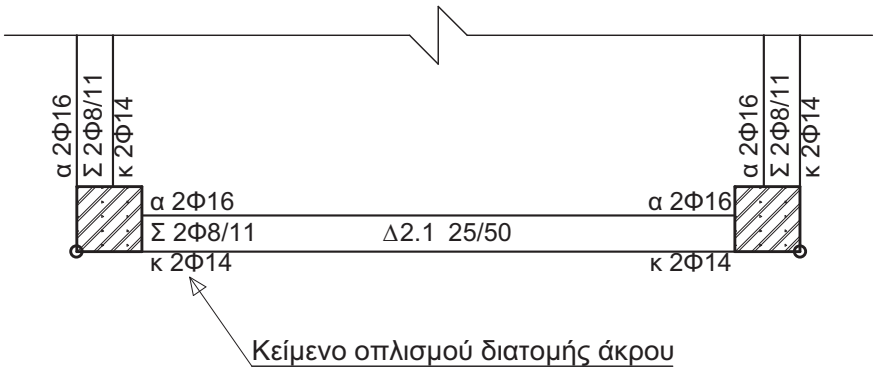
Συντελεστής μεγέθους διαστάσεων διατομής σκυροδέματος/δομικού χάλυβα

Με την παράμετρο αυτή προσδιορίζεται ο συντελεστής που επηρεάζει το μέγεθος γραφής των αριθμών. Η παράμετρος αυτή είναι ενεργή στην περίπτωση που έχει επιλεγεί ως «Τύπος κειμένου διαστάσεων» κάποια vector γραμματοσειρά. Στην περίπτωση που έχει επιλεγεί γραμματοσειρά True Type, το μέγεθος της είναι δυνατό να προσδιοριστεί επακριβώς από την παράμετρο «Γραμματοσειρά True Type διαστάσεων».

Γραμματοσειρά True Type διαστάσεων διατομής σκυροδέματος/δομικού χάλυβα

Αν στην παράμετρο «Τύπος κειμένου διαστάσεων» έχει επιλεγεί True Type γραμματοσειρά, τότε με την παράμετρο αυτή γίνεται η επιλογή και διαμόρφωση της γραμματοσειράς True Type που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο των διαστάσεων.

4.9.2.3 Οπλισμός διατομής άκρου



Σχήμα 4.136: *Κείμενο οπλισμού διατομής άκρου*

Χρώμα οπλισμού διατομής άκρου

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων γίνεται η επιλογή του χρώματος με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη το κείμενο οπλισμού διατομής άκρου.

Πένα οπλισμού διατομής άκρου

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της γραμματοσειράς που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο οπλισμού διατομής άκρου. Ο τύπος της γραμματοσειράς μπορεί να είναι vector ή True Type.

Τύπος οπλισμού διατομής άκρου

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της γραμματοσειράς που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο οπλισμού διατομής άκρου. Ο τύπος της γραμματοσειράς μπορεί να είναι vector ή True Type.

Συντ. μεγέθους οπλισμού διατομής άκρου

Ισχύει μόνο για τις vector γραμματοσειρές. Βλ. και την παράγραφο «Σχέση συντελεστών μεγέθους – κλίμακας σχεδίασης».

Γραμματοσειρά True Type οπλισμού διατομής

Αν στην παράμετρο «Τύπος οπλισμού διατομής άκρου» έχει επιλεγεί True Type γραμματοσειρά, τότε με την παράμετρο αυτή γίνεται η επιλογή και διαμόρφωση της γραμματοσειράς True Type που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο του οπλισμού διατομής άκρου.

4.9.2.4 Παράμετροι κειμένου για σίδερο πλάκας / δοκού / λεπτομερειών δοκού

Τύπος γραφής

- **Φφ / d**: Φ8/12.5
- **nΦφ / m**: 4Φ8/m

Επιλογή μεταξύ των:

- Φ18/20 (σίδερο των 18mm / 20cm - Φd/e)
- 2Φ8/Δ 2 (σίδερα των 8mm ανά δοκίδα - nΦφ/Δ)
- 5 Φ8 (5 σίδερα των 8mm – nΦφ)
- 5Φ18/m (5 σίδερα των 18mm ανά 1m).

Μονάδα απόστασης επανάληψης

- **mm**: Φ8/200
- **cm**: Φ8/20
- **m**:Φ8/0.20

Σημείωση

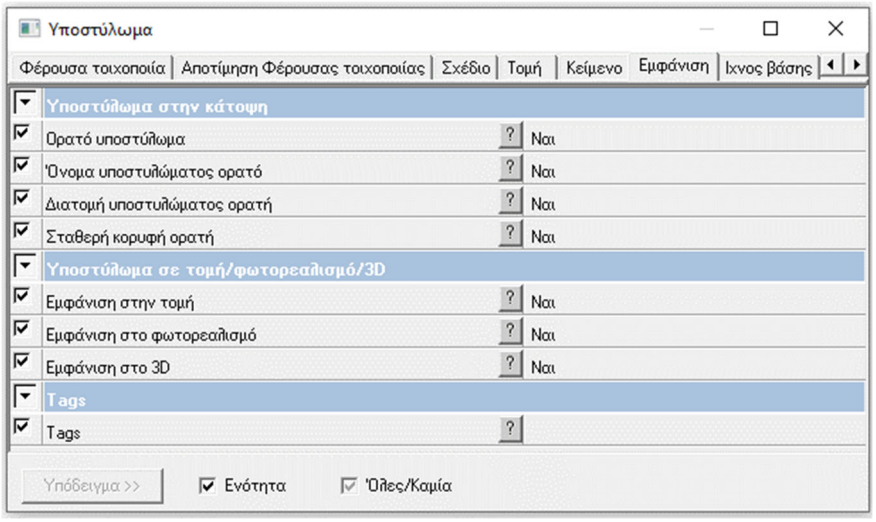
- **Άνω/Κάτω/Τίποτε**

Αν η επιλογή είναι «Κείμενο», τότε οποιοδήποτε κείμενο μπορεί να συνοδεύει σαν επεξήγηση την τιμή του οπλισμού.

Κείμενο σημείωσης

Αν η προηγούμενη επιλογή είναι «Κείμενο», εδώ δίνεται το κείμενο της επιλογής του χρήστη.

4.9.3 Εμφάνιση



Εικόνα 4.116: Οι παράμετροι της καρτέλας «Εμφάνιση» του Υποστυλώματος.

Περιλαμβάνει επιλογές εμφάνισης ή όχι των γραμμών και του κειμένου.

4.9.3.1 Οντότητα

Ορατή οντότητα

► **Ναι** / **Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζεται ή όχι η εκάστοτε οντότητα στην κάτοψη

Όνομα οντότητας ορατό

► **Ναι** / **Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζεται ή όχι το όνομα της εκάστοτε οντότητας στην κάτοψη.

Σταθερή κορυφή ορατή

► **Ναι** / **Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζεται ή όχι η σήμανση της σταθερής κορυφής του υποστυλώματος στην κάτοψη.

Διατομή υποστυλώματος ορατή

► **Ναι** / **Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζεται ή όχι στην κάτοψη το κείμενο που δηλώνει την διάσταση της διατομής του υποστυλώματος.

Περίγραμμα διατομής ορατό

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν για την οντότητα διατομή θα εμφανίζεται ή όχι το περίγραμμά της στην κάτοψη.

Κείμενο διατομής ορατό

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν για την οντότητα διατομή θα εμφανίζεται ή όχι το κείμενο διατομής στην κάτοψη.

Εμφάνιση περιγράμματος δείκτη διαμέτρου σιδέρου

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν ο αριθμός της διαμέτρου σιδέρου περικλείεται σε περίγραμμα (τετραγωνικό).

Εμφάνιση συνδέσεων δείκτη διαμέτρου σιδέρου

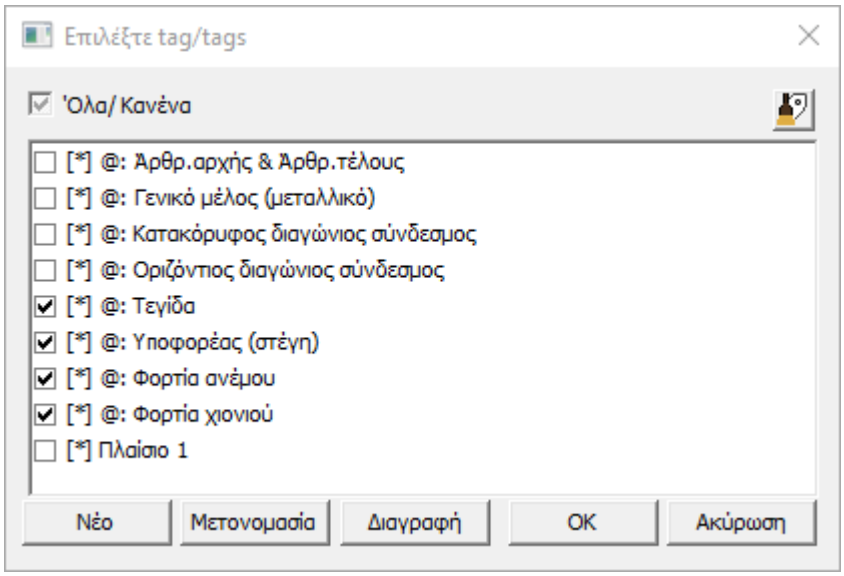
Καθορίζει αν ο αριθμός της διαμέτρου σιδέρου συνδέεται μέσω γραμμών με τις αντίστοιχες ράβδους.

4.9.3.2 Εμφάνιση στην τομή | φωτορεαλισμό | 3D απεικόνιση / επεξεργασία | 3D γραμμική απεικόνιση

Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αν το εκάστοτε στοιχείο θα εμφανίζεται στην τομή, στο φωτορεαλισμό, στην 3D απεικόνιση / επεξεργασία ή στην 3D γραμμική απεικόνιση αντίστοιχα.

4.9.3.3 Tags

Με την παράμετρο αυτή μπορείτε να αποδώσετε ένα ή περισσότερα tags σε μια οντότητα. Με κλικ στην παράμετρο ανοίγει το παράθυρο **«Επιλέξτε tag/tags»** (**Εικόνα 4.117**) μέσω του οποίου μπορείτε να επιλέξετε ήδη υπάρχοντα tags για να τα αποδώσετε στην οντότητα ή να δημιουργήσετε νέα.



Εικόνα 4.117: Παράθυρο για την απόδοση νέων ή υφιστάμενων tags στην οντότητα.

Επιπλέον μέσω του παραθύρου «Επιλέξτε «tag/tags»:

- Με το «Όλα κανένα» επιλέγετε και από – επιλέγετε όλα τα tag με ένα κλικ.
- Με τον «Καθαρισμό μη χρησιμοποιούμενων tags» διαγράφετε αυτόματα από τη λίστα όλα τα tags τα οποία δεν ανήκουν σε καμία οντότητα.
- Διαγράφετε υφιστάμενο tag με κλικ στο «Διαγραφή»
- Έχετε εποπτεία των tags που είναι ορατά σε κάτοψη | 3D απεικόνιση / επεξεργασία | 3D γραμμική απεικόνιση | φωτορεαλισμό την δεδομένη στιγμή μέσω της σήμανσης αριστερά από το όνομα τους. Για ορατό tag βλέπετε [*] ενώ για μη ορατό βλέπετε [ ].
- Βλέπετε ποια tag έχουν αποδοθεί αυτόματα στο επιλεγμένο μέλος και ποια έχουν αποδοθεί από τον χρήστη. Τα tag που αποδίδονται αυτόματα στο μέλος από το Fespa φέρουν το χαρακτηριστικό «@» στην αρχή του ονόματός τους.

Την **ορατότητα των οντοτήτων** που φέρουν τα tags που τους αποδίδονται μέσω της παραμέτρου την διαχειρίζεστε μέσω του παραθύρου «**Tags για απεικόνιση**» που ανοίγει από «**Σχεδιαστικά > Tags**».

Παρατηρήσεις

- Μπορείτε να διαχειριστείτε **μαζικά την απόδοση tags** σε οντότητες μέσω των εντολών «+/-Tag», «Δώσε tag στα επιλεγμένα», «Αφαίρεσε tag από τα επιλεγμένα», «Καθάρισε όλα τα tags από τα επιλεγμένα» της «Επεξεργασίας».
- Μπορείτε να επιλέξετε να δημιουργηθούν τα **αυτόματα tags** στα μέλη **παλαιού αρχείου** (δημιουργημένου με έκδοση 8.1.0.3 ή παλαιότερη) με την εντολή «**Αυτόματη απόδοση tags**» της «**Επεξεργασίας**».
- Με την εντολή «**Μαζική αλλαγή παραμέτρων**» της «**Δοκού**» μπορείτε να αποδώσετε μαζικά παραμέτρους σε μέλη που έχετε επιλέξει με τις εντολές της «Επεξεργασίας» (π.χ. «+/-Tag», «+/- Περιοχή», κλπ). Αντίστοιχη εντολή υπάρχει στις οντότητες «Πλάκα» & «Υποστύλωμα». Βλέπε και §2.3 Κοινές εντολές, Μαζική αλλαγή παραμέτρων σελ. 75.

4.9.3.4 Παράμετροι εμφάνισης για σίδερο πλάκας / δοκού / λεπτομερειών δοκού

Συντελεστής σμίκρυνσης

Καθολική παράμετρος. Τα πρόσθετα σίδερα δοκών στην κάτοψη μπορούν να εμφανίζονται μικρότερα (π.χ. στο 70% του μεγέθους τους).

Παρατήρηση

Σε περίπτωση που ο συντελεστής σμίκρυνσης είναι διαφορετικός του 1,00 και προκειμένου η αναγραφόμενη διάσταση της ράβδου (βλ. επόμενη παράμετρο) να είναι ακριβής, θα πρέπει η παράμετρος «Διαιρέτης» της κάρτας «Διαστάσεις» να έχει την ίδια τιμή με το συντελεστή σμίκρυνσης.

Σίδερο ορατό

Επιλέγουμε αν θα εμφανίζεται ή όχι το σίδερο της δοκού/πλάκας.

Εμφάνιση αριθμού σίδερου

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζεται ή όχι ο αύξων αριθμός του σίδερου δοκού (στην οντότητα «Λεπτομέρειες οπλισμών»).

Εμφάνιση αριθμού στρώσης

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζεται ή όχι ο αριθμός στρώσης του σίδερου δοκού (στην οντότητα «Λεπτομέρειες οπλισμών»).

Δημιουργία αράχνης

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει εάν ράβδοι κοινής διαμέτρου θα συνοδεύονται από έναν – κοινό – δείκτη διαμέτρου ή όχι.

4.9.4 Διαστάσεις

4.9.4.1 Άκρα διαστάσεων

Τύπος άκρων

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή του του τύπου των άκρων της γραμμής διάστασης (**Εικόνα 4.118**).



Εικόνα 4.118: *Οι διαθέσιμοι τύποι των άκρων των γραμμών διαστάσεων*

Συντελεστής μεγέθους σήμανσης άκρων λ

Καθορίζει το μήκος της σήμανσης των άκρων της γραμμής διάστασης. Το πλάτος τους υπολογίζεται βάσει του λ.

Ελάχιστο μήκος διάστασης για εμφάνιση άκρων

Καθορίζει το ελάχιστο μήκος που πρέπει να έχει η γραμμή διάστασης ώστε να εμφανίζονται τα σύμβολα άκρων

4.9.4.2 Γραμμές διαστάσεων

Χρώμα γραμμών

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων γίνεται η επιλογή του χρώματος με το οποίο θα εμφανίζονται οι γραμμές των διαστάσεων.

Πένα γραμμών

Καθορίζει την πένα που θα χρησιμοποιηθεί για τη σχεδίαση των γραμμών των διαστάσεων κατά την εκτύπωση.

4.9.4.3 Κείμενο διαστάσεων

Τύπος κειμένου

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της γραμματοσειράς που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο των διαστάσεων. Ο τύπος της γραμματοσειράς μπορεί να είναι vector ή True Type.

Γραμματοσειρά True Type

Αν στην παράμετρο «Τύπος κειμένου διαστάσεων» έχει επιλεγεί True Type γραμματοσειρά, τότε με την παράμετρο αυτή γίνεται η επιλογή και διαμόρφωση της γραμματοσειράς True Type που θα χρησιμοποιηθεί για το κείμενο των διαστάσεων.

Συντ. μεγέθους

Με την παράμετρο αυτή προσδιορίζεται ο συντελεστής που επηρεάζει το μέγεθος γραφής των αριθμών. Η παράμετρος αυτή είναι ενεργή στην περίπτωση που έχει επιλεγεί ως «Τύπος κειμένου διαστάσεων» κάποια vector γραμματοσειρά. Στην περίπτωση που έχει επιλεγεί γραμματοσειρά True Type, το μέγεθος της είναι δυνατό να προσδιοριστεί επακριβώς από την παράμετρο «Γραμματοσειρά True Type διαστάσεων». Βλέπε και «Σχέση συντελεστών μεγέθους – κλίμακας σχεδίασης», σελ 545)

Απόλυτο μέγεθος

Με την παράμετρο αυτή γυρισμένη στο «Ναι» το κείμενο έχει πάντα σταθερό μέγεθος (με βάση το συντελεστή μεγέθους), ανεξαρτήτως κλίμακας σχεδίου, δηλαδή είτε το σχέδιο σχεδιαστεί σε κλίμακα 1:50 είτε σε κλίμακα 1:100 είτε σε άλλη, το κείμενο θα έχει το μέγεθος της κλίμακας 1:50.

Γενικά να αποφεύγεται η επιλογή «Ναι», διότι το κείμενο εκτυπώνεται σε διαφορετικό μέγεθος απ' ότι φαίνεται στην οθόνη.

Χρώμα κειμένου

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων γίνεται η επιλογή του χρώματος με το οποίο θα εμφανίζεται στην οθόνη το κείμενο των διαστάσεων.

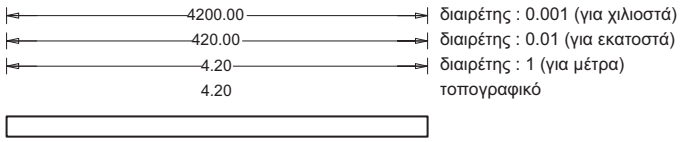
Πένα κειμένου

Από την αναπτυσσόμενη λίστα γίνεται η επιλογή της πένας που θα χρησιμοποιηθεί για την αναγραφή του κειμένου των διαστάσεων κατά την εκτύπωση.

Διαιρέτης

Με την επιλογή αυτή ενεργοποιημένη, μπορείτε να έχετε στο σχέδιό σας αναγραμμένη τη διάσταση με την τιμή της διαιρεμένη με το διαιρέτη που έχετε ορίσει (για **αναγραφή σε εκατοστά, χιλιοστά**).

Π.χ. αν ως διαιρέτης έχει ορισθεί ο αριθμός 0,01 και η τιμή των δεκαδικών από την επιλογή «**δεκαδικά**» είναι ορισμένη για δύο ψηφία (.XX) τότε η τιμή μιας διάστασης 0,25m θα αναγραφεί ως 25,00 και θα σημαίνει **εκατοστά**. Αντίστοιχα, αν ο διαιρέτης είναι 0,001, θα αναγραφεί 250,00 και θα σημαίνει προφανώς **χιλιοστά** (Σχήμα 4.137).



Σχήμα 4.137: *Διαστάσεις με διαιρέτη και διάσταση για τοπογραφικό.*

Δεκαδικά

Καθορίζει το πλήθος των δεκαδικών που θα έχει η κάθε διάσταση. Π.χ. δύο δεκαδικά 4.22, τρία δεκαδικά 4.223.

Ορατές διαστάσεις

► **Ναι / Όχι**

Αναγράφεται η διάσταση του σιδήρου στον ξυλότυπο.

Σχέση συντελεστών μεγέθους – κλίμακας σχεδίασης

Ο συντελεστής μεγέθους κειμένων και διαστάσεων ορίζει το μέγεθος (σε μέτρα), με το οποίο θα σχεδιαστούν τα αντίστοιχα στοιχεία. Με τη χρήση του **απολύτου μεγέθους** μπορείτε να ορίσετε ότι το μέγεθος αυτό δε θα εξαρτάται από την κλίμακα σχεδίασης και το μέγεθός του θα είναι σταθερό.

Σε περίπτωση, όμως, που δεν χρησιμοποιήσετε το απόλυτο μέγεθος, πρέπει να λαμβάνετε υπόψη σας ότι το κείμενο ή οι διαστάσεις θα υποστούν σμίκρυνση ανάλογη με την κλίμακα: π.χ. συντελεστής μεγέθους κειμένου 0,1 σημαίνει ότι το κείμενο σε κλίμακα 1:100 θα έχει ύψος 0,1/100=0,001, δηλαδή 1mm, ενώ σε κλίμακα 1:50 θα είναι 2mm.

Κλίμακα σχεδίασης	Συντελεστής μεγέθους κειμένου	Συντελεστής μεγέθους διαστάσεων
1:50	0,125	0,10
1:100	0,125 x 2 = 0,25	0,20
1:200	0,125 x 4 = 0,50	0,40
1:25	0,125 / 2 = 0,0625	0,05
1:10	0,025	0,02

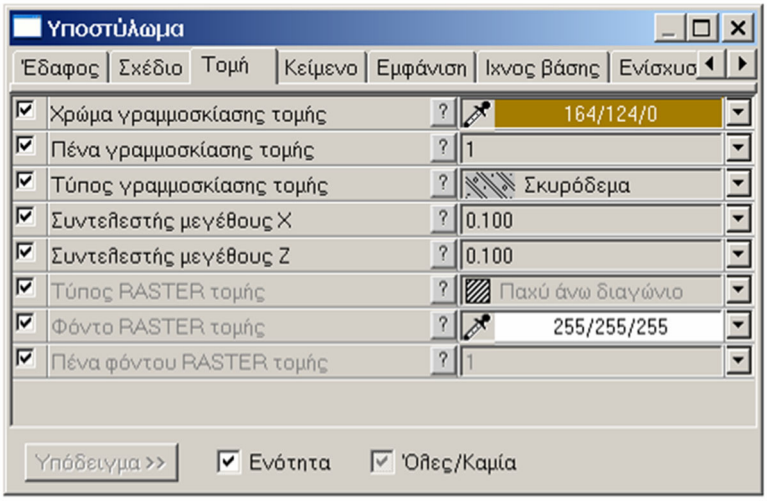
Πίνακας 4.57: *Αντιστοιχίες κλιμάκων σχεδίασης – συντελεστών μεγέθους(για ύψος κειμένου ίσο με 2,5 mm και ύψος κειμένου διαστάσεων 2,0 mm).*

Με την ίδια λογική μπορεί κανείς να προσδιορίσει και τους συντελεστές μεγέθους αντικειμένων που θα θέλατε να έχουν το ίδιο μέγεθος σε διαφορετικές κλίμακες (π.χ. βορράς, βέλη, σήματα κ.ο.κ.).

Σημείωση

Ο συντελεστής μεγέθους δεν έχει εφαρμογή στις γραμματοσειρές TrueType, γι' αυτό και εμφανίζεται ανενεργός (γκρι) στο παράθυρο των παραμέτρων.

4.9.5 Τομή



Εικόνα 4.119: *Οι παράμετροι της κάρτας «Τομή» του Υποστυλώματος.*

4.9.5.1 Γραμμοσκίαση τομής

Χρώμα γραμμοσκίασης τομής

Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου μπορεί να επιλεγεί το χρώμα με το οποίο θα εμφανίζεται στην τομή η γραμμοσκίαση της εκάστοτε οντότητας.

Πένα γραμμοσκίασης τομής

Από την αναπτυσσόμενη λίστα της παραμέτρου μπορεί να επιλεγεί η πένα με την οποία θα εκτυπωθούν οι γραμμοσκιάσεις στον Plotter.

Τύπος γραμμοσκίασης τομής

Από την λίστα που εμφανίζεται μπορεί να επιλεγεί ένας από του διανυσματικούς ή Raster τύπους γραμμοσκίασης (**Εικόνα 4.113**).

Συντελεστής μεγέθους X / Y

Είναι ο συντελεστής που επηρεάζει το μέγεθος γραφής των αριθμών. Μια καλή τιμή του συντελεστή μεγέθους είναι 0.1 για κλίμακα σχεδίασης 1:50. (Βλ. «Σχέση συντελεστών μεγέθους – κλίμακας σχεδίασης» §4.9.4).

Τύπος Raster τομής

Μπορεί να είναι ένα συμπαγές χρώμα (100%, 50% κλπ) ή ένα γραμμικό μοτίβο (**Εικόνα 4.114**).

Φόντο Raster τομής

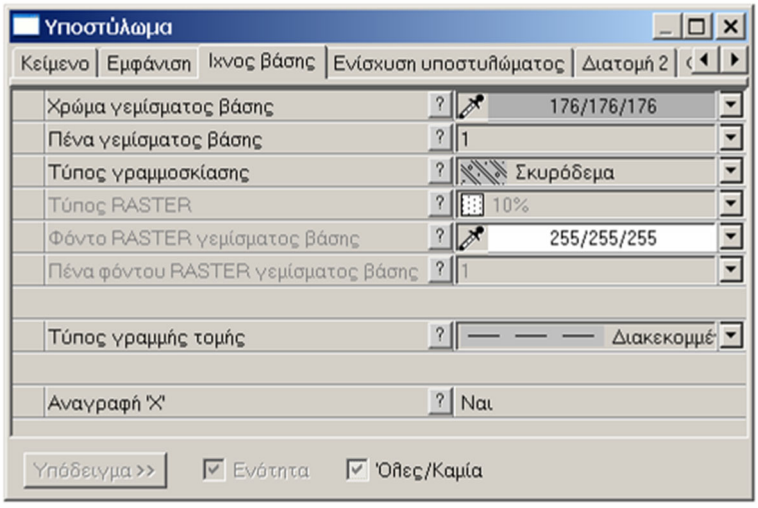
Από την αναπτυσσόμενη παλέτα χρωμάτων της παραμέτρου αυτής γίνεται η επιλογή για το χρώμα του φόντου του Raster, με το οποίο θα εμφανίζεται στην τομή η γραμμοσκίαση της εκάστοτε οντότητας.

Η παράμετρος αυτή είναι ενεργή μόνο όταν έχει επιλεγεί «Raster» στην παράμετρο «Τύπος γραμμοσκίασης».

Πένα φόντου Raster τομής

Με την παράμετρο αυτή μπορείτε να προσδιορίσετε την πένα σχεδίασης του Raster.

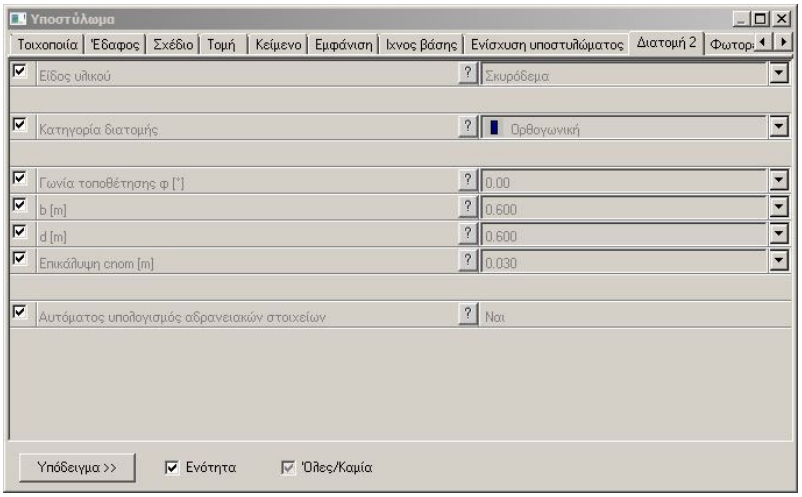
4.9.6 Ίχνος βάσης



Εικόνα 4.120: *Οι παράμετροι της κάρτας «Ίχνος βάσης» του Υποστυλώματος.*

Με την καρτέλα «Ίχνος βάσης» επηρεάζονται οι παράμετροι που αφορούν την γραμμοσκίασης του ίχνους βάσης. Για τις παραμέτρους αυτές ισχύουν όσα και για τις παραμέτρους γραμμοσκίασης της καρτέλας «Τομή» §4.9.5.

4.9.7 Διατομή 2



Εικόνα 4.121: *Η καρτέλα «Διατομή 2» του Υποστυλώματος.*

Στην περίπτωση Επισκευής-Ενίσχυσης οικοδομικών έργων το Fespa αναγνωρίζει δύο καταστάσεις του προς επίλυση φορέα την «τρέχουσα» (ενεργή), η οποία είναι και αυτή που εμφανίζεται στην οθόνη και την «εφεδρική» (ανενεργή).

Η καρτέλα «Διατομή 2» του Υποστυλώματος και της Δοκού πληροφορεί τον μελετητή για τις ιδιότητες της **ανενεργής** διατομής του υποστυλώματος ή της δοκού. Η **ενεργή** διατομή υποστυλώματος ή δοκού είναι αυτή που εμφανίζεται στην κάτοψη και ο μελετητής μπορεί να επέμβει στις ιδιότητές της μέσω της καρτέλας «Διατομή» του υποστυλώματος ή της δοκού αντίστοιχα. Για να επέμβει ο μελετητής στις ιδιότητες της **ανενεργής** διατομής (Διατομή 2) θα πρέπει να την μετατρέψει σε **ενεργή** μέσω της εντολής του Κτιρίου «Εναλλαγή διατομών με διατομές 2», οπότε οι ιδιότητες της **ενεργής** πλέον διατομής εμφανίζονται στην καρτέλα «Διατομή».

Σημείωση

Ο χειρισμός των ενισχυμένων διατομών συνδέεται με τις εντολές του Κτιρίου.



Αντιγραφή διατομών σε διατομές 2 βλέπε § 3.1.2



Εναλλαγή διατομών με διατομές 2 βλέπε § 3.1.2.

5

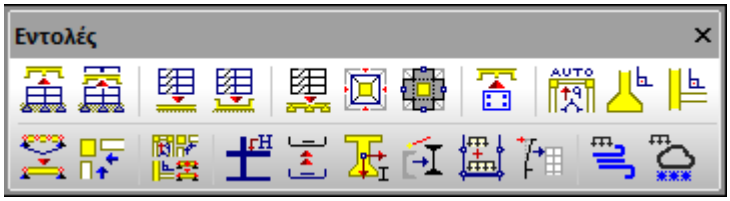
Εντολές και παράμετροι Παραγωγών και Επίλυσης

5.1 Παραγωγές 

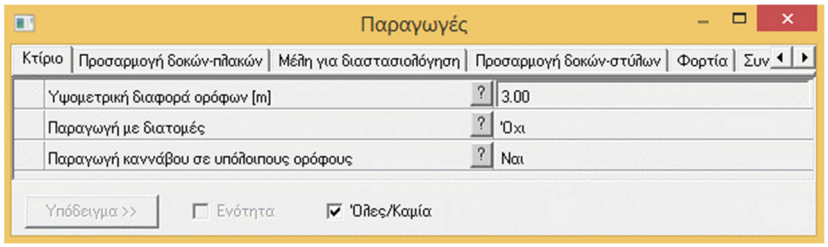
Οι εντολές των παραγωγών εκτελούν τις εξής αυτοματοποιημένες διαδικασίες του προγράμματος:

- Παραγωγή ανωτέρων ορόφων
- Παραγωγή ενδιάμεσων ορόφων
- Παραγωγή γενικής κοιτόστρωσης
- Παραγωγή εσχάρας θεμελίωσης
- Παραγωγή πεδίλων
- Διαστασιολόγηση πεδίλων
- Προσομοίωση πεδίλων
- Παραγωγή διατομών από τρέχοντα όροφο
- Προσαρμογή δοκών – πλακών
- Προσαρμογή θεμελίωσης
- Κατακορύφωση υποστυλωμάτων
- Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση
- Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων
- Όλοι οι όροφοι (Προσαρμογή, κατακορύφωση, μέλη για διαστασιολόγηση)
- Αλλαγή υψομέτρου στάθμης
- Τοποθέτηση ονομάτων & οπλισμών

- Υπολ. αδραν. χαρακτ. & σταθερ. υλικού μελών κτιρίου
- Μαζική αλλαγή διατομών
- Παραγωγή συνδιασμών δράσεων
- Υπολογισμός ατελειών χωρικού πλαισίου
- Υπολογισμός φορτίων ανέμου
- Υπολογισμός φορτίων χιονιού



Εικόνα 5.1: *Οι εντολές των Παραγωγών.*



Εικόνα 5.2: *Οι παράμετροι της κάρτας «Κτίριο» των Παραγωγών.*

5.1.1 Παραγωγή ανωτέρων ορόφων

5.1.1.1 Παραγωγή ορόφου

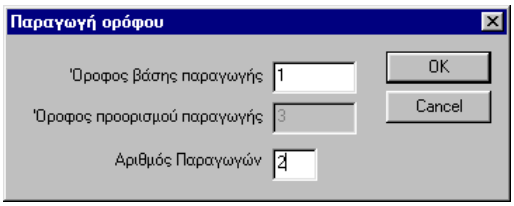


Κάνετε παραγωγή ορόφων, αφού πληκτρολογήσετε τον αριθμό του ορόφου από τον οποίο θα γίνει η παραγωγή («όροφος βάσης παραγωγής», εν γένει ο τρέχων όροφος), και το πλήθος των τυπικών ορόφων που θέλετε να παραχθούν («αριθμός παραγωγών»).

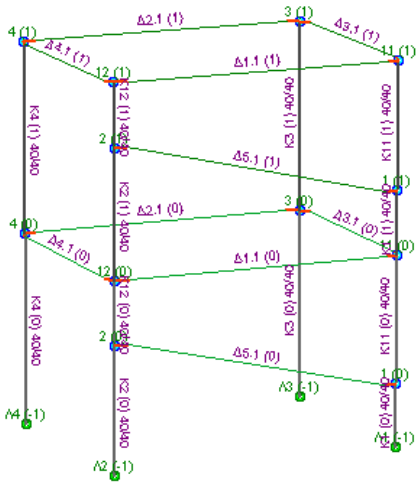
Δηλαδή, αν έχετε περιγράψει τον 1ο όροφο και οι δύο επόμενοι όροφοι (2ος, 3ος) θα είναι όμοιοι με τον 1ο, τότε πρέπει να δώσετε τα εξής δεδομένα (Εικόνα 5.3):

- Όροφος βάσης παραγωγής = 1
- Αριθμός παραγωγών = 2
- (Όροφος προορισμού = 3, ο ανώτερος όροφος που θα παραχθεί)

Τα υψόμετρα των παραγόμενων ορόφων προκύπτουν βάσει της παραμέτρου «Υψομετρική διαφορά ορόφων» (βλ. την παράμετρο «Παραγωγές > Κτίριο > Υψομετρική διαφορά ορόφων», §5.1.1.2).



Εικόνα 5.3: *Το πλαίσιο παραγωγής ορόφων.*



Σχήμα 5.1: *Σε περίπτωση ύπαρξης μεσοδοκού στον όροφο βάσης παραγωγής η διαδικασία παραγωγής ορόφου δεν εμφανίζει κάποια ιδιαιτερότητα.*

Υψομετρική διαφορά ορόφων

Αυτή η παράμετρος καθορίζει τη διαφορά υψομέτρου για κάθε νέο παραγόμενο. Τα υψόμετρα των ορόφων μπορείτε να τα τροποποιήσετε και μετά την παραγωγή με την παράμετρο «Όροφος > Γενικά > Υψόμετρο ορόφου» (§4.2.1) ή την εντολή των Παραγωγών «Αλλαγή υψομέτρου στάθμης» (§5.1.3.8).

Παραγωγή με διατομές

Παράμετρος που αφορά τον έλεγχο διατομής υποστυλώματος. Βλ. §8.7.1.

Παραγωγή καννάβου σε υπόλοιπους ορόφους

► **Ναι / Όχι:** Αν η παράμετρος έχει την τιμή «Ναι», τότε η επόμενη παραγωγή ορόφου (ή θεμελίωσης) θα μεταφέρει στους παραγόμενους ορόφους και τις περασιές του καννάβου που υπάρχουν στον «Όροφο βάσης παραγωγής».

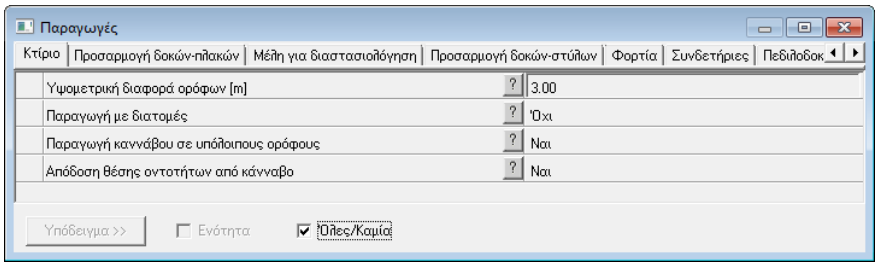
Απόδοση θέσης οντοτήτων από κάνναβο

► **Ναι / Όχι:** Αν η παράμετρος έχει την τιμή «Ναι», τότε κατά την εκτέλεση της εντολής «Όλοι οι όροφοι» και κατά την παραγωγή ορόφου (ή θεμελίωσης) θα γίνει ξανά απόδοση θέσης σε όλες τις στατικές και αρχιτεκτονικές οντοτήτες (υποστυλώματα, δοκοί, πεδίλα και τοίχοι) σύμφωνα με τον κάνναβο που έχει εισαχθεί σε κάθε στάθμη.

5.1.1.2 Παραγωγή ενδιάμεσων ορόφων

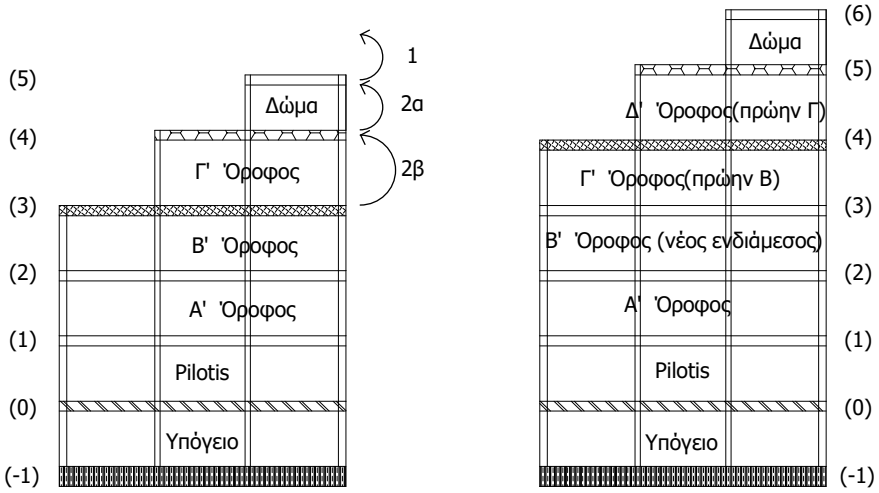


Δυνατότητα παραγωγής ενδιάμεσων ορόφων, χωρίς να διαγράφονται όλοι οι ανώτεροι όροφοι. Δε μεταβάλλει το συνολικό αριθμό των ορόφων του κτιρίου.



Εικόνα 5.4*:* *Οι παράμετροι της κάρτας «Κτίριο» των Παραγωγών.*

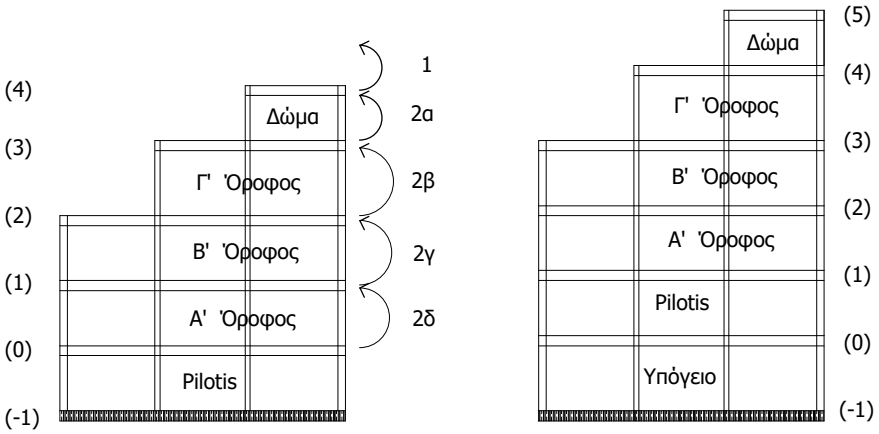
- Αν οι όροφοι είναι τυπικοί κάνω παραγωγή ενός ακόμα ορόφου από τον τελευταίο και αλλάζω τα υψόμετρα των οροφών αλλάζοντας την τιμή «οροφή» από τη γραμμή επιλογής ορόφων.
- Αν οι όροφοι δεν είναι τυπικοί τότε με την εντολή των Παραγωγών => «Παραγωγή ενδιάμεσων ορόφων» μεταφέρω τους ορόφους έναν-έναν προς τα πάνω και προσθέτω στην στάθμη που θέλω τον επιπλέον όροφο.



Σχήμα 5.2: *Προσθήκη ενδιάμεσου ορόφου Β*

Για προσθήκη του ενδιάμεσου ορόφου Β μετά τον Α:

- Παραγωγή από τον όροφο 5 (δώμα) ενός ορόφου στον όροφο 6.
- Παραγωγή ενδιάμεσων ορόφων ως εξής: (2α): από τον 4 στον 5 και (2β): από τον 3 στον 4.
- Στον όροφο 3 τροποποίηση του ξυλοτύπου για τη δημιουργία του νέου ορόφου.



ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ

Σχήμα 5.3: *Προσθήκη υπόγειου*

Για προσθήκη υπογείου:

- Παραγωγή από τον όροφο 4 (δώμα) ενός ορόφου στον όροφο 5.
- Παραγωγή ενδιάμεσων ορόφων ως εξής: (2α): από τον όροφο 3 στον 4, (2β): από τον 2 στον 3, (2γ): από τον 1 στον 2 και (2δ): από τον 0 στον 1.
- Τροποποίηση του ξυλοτύπου του ορόφου 0 (περιγραφή τοιχωμάτων υπογείου, οριζόντιων στηρίξεων κ.τ.λ).
- Τροποποίηση υψομέτρων οροφών ξυλοτύπων.

5.1.2 Παραγωγή θεμελίωσης

5.1.2.1 Παραγωγή πεδίλων



Χρησιμοποιείτε την εντολή αυτή, όταν πρόκειται να θεμελιώσετε το κτίριο με πέδιλα και συνδετήριες δοκούς. Αφού διαλέξετε την «Παραγωγή πεδίλων», πρέπει να δηλώσετε τον όροφο από τον οποίο θα παραχθεί η θεμελίωση. Το πρόγραμμα παράγει και προδιαστασιολογεί τα πέδιλα θεωρώντας τα κεντρικά. Παράλληλα, σχεδιάζεται η θεμελίωση στην οθόνη σας. Οι διαστάσεις των συνδετήριων που θα παραχθούν φαίνονται στις παραμέτρους των Παραγωγών, στην ενότητα «Συνδετήριες» (βλ. §5.1.4.2).

5.1.2.2 Παραγωγή εσχάρας θεμελίωσης



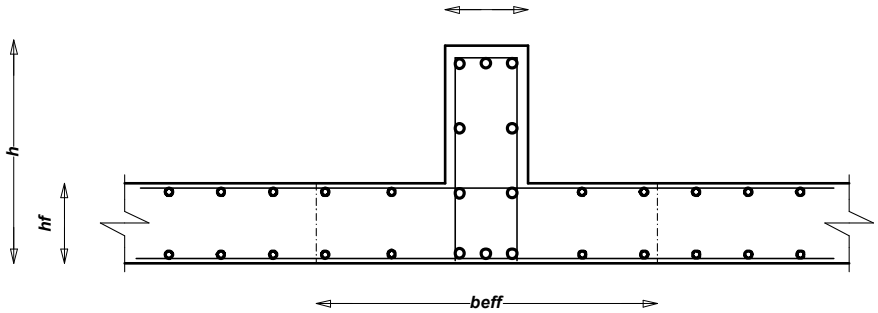
Χρησιμοποιείτε την εντολή αυτή, όταν πρόκειται να θεμελιώσετε το κτίριο με εσχάρα πεδιλοδοκών. Αφού διαλέξετε την «Παραγωγή εσχάρας θεμελίων», πρέπει να δηλώσετε τον όροφο από τον οποίο θα παραχθεί η θεμελίωση. Οι

διαστάσεις των δοκών που θα παραχθούν φαίνονται στις παραμέτρους των Παραγωγών, στην ενότητα «Πεδιλοδοκοί» (βλ. §5.1.4.3).

5.1.2.3 Παραγωγή γενικής κοιτόστρωσης



Δίνετε τον αριθμό του ορόφου από τον οποίο θα παραχθεί η θεμελίωση, ώστε να λειτουργήσει η θεμελίωση ως γενική κοιτόστρωση. Οι διαστάσεις των δοκών που θα παραχθούν φαίνονται στις παραμέτρους των Παραγωγών, στην ενότητα «Πεδιλοδοκοί» (βλ. §5.1.4.3).



Σχήμα 5.4: *Στοιχείο πεδιλοδοκού ως τμήμα γενικής κοιτόστρωσης.*

Περιγραφή διαδικασίας

- Στην καρτέλα «**Παραγωγές** > Πεδιλοδοκοί» εισάγονται οι επιθυμητές τιμές διαστάσεων h, hf, bw, beff της πεδιλοδοκού.

  Ως τύπος διατομής των πεδιλοδοκών εκλέγεται π.χ. η **ανεστραμμένη πλακοδοκός.** Το συνεργαζόμενο πλάτος προκύπτει από τη σχέση:

$$b_{eff} = 1.80 \cdot \sqrt[4]{\frac{E \cdot h_f^3}{K_S}}$$

  όπου: h_f το πάχος της πλάκας, Ε το μέτρο ελαστικότητας του Ω.Σ, K_S ο δείκτης εδάφους.

  Το πλάτος b_{eff}, μπορεί να ορίζεται βάσει της απόστασης μεταξύ των δοκών στην κάτοψη, ως το ημιπλάτος των δύο εκατέρωθεν πλακών. Για τα συνήθη εδάφη και πάχη πλακών, η τιμή του b_{eff} που προκύπτει από τον προηγούμενο τύπο είναι ίση με 4.0 ~ 5.0μ. Έτσι, υπέρ της ασφαλείας, προτείνεται να εκλεγεί τιμή ίση με 2.0 ~ 2.5μ.

- Δίνεται η εντολή «**Παραγωγή γενικής κοιτόστρωσης**» και επιλογή του ορόφου του οποίου η συνδεσμολογία θα αντιγραφεί στη θεμελίωση. Έτσι, στον όροφο θεμελίωσης παράγονται **πεδιλοδοκοί** και **πλάκες**, αντικαθιστώντας οτιδήποτε υπήρχε σε αυτόν.

Οι παραγόμενες πεδιλοδοκοί είναι μέλη του χωρικού πλαισίου. Ως εκ τούτου, οι αναπτυσσόμενες τάσεις εδάφους προκύπτουν από την επίλυση, ως αντιδράσεις των φορτίων της ανωδομής.

Οι παραγόμενες πλάκες φορτίζονται με ομοιόμορφο φορτίο αντίδρασης εδάφους ίσο με:

$$q = - (\gamma_q / \gamma_g) * \sigma_{\varepsilon\pi} = -1.111 * \sigma_{\varepsilon\pi}$$

Το φορτίο αυτό οδηγεί σε αποτελέσματα προς την πλευρά της ασφάλειας.

- Αλλαγή του **πάχους h_f** των πλακών της κοιτόστρωσης, με τις εντολές «Πάρε / Δώσε παραμέτρους», ή μέσω των πινάκων. Για ενιαίο πάχος της πλάκας κοιτόστρωσης, δώστε στις πεδιλοδοκούς:

$$h = h_{ΠΛΑΚΑΣ} \text{ και } h_f = h - 0.05\mu$$

- **Επίλυση** και **οπλισμός** του κτιρίου. Αν το πλάτος έδρασης beff των πεδιλοδοκών είναι ανεπαρκές, το πρόγραμμα θα εμφανίσει μήνυμα σφάλματος για υπέρβαση φέρουσας ικανότητας εδάφους ή ειδοποίηση για υπέρβαση επιτρεπομένων τάσεων. Τότε πρέπει να αυξηθεί το beff και να γίνει νέα επίλυση.

Παρατήρηση

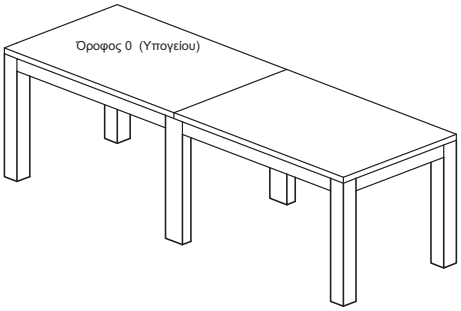
Η παρούσα προσομοίωση κρίνεται προσεγγιστική και παρέχει περιορισμένη πληροφόρηση στον μελετητή για την συμπεριφορά της θεμελίωσης. Για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ακρίβειας αποτελεσμάτων και για την καλύτερη εποπτεία της συμπεριφοράς του συστήματος θεμελίωσης προτιμήστε προσομοίωση με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία (συνεργαζόμενο πρόγραμμα FEPLA).

5.1.2.4 Ειδικές περιπτώσεις παραγωγής θεμελίωσης

Παραγωγή θεμελίωσης υπογείου με τοιχώματα

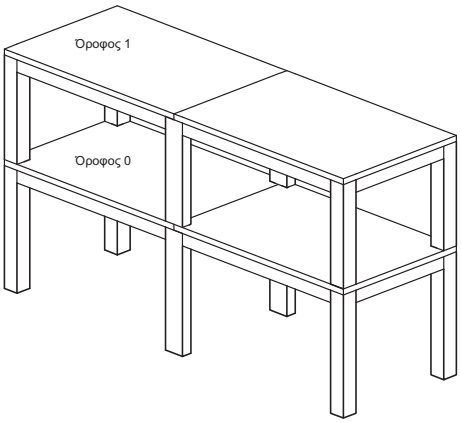
- **Περιγραφή** ορόφου 0 (όροφή υπογείου). Προαιρετικά μπορεί να αλλάξει και το υψόμετρο οροφής σε H=0.00m.

  Οι δοκοί είναι προτιμότερο να είναι τύπου ανωδομής ώστε να διευκολυνθεί η παραγωγή ανώτερων ορόφων με βάση τον όροφο αυτόν.



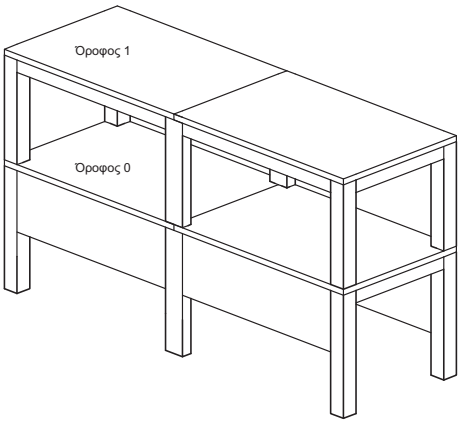
Σχήμα 5.5: *Περιγραφή ορόφου 0*

- **Παραγωγή** ορόφου 1.



Σχήμα 5.6: *Παραγωγή ορόφου 1*

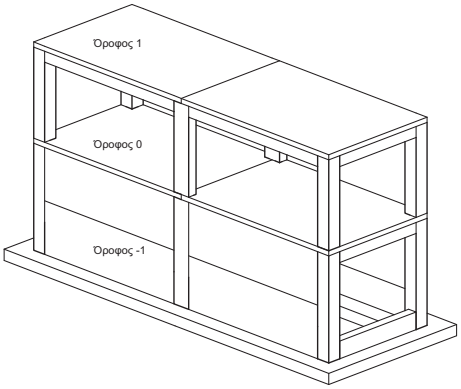
- Στην οροφή υπογείου (Όροφος 0) και στις θέσεις όπου προβλέπεται τοίχωμα υπογείου **μετατρέψτε** τις δοκούς σε τύπου «Τοίχωμα υπογείου».



Σχήμα 5.7: *Δημιουργία τοιχωμάτων υπογείου*

- Με **παραγωγή** οποιουδήποτε τύπου **θεμελίωσης** με βάση τον όροφο 0, κάτω από τα τοιχώματα υπογείου παράγονται αυτόματα δοκοί τύπου «**Πεδιλοδοκός – τοίχωμα υπόγειου**». Κάτω από δοκούς τύπου «Ανωδομής» παράγονται κατά περίπτωση πεδιλοδοκοί ή συνδετήριες.

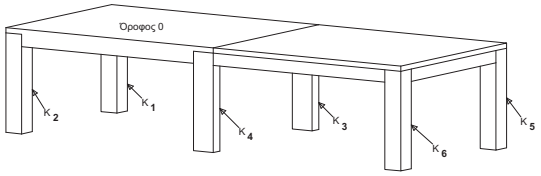
  Βλ. «Δοκός > Διατομή > Είδος μέλους» 4.6.1.1.



Σχήμα 5.8: *Παραγωγή θεμελίωσης*

Ανισόσταθμη θεμελίωση

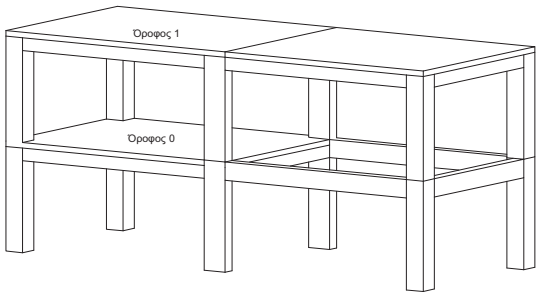
- **Περιγραφή** ορόφου 0.



Σχήμα 5.9: *Περιγραφή ορόφου 0*

■ **Παραγωγή ορόφου 1**

Περιγραφή ορόφου 1 με παραγωγή από τον όροφο 0 και διαγραφή της πλάκας του ορόφου 0.



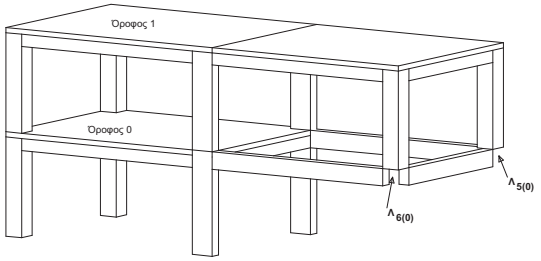
Σχήμα 5.10: *Παραγωγή ορόφου 1*

■ **Διαγραφή στύλων**

Στον όροφο 0 **διαγράφονται** τα υποστυλώματα K5 και K6 που θα θεμελιωθούν σε υψηλότερη στάθμη.

Μετατροπή των δοκών τύπου «ανωδομής» που συντρέχουν στα υποστυλώματα σε συνδετήριες (παράμετρος «Δοκός» - «Διατομή»).

Μετατροπή των περιμετρικών δοκών υπογείου τύπου «Ανωδομής» σε «Τοίχωμα υπογείου».

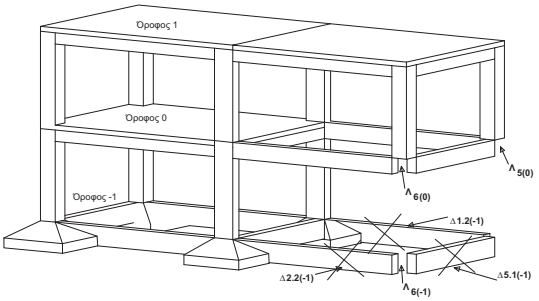


Σχήμα 5.11: *Διαγραφή στύλων στον όροφο 0*

■ **Παραγωγή θεμελίωσης**

Παραγωγή θεμελίωσης στον όροφο -1 βάσει του ορόφου 0. Οι δοκοί που παράγονται κάτω από «Τοιχώματα υπογείου» είναι αυτόματα τύπου «**Πεδιλοδοκός – τοίχωμα υπογείου**»

Διαγραφή στον όροφο -1 των δοκών, που δεν απαιτούνται, καθώς και των λοιπών κόμβων Λ5(-1), Λ6(-1).

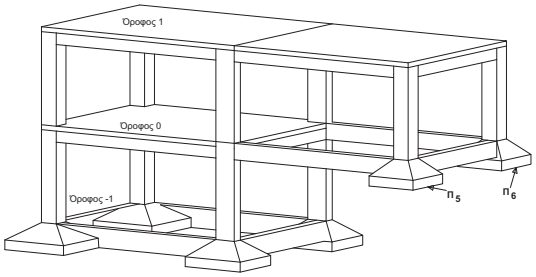


Σχήμα 5.12: *Διαγραφή των δοκών στον όροφο -1*

■ **Κατασκευή υπόλοιπης θεμελίωσης**

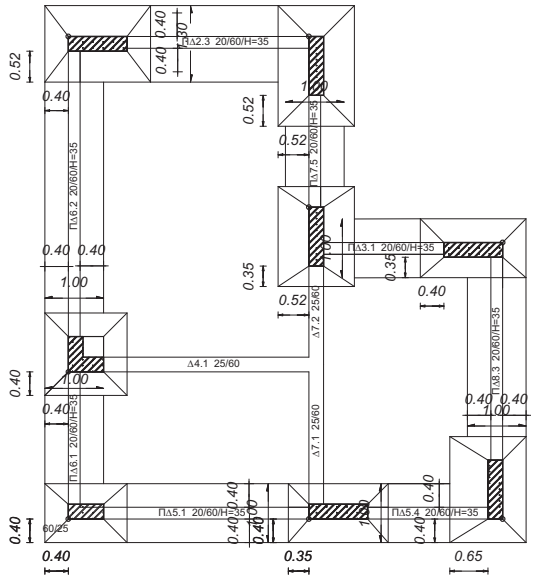
Προσθήκη πεδίλων Π5 και Π6.

Οι κόμβοι Λ5(0) και Λ6(0) αποκτούν αυτόματα «οριζόντιες στηρίξεις».



Σχήμα 5.13: *Προσθήκη πεδίλων Π5 και Π6*

Μικτή θεμελίωση με πέδιλα και πεδιλοδοκούς



Σχήμα 5.14: *Μικτή θεμελίωση με πέδιλα – συνδετήριες και πεδιλοδοκούς*

- Ολοκληρώνεται η περιγραφή της ανωδομής.
- Στην καρτέλα «**Παραγωγές** > Πεδιλοδοκοί» εισάγονται οι επιθυμητές τιμές διαστάσεων h, h_f, b_w, b_{eff} της πεδιλοδοκού.
- Εντολή «**Παραγωγή εσχάρας θεμελίωσης**» και επιλογή του ορόφου του οποίου η συνδεσμολογία θα αντιγραφεί στη θεμελίωση. Έτσι, στον όροφο θεμελίωσης παράγονται πεδιλοδοκοί, αντικαθιστώντας οτιδήποτε υπήρχε σε αυτόν.
- Μετάβαση στον **όροφο** της θεμελίωσης και ενεργοποίηση του διαφανούς του μοντέλου [**M**] για να εμφανίζονται οι κόμβοι ίχνους των υποστυλωμάτων.
- Εντολή «Προσθήκη» του Πεδίλου και διαδοχικά κλικ στα ίχνη των υποστυλωμάτων που θεμελιώνονται με πέδιλο.
- Αλλαγή του **είδους** των εσωτερικών π.χ. δοκών από πεδιλοδοκούς σε συνδετήριες, με χρήση των εντολών «**Πάρε / Δώσε παραμέτρους**».
- **Επίλυση** και **οπλισμός** του κτιρίου. Αν το πλάτος έδρασης των πεδιλοδοκών είναι ανεπαρκές, το πρόγραμμα θα εμφανίσει μήνυμα σφάλματος για υπέρβαση φέρουσας ικανότητας εδάφους ή ειδοποίηση για υπέρβαση τάσεων.

Παρατήρηση:

Για τις Δεσμικές δοκούς εντός του περιγράμματος πόδα τοιχώματος βλέπε «Δοκός > Δεσμική» (§4.6.1.3).

Θεμελίωση με πασσάλους

Πορεία εργασίας για περιγραφή θεμελίωσης με πασσάλους

- Περιγραφή της ανωδομής.
- Τιμές βασικών παραμέτρων πασσάλου (προτιμότερο είναι να καθοριστούν πριν την εισαγωγή)
  - «Υποστύλωμα > Έδαφος > Επί ελαστικού εδάφους» = «Ναι». (§4.4.1.9)
  - «Υποστύλωμα > Έδαφος > Ελατήρια σε δύο διευθύνσεις» = «Ναι».
  - Οι κόμβοι της κορυφής των πασσάλων, αλλά και οι τυχόν ενδιάμεσοι πρέπει να ανήκουν σε **ομάδα δ** με τιμή ίση με το μηδέν. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί:
    - είτε μέσω της παραμέτρου «Υποστύλωμα > Στατικά > Ομάδα διαφράγματος δ»
    - είτε μέσω του πίνακα 205.2 (π.χ. μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής)
    - είτε εάν επανακαθοριστεί ο «Όροφος θεμελίωσης» ως ο όροφος της κορυφής των πασσάλων. Με αυτόν τον τρόπο μηδενίζεται η ομάδα διαφράγματος όλων των κόμβων από την θέση αυτή και χαμηλότερα.

    Αν δεν γίνει αυτός ο καθορισμός, τότε το πρόγραμμα θα πραγματοποιήσει τους αντισεισμικούς ελέγχους στους ορόφους αυτούς όπως ελέγχους δυστρεψίας, φαινομένων Ρ-Δ κλπ, ενώ βέβαια αυτό δεν απαιτείται.
- **Εισαγωγή** των πασσάλων:
  - Είτε με «Προσθήκη φυτευτού» στις κατάλληλες θέσεις (συνήθως στο ίχνος βάσης των υποστυλωμάτων της ανωδομής). Βλ. εντολή στο «Υποστύλωμα».

    Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναλαμβάνεται με αφετηρία κάθε φορά το ίχνος βάσης του πασσάλου προκειμένου το μήκος του να διακριτοποιηθεί σε κατάλληλο αριθμό διαφορετικών τμημάτων (ορόφων) και να μπορεί να εισαχθεί διαφορετικός δείκτης εδάφους για κάθε εδαφική στρώση.
  - Είτε ξεκινώντας από τον χαμηλότερο όροφο -στο επίπεδο της αιχμής των πασσάλων- και με την εντολή «Παραγωγή ανωτέρων ορόφων» ή «Παραγωγή ενδιάμεσων ορόφων» δίδονται οι «όροφοι» των πασσάλων μέχρι την στάθμη του κεφαλοδέσμου. Σε τέτοια περίπτωση προτείνεται η μοντελοποίηση της ανωδομής να έπεται.

- **Ένωση** των πασσάλων μεταξύ τους στην κορυφή τους με δοκούς ώστε να διαμορφωθεί κεφαλόδεσμος ή πλάκα σύνδεσης. Οι δοκοί αυτές προτείνεται να είναι τύπου «συνδετήριας».
- Ο τύπος στήριξης του κόμβου θεμελίωσης των πασσάλων πρέπει να έχει τιμή «**Κύλιση στο XZ**».
- Κατάλληλη τροποποίηση των **ονομάτων** των υποστυλωμάτων – πασσάλων, για τον εύκολο διαχωρισμό και έλεγχο των αποτελεσμάτων (π.χ. αν το αντίστοιχο υποστύλωμα της ανωδομής είναι το K2, τότε ο πάσσαλος μετονομάζεται σε K102).

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το στοιχείο πασσάλου βλ. §4.4.1.9

5.1.3 Λοιπές εντολές των παραγωγών

5.1.3.1 Προσαρμογή δοκών - πλακών



Η εντολή αυτή εκτελεί (για τον τρέχοντα όροφο) τις ακόλουθες ενέργειες:

- Χρεώνει στην κάθε δοκό τις κατάλληλες (εκατέρωθεν αυτής) πλάκες, προκειμένου να της αποδοθούν τα σωστά φορτία μετά από την επίλυση των πλακών.
- Προσδιορίζει τη συνέχεια των πλακών.
- Υπολογίζει τις ισοδύναμες διαστάσεις (lx, lz) των στατικών πλακών του ορόφου.
- Προσδιορίζει τη στατική λειτουργία κάθε πλάκας (τετραέρειστη, τριέρειστη πρόβολος, διέρειστη, διέρειστη σε γωνία κ.α.).
- Υπολογίζει τα στατικά ύψη (dx, dz) των πλακών.
- Υπολογίζει τα συνεργαζόμενα πλάτη (b_{eff}) των δοκών, βάσει του κανονισμού, για δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος αλλά και για δοκούς από χάλυβα και πλάκα από σκυρόδεμα.
- Καθαρίζει το σχέδιο από περιττές γραμμές (πλευρές πλακών που συμπίπτουν με σχεδιαστικές δοκούς).

Οι ανωτέρω ενέργειες εκτελούνται κατ' επιλογή του μελετητή, βάσει των ρυθμίσεων στη σχετική ενότητα των παραμέτρων (βλ. Εικόνα 5.5). Η εντολή της προσαρμογής δοκών πρέπει να εκτελείται, αφού έχουν περιγραφεί οι πλάκες και οι δοκοί του ορόφου.



Εικόνα 5.5: *Οι λειτουργίες της εντολής «Προσαρμογή δοκών», εξαρτώνται από τις τιμές των παραμέτρων της αντίστοιχης κάρτας των Παραγωγών.*

Συνδεσμολογία δοκών – πλακών

Με την εντολή «Προσαρμογή δοκών - πλακών», θα ανιχνευθεί από το πρόγραμμα σε ποιες δοκούς εδράζεται κάθε πλάκα και συνακολούθως ποιες δοκούς θα φορτίζει. Βλ. και εντολές «Σύνδεση σε πλάκα» και «Αποσύνδεση από πλάκα» της εργαλειοθήκης της δοκού, §4.6.2.

- **Ναι**: Η εκτέλεση της «Προσαρμογής δοκών» θα αναιρέσει όποιες αλλαγές έκανε ο μελετητής με τις εντολές «Σύνδεση σε πλάκα / Αποσύνδεση από πλάκα».
- **Όχι**: Ισχύουν οι συνδέσεις δοκών - πλακών όπως έχουν δοθεί χωρίς καμία αλλαγή.

Μετατροπή ορθογωνικών δοκών σε πλακοδοκούς

- **Ναι**: Με την «Προσαρμογή δοκών», δοκοί ορθογωνικής διατομής που συνδέονται πλάκες μετατρέπονται σε πλακοδοκούς, ενώ το συνεργαζόμενο πλάτος υπολογίζεται σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού (βλ. επόμενη παράμετρο).
- **Όχι**: Εάν για οποιοδήποτε λόγο ο μελετητής επιθυμεί οι δοκοί να διαστασιολογηθούν ως ορθογωνικές. **Δεν προτείνεται.**

Συνεργαζόμενο πλάτος δοκών

- ► **Ναι**: Με την εκτέλεση της «Προσαρμογής δοκών», υπολογίζεται το συνεργαζόμενο πλάτος b_{eff} κάθε δοκού σύμφωνα με την EC2-1-1 §5.3.2.1, καθώς και το ισοδύναμο πάχος πλάκας h_f. Αν δεν υπάρχουν πλάκες εκατέρωθεν της δοκού, τότε η δοκός μετατρέπεται ορθογωνική.
- ► **Όχι**: Λαμβάνεται υπόψη η τιμή που έχει δώσει ο χρήστης στις παραμέτρους της Δοκού «Δοκός > Διατομή».

Παρατηρήσεις:

- Εφόσον με την εντολή αυτή αλλάξει το συνεργαζόμενο πλάτος, πραγματοποιείται αυτόματα από το πρόγραμμα επαναϋπολογισμός των αδρανειακών χαρακτηριστικών των δοκών.
- Η εντολή αυτή, επίσης, αντιμετωπίζει και την περίπτωση μεταλλικής δοκού που φέρει πλάκα από σκυρόδεμα.
- Σε δοκούς που συνδέονται με πλάκες -ανεξάρτητα εάν είναι τύπου πλακοδοκού- προκειμένου να επιτευχθεί η διαφραγματική λειτουργία των ορόφων, η ροπή αδρανείας Iy (ή *I2*) της δοκού, που υπεισέρχεται στο μητρώο δυσκαμψίας της κατασκευής, λαμβάνεται πολλαπλασιασμένη επί τον συντελεστή π.χ. λ=10000. Βλ. «Κτίριο > Αντισεισμικός > **Error! Reference source not found.**» (§4.1.1.2) και θέματα προσομοίωσης §14.5.1 και §14.5.2

Άκαμπτες απολήξεις δοκών

- ► **Ναι / Όχι**

Γίνεται ή όχι ο επαναϋπολογισμός μήκους άκαμπτων απολήξεων.



Βλ. και σχετική εντολή «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων»

Αυτόματος υπολογισμός κατακόρυφων άκαμπτων απολήξεων υποστυλωμάτων

- ► **Ναι / Όχι**

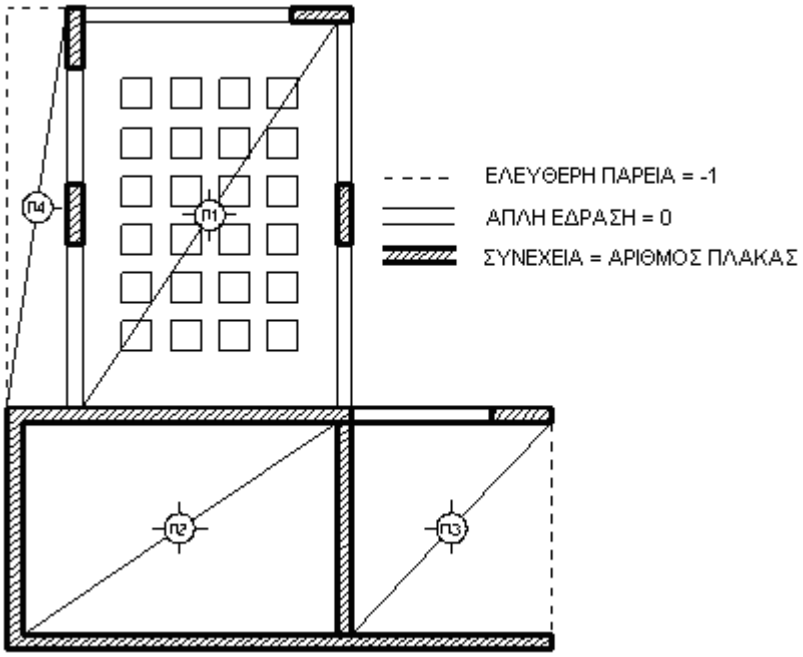
Γίνεται ή όχι ο επαναϋπολογισμός μήκους άκαμπτων απολήξεων.



Βλ. και σχετική εντολή «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων»

Καθορισμός συνέχειας πλακών

Ο προσδιορισμός της συνδεσμολογίας (συνέχειας) πλακών γίνεται με βάση τον κανόνα «πλάκες που μοιράζονται την ίδια δοκό (της δίνουν φορτία) και έχουν κοινή πλευρά, συνδέονται μεταξύ τους». Βλ. Σχήμα 5.15.



Σχήμα 5.15: *Παράδειγμα συνδεσμολογίας πλακών.*

Στον Πίνακα 701 - «Συνδεσμολογία πλακών», σε καθεμία από τις τέσσερις πλευρές κάθε πλάκας αναγράφεται ένας αριθμός που δηλώνει το είδος της στήριξής της.

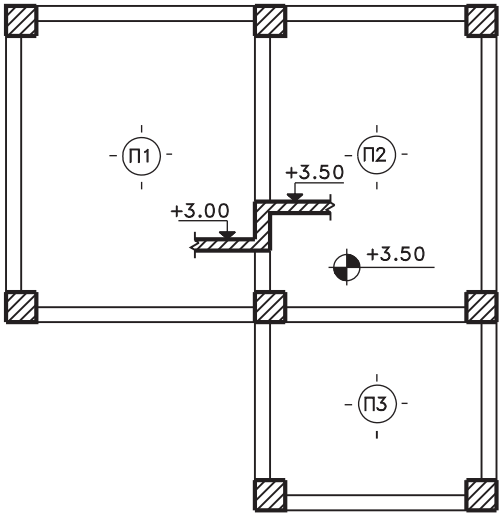
- Εάν η πλάκα εδράζεται σε δοκό και έχει συνέχεια με άλλη πλάκα, τότε αναγράφεται το όνομα της πλάκας που βρίσκεται σε συνέχεια.
- Εάν η πλάκα εδράζεται σε δοκό και δεν έχει συνέχεια με άλλη πλάκα, τότε αναγράφεται ο αριθμός **0.**

Σημείωση

Στο πρόγραμμα όλες οι δοκοί θεωρούνται ελευθέρως στρεπτές (δηλαδή αποτελούν αρθρωτή στήριξη για τις πλάκες.

- Εάν η πλευρά αποτελεί ελεύθερο άκρο πλάκας (πρόβολος ή τριέρειστη πλάκα), τότε αναγράφεται ο αριθμός **-1**.

Αν κάποιες πλάκες βρίσκονται σε διαφορετική στάθμη ή αν για οποιοδήποτε άλλο λόγο δεν έχουν συνέχεια μεταξύ τους, αλλά στηρίζονται στην ίδια δοκό, τότε πρέπει να διορθώσετε τη συνδεσμολογία χειροκίνητα. Πρέπει, δηλαδή, πριν από την επίλυση των πλακών, να τροποποιήσετε τη συνδεσμολογία τους από τον Πίνακα 701 - **«Συνέχεια πλακών»**. Βλ. και «Θέματα προσομοίωσης» §14.3.1, Σχήμα 5.16, Εικόνα 5.6.



Σχήμα 5.16: *Πλάκες σε διαφορετικά επίπεδα.*

Στο Σχήμα 5.16 απαιτούνται οι εξής τροποποιήσεις:

701	Όνομα	Πλάκα πάνω	Πλάκα δεξιά	Πλάκα κάτω	Πλάκα αριστερά
1	1	0	0 2	0	0
2	2	0	0	3	0 1
3	3	2	0	0	0

Εικόνα 5.6: *Τροποποιήσεις στη συνδεσμολογία των πλακών μέσω πινάκων*

- **Ναι**: Γίνεται εκ νέου προσδιορισμός συνδεσμολογίας της κάθε πλάκας με τις γειτονικές της. Έλεγχος και αλλαγές γίνονται μέσω του Πίνακα 701 - «Συνέχεια πλακών». Η εκτέλεση της εντολής «Προσαρμογή δοκών – πλακών» θα αναιρέσει όποιες αλλαγές έκανε ο χρήστης από τον Πίνακα 701.
- **Όχι**: Ισχύει η συνδεσμολογία της κάθε πλάκας με τις γειτονικές της, όπως την έχει ορίσει ο μελετητής και οι αλλαγές που έχουν γίνει στον Πίνακα 701 δεν επηρεάζονται με την εκτέλεση της εντολής «Προσαρμογή δοκών - πλακών».

Ορατότητα πλευρών πλάκας

- **Ναι / Όχι**: Οι περιττές γραμμές του περιγράμματος πλακών (αυτές που επικαλύπτονται από τις σχεδιαστικές δοκούς) γίνονται μη-ορατές, έτσι ώστε να μην σχεδιάζονται διπλές γραμμές.



Βλ. και σχετική εντολή «Πλάκα - Αόρατη πλευρά».

Υπολογισμός μηκών πλακών

- **Ναι / Όχι**: Προσδιορίζονται οι διαστάσεις (lx, lz) των ισοδύναμων (στατικών) ορθογωνικών πλακών. Βάσει των διαστάσεων αυτών, διαστασιολογούνται οι πλάκες και υπολογίζονται οι αντιδράσεις στις δοκούς που τις στηρίζουν.

Υπολογισμός στατικού ύψους πλακών

- **Ναι / Όχι**: Προσδιορίζεται το στατικό ύψος πλακών (dx, dz) λαμβάνοντας υπόψη το πάχος τους (h) και την επικάλυψη (cnom): d = h-cnom-0,005 & h-cnom-0,015. Η μεγαλύτερη από τις δύο τιμές αποδίδεται, επίσης, αυτόματα στο πρόγραμμα στην κύρια διεύθυνση όπλισης της πλάκας.

5.1.3.2 Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση

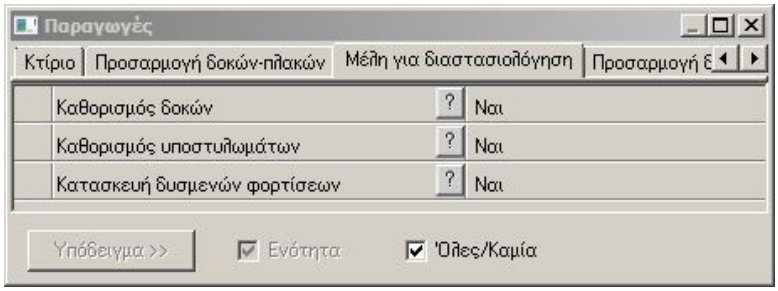


Εντολή με την οποία ενοποιούνται αυτόματα όλα τα μέλη (δοκοί και υποστυλώματα) προς διαστασιολόγηση. Ειδικά για τις δοκούς η διαδικασία αυτή αφορά μόνο τον τρέχοντα όροφο.

Η **ενοποίηση είναι αναγκαία** προκειμένου να περιγραφούν με ακρίβεια τα ελαστικά μήκη κάμψης δοκών και υποστυλωμάτων περί τους τοπικούς άξονες y και z και να εξασφαλιστεί:

- Η βέλτιστη λύση όπλισης και η ορθή διαμόρφωση των λεπτομερειών όπλισης.
- Αξιόπιστος προσδιορισμός τους μήκους καμπτικού και στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.

- Ακριβέστερος υπολογισμός των βελών κάμψης.

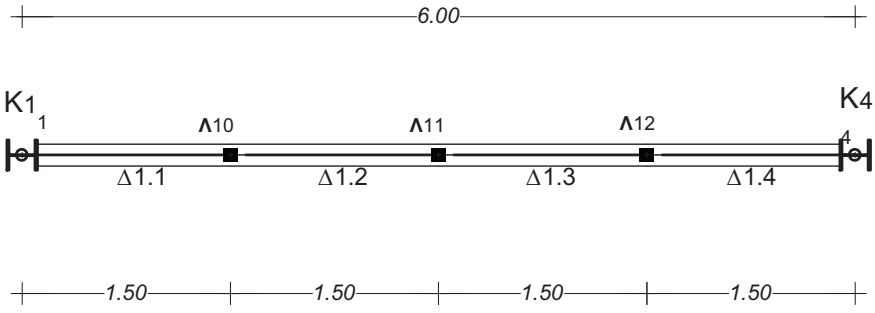


Εικόνα 5.7: *Οι παράμετροι που καθορίζουν τη λειτουργικότητα της εντολής «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση» και η προεπιλεγμένη τιμή τους.*

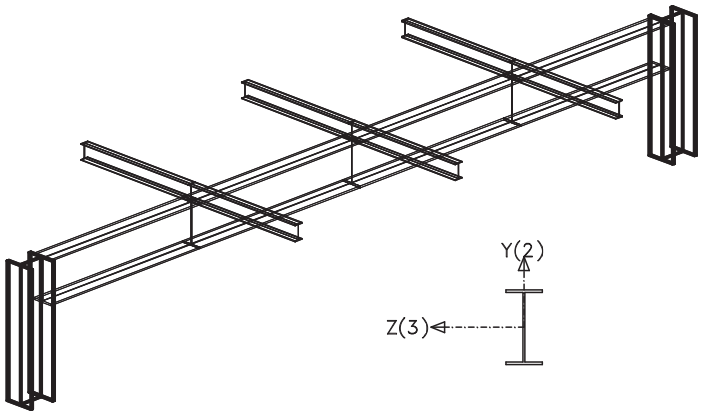
Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί ενσωματωμένα κριτήρια για να αντιληφθεί, ποια τμήματα δοκών και υποστυλωμάτων πρέπει να αποτελέσουν ενιαία μέλη για διαστασιολόγηση περί τον τοπικό άξονα ***y*** ή ***z***. Προκειμένου να λειτουργήσει ο αυτόματος καθορισμός, θα πρέπει το κάθε επιμέρους τμήμα να:

- έχει ίδιο όνομα με τα υπόλοιπα,
- έχει κοινό κόμβο με τα υπόλοιπα,
- όλα τα τμήματα να είναι συνευθειακά.

Ενιαία δοκός για διαστασιολόγηση θεωρείται ένα άνοιγμα δοκού που οι ακραίοι κόμβοι του εδράζονται σε υποστύλωμα ή σε κόμβο τοιχώματος ή σε δοκό με μεγαλύτερο ύψος.

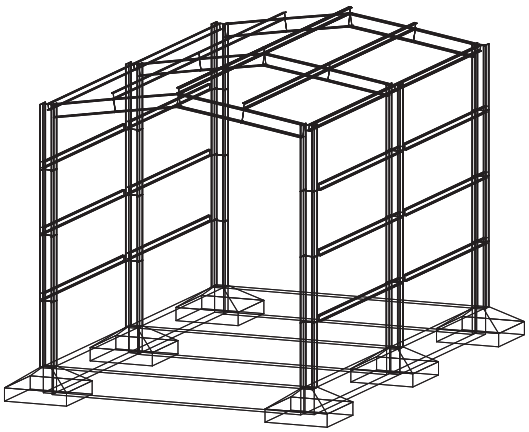


Σχήμα 5.17α: *Δοκοσειρά τεσσάρων ανοιγμάτων. Οι λοιποί κόμβοι είναι αναγκαίοι για τη στήριξη των τεγίδων.*

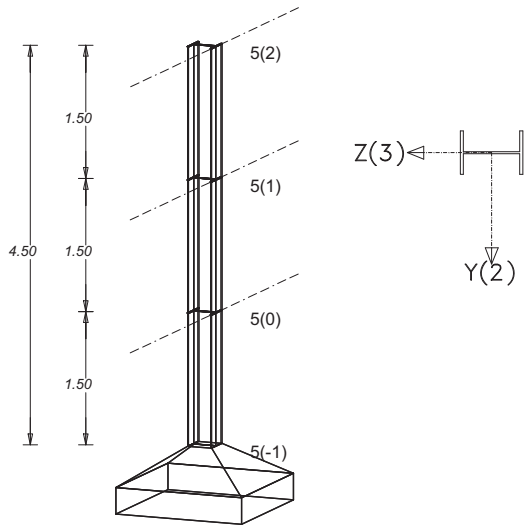


Σχήμα 5.17β: *Η δοκοσειρά κάμπτεται ως ενιαίο μέλος περί τον κύριο άξονά της z (ή 3). Το πρόγραμμα αυτόματα την αναγνωρίζει ως ενιαίο μέλος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα αυτόν. Περί τον άξονα y δεν γίνεται ενοποίηση από το πρόγραμμα, άλλωστε θεωρείται ότι οι τεγίδες παρέχουν επαρκή εξασφάλιση έναντι πλευρικού λυγισμού.*

Ενιαίο υποστύλωμα για διαστασιολόγηση σε κάθε τοπική διεύθυνση θεωρείται ένα τμήμα υποστυλώματος, του οποίου οι ακραίοι κόμβοι στηρίζονται πλευρικά από δοκό στην αντίστοιχη διεύθυνση. Τέτοια υποστυλώματα είναι αυτά, τα οποία διασπώνται σε ορόφους, π.χ. για τη στήριξη μηκίδων. Βλ. Σχήμα 5.18 και **Σχήμα 5.19**.



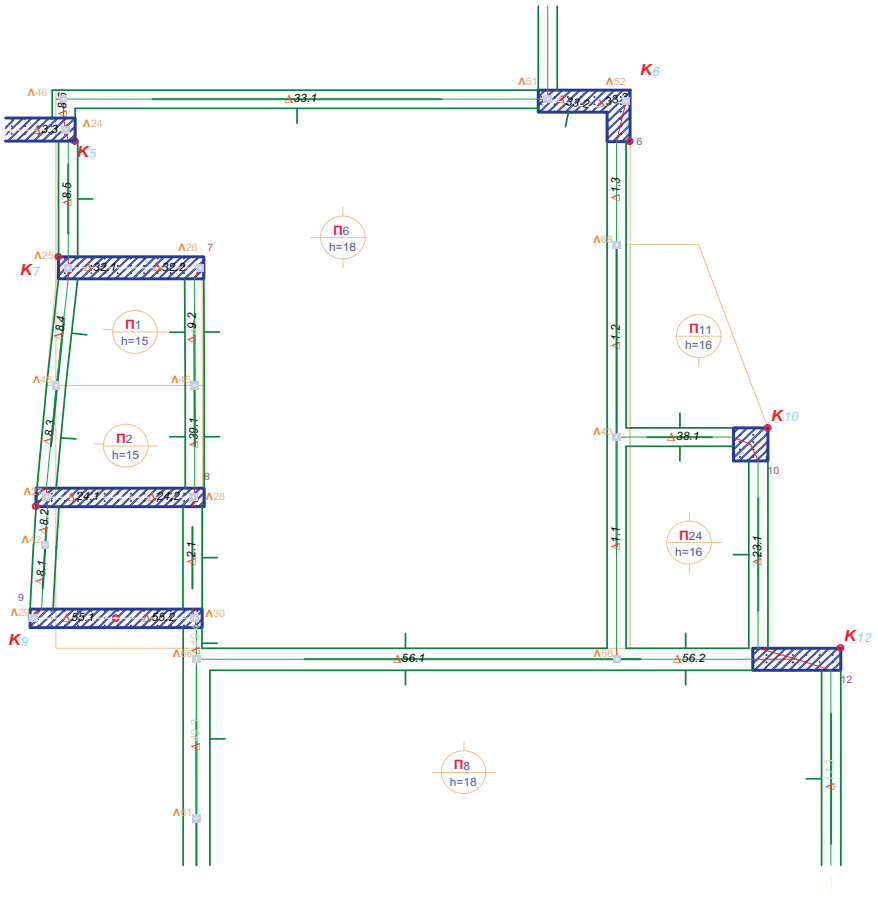
Σχήμα 5.18: *Τμήμα από μεταλλικό φορέα. Τα υποστυλώματα, λόγω των μηκίδων, παρεμποδίζονται σε λυγισμό περί την ασθενή τους διεύθυνση **z** (λυγισμός εκτός κυρίων πλαισίων), όχι όμως και περί την ισχυρή **y** (λυγισμός εντός κυρίων πλαισίων).*



Σχήμα 5.19: *Λεπτομέρεια του προηγούμενου σχήματος. Όσον αφορά τον ισχυρό τοπικό άξονα y(ή 2), το υποστύλωμα λειτουργεί ως ενιαίο μέλος με άκρα του τους κόμβους 5(-1) και 5(2). Το πρόγραμμα αυτόματα το αναγνωρίζει ως ενιαίο μέλος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα αυτόν. Περί τον άξονα* ***z*** *δεν γίνεται ενοποίηση. Άλλωστε θεωρείται ότι οι μηκίδες παρέχουν επαρκή εξασφάλιση έναντι πλευρικού λυγισμού.*

Έλεγχος στην κάτοψη - διαφανή

Με τα διαφανή «Δοκοί για διαστασιολόγηση περί τον ισχυρό άξονα z (ή 3) και «Δοκοί για διαστασιολόγηση περί τον ασθενή άξονα y (ή 2) της καρτέλας «Στατικά – Εμφάνιση» επισημαίνονται στην κάτοψη με πράσινο και μπλε χρώμα αντίστοιχα οι ενοποιημένες δοκοί προς διαστασιολόγηση. Βλ. Εικόνα 5.8.



Εικόνα 5.8: *Ενεργοποιώντας τα κατάλληλα διαφανή οι ενοποιημένες δοκοί προς διαστασιολόγηση εμφανίζονται στην κάτοψη με παχύτερη γραμμή.*

Τροποποίηση μελών για διαστασιολόγηση

Εάν ο μελετητής επιθυμεί να τροποποιήσει τα καθορισμένα από το πρόγραμμα μέλη για διαστασιολόγηση ή επιθυμεί εξ' αρχής να τα ορίσει χειροκίνητα μπορεί να το κάνει είτε μέσω πινάκων είτε μέσων εντολών στο υποστύλωμα και την δοκό. Βλέπε επόμενα.

Έλεγχος μέσω των Πινάκων

Στον Πίνακα 703 - «**Συνδεσμολογία δοκών**», εκτός από τους κόμβους αρχής και τέλους της συνδεσμολογίας των δοκών, φαίνονται και οι κόμβοι της δοκού προς διαστασιολόγηση.

Για τη μεν διεύθυνση ***y*** (ή *2*) κάθε άνοιγμα διαστασιολογείται ανεξάρτητα, οπότε **διατηρεί** τους κόμβους αρχής και τέλους της συνδεσμολογίας. Για τη δε διεύθυνση ***z*** (ή *3*), η δοκοσειρά διαστασιολογείται ως ενιαίο μέλος, οπότε όλα τα ανοίγματά της έχουν κοινούς κόμβους αρχής και τέλους.

	Διεύθυνση Y(2)		**Διεύθυνση Z(3)**	
Δοκός	**Κόμβος αρχής για διαστασιολόγηση**	**Κόμβος τέλους για διαστασιολόγηση**	**Κόμβος αρχής για διαστασιολόγηση**	**Κόμβος τέλους για διαστασιολόγηση**
Δ1.1	1	10	1	4
Δ1.2	10	11	1	4
Δ1.3	11	12	1	4
Δ1.4	12	4	1	4

Πίνακας 5.1: *Πίνακας 703 - «Συνδεσμολογία δοκών».*

Στον Πίνακα 702 **-** «**Συνδεσμολογία υποστυλωμάτων**», εκτός από τους κόμβους αρχής και τέλους της συνδεσμολογίας, φαίνονται και οι κόμβοι του υποστυλώματος προς διαστασιολόγηση.

Για τη μεν ισχυρή διεύθυνση ***y*** (ή *2*) το υποστύλωμα διαστασιολογείται ως ενιαίο μέλος, οπότε όλα τα επιμέρους υποστυλώματα έχουν κοινούς κόμβους αρχής και τέλους. Κατά την ασθενή διεύθυνση ***z*** (ή *3*), κάθε υποστύλωμα διαστασιολογείται ανεξάρτητα, οπότε διατηρεί τους κόμβους αρχής και τέλους της συνδεσμολογίας.

	Διεύθυνση Y(2)		**Διεύθυνση Z(3)**	
Υποστ.	Κόμβος αρχής για διαστασιολόγηση	Κόμβος τέλους για διαστασιολόγηση	Κόμβος αρχής για διαστασιολόγηση	Κόμβος τέλους για διαστασιολόγηση
K5(0)	5(-1)	5(2)	5(-1)	5(0)
K5(1)	5(-1)	5(2)	5(0)	5(1)
K5(2)	5(-1)	5(2)	5(1)	5(2)

Πίνακας 5.2: *Πίνακας 702 - «Συνδεσμολογία υποστυλωμάτων».*

Εντολές τροποποίησης μελών για διαστασιολόγηση

Με τις εντολές «Δοκός για διαστασιολόγηση» και αντίστοιχα «Υποστύλωμα για διαστασιολόγηση» παρέχεται στον μελετητή η δυνατότητα να ενοποιήσει δοκούς ή υποστυλώματα σε ενιαίο μέλος για διαστασιολόγηση ή και να διασπάσει τα ήδη ενοποιημένα μέλη σε επιμέρους τμήματα.

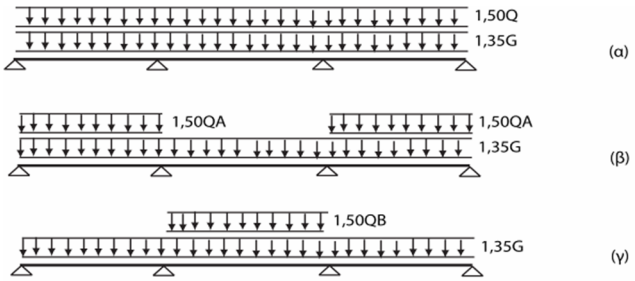
Παρατήρηση

Κατά τη διαστασιολόγηση δοκών / υποστυλωμάτων αξιολογούνται και τα διαγράμματα ροπών και τεμνουσών και ενδέχεται τελικά να προκύψουν διαφορετικά μέλη για διαστασιολόγηση.

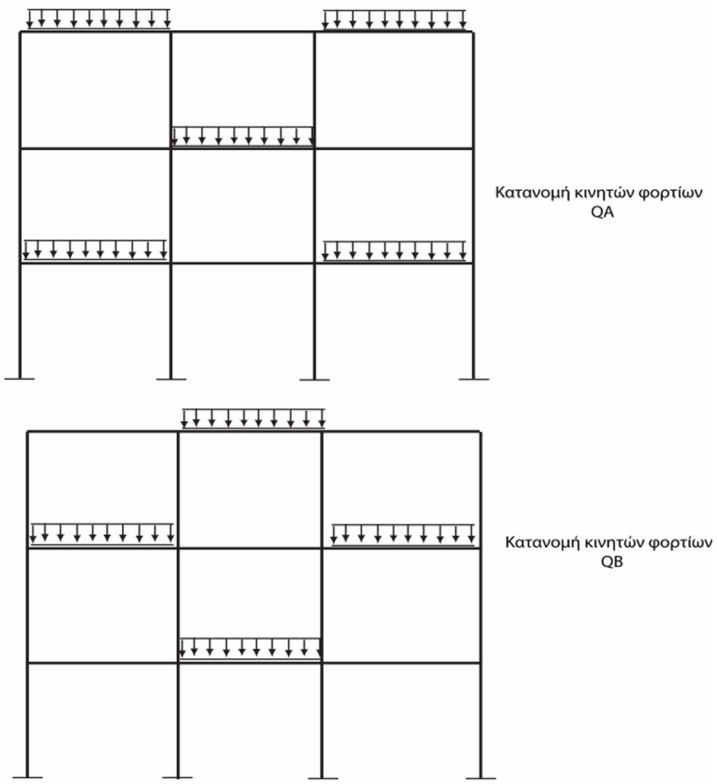
Κατασκευή δυσμενών φορτίσεων

► **Ναι**: Εφόσον η τιμή της παραμέτρου «Κτίριο > Δράσεις > Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις δοκών» είναι «Ναι», τότε μετά τον «Καθορισμό μελών για διαστασιολόγηση» παράγονται φορτίσεις QA & QB από την εναλλάξ φόρτιση ανοιγμάτων και ορόφων (βλ. Σχήμα 5.21) με το μεταβλητό φορτίο σχεδιασμού βάσει της EC2-1-1 §5.1.3(1)A(α), ώστε να προκύψει η κρίσιμη εντατική κατάσταση για το άνοιγμα (θετικές ροπές) της δοκού. Βλ. και EC3-1-1 παράρτ. AB.2(1)B(α).

Οι φορτίσεις αυτές εμφανίζονται στον Πίνακα 803 ως οι στήλες «qy κινητά A'» & «qy κινητά B'» και υπολογίζονται από την τιμή του κατακόρυφου φορτίου qy & qy_πλακών πολλαπλασιασμένη με τον συντελεστή λ, ο οποίος λαμβάνει τιμές 0 & 1 ανάλογα με το εάν το άνοιγμα φορτίζεται ή όχι.



Σχήμα 5.20: *Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις σε συνεχείς δοκούς.*



Σχήμα 5.21: *Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις σε πλαίσια.*

► **Όχι**: Η εντολή «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση» δεν μεταβάλλει τις δυσμενείς φορτίσεις του Πίνακα 803.

5.1.3.3 Προσομοίωση πεδίλων



Τοποθετεί τις δοκούς προσομοίωσης πεδίλων και τους αντίστοιχους κόμβους σε κατάλληλες θέσεις, έτσι όπως προκύπτουν από τις νέες διαστάσεις των πεδίλων. Γίνεται, δηλαδή, αυτομάτως η ανάλυση κάθε πέδιλου σε ένα ειδικό μοντέλο υπολογισμού. Το μοντέλο αυτό αποτελείται από 4 μέλη που εδράζονται επί ελαστικού εδάφους. Το κάθε μέλος ενώνει το Κ.Β. της διατομής του ίχνους του υποστυλώματος (κάτω κόμβος του) με τον λοιπό κόμβο που βρίσκεται στην παρειά του πέδιλου.

5.1.3.4 Διαστασιολόγηση πεδίλων



Υπολογίζει τις βέλτιστες διατομές πεδίλων. Η διαστασιολόγηση θα γίνει με τα δεδομένα της τελευταίας επίλυσης. Η εντολή αυτή δεν τροποποιεί τις πεδιλοδοκούς ή τις συνδετήριες δοκούς που ήδη έχουν διαμορφωθεί στη

θεμελίωσή σας. Επίσης, οι εκκεντρότητες Cx, Cz των πεδίλων παραμένουν αμετάβλητες.

Αν έχετε μικτή θεμελίωση (πέδιλα - πεδιλοδοκούς) και έχετε ήδη κάνει μια επίλυση, τότε με τη «Διαστασιολόγηση πεδίλων» το πρόγραμμα διαστασιολογεί τα πέδιλα και μόνο αυτά.

5.1.3.5 Προσαρμογή θεμελίωσης



Γίνεται προσαρμογή των κόμβων θεμελίωσης στις σωστές τους θέσεις, ώστε στην περίπτωση που έχουν γίνει αλλαγές στις θέσεις των υποστυλωμάτων του κατώτατου ορόφου, τα υποστυλώματα αυτά να παραμείνουν κατακόρυφα με κατάλληλη οριζόντια κίνηση των κόμβων θεμελίωσης. Δηλαδή, το πρόγραμμα αυτόματα εκχωρεί στους κόμβους πόδα των υποστυλωμάτων τις ίδιες συντεταγμένες X και Z με αυτές του κόμβου τέλους (κεφαλή) του υποστυλώματος.

5.1.3.6 Υπολογισμός αδρανειακών χαρακτηριστικών μελών κτιρίου



Το πρόγραμμα κάνει αυτόματα τον υπολογισμό των αδρανειακών μεγεθών των διατομών του φορέα από τις γεωμετρικές διαστάσεις τους, αλλά και ενημερώνει τις παραμέτρους του υλικού με βάση τον τύπο του υλικού. Αν ο χρήστης επιθυμεί να τροποποιήσει κάποιο από τα στοιχεία αυτά, μπορεί να παρέμβει στις παραμέτρους του π.χ. μέσω των πινάκων.

Με την εντολή αυτή ακυρώνονται πιθανές αλλαγές από μέρους του χρήστη για όλα τα στοιχεία, εκτός από αυτά που έχουν την παράμετρο «Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων = Όχι». (βλ. παρ/τρο στην «Διατομή» και στους πίνακες 202.1 & 402.1 του προγράμματος).

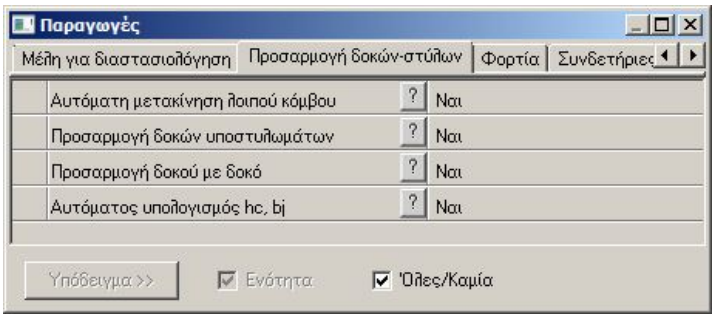
Σημείωση

- Απαιτείται ο υπολογισμός των αδρανειακών χαρακτηριστικών του κτιρίου, όταν τροποποιηθούν οι συντελεστές δυσκαμψίας. Βλ. και «Κτίριο > Αντισεισμικός > Συντελεστές δυσκαμψίας».
- Με εκτέλεση της εντολής οι παράμετροι του υλικού θα τροποποιηθούν ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου «

5.1.3.7 Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων



Εντολή που εκτελεί τις ενέργειες που αναλύονται ακολούθως, ανάλογα και με τις τιμές των σχετικών παραμέτρων στον τρέχοντα όροφο:



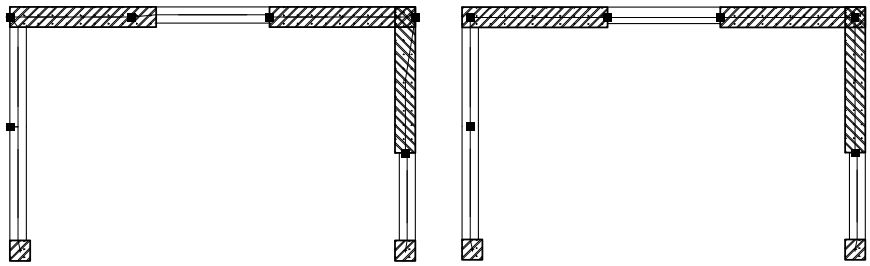
Εικόνα 5.9: Οι παράμετροι που καθορίζουν τη λειτουργικότητα της εντολής «Προσαρμογή δοκών - υποστυλωμάτων» και η προεπιλεγμένη τιμή τους.

Αυτόματη μετακίνηση λοιπού κόμβου

Τακτοποιούνται αυτόματα στα σημεία τομής των αξόνων των δοκών όλοι οι λοιποί κόμβοι του τρέχοντος ορόφου ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα μήκη των άκαμπτων απολήξεων. Βλ. Σχήμα 5.22α.

Πιο συγκεκριμένα, με την εκτέλεση της «Προσαρμογής δοκών - υποστυλωμάτων»:

- Οι λοιποί κόμβοι μετακινούνται στο σημείο τομής των κεντροβαρικών αξόνων όλων των συντρεχουσών δοκών. Εξαιρούνται οι λοιποί κόμβοι που είναι ίχνη βάσης υποστυλωμάτων.
- Σε περίπτωση που ο λοιπός κόμβος είναι κόμβος τοιχώματος ($lw / bw \geq 4$), αυτός μετακινείται στο μέσον του πλησιέστερου άκρου του τοιχώματος. Εφαρμόζεται κυρίως μετά από αλλαγή διαστάσεων τοιχώματος.
- Σε διασταύρωση δύο τοιχωμάτων, ο λοιπός κόμβος που βρίσκεται στη γωνία μετακινείται στο σημείο τομής των διαμηκών αξόνων τους.

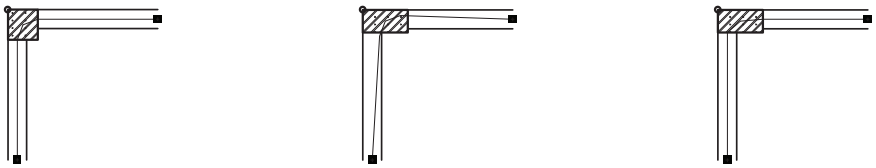


Σχήμα 5.22α: *Η εντολή «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων» τακτοποιεί τους λοιπούς κόμβους της κάτοψης του τρέχοντος ορόφου.*

Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων

Αυτόματα μεταβάλλεται το μήκος όλων των δοκών του ορόφου, έτσι ώστε αυτές να εφάπτονται με τα υποστυλώματα, στα οποία συντρέχουν, και να σχεδιάζονται σωστά στον ξυλότυπο. Επίσης, υπολογίζει και επανασχεδιάζει στις σωστές θέσεις τις άκαμπτες απολήξεις όλων των δοκών.

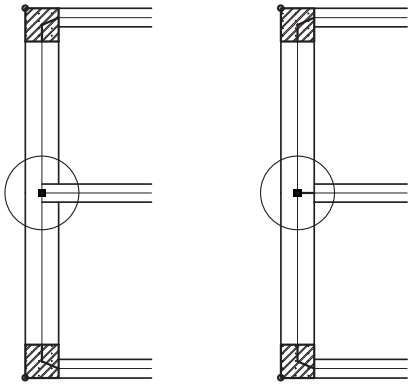
Η εντολή «Προσαρμογή δοκών - υποστυλωμάτων» πρέπει να δίνεται μετά από αλλαγή διατομής υποστυλώματος (Σχήμα 5.22β) ή κίνηση λοιπού κόμβου, προκειμένου να διορθώνονται οι μικρές εκκεντρότητες που δημιουργούνται.



Σχήμα 5.22β: *Για να διορθωθεί το πρόβλημα που δημιουργείται μετά από αλλαγή διαστάσεων υποστυλώματος (π.χ. από 40/40 σε 60/30) θα πρέπει να εκτελεστεί η εντολή «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων».*

Προσαρμογή δοκού με δοκό

Η λειτουργία αυτή μεταβάλει αυτόματα τα μήκη των δοκών, έτσι ώστε το σχεδιαστικό μήκος καθώς και το ελαστικό μήκος να αποκτούν ρεαλιστικές τιμές ταυτόχρονα με την επίτευξη του στόχου ελαχιστοποίησης του μήκους των άκαμπτων απολήξεων. Αυτή η επέκταση είναι πάντα ευθύγραμμη κατά μήκος του άξονα που ορίζεται από την σχεδιαστική δοκό, χωρίς ποτέ να μεταβάλλεται η κλίση της.



Σχήμα 5.22γ: *Με την εντολή «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων» η στηριζόμενη δοκός μεταβάλλει το σχεδιαστικό της μήκος και την*

άκαμπτη απόληξή της, προκειμένου να εφάπτεται στην παρειά της στηρίζουσας.

Παρατήρηση

Προκειμένου να λειτουργήσει σωστά η προσαρμογή δοκού με δοκό, θα πρέπει να έχει προηγηθεί ο (αυτόματος) καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση.

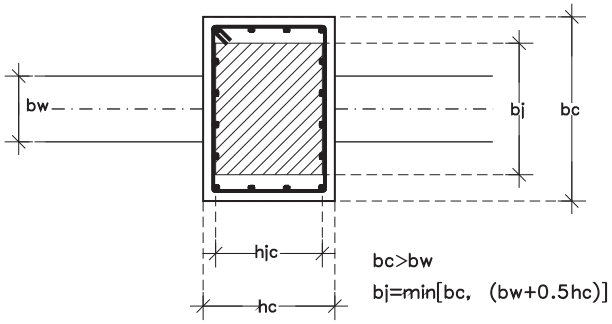
Αυτόματος Υπολογισμός hc, bj

Τα **hc** και **bj** είναι οι διαστάσεις του πυρήνα κόμβου δοκού – υποστυλώματος τις οποίες χρησιμοποιεί ο «Έλεγχος διάτμησης κόμβου» κύριων δοκών – υποστυλωμάτων σε κατασκευές **ΚΠ Υ**. Βλ. EC8- §5.53.3. Συγκεκριμένα:

- **hc** είναι το μήκος του υποστυλώματος παράλληλα στη δοκό.
- **bj** είναι το δρών πλάτος κόμβου και ορίζεται ως ακολούθως, σύμφωνα με τον EC8-1 §5.5.3.3(2), σχέση (5.34):
  - **εάν** $b_w < b_c$ ***τότε*** $\boldsymbol{b_j} = \min\{b_c; (b_w+0{,}5\cdot h_c)\}$
  - **εάν** $b_w > b_c$ ***τότε*** $\boldsymbol{b_j} = \min\{b_w; (b_c+0{,}5\cdot h_c)\}$

Παρατήρηση

Οι τιμές των $\mathbf{h_c}$ και $\mathbf{b_j}$ εμφανίζονται στον πίνακα 408.1 για τον κόμβο αρχής και τέλους της δοκού, ενώ για την παράμετρο «Έλεγχος διάτμησης κόμβου» βλ. «Κτίριο/Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα».



Σχήμα 5.23: *Ορισμός των hc, bj και hjc για τους ελέγχους διάτμησης και συνάφειας κόμβων.*

Το **hc** χρησιμοποιείται γενικά στον έλεγχο επάρκειας μήκους αγκύρωσης ράβδων δοκού σε εξωτερικό κόμβο (EC2-1-1 §8), καθώς επίσης στον έλεγχο συνάφειας ράβδων κύριας δοκού σε εσωτερικό και εξωτερικό κόμβο (EC8-1 §5.6.2.2). Βλ.

παραμέτρους «Κτίριο/Δοκός > Οπλισμός > Εφαρμογή μηκών κοπής σιδήρων για μήκη ράβδων στα 12m, ή 14m

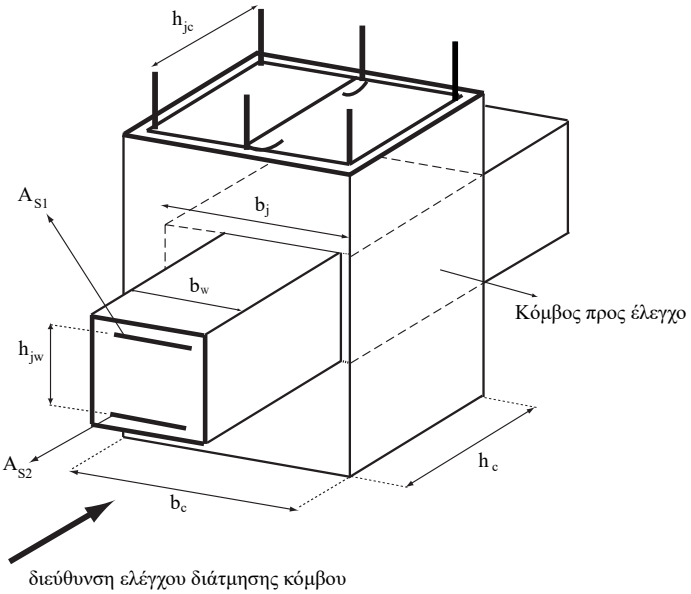
Ναι/Όχι: Με επιλογή της συγκεκριμένης παραμέτρου (=Ναι) γίνεται τυποποίηση των μηκών κοπής των ράβδων σε συγκεκριμένες ομάδες με σκοπό τη μείωση της φύρας του *χρησιμοποιούμενου* οπλισμού.

Τεμαχισμός Ράβδων											
Τμήμα	**Ράβδος μήκους L=12m**										
1ο	1.0	1.09	1.2	1.33	1.5	1.71	2.0	2.4	3.0	4.0	6.0
2ο	11.0	10.91	10.8	10.67	10.5	10.29	10.0	9.6	9.0	8.0	6.0
	Ράβδος μήκους L=14m										
1ο	1.4	1.55	1.75	2.0	2.33	2.8	3.5	4.65	7.0		
2ο	12.6	12.45	12.25	12.0	11.67	11.2	10.5	9.35	7.0		

Πίνακας 4.24 *Προκαθορισμένα μήκη για τον τεμαχισμό των σιδήρων 12m και 14m με χρήση της παραμέτρου «Εφαρμογή μηκών κοπής σιδήρων για μήκη ράβδων 12m ή 14m».*

Εφαρμογή κανόνων αγκύρωσης» και «Κτίριο/Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα > Έλεγχος συνάφειας κόμβου».

- **Ναι**: Με την εντολή «Προσαρμογή δοκών-υποστυλωμάτων» προσδιορίζονται τα hc και bj. Οποιαδήποτε αλλαγή έχει γίνει από τον μελετητή στον Πίνακα 408.1 σχετικά με τις τιμές των h_c και b_j αναιρείται με την εκτέλεση της εντολής.
- **Όχι**: Γίνεται «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων» χωρίς τον επαναπροσδιορισμό των h_c και b_j.

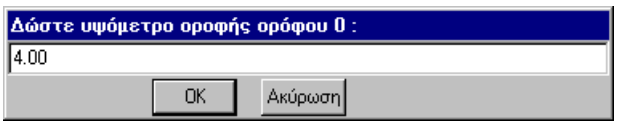


Σχήμα 5.24: *Κόμβος δοκού – υποστυλώματος και αναπαράσταση δεδομένων που υπεισέρχονται στον έλεγχο διάτμησης κόμβου.*

5.1.3.8 Αλλαγή υψομέτρου στάθμης



Εισάγετε το νέο υψόμετρο στάθμης του τρέχοντος ορόφου. Αυτόματα, η συντεταγμένη Y όλων των κόμβων (υποστυλωμάτων και λοιπών κόμβων) και των πλακών του συγκεκριμένου ορόφου θα γίνει ίδια με τη τιμή του υψομέτρου που πληκτρολογήθηκε. Ο προσδιορισμός του υψομέτρου ενός ορόφου δεν επηρεάζει τα υψόμετρα των άλλων ορόφων.



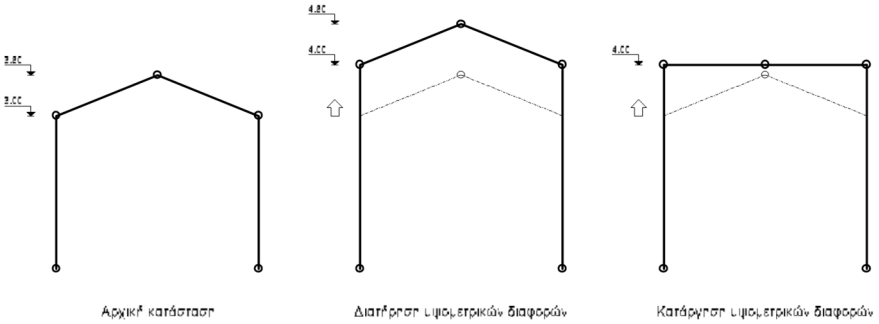
Εικόνα 5.10: *Παράθυρο εντολής «Αλλαγή υψομέτρου στάθμης».*

Παρατήρηση

Πότε δεν πρέπει να χρησιμοποιείται η εντολή:

- Όταν είναι επιθυμητό να διατηρηθούν τυχόν υψομετρικές διαφορές μεταξύ των κόμβων του ορόφου, π.χ. όταν υπάρχουν κεκλιμένες δοκοί, στέγες, κτλ. (βλ. Σχήμα 5.25).
- Σε περίπτωση ύπαρξης μεσοδοκού στον όροφο. Βλ. Σχήμα 5.1

Σε περιπτώσεις όπως οι παραπάνω η αλλαγή υψομέτρου θα πρέπει να γίνει από τη γραμμή επιλογής ορόφων και υψομέτρων τους (§2.1.6) ή από την παράμετρο «Όροφος > Γενικά > Υψόμετρο οροφής ορόφου» (§4.2.1.1).



Σχήμα 5.25: *Η αλλαγή του υψομέτρου μέσω της γραμμής επιλογής ορόφου ή μέσω της παραμέτρου «Όροφος > Γενικά > Υψόμετρο οροφής ορόφου»* ***διατηρεί*** *τις υψομετρικές διαφορές των κόμβων. Η αλλαγή μέσω της εντολής «Παραγωγές - Αλλαγή υψομέτρου στάθμης» τις εξαλείφει.*

5.1.3.9 Κατακορύφωση υποστυλωμάτων



Όταν υπάρχει αλλαγή διατομής των υποστυλωμάτων καθ' ύψος, ο κεντροβαρικός άξονας ενδέχεται να είναι μετατοπισμένος μεταξύ των ορόφων, δηλαδή οι κόμβοι αρχής και τέλους του υποστυλώματος δεν έχουν τις ίδιες συντεταγμένες X, Z.

Κάθε φορά που εκτελείται η εντολή «Κατακορύφωση υποστυλωμάτων» και εφόσον η παράμετρος «Παραγωγές > Προσαρμογή δοκών – πλακών > **Error! Reference source not found.**» = «Ναι», τότε γίνεται κατακορύφωση υποστυλωμάτων με δημιουργία άκαμπτων απολήξεων.

Παρατήρηση

Δεδομένων των απαιτήσεων που θέτει ο έλεγχος συνάφειας κόμβου για τις ελάχιστες διστάσεις των υποστυλωμάτων και την κρισιμότητά του σε ψηλότερους ορόφους, **δεν κρίνεται σκόπιμη** η απομείωση των διαστάσεων καθ' ύψος.

5.1.3.10 Όλοι οι όροφοι (Προσαρμογή, κατακορύφωση, μέλη για διαστασιολόγηση)



Η εντολή αυτή εκτελεί για **όλους του ορόφους** τις ακόλουθες εντολές:

- Προσαρμογή δοκών - πλακών
- Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων
- Καθορισμό μελών για διαστασιολόγηση

- Προσαρμογή θεμελίωσης
- Κατακορύφωση υποστυλωμάτων
- Υπολογισμός αδρανειακών χαρακτηριστικών μελών κτιρίου και ενημέρωση των ιδιοτήτων του υλικού βάσει της επιλεγμένης ποιότητας σκυροδέματος ή χάλυβα.

5.1.3.11 Παραγωγή διατομών από τρέχοντα όροφο



Εντολή που αφορά τον έλεγχο διατομής υποστυλώματος. Βλ. §8.7.2 του κεφαλαίου «Έλεγχος επάρκειας υποστυλωμάτων».

5.1.3.12 Μαζική αλλαγή διατομών



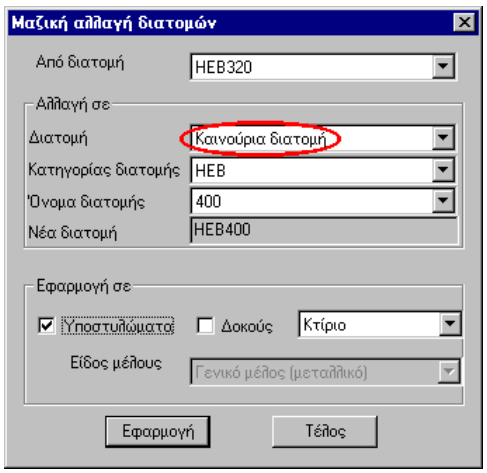
Εντολή, με την οποία τροποποιείται μαζικά η διατομή μεταλλικών δοκών ή υποστυλωμάτων. Υπάρχει η δυνατότητα η αλλαγή να αφορά συγκεκριμένο όροφο ή όλο το κτίριο, ενώ για τις δοκούς μπορεί να επιλεγεί και το είδος του μέλους (τεγίδα, ελκυστήρας κλπ).

Για παράδειγμα, για να αντικατασταθούν μαζικά οι διατομές των υποστυλωμάτων του κτιρίου από HEB320 σε HEB400, τα βήματα έχουν ως εξής (βλ. και Εικόνα 5.11):

- Εντολή «Παραγωγές - Μαζική αλλαγή διατομών»
- Στη θέση «**Από διατομή**» επιλέγεται η διατομή των υπαρχόντων υποστυλωμάτων (HEB320) από τη λίστα.
- Στη θέση «**Αλλαγή σε διατομή**» επιλέγεται η «Καινούρια διατομή». Αν ήδη είχε χρησιμοποιηθεί στον τρέχοντα φορέα η επιθυμητή διατομή, θα ήταν ευκολότερο να επιλεγεί απευθείας από τη λίστα.
- Ως «**Κατηγορία διατομής**» επιλέγεται η «HEB» και ως «**Όνομα διατομής**» επιλέγεται το «400».
- Επιλέγεται (τσεκάρεται) το «**Εφαρμογή σε υποστυλώματα**» και το «**Κτίριο**».
- Δίνεται η εντολή «**Εφαρμογή**» για να γίνει η αντικατάσταση.
- Δίνεται η εντολή «**Τέλος**» για να κλείσει το παράθυρο.

Σημείωση

Μπορούν να γίνουν διαδοχικά περισσότερες από μία αλλαγές, αρκεί για κάθε μία να δίνεται και η εντολή «**Εφαρμογή**». Το παράθυρο κλείνει μόνο όταν επιλεγεί «**Τέλος**».



Εικόνα 5.11: *Παράδειγμα μαζικής τροποποίησης της διατομής όλων των υποστυλωμάτων του κτιρίου από HEB320 σε HEB400. Ως νέα διατομή μπορεί να επιλεγεί είτε κάποια από αυτές που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί στον φορέα είτε μια «**νέα διατομή**».*

5.1.3.13 Τοποθέτηση ονομάτων και οπλισμών

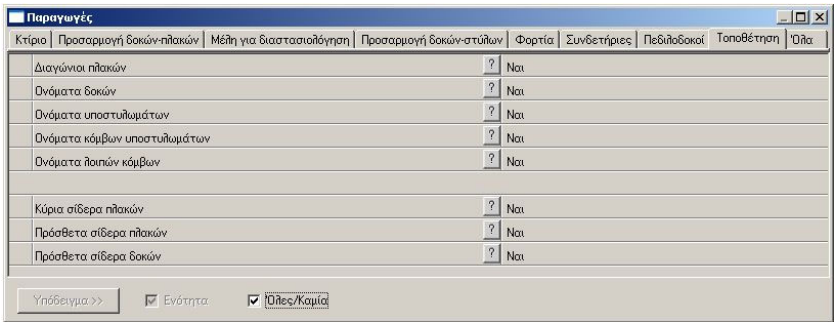


Είναι δυνατή η αλλαγή της θέσης των ράβδων οπλισμού / ονομάτων ενός ορόφου (του τρέχοντα) με βάση άλλον (πρότυπο). Η εντολή «Τοποθέτηση ονομάτων και οπλισμών» κάνει αυτόματη τακτοποίηση των στοιχείων που επιλέγει ο χρήστης (κύρια σίδερα πλακών, ονόματα υποστυλωμάτων κ.λ.π., βλ. Εικόνα 5.12) στην κάρτα «Τοποθέτηση» των παραμέτρων των «Παραγωγών». Δεν αλλάζει τις τιμές των οπλισμών, παρά μόνο τις θέσεις τους στην κάτοψη.

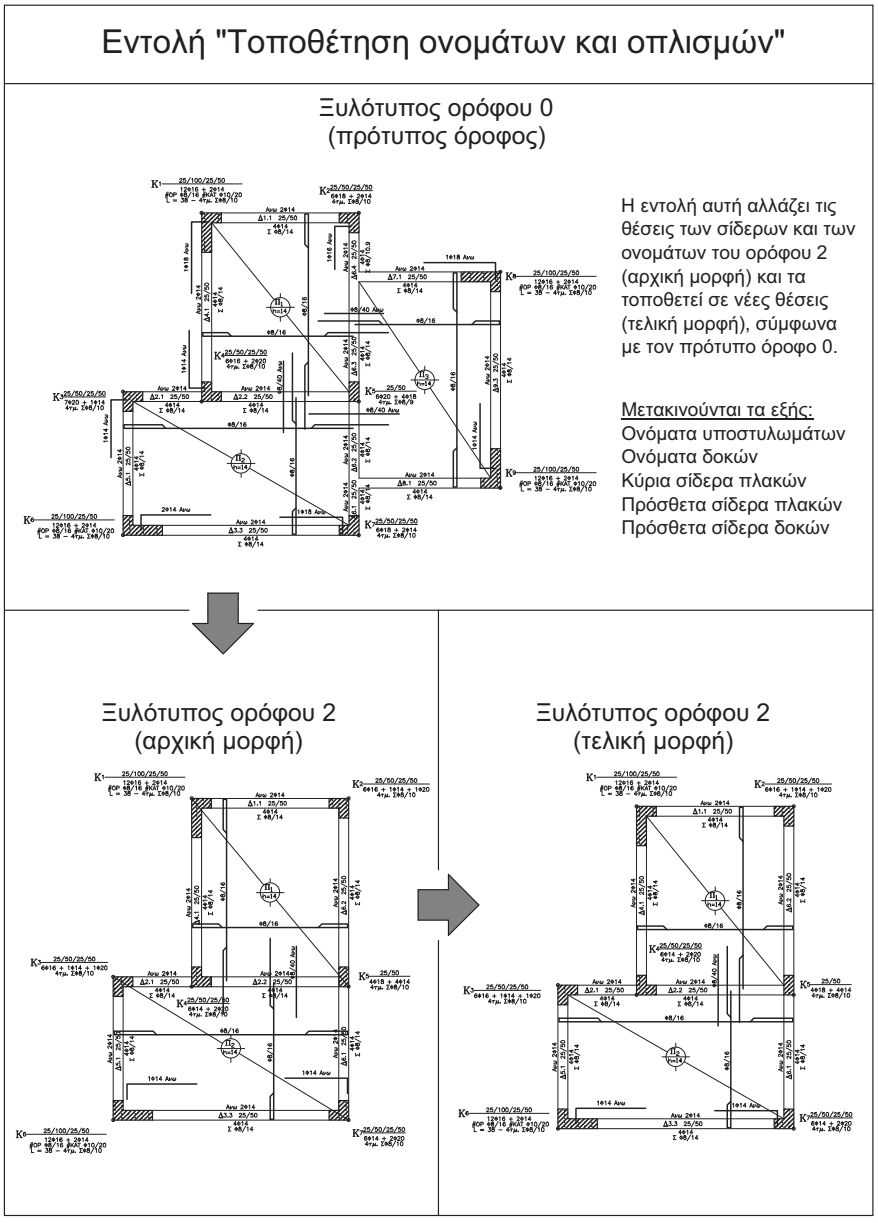
Χρησιμεύει για να αυξηθεί η παραγωγικότητα του μελετητή, καθώς μετά την τελική τακτοποίηση ενός (τυπικού ή σχεδόν τυπικού) ορόφου μπορεί με την εντολή αυτή να διαμορφώσει και τους υπόλοιπους.

Σημείωση

Βλ., επίσης, και §8.2.2 «Εργαλειοθήκη της Διατομής», όπου η εντολή «**Τακτοποίηση λεπτομερειών υποστυλωμάτων καθ' ύψος**» προσφέρει την αντίστοιχη ευκολία στην τακτοποίηση των λεπτομερειών υποστυλωμάτων.



Εικόνα 5.12: *Οι παράμετροι που καθορίζουν τα στοιχεία της τρέχουσας κάτοψης που θα μετακινηθούν στις νέες θέσεις, όταν δοθεί η εντολή «Τοποθέτησης ονομάτων και οπλισμών» των Παραγωγών.*



Σχήμα 5.26: *Παράδειγμα εφαρμογής της αυτόματης τοποθέτησης ονομάτων και οπλισμών.*

5.1.3.14 Παραγωγή συνδυασμών δράσεων



Το πρόγραμμα μέσω της εντολής «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων» παράγει και εμφανίζει αυτόματα στον Πίνακα 816 τους συνδυασμούς δράσεων για τους ελέγχους στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας και Λειτουργικότητας βάσει του EC0 §6 (βλ. και §7.4.8 Συνδυασμοί δράσεων). Η εντολή αυτή λειτουργεί για τις προεπιλεγμένες δράσεις του προγράμματος:

- Μόνιμες δράσεις G
- Μεταβλητή δράση Q
- Δυσμενής μεταβλητή δράση QA
- Δυσμενής μεταβλητή δράση QB
- Άνεμος ± x [W(± x)]
- Άνεμος ± z [W(± z)]
- Χιόνι S
- Ατέλειες ±x [I(± x)]
- Ατέλειες ± z [I(± z)]

Συνδυασμοί δράσεων, οι οποίοι εμπλέκουν και δράσεις πέρα από τις παραπάνω (π.χ. θερμοκρασιακές φορτίσεις), θα πρέπει να εισαχθούν στον Πίνακα 816 από τον μελετητή.

5.1.3.15 Υπολογισμός ατελειών χωρικού πλαισίου



Με την εντολή «Υπολογισμός ατελειών χωρικού πλαισίου» το πρόγραμμα δημιουργεί στον Πίνακα 808 - «**Δράσεις ατελειών**» τέσσερις νέες δράσεις, σαν αυτές που φαίνονται στον επόμενο πίνακα:

Όνομα δράσης	**Συντομογραφία**
Ατέλειες +x	I[+x]
Ατέλειες +z	I[+z]
Ατέλειες –x	I[-x]
Ατέλειες –z	I[-z]

Πίνακας 5.3: *Δράσεις ατελειών.*

Επίσης, το πρόγραμμα εισάγει αυτόματα στον Πίνακα 816 - «**Συνδυασμοί δράσεων**» όλους τους αναγκαίους συνδυασμούς αυτών των δράσεων.

816	Όνομα
1	1.35G + 1.50*0.7Q
2	1.35G + 1.50*0.7QA
3	1.35G + 1.50*0.7QB
4	ξ*1.35G + 1.50Q
5	ξ*1.35G + 1.50QA
6	ξ*1.35G + 1.50QB
7	ξ*1.35[G+I(+x)]+1.50Q+1.50*0.6W(+x)+1.50*0.5S
8	ξ*1.35[G+I(+x)]+1.50W(+x)+1.50*0.7Q+1.50*0.5S
9	ξ*1.35[G+I(+x)]+1.50S+1.50*0.7Q+1.50*0.6W(+x)
10	ξ*1.35[G+I(+x)]+1.50Q+1.50*0.5S
11	ξ*1.35[G+I(+x)]+1.50S+1.50*0.7Q
12	1.00[G+I(+x)]+1.50W(+x)
13	1.35*[G+I(+x)]+1.50*0.7Q+1.50*0.6W(+x)+1.50*0.5S
14	1.35*[G+I(+x)]+1.50*0.7Q+1.50*0.5S
15	ξ*1.35[G+I(+z)]+1.50Q+1.50*0.5S
16	ξ*1.35[G+I(+z)]+1.50S+1.50*0.7Q
17	1.35*[G+I(+z)]+1.50*0.7Q+1.50*0.5S
18	ξ*1.35[G+I(-x)]+1.50Q+1.50*0.5S
19	ξ*1.35[G+I(-x)]+1.50S+1.50*0.7Q
20	1.35*[G+I(-x)]+1.50*0.7Q+1.50*0.5S
21	ξ*1.35[G+I(-z)]+1.50Q+1.50*0.5S
22	ξ*1.35[G+I(-z)]+1.50S+1.50*0.7Q
23	1.35*[G+I(-z)]+1.50*0.7Q+1.50*0.5S
24	1.00 * G + 1.00 * Q
25	G + ψ2*Q
*	

Εικόνα 5.13: *Ο Πίνακας 816 - «Συνδυασμοί δράσεων» με τις δράσεις ατελειών και άνεμο.*

Ο μελετητής δεν έχει να κάνει καμία επιπλέον ενέργεια. Το πρόγραμμα, με την επίλυση του χωρικού, θα υπολογίσει τη συμμετοχή των δράσεων αυτών στην καταπόνηση του φορέα. Περισσότερα για τις δράσεις ατελειών δίνονται στην §7.4.6.

Σημείωση

Περισσότερα στοιχεία για την ονοματολογία και τον τρόπο χειρισμού των δράσεων δίνονται στο Κεφάλαιο 7 «Δράσεις – Φορτία», καθώς και στην §9.1 «Ονοματολογία των φορτίσεων».

5.1.3.16 Υπολογισμός φορτίων ανέμου - χιονιού





Με τις εντολές «Υπολογισμός φορτίων ανέμου» και «Υπολογισμός φορτίων χιονιού», το πρόγραμμα:

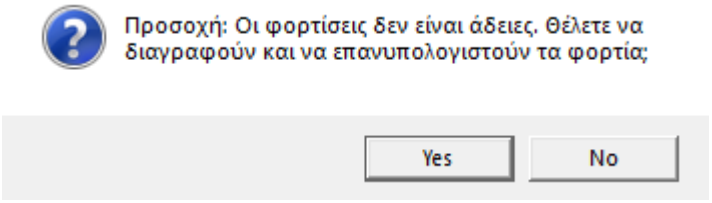
- Υπολογίζει αυτόματα τα φορτία λόγω ανέμου, ή χιονιού στο φορέα και τα επιμερίζει στα μέλη ως κατανεμημένα, για να συμπεριληφθούν στις επόμενες επιλύσεις.
- Παράγει διαγράμματα – αποτελέσματα φορτίων ανέμου / χιονιού, για να συμπεριληφθούν στο τεύχος (Τεύχος > Γενικοί έλεγχοι δομήματος) κατά τις επόμενες επιλύσεις.

Το πρόγραμμα συμπληρώνει κατάλληλα τους Πίνακες 812 - «**Είδη φορτίων μελών**», 813 - «**Φορτιζόμενες δοκοί**» και 814 - «**Φορτιζόμενα υποστυλώματα**». Τα φορτία αυτά φαίνονται και με την εντολή «Πάρε φορτία» σε οποιοδήποτε μέλος. Αντίστοιχα, είτε από τους πίνακες 812, 813, 814, είτε μέσω της εντολής «Δώσε φορτία», ο μελετητής μπορεί να τα τροποποιήσει.

Σημείωση

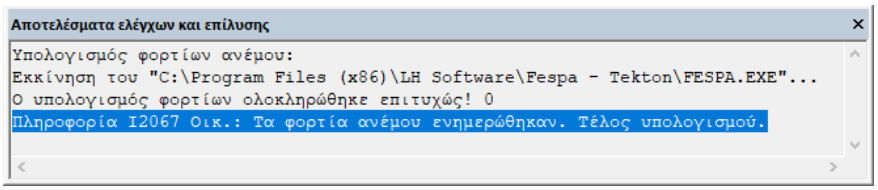
Κάθε φορά που εκτελούνται οι εντολές αυτόματου υπολογισμού φορτίων, επανυπολογίζουν και αντικαθιστούν τις όποιες φορτίσεις ανέμου, ή χιονιού, αν τυχόν προϋπήρχαν.

Στην περίπτωση αυτή, εμφανίζεται το παρακάτω μήνυμα επιβεβαίωσης:



Εικόνα 5.14: Μήνυμα επιβεβαίωσης για αυτόματο επανυπολογισμό φορτίων ανέμου / χιονιού.

Μετά την εκτέλεση των εντολών αυτών, εμφανίζεται το παράθυρο «Αποτελέσματα ελέγχων και επίλυσης», με τυχόντα μηνύματα ειδοποιήσεων / σφαλμάτων των υπολογισμών φορτίων:



Εικόνα 5.15: *Παράθυρο «Αποτελέσματα ελέγχων και επίλυσης» για υπολογισμό φορτίων ανέμου / χιονιού.*

Παρατήρηση

Προϋπόθεση για την εκτέλεση του αυτόματου υπολογισμού των φορτίων ανέμου / χιονιού, είναι να έχουν προηγηθεί τα εξής:

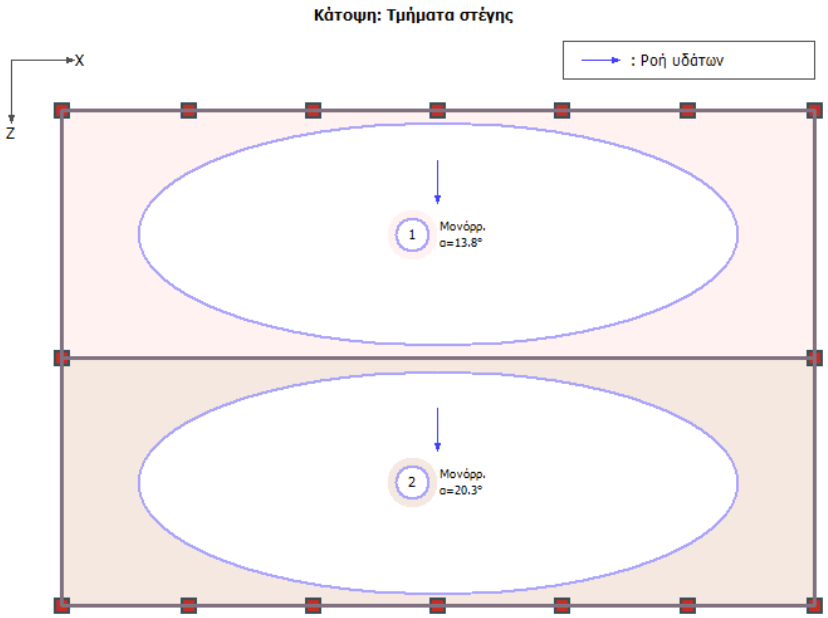
- Να έχει δοθεί η παράμετρος «Στατικά> Παραλαβή φορτίων ανέμου / χιονιού» στα κατάλληλα μέλη, ώστε να εντοπιστεί η γεωμετρία της στέγης και των τοίχων και φορτιστούν τα μέλη στα οποία στηρίζονται.
- Να έχουν επιλεχθεί οι επιθυμητές τιμές στις παραμέτρους «Κτίριο> Φορτία ανέμου και χιονιού> Άνεμος / Χιόνι> Αυτόματη παραγωγή φορτίων ανέμου / χιονιού» (Ναι / Όχι) και στη συνέχεια να έχει εκτελεστεί η εντολή «Παραγωγές> Παραγωγή συνδιασμών δράσεων», ώστε να παραχθούν οι απαιτούμενες άδειες φορτίσεις, οι οποίες θα γεμίσουν ακολούθως με τα υπολογιζόμενα φορτία.

Διαφορετικά, αν δεν πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις, βγαίνει αντίστοιχο μήνυμα στο παράθυρο «Αποτελέσματα ελέγχων και επίλυσης».

4.1.3.16.1 Αυτόματος υπολογισμός φορτίων ανέμου

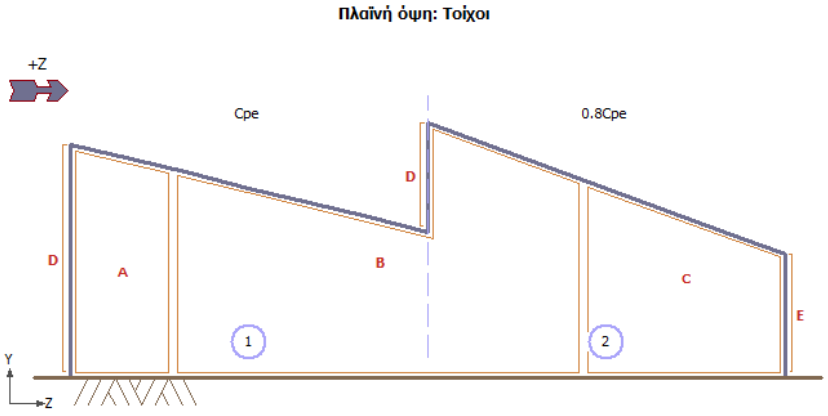
Ο αυτόματος υπολογισμός φορτίων ανέμου λειτουργεί ως εξής:

- Από τις δοκούς και τα υποστυλώματα με «Παραλαβή φορτίων ανέμου» = Ναι προσδιορίζεται η γεωμετρία των διαφόρων επιφανειών της στέγης και των τοίχων.
- Προσδιορίζονται αυτόματα τα επιμέρους τμήματα της στέγης και τα χαρακτηριστικά τους (είδος, γωνία κλίσης, κλπ), όπως και το είδος της στέγης και απεικονίζονται στο τεύχος, στο σχετικό διάγραμμα: «Κάτοψη: Τμήματα στέγης».

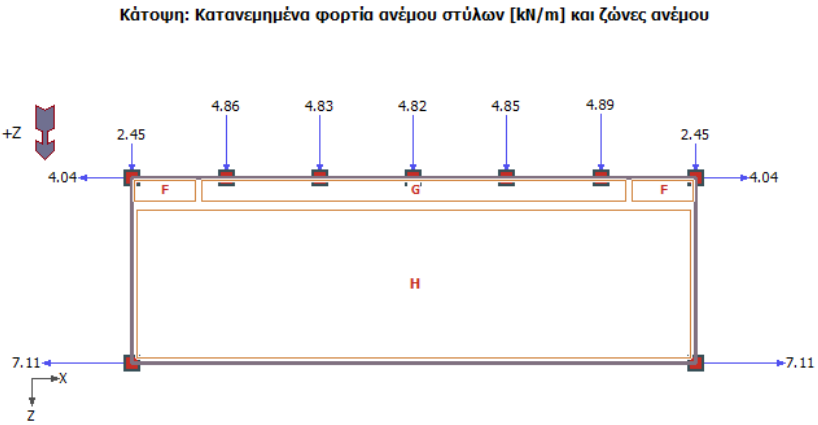


Εικόνα 5.16: Κάτοψη: Τμήματα στέγης.

- Προσδιορίζονται αυτόματα οι επιμέρους τοίχοι ανά διεύθυνση (προσήνεμος, υπήνεμος και πλαϊνοί).
- Για κάθε φόρτιση του ανέμου προσδιορίζονται αυτόματα οι ζώνες της στέγης και των τοίχων και απεικονίζονται στο τεύχος, στα σχετικά διαγράμματα: «Πλαϊνή όψη: Τοίχοι», «Προσήνεμη όψη: Τοίχοι» και «Κάτοψη: Κατανεμημένα φορτία ανέμου στύλων και ζώνες ανέμου».

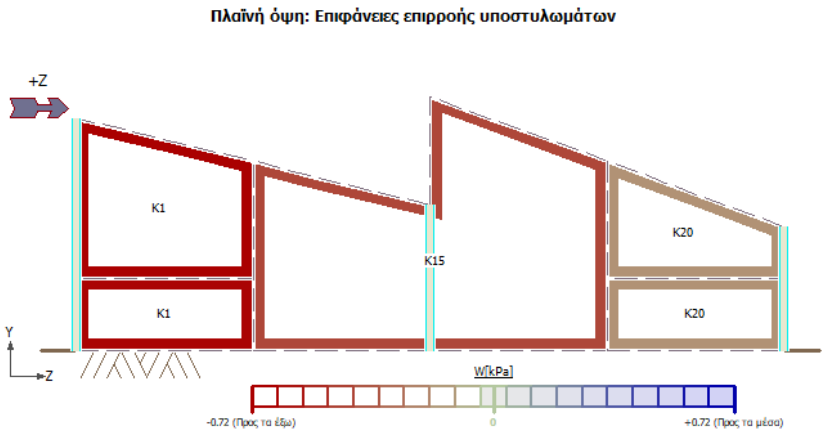


Εικόνα 5.17: Ζώνες τοίχων.

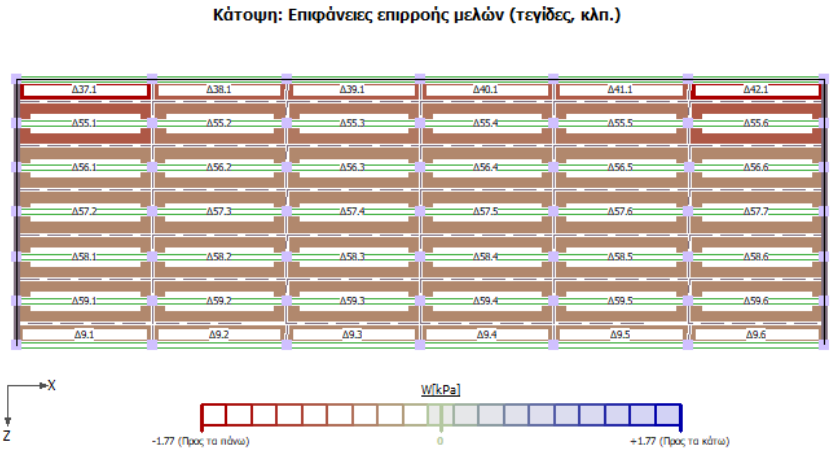


Εικόνα 5.18: Κάτοψη: Κατανεμημένα φορτία ανέμου στύλων και ζώνες ανέμου.

- Για κάθε εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου, προσδιορίζονται αυτόματα οι επιφάνειες επιρροής των μελών με «Παραλαβή φορτίων ανέμου» = Ναι και υπολογίζεται η τελική πίεση που ασκείται σ' αυτές. Από αυτή, υπολογίζονται αυτόματα τα κατανεμημένα φορτία σε κάθε μέλος. Τα προηγούμενα απεικονίζονται στο τεύχος, στα σχετικά διαγράμματα: «Πλαϊνή όψη: Επιφάνειες επιρροής υποστυλωμάτων», «Προσήνεμη όψη: Επιφάνειες επιρροής υποστυλωμάτων» και «Κάτοψη: Επιφάνειες επιρροής μελών (τεγίδες κλπ.)».



Εικόνα 5.19: Επιφάνειες επιρροής υποστυλωμάτων.



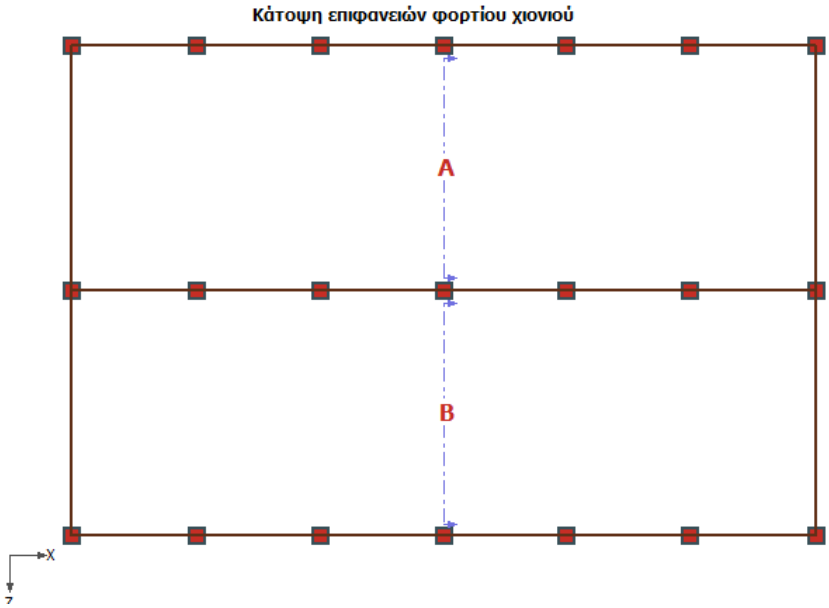
Εικόνα 5.20: Κάτοψη: Επιφάνειες επιρροής μελών (τεγίδες κλπ.).

- Τα κατανεμημένα φορτία μετά τον υπολογισμό, φαίνονται στους πίνακες 812, 813, 814 και στο 3dv. Επίσης, εάν επιλεχθεί «Επίλυση > Αποτελέσματα > Λεπτομέρεια αποτελεσμάτων επίλυσης χωρικού» = Εκτεταμένη, είναι δυνατή η επισκόπηση των κατανεμημένων φορτίων ανέμου όλων των μελών ανά φόρτιση.

4.1.3.16.2 Αυτόματος υπολογισμός φορτίων χιονιού

Ο αυτόματος υπολογισμός φορτίων χιονιού λειτουργεί ως εξής:

- Από τις δοκούς με «Παραλαβή φορτίων χιονιού» = Ναι προσδιορίζεται η γεωμετρία των διαφόρων επιφανειών της στέγης.
- Προσδιορίζονται αυτόματα οι επιμέρους επιφάνειες της στέγης και η γωνία κλίσης τους και απεικονίζονται στο τεύχος, στο σχετικό διάγραμμα: «Κάτοψη επιφανειών φορτίου χιονιού».



Εικόνα 5.21: Κάτοψη επιφανειών φορτίου χιονιού.

- Για κάθε επιφάνεια του χιονιού υπολογίζονται αυτόματα τα στοιχεία φορτίου χιονιού και απεικονίζονται στο τεύχος, στο σχετικό πίνακα: «Στοιχεία επιφανειών φορτίου χιονιού».

Στοιχεία επιφανειών φορτίου χιονιού

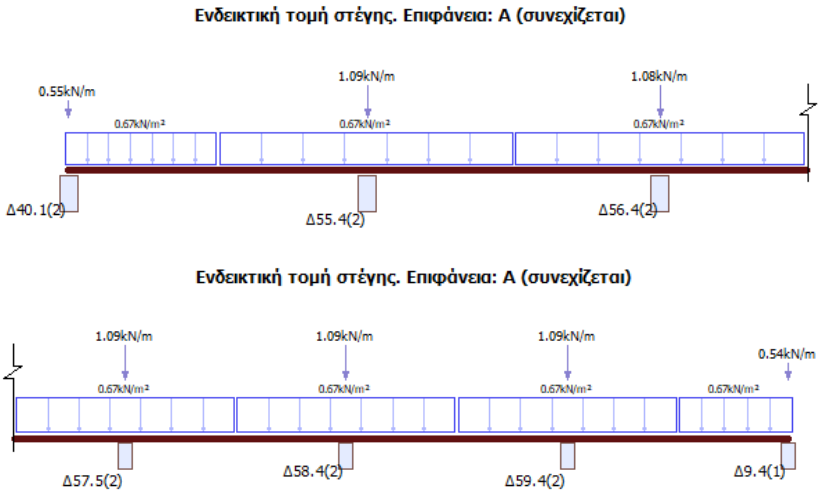
Επιφάνεια [/]	Προβαλλόμενο εμβαδό [m²]	L [m]	B [m]	Γωνία κλίσης α [°]	Συντελεστής σχήματος μ1(α) [/]	Προβαλλόμενο φορτίο χιονιού s [kN/m²]
A	288.6	29.60	9.75	13.6	0.80	0.67
B	288.6	29.60	9.75	20.3	0.80	0.67

Σημείωση:
Το φορτίο χιονιού **s** αναφέρεται σε οριζόντια προβολή της επιφάνειας της στέγης, σύμφωνα με τον EC 1-1-3, §5.2(4).

Εικόνα 5.22: Πίνακας «Στοιχεία επιφανειών φορτίου χιονιού».

- Για κάθε επιφάνεια του χιονιού, τυπώνεται ενδεικτική τομή με τα κατανεμημένα φορτία χιονιού στην επιφάνεια και σε κάθε αντίστοιχη δοκό με

«Παραλαβή φορτίων χιονιού» = Ναι. Αυτές απεικονίζονται στο τεύχος, στα σχετικά διαγράμματα: «Ενδεικτική τομή σέγης».



Εικόνα 5.23: Ενδεικτική τομή σέγης.

- Τα κατανεμημένα φορτία μετά τον υπολογισμό, φαίνονται στους πίνακες 812, 813, 814 και στο 3dv. Επίσης, εάν επιλεχθεί «Επίλυση > Αποτελέσματα > Λεπτομέρεια αποτελεσμάτων επίλυσης χωρικού» = Εκτεταμένη, είναι δυνατή η επισκόπηση των κατανεμημένων φορτίων χιονιού όλων των μελών για τη φόρτιση του χιονιού.

5.1.4 Λοιπές παράμετροι των παραγωγών

5.1.4.1 Φορτία

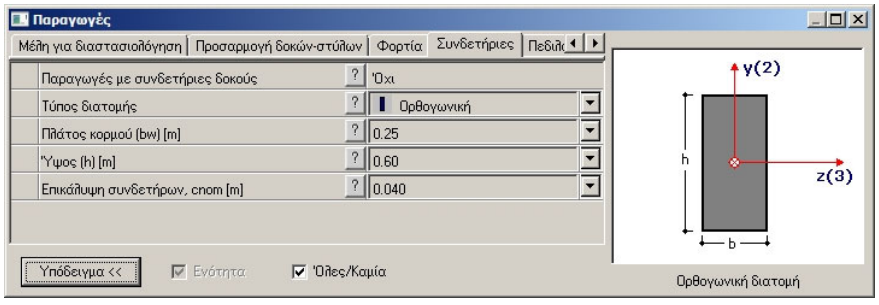


Εικόνα 5.24: *Οι τιμές αυτές θα χρησιμοποιηθούν ως φορτία των δοκών που δημιουργούνται κατά την παραγωγή της θεμελίωσης (συνδετήριες ή πεδιλοδοκοί).*

Gy και Qy δοκών θεμελίωσης

Δίδονται οι τιμές για το κατανεμημένο φορτίο (μόνιμο και κινητό αντίστοιχα) που θα πάρουν όλες οι δοκοί του ορόφου της θεμελίωσης (συνδετήριες, πεδιλοδοκοί & προσομοίωσης πέδιλου), όταν εκτελεστεί εντολή παραγωγής θεμελίωσης. Ειδικά για το προεπιλεγμένο κινητό φορτίο σε συνδετήριες δοκούς βλ. EC2-1-1 §9.8.3(2).

5.1.4.2 Συνδετήριες



Εικόνα 5.25: *Οι διαστάσεις των συνδετήριων δοκών που θα παράγει η εντολή «Παραγωγή Πεδίλων».*

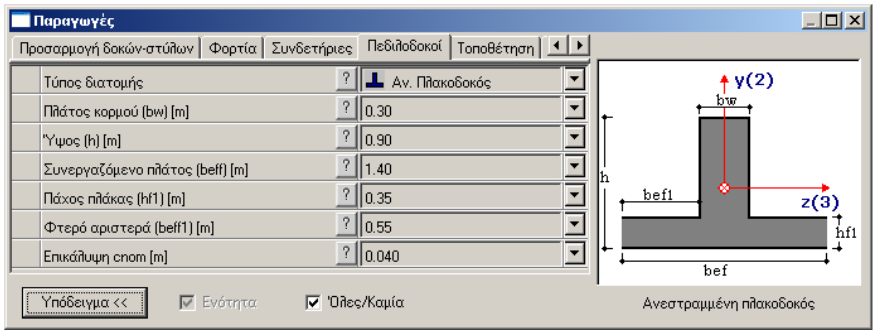
Παραγωγές με συνδετήριες δοκούς

- **Ναι**: Τα πέδιλα που θα παραχθούν θα συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήριες δοκούς.
- **Όχι**: Παράγονται μεμονωμένα πέδιλα, τα οποία δεν συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήριες δοκούς.

Σημείωση

Οι παράμετροι της κάρτας «Συνδετήριες» των Παραγωγών επεξηγούνται αναλυτικά στην §4.6.1.1 για τις παραμέτρους της «Διατομής» της Δοκού.

5.1.4.3 Πεδιλοδοκοί



Εικόνα 5.26: *Οι διαστάσεις των πεδιλοδοκών που θα παράγει η εντολή «Παραγωγή εσχάρας θεμελίωσης» και «Παραγωγή κοιτόστρωσης».*

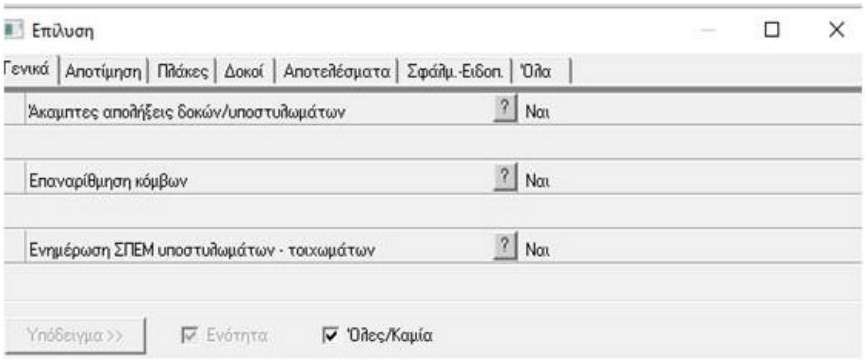
Σημείωση

Οι παράμετροι της κάρτας «Πεδιλοδοκοί» των Παραγωγών επεξηγούνται αναλυτικά στην §4.6.1.1 για τις παραμέτρους της «Διατομής» της Δοκού.

5.2 Επίλυση

5.2.1 Παράμετροι της Επίλυσης

5.2.1.1 Γενικά



Εικόνα 5.27: *Γενικές επιλογές επίλυσης.*

Άκαμπτες απολήξεις δοκών / υποστυλωμάτων

- **Ναι**: Κατά την επίλυση θα ληφθεί υπόψη η ύπαρξη άκαμπτων απολήξεων σε **όλα** τα μέλη του φορέα, όπως προσδιορίζεται στους πίνακες (Δοκός 406).
- **Όχι**: Κατά την επίλυση θα θεωρηθεί ότι **όλα** τα μέλη του φορέα δε διαθέτουν ελαστικές απολήξεις. Έχουν ελαστικό μήκος ίσο με το συνολικό μήκος του μέλους, παραδοχή από την οποία θα προκύψουν εν γένει αποτελέσματα υπέρ της ασφαλείας.

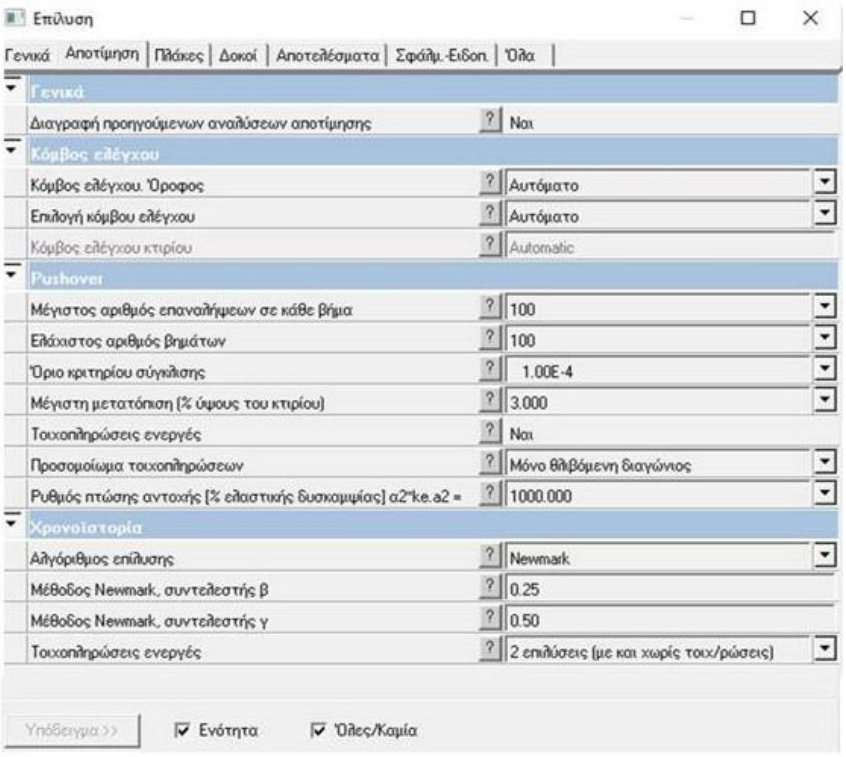
Παρατήρηση

Όχι άκαμπτες απολήξεις ⇒ λιγότερο άκαμπτος φορέας ⇒ μεγαλύτερες μετακινήσεις, μεγαλύτερες ροπές υποστυλωμάτων.

Επαναρίθμηση κόμβων

- **Ναι** / **Όχι**: Επιλέγεται η επαναρίθμηση των κόμβων, διότι μειώνεται το εύρος του μητρώου ακαμψίας προσφέροντας μεγαλύτερη ταχύτητα κατά την επίλυση.

5.2.1.2 Αποτίμηση



Εικόνα 5.28: *Οι παράμετροι των Επιλύσεων Αποτίμησης.*

Διαγραφή προηγούμενων αναλύσεων αποτίμησης

- **Όχι**: Όταν εκτελείται μία ανάλυση αποτίμησης, διατηρούνται τα αποτελέσματα προηγούμενων αναλύσεων με άλλη μέθοδο αποτίμησης. Έτσι, είναι δυνατή η προβολή και η παραγωγή συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων όλων των αναλύσεων (Pushover και Χρονοϊστορίας).
- **Ναι**: Διαγράφονται τα αποτελέσματα προηγούμενων αναλύσεων αποτίμησης. Π.χ. όταν εκτελείται ανάλυση Pushover, ενώ έχει προηγηθεί ανάλυση χρονοϊστορίας, τα αποτελέσματα της χρονοϊστορίας

διαγράφονται και συνεπώς δεν συμμετέχουν στους συγκεντρωτικούς πίνακες.

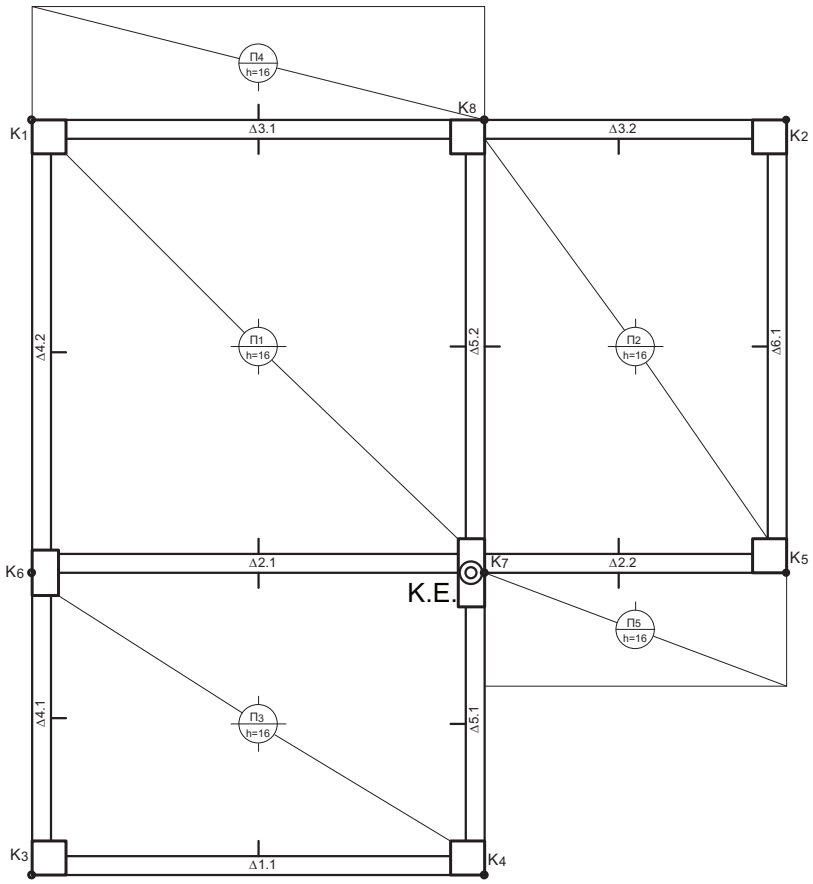
Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος Ω/Σ

- **Ναι**: Εκτελείται ο δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος σύμφωνα με το Σχέδιο του ΟΑΣΠ. Τα αποτελέσματα τυπώνονται στο «Τεύχος > Αποτίμηση μελών > Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος». Ο έλεγχος εκτελείται αυτόματα είτε μέσω της μη γραμμικής ανάλυσης Pushover, είτε μέσω της ελαστικής ανάλυσης χρονοϊστορίας. Μάλιστα, με βάση την Pushover και τη μέθοδο των τοπικών δεικτών πλασιμότητας m, χρησιμοποιούνται οι χαμηλές δυσκαμψίες του ΚΑΝ.ΕΠΕ, ενώ με βάση τη μέθοδο του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς q χρησιμοποιούνται οι μεγάλες δυσκαμψίες, ως το ποσοστό της αρηγμάτωτης διατομής. Γι' αυτό ενδέχεται τα αποτελέσματα να διαφέρουν μεταξύ των δύο μεθόδων. Για περισσότερες πληρφοφορίες βλέπε §9.16.
- **Όχι**: Δεν εκτελείται ο δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος

Κόμβος ελέγχου. Όροφος

- **Αυτόματο**: Επιλέγεται ο τελευταίος όροφος.
- **Επιλογή ορόφου**: Δίδεται ο όροφος, στον οποίο θα καθοριστεί με αυτόματη διαδικασία ο κόμβος αναφοράς.

Κρίνεται σκόπιμο να καθορίζεται από τον μελετητή ο όροφος του κόμβου ελέγχου σε περιπτώσεις όπου η ανώτερη στάθμη δεν είναι κατάλληλη, π.χ. εάν εκεί υπάρχει ελαφριά κατασκευή όπως πέργκολα, προσαρτήματα κλπ, η οποία αναμένεται να εμφανίσει παραμορφώσεις που αποκλίνουν σημαντικά από αυτές του υπόλοιπου φορέα. Η επιλογή ορόφου χαμηλότερου από τον τελευταίο προτείνεται και στην περίπτωση δώματος με εμβαδόν σημαντικά μικρότερο από του υποκείμενου ορόφου.



Εικόνα 5.29: *Απεικόνιση Κόμβου Ελέγχου στην κάτοψη*

Επιλογή κόμβου ελέγχου

- **Αυτόματο**: Ορίζεται ως Κόμβος Ελέγχου του κτιρίου ο κόμβος του υποστυλώματος, το οποίο βρίσκεται πλησιέστερα στο κέντρο μάζας του ορόφου που προσδιορίζεται από την παραπάνω παράμετρο «Κόμβος ελέγχου. Όροφος».
- **Με επιλογή**: Επιστρέφει αυτή την τιμή το πρόγραμμα, όταν έχει επιλεγεί κόμβος ελέγχου μέσω της εντολής της «Επίλυσης».

Κόμβος ελέγχου κτιρίου

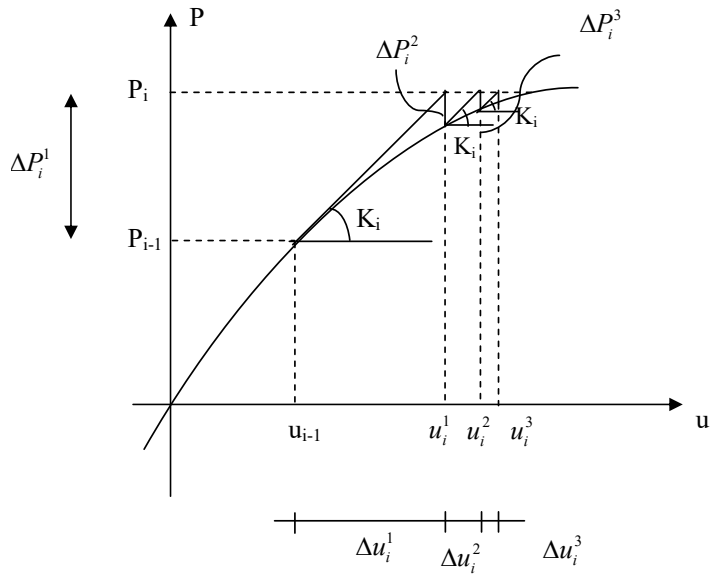
Αναγράφεται ο κόμβος ελέγχου του υποστυλώματος, ο οποίος έχει επιλεγεί ως Κόμβος Ελέγχου μέσω της εντολής της «Επίλυσης».

Πολλαπλοί κόμβοι σύγκλισης

- **Ναι**: Ενεργοποιείται ο αλγόριθμος των πολλαπλών κόμβων σύγκλισης, δηλ. της διαφοροποίησης του κόμβου που εξετάζει την κλιμάκωση των οριζόντιων φορτίων κατά τη διάρκεια της Pushover (κόμβος σύγκλισης), από τον κόμβο με βάση τον οποίο μορφώνεται η καμπύλη ικανότητας του κτιρίου με καταγραφή της ορίζοντιας μετακίνησης του (κόμβος ελέγχου). Ο κόμβος ελέγχου ορίζεται από τον μελετητή και παραμένει σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια της ανάλυσης. Σε κάθε βήμα της Pushover επιλέγεται ως κόμβος σύγκλισης εκείνος ο κόμβος ο οποίος παρουσιάζει τη μεγαλύτερη θετική μετακίνηση. Η μέθοδος αυτή διευκολύνει πολύ την ανάλυση και αυξάνει την αξιοπιστία του αποτελεσματος σε περιπτώσεις κτιρίων με πτωτικούς κλάδους (Φέρουσα Τοιχοποιία, Τοιχοπληρωμένα πλαίσια από Ο/Σ), όπου αναμένεται να εμφανιστούν κλάδοι οπισθοχώρησης μεγάλης αρνητικής δυσκαμψίας (snap back). Στο 3DV σημειώνεται τόσο ο κόμβος σύγκλισης σε κάθε βήμα, όσο και ο κόμβος ελέγχου ο οποίος παραμένει σταθερός.
- **Όχι:** Η κλιμάκωση των οριζόντιων φορτίων ελέγχεται από τον κόμβο ελέγχου, δηλ ο κόμβος ελέγχου και σύγκλισης ταυτίζονται.

Μέγιστος αριθμός επαναλήψεων σε κάθε βήμα

Καθορίζεται ο **μέγιστος** αριθμός προσπαθειών σύγκλισης (iteration) της μεθόδου σε κάθε βήμα φόρτισης. Η επάρκεια των επαναλήψεων καθορίζεται από τον αριθμό των πλαστικών αρθρώσεων που μπορεί να λάβουν χώρα σε ένα βήμα. Μεγάλος αριθμός 'ταυτόχρονων' διαρροών απαιτεί περισσότερες επαναλήψεις.



Σχήμα 5.27: *Διαδικασία διαδοχικών επαναλήψεων σε κάποιο βήμα της ανάλυσης ώστε να ικανοποιηθεί το κριτήριο σύγκλισης.*

Ελάχιστος αριθμός βημάτων

Δίδεται ο ελάχιστος αριθμός βημάτων (στατικών αναλύσεων) που θα πραγματοποιηθούν σε κάθε επίλυση pushover με διαδοχικά αυξανόμενο φορτίο μέχρι το πέρας της ανάλυσης δηλαδή μέχρι να επιτευχθεί η δοθείσα μέγιστη μετατόπιση (βλ. επόμενη παρ/τρο).

Παρατηρήσεις

- Το *ελάχιστο* έχει την έννοια ότι εάν σε κάποιο βήμα εξαντληθούν οι επαναλήψεις και παρόλα αυτά δεν επιτευχθεί σύγκλιση, τότε το βήμα υποδιαιρείται σε 2 ή περισσότερα βήματα και αναζητείται εκ νέου σύγκλιση.
- Μεγαλύτερος αριθμός βημάτων εν γένει οδηγεί πιο ακριβή περιγραφή της ανελαστικής απόκρισης της κατασκευής, αλλά οδηγεί αναπόφευκτα σε αυξημένο χρόνο επίλυσης.
- Στη μέθοδο με «έλεγχο δυνάμεων», συχνά η ανάλυση ολοκληρώνεται (δηλαδή ο κόμβος αναφοράς φτάνει στη δοθείσα μέγιστη μετατόπιση) σε λιγότερα βήματα από τα ελάχιστα.
- Ενδέχεται η επίλυση να ολοκληρωθεί χωρίς να έχει πραγματοποιηθεί το σύνολο των βημάτων σε μετατόπιση μικρότερη από την δοθείσα. Αυτό μπορεί να σημαίνει αδυναμία σύγκλισης (που ισοδυναμεί με μερική κατάρρευση).

Παρόλα αυτά κάτι τέτοιο δεν σημαίνει απαραίτητα αποτυχία της ανάλυσης, αλλά, πιθανότατα, ότι ο στόχος της μέγιστης μετατόπισης δεν ήταν ρεαλιστικός.

Ενδεικτικά, η ανάλυση μπορεί να θεωρηθεί επιτυχής όταν:

◊ η μέγιστη μετατόπιση είναι τουλάχιστον 1,5 έως 2 φορές μεγαλύτερη από την μετατόπιση στην οποία τέμνεται η καμπύλη ικανότητας με την καμπύλη απαίτησης.

◊ επαρκής αριθμός μελών (π.χ. συμφωνά με την παρ/τρο «Κτίριο > Φάσμα – Pushover > Αριθμός υποστυλωμάτων n») έχουν υπερβεί τα όρια επιτελεστικότητας και συνεπώς ο μελετητής μπορεί να έχει εικόνα της απόκρισης και της παθολογίας της κατασκευής.

Όριο κριτηρίου σύγκλισης

Σε κάθε επανάληψη (iteration) της μεθόδου, ελέγχεται το κριτήριο σύγκλισης, το οποίο ανάλογα με την μέθοδο επίλυσης αφορά είτε δυνάμεις, είτε μετατοπίσεις. Εάν δεν πληρούται, τότε επιχειρείται η σύγκλιση στην επόμενη επανάληψη μέχρι τον μέγιστο αριθμό επαναλήψεων που δίδεται στη σχετική παράμετρο. Μόλις συγκλίνει, η ανάλυση προχωράει στο επόμενο βήμα.

Μέγιστη μετατόπιση (% ύψους του κτιρίου)

Δίδεται η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου ως ποσοστό του ύψους της κατασκευής, στην όποια θα ολοκληρωθεί η ανάλυση. Ενδέχεται π.χ. σε περίπτωση τοπικής κατάρρευσης η ανάλυση να τερματίσει σε μικρότερη μετατόπιση. Με βάση το μέγεθος την μετατόπισης αυτής καθορίζεται και το βήμα σε όρους μετατόπισης ή δύναμης. Όσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη επιθυμητή, τόσο μεγαλύτερο και το βήμα.

► **3.00%** (προτεινόμενη τιμή)

Τοιχοπληρώσεις ενεργές

Ομοία με την παράμετρο «Κτίριο > Αποτίμηση > Pushover > Τοιχοπληρώσεις ενεργές».

Προσομοίωμα τοιχοπληρώσεων

Μόνο θλιβόμενη διαγώνιος: Στην ανελαστική ανάλυση ελέγχεται από το πρόγραμμα η εντατική κατάσταση του ζεύγους των διαγωνίων ώστε να είναι ενεργή μόνο η εκάστοτε θλιβόμενη. Βλ. Σχήμα 4.45 & ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1(α). Η προσομοίωση αυτή υπερτερεί συγκριτικά με το σύστημα θλιπτήρα – ελκυστήρα διότι προσιδιάζει περισσότερο στην πραγματική λειτουργία των φατνωμάτων

τοιχοποιίας, ενώ προκύπτουν πιο ρεαλιστικές τιμές στις αξονικές των υποστυλωμάτων.

Θλιπτήρας – ελκυστήρας: Στην ανάλυση συμμετέχουν τόσο η θλιβόμενη, όσο και η εφελκυόμενη διαγώνια ράβδος, ενώ η δυστένεια λαμβάνεται μισή σε σχέση με την προσομοίωση μόνο με θλιβόμενη διαγώνιο.

Ρυθμός πτώσης αντοχής [% ελαστικής δυσκαμψίας] α_2·ke. a_2=

Το σκελετικό διάγραμμα των δοκών προσομοίωσης τοιχοπλήρωσης περιλαμβάνει και την απώλεια αντοχής μετά την οριακή παραμόρφωση ε_{NC}. Βλ. ***Σχήμα 4.48***

- α_2 **= 1000**: Προτεινόμενη τιμη. Δηλαδή η αρνητική δυσκαμψία λαμβάνεται ίση με 1000/100=10 φορές την ελαστική δυσκαμψία, που πρακτικά ισοδυναμεί με άμεση απώλεια αντοχής μετά την οριακή παραμόρφωση, όπως άλλωστε ορίζεται και στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.4.1(ζ2). Σε κάθε περίπτωση το μέτρο της μείωσης της δύναμης καθορίζεται από την αντοχή f_{res}, η οποία προκύπτει από τον "Συντελεστή υπολογισμού εναπομένουσας αντοχής $\alpha=f_{res}/f_{WC,S}$". Βλ. παράμετρο σε "Κτίριο ή Δοκό > Τοιχοπλήρωση".

Αλγόριθμος επίλυσης

- **Γραμμική ιδιομορφική**: Είναι επίσης βηματική αριθμητική μέθοδος επίλυσης της δυναμικής εξίσωσης κίνησης που βασίζεται στην ιδιομορφική δυναμική ανάλυση σε κάθε χρονικό βήμα.
- **Newmark**: Είναι βηματική μέθοδος αριθμητικής επίλυσης της διαφορικής δυναμικής εξίσωσης κίνησης 2ας τάξης:

$$[M]\cdot\{\ddot{u}\}+[C]\cdot\{\dot{u}\}+[K]\cdot\{u\}=-[M]\cdot\{a_g\}$$

Όπου $[M]$, $[C]$, $[K]$ είναι τα καθολικά μητρώα μάζας, απόσβεσης και δυσκαμψίας της κατασκευής, $\{\alpha_g\}$ είναι το διάνυσμα των εδαφικών επιταχύνσεων της σεισμικής διέγερσης, ενώ $\{u\}$, $\{\dot{u}\}$, $\{\ddot{u}\}$ και είναι το διάνυσμα των επικόμβιων μετατοπίσεων, ταχυτήτων και επιταχύνσεων.

Παρατηρήση

- Η μέθοδος Newmark είναι πιο χρονοβόρα από τη μέθοδο της Γραμμικής ιδιομορφικής ανάλυσης αλλά πιο ακριβής καθώς ενσωματώνει όλο το εύρος ιδιομορφών του κτιρίου. Αντίθετα, η Γραμμική ιδιομορφική μέθοδος

ενσωματώνει μόνο τις ιδιομορφές που αντιστοιχούν στο 90% της συνολικής ιδιομορφικής μάζας.

- Προτείνεται, λοιπόν, η Γραμμική ιδιομορφική μέθοδος να εκτελείται σε στάδιο αρχικής μελέτης ή σε περιπτώσεις μεγάλων αρχείων με πολλούς βαθμούς ελευθερίας.

Μέθοδος Newmark, συντελεστές β και γ

► **β = 0.25**

► **γ = 0.50**

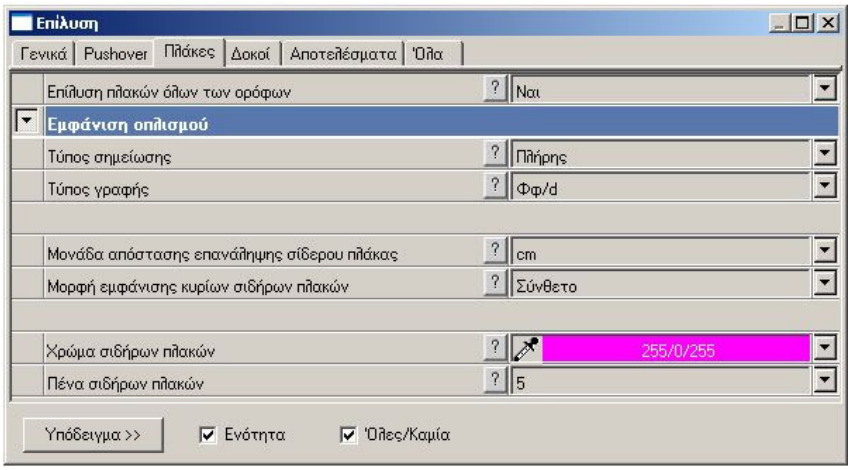
Είναι παράμετροι της μεθόδου Newmark με τις εξής ιδιότητες:

- Για β=0.25, γ=0.50 (προτεινόμενες τιμές) προκύπτει η μέθοδος τη μέσης επιτάχυνσης, δηλ. οι επιταχύνσεις στο εύρος που βρίσκεται ανάμεσα σε 2 διαδοχικές χρονικές στιγμές είναι όλες σταθερές και ίσες με τη μέση τιμή των επιταχύνσεων στις 2 διακριτές χρονικές στιγμές.
- Για β=0, γ=0.50 προκύπτει η μέθοδος της κεντρικής διαφοράς η οποία ωστόσο έχει προβλήματα ευστάθειας και δεν προτείνεται.
- Για β=1/6, γ=0.50 προκύπτει η μέθος τη γραμμικής επιτάχυνσης, δηλ. οι επιταχύνσεις στο εύρος που βρίσκεται ανάμεσα σε 2 διαδοχικές χρονικές στιγμές θεωρούνται ότι κατανέμονται γραμμικά.
- Η μέθοδος είναι ευσταθής για ελαστικά γραμμικά συστήματα ανεξαρτήτως του χρονικού βήματος όταν ισχύει η συνθήκη: $2\beta \geq \gamma \geq 0.5$
- Για γ>0.5 εισάγεται αριθμητική απόσβεση στα αποτελέσματα ώστε να εξομαλυνθούν αστάθειες που οφείλονται σε ανώτερες ιδιομορφές.

Τοιχοπληρώσεις ενεργές

Όμοια με την παράμετρο «Κτίριο > Αποτίμηση > Χρονοϊστορία > Τοιχοπληρώσεις ενεργές».

5.2.1.3 Πλάκες



Εικόνα 5.30: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Πλάκες» της Επίλυσης.*

Επίλυση πλακών όλων των ορόφων

Επιλέγεται εάν με την εντολή «Επίλυση & οπλισμός πλακών» -όταν αυτή χρησιμοποιείται αυτόνομα- ελέγχονται & οπλίζονται οι πλάκες όλων των ορόφων ή μόνο του τρέχοντος.

Τύπος σημείωσης (για πλάκες και σίδερου δοκού)

- **Τίποτε**: Φ8/15
- **Αρχικά**: Φ8/15Α, Φ8/15Κ
- **Πλήρης**: Φ8/15 Άνω, Φ8/15 Κάτω
- **Κεφαλαία**: Φ8/15 ΑΝΩ

Τύπος γραφής (για πλάκες)

- **Φ φ /d**: Φ8/12.5
- **nΦ φ/m**: 4Φ8/m,4Φ12/Δοκ

Ακέραιος αριθμός ράβδων στο μέτρο

- **Ναι:** π.χ. Φ8/12.5 = 8 ράβδοι στο μέτρο
- **Όχι:** π.χ. Φ8/13 = 7,69 ράβδοι στο μέτρο

Μονάδα απόστασης επανάληψης σίδερου πλάκας και σίδερου δοκού

- **mm**: Φ8/200
- **cm**: Φ8/20
- **m**: Φ8/0,20

Μορφή εμφάνισης κύριων σιδήρων πλακών

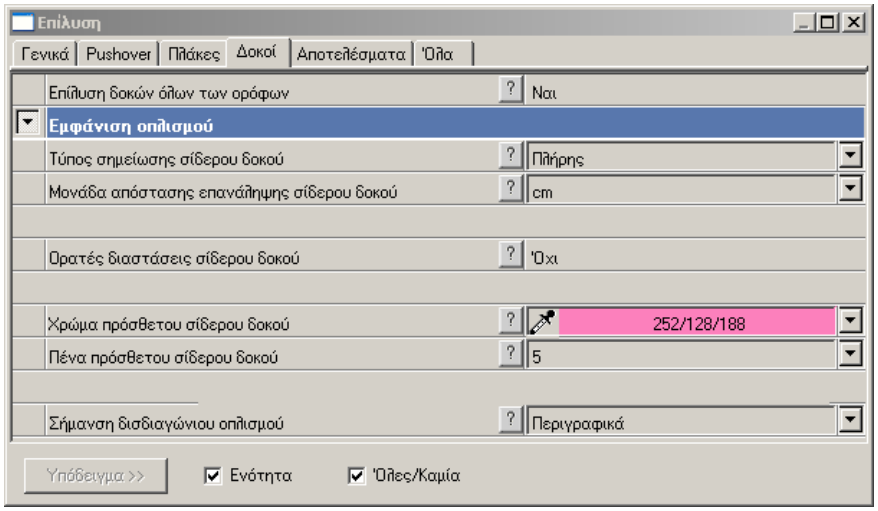
- **Σύνθετο**: Ένα ενιαίο σίδερο
- **Απλό**: Δύο ξεχωριστά σίδερα (ένα ίσιο και ένα σπαστό)

Με την παράμετρο αυτή, καθορίζεται η απεικόνιση στον ξυλότυπο για τα κύρια σίδερα των πλακών, όπως αυτά προκύπτουν από την διαδικασία επίλυσης. Βλ. **Σχήμα 5.28**.



Σχήμα 5.28: *Σίδερο πλάκας (σύνθετη και απλή μορφή).*

5.2.1.4 Δοκοί



Εικόνα 5.31: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Δοκοί» της Επίλυσης.*

Επίλυση δοκών όλων των ορόφων

Επιλέγεται εάν με την εντολή «Διαστασιολόγηση δοκών» -όταν αυτή χρησιμοποιείται αυτόνομα- διαστασιολογούνται όλες οι δοκοί ή μόνο του τρέχοντος ορόφου.

Μορφή αναγραφής οπλισμού δοκών στον ξυλότυπο

Με την παράμετρο αυτή, καθορίζεται η απεικόνιση στον ξυλότυπο των κύριων οπλισμών ανοίγματος [Α] των δοκών, όπως αυτά προκύπτουν από την διαδικασία επίλυσης, συγκεκριμένα:

- Σύνθετη: (Α+Δ) Ανοίγματος και Δοκοσειράς
- Απλή: (Δ) Μόνο Δοκοσειράς

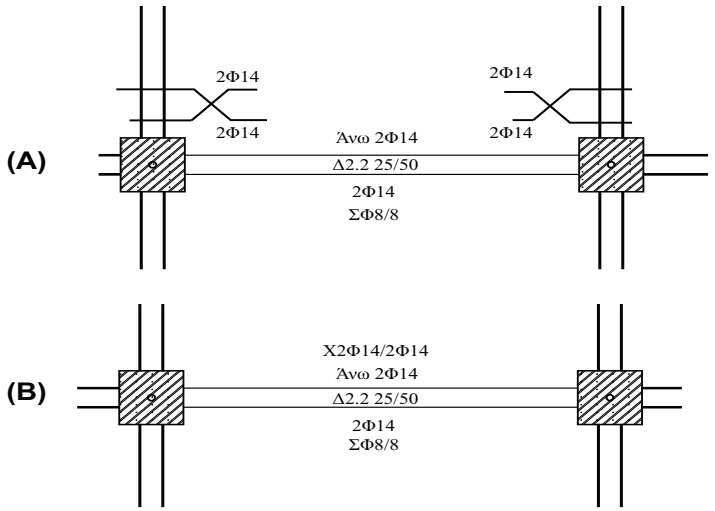
Ορατές διαστάσεις σίδερου δοκού

- **Ναι / <u>Όχι</u>**

Επιλέγουμε αν θα εμφανίζεται στον ξυλότυπο και το μήκος του πρόσθετου οπλισμού δοκού.

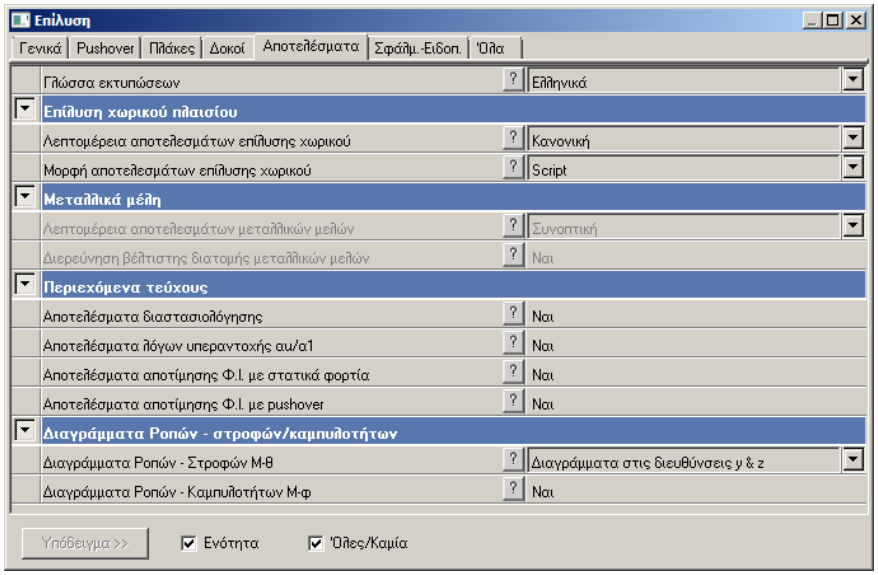
Σήμανση δισδιαγώνιου οπλισμού

- **<u>Περιγραφικά</u> / Ράβδοι οπλισμού**



Σχήμα 5.29: ***Σήμανση δισδιαγώνιου οπλισμού*** στον ξυλότυπο με (A) ανάπτυγμα ράβδων οπλισμού και (B) περιγραφικά.

5.2.1.5 Αποτελέσματα



Εικόνα 5.32: *Οι παράμετροι σχετικά με τον υπολογισμό και την εμφάνιση αποτελεσμάτων στο τεύχος.*

Λεπτομέρεια εκτυπώσεων επίλυσης χωρικού πλαισίου

- **Συνοπτική:** ► Τυπώνονται τα στοιχειώδη μόνο αποτελέσματα, όπως οι ιδιοπερίοδοι, τα ποσοστά μάζας ανά ιδιομορφή, ο σεισμικός αρμός και οι σχετικές μετατοπίσεις των ορόφων.
- **Κανονική:** ► Πλέον της συνοπτικής εκτύπωσης, τυπώνονται οι φασματικές επιταχύνσεις, ο πόλος στροφής ιδιομορφών κ.ά.
- **Εκτεταμένη:** ► Εκτυπώνονται, ακόμη, τα δεδομένα των φορτίσεων ανά μέλος, τα εντατικά μεγέθη για κάθε φόρτιση, καθώς και οι χωρικές επαλληλίες της σεισμικής ανάλυσης.

Αν επιλεγεί εκτεταμένη εκτύπωση, υπάρχει η δυνατότητα κατά την εκτύπωση μέσω του προγράμματος **«Τεύχος»** να διαμορφωθεί μια πιο συνοπτική μορφή αποτελεσμάτων. Αν όμως επιλεγεί η περιληπτική παραγωγή στοιχείων, δεν είναι δυνατόν με το **«Τεύχος»** να παραχθούν τα ελλείποντα στοιχεία.

Γλώσσα εκτυπώσεων

► **Ελληνικά / Αγγλικά**

Με αυτή την παράμετρο, δίδεται η δυνατότητα να εκτυπωθούν τα αποτελέσματα επίλυσης χωρικού πλαισίου και διαστασιολόγησης σε μία από τις δύο γλώσσες.

Μορφή αποτελεσμάτων επίλυσης χωρικού πλαισίου

► **Απλά / Script**

Με την πρώτη επιλογή, το παραγόμενο αρχείο αποτελεσμάτων είναι επεξεργάσιμο με οποιονδήποτε κειμενογράφο, ενώ με την επιλογή «script» το παραγόμενο αρχείο προορίζεται για εκτύπωση μέσω του προγράμματος «Τεύχος» που διαχειρίζεται τις εκτυπώσεις του Fespa.

Αποτελέσματα μεταλλικών διατομών

Επιλέγεται ο βαθμός λεπτομέρειας των αποτελεσμάτων αναφοράς των μεταλλικών μελών.

- **Συνοπτική / Κανονική**: Παρουσιάζονται ανά φόρτιση οι έλεγχοι ικανότητας σε μορφή λόγου δράσης προς αντοχή E_d/R_d, ο έλεγχος βέλους, λυγηρότητας διαγωνίων συνδέσμων, καθώς και τα βασικά στοιχεία υπολογισμού της αντοχής σε λυγισμό.

- **Αναλυτική**: Επιπλέον της κανονικής εκτύπωσης εμφανίζονται και επιμέρους δεδομένα των ελέγχων, όπως π.χ. γεωμετρικά δεδομένα, μεγέθη αντοχής, συντελεστές λυγισμού κ.α..

Διερεύνηση βέλτιστης διατομής μεταλλικών μελών

- **Ναι/Όχι**

Για τυπικές διατομές και για το δεδομένο προφίλ του εξεταζόμενου μέλους ελέγχονται μικρότερες και μεγαλύτερες διατομές, ώστε να προκύψει η ελάχιστη που θα επαρκούσε υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες έντασης. Στο σχετικό πίνακα εμφανίζονται μόνο οι λόγοι επάρκειας για τον έλεγχο διατομής και μέλους. παρόλα αυτά, μια διατομή θεωρείται επαρκής όταν ικανοποιεί όλους τους αναφοράς π.χ. βέλους, λυγηρότητας, κριτήρια κατηγορίας διατομής.

Αποτελέσματα διαστασιολόγησης

- **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν το Τεύχος θα εμφανίσει τα αποτελέσματα της διαστασιολόγησης ή όχι. Σε περίπτωση που ο μελετητής προχωρήσει σε μελέτη αποτίμησης μέτα την διαστασιολόγηση, έχει τη δυνατότητα με την εντολή αυτή να κρατάει τα αποτελέσματα της αποτίμησης μόνο (επιλέγοντας όχι).

Αποτελέσματα λόγων υπεραντοχής αu/α1

- **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζονται ή όχι οι λόγοι υπεραντοχής αu/α1 («Τεύχος > Διαγράμματα Απαίτησης – Ικανότητας» και «Μη γραμμική ανάλυση PushOver).

Λεπτομέρεια αποτελεσμάτων επίλυσης μελών σκυροδέματος

Επιλέγεται ο βαθμός λεπτομέρειας των αποτελεσμάτων επίλυσης των μελών σκυροδέματος.

- **Συνοπτική / Κανονική**: Παρουσιάζονται ανά φόρτιση τα εντατικά μεγέθη, πίνακες και αναπτύγματα οπλισμών, αναλυτικά αποτελέσματα υποστυλωμάτων κτλ.
- **Εκτεταμένη**: Επιπλέον της κανονικής εκτύπωσης εμφανίζονται και επιμέρους δεδομένα των ελέγχων, όπως π.χ. γεωμετρικά δεδομένα, μεγέθη αντοχής, συντελεστές λυγισμού κ.α..

Αποτελέσματα αποτίμησης Φ.Ι. με στατικά φορτία

- **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζονται ή όχι τα αποτελέσματα της αποτίμησης Φ.Ι. των δοκών σε στατικά φορτία, στο «Τεύχος > Δοκοί > Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία».

Αποτελέσματα αποτίμησης Φ.Ι. με pushover

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζονται ή όχι τα αποτελέσματα της αποτίμησης Φ.Ι. με pushover, στο «Τεύχος > Διαγράμματα αντοχής μελών / Λόγοι επάρκειας μελών / Αποτίμηση μελών».

Διαγράμματα αλληλεπίδρασης M-N & Ροπών – Στροφών M-θ

► **Όχι**

Δεν θα εμφανιστούν καμπύλες αντοχών M-N και M-θ, ούτε οι συνοδευτικοί τους πίνακες («Τεύχος > Διαγράμματα αντοχής μελών > Υποστυλωμάτων»).

► **Μόνο πίνακες**

Θα εμφανιστούν μόνο οι πίνακες αντοχών των M-N και M-θ.

► **Διαγράμματα στις διευθύνσεις y & z**

Θα εμφανιστούν οι καμπύλες αντοχών ανά 90^{o} επί του επιπέδου της διατομής (4 διαγράμματα ανά διατομή) και οι συνοδευτικοί τους πίνακες.

► **Διαγράμματα ανά 30^{o}**

Θα εμφανιστούν οι καμπύλες αντοχών ανά 30^{o} επί του επιπέδου της διατομής (12 διαγράμματα ανά διατομή) και οι συνοδευτικοί τους πίνακες.

Διαγράμματα αλληλεπίδρασης My-Mz & Ροπών – Καμπυλοτήτων M-φ

► **Ναι / Όχι**

Καθορίζει αν θα εμφανίζονται ή όχι αν θα τυπωθούν ή όχι τα διαγράμματα My-Mz & M-φ («Τεύχος > Διαγράμματα αντοχής μελών > Υποστυλωμάτων»).

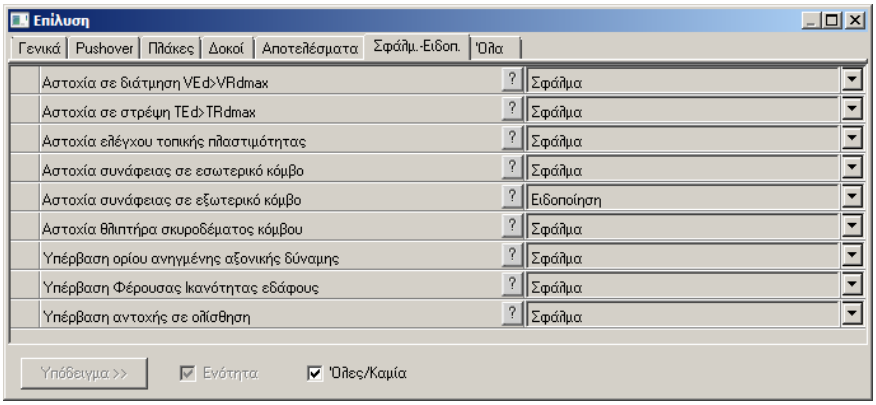
Κτίριο > Γενικά > Γενική περιγραφή εργασίας				**Προσθήκες -**	**Νέα οικοδομή**
Τεχνική έκθεση για αποτίμηση Φ.Ι.				✓	**X**
Τεχνική έκθεση διαστασιολόγησης				Εφόσον έχει προηγηθεί επίλυση & οπλισμός κτιρίου	✓
Διαγράμματα P-K, επίλυση pushover		Διαγράμματα Αντοχής μελών	Διαγράμματα M-θ και τέμνουσας	Μόνο όταν **Διαγράμματα Ροπών-Στροφών M-θ** = Ναι **	
			Διαγράμματα M-φ	Μόνο όταν **Διαγράμματα Ροπών-Καμπυλοτήτων M-φ**	
		Σφάλματα κατά την αποτίμηση σε στατικά φορτία στο παράθυρο των αποτ. επίλυσης		Μόνο όταν Αποτελ. Αποτίμησης Φ.Ι. με στατ. φορτία = Ναι	**X**
	Επίλυση Pushover	Ανελαστική ανάλυση (Pushover)	Λόγοι υπεραντοχής αu/α1	✓	✓
			Πινακοποιημένο διάγραμμα ADRS & Διγραμμικές καμπύλες	Μόνο για εκτεταμένη εκτύπωση*	**X**
		Λόγοι επάρκειας δοκών, υποστυλωμάτων – Γεωτεχν.	Συγκεντρωτικοί πίνακες από όλες τις φορτίσεις	✓	**X**
			Αναλυτικοί πίνακες για κάθε φόρτιση	Μόνο για εκτεταμένη	**X**
		Διαγράμματα Απαίτησης-Ικανότητας	Διαγράμματα F-d	✓	✓
			Διαγράμματα απαίτησης-	✓	**X**
			Συντελεστές C ΚΑΝ.ΕΠΕ.	✓	**X**
			Θέσεις υπέρβασης επιτελεστικότητας	Μόνο για εκτεταμένη	**X**
		Σφάλματα κατά την αποτίμηση με pushover στο παράθυρο των αποτ. επίλυσης		Μόνο όταν Αποτ. αποτίμησης Φ.Ι. με pushover =	**X**

* Επίλυση > Αποτελέσματα > Λεπτομέρεια αποτελεσμάτων επίλυσης χωρικού = Εκτεταμένη

** Επίλυση > Αποτελέσματα > Αποτελέσματα αποτίμησης Φ.Ι. με pushover = Ναι & Διαγράμματα Ροπών-Στροφών Μ-θ = Ναι

*** Επίλυση > Αποτελέσματα > Αποτελέσματα αποτίμησης Φ.Ι. με pushover = Ναι & Διαγράμματα Ροπών-Καμπυλοτήτων Μ-φ =Ναι

5.2.1.6 Σφάλματα – Ειδοποιήσεις



Εικόνα 5.33: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Σφάλματα - Ειδοποιήσεις» της Επίλυσης.*

Δίνεται η δυνατότητα οι ανεπαρκείς έλεγχοι να παρουσιαστούν στο Τεύχος είτε ως σφάλματα είτε ως ειδοποιήσεις. Πιο συγκεκριμένα:

- **Σφάλμα**: Οι ανεπαρκείς έλεγχοι εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα.
- **Ειδοποίηση:** Οι ανεπαρκείς έλεγχοι εμφανίζονται με πορτοκαλί χρώμα

Η δυνατότητα αυτή υπάρχει στους παρακάτω αναφοράς:

Αστοχία σε διάτμηση VEd > VRdmax

Αστοχία σε στρέψη TEd > Trdmax

Αστοχία ελέγχου τοπικής πλαστιμότητας

Αστοχία συνάφειας σε εσωτερικό κόμβο

Αστοχία συνάφειας σε εξωτερικό κόμβο

Αστοχία θλιπτήρα σκυροδέματος κόμβου

Υπέρβαση ορίου ανηγμένης αξονικής δύναμης

Υπέρβαση Φέρουσας Ικανότητας εδάφους

Υπέρβαση αντοχής σε ολίσθηση

5.2.2 Εντολές της Επίλυσης



Εικόνα 5.34: *Οι εντολές της Επίλυσης.*



Επίλυση και οπλισμός πλακών

Γίνεται η επίλυση και η όπλιση των πλακών, σύμφωνα με τις επιλογές στο παράθυρο των παραμέτρων «Επίλυση > Πλάκες» και «Όροφος > Οπλισμός» (§4.2.1.4). Επιπλέον, πραγματοποιούνται και οι εξής ενέργειες:

- Τα φορτία αντιδράσεων των πλακών αποδίδονται στις δοκούς στις οποίες εδράζονται.
- Ο οπλισμός πλακών που θεωρείται συνεργαζόμενος με τον οπλισμό της δοκού αποδίδεται στις δοκούς. Βλ. πίνακα 408 και παράμετρο «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Αυτόματη απόδοση οπλισμού πλακών στις δοκούς».



Επίλυση χωρικού

Γίνεται η επίλυση του χωρικού πλαισίου ώστε να υπολογιστούν οι ιδιομορφές ταλάντωσης και τα εντατικά μεγέθη των μελών σε στατικές και δυναμικές φορτίσεις.



Επίλυση κτιρίου

Γίνεται πρώτα η επίλυση των πλακών και ακολουθεί η επίλυση του χωρικού. Ισοδυναμεί με διαδοχική εκτέλεση των δύο προηγούμενων εντολών.



Απαίτηση ικανοτικού σχεδιασμού, έλεγχοι στρεπτικής ακαμψίας και κανονικότητας

Η εντολή αυτή πραγματοποιεί τους ακόλουθους ελέγχους:

- Έλεγχος απαίτησης Ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων σε κάμψη (αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου)
- Εξετάζονται δύο δείκτες:
  - Ποσοστό τέμνουσας δύναμης τοιχωμάτων **ην** ως προς τη συνολική. Σε στρεπτικά δύσκαμπτα κτίρια βάσει του ην καθορίζεται το στατικό σύστημα σε κάθε διεύθυνση (πλαισιωτό, τοιχωματικό κ.λπ. Βλ. EC8-1 §4.4.2.3(4), §5.1.2 και §5.2.2.1(1)Α-(4)Α.

- Μέγιστη ανηγμένη αξονική δύναμη υποστυλωμάτων **vd** στον όροφο βάσης. Αφορά μόνο **διώροφες κατασκευές**. Εάν το vd δεν υπερβαίνει σε κανένα υποστύλωμα το 0,30 δεν απαιτείται ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη. Βλ. EC8-1 §5.2.3.3(2)(b).

  Επιπλέον, εάν σε μονώροφες πλαισιωτές κατασκευές το vd (ή σε μεταλλικά κτίρια το $N_{Ed}/N_{Pl,Rd}$) υπερβαίνει έστω σε ένα υποστύλωμα το 0,30, τότε το δόμημα χαρακτηρίζεται ως ανεστραμμένο εκκρεμές. Βλ. EC8-1 §5.1.2 ή §6.3.1.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.1.

■ **Έλεγχος Κανονικότητας σε κάτοψη**

Πραγματοποιούνται δυο έλεγχοι:

- Έλεγχος περιορισμού εκκεντρότητας ορόφων

  Σε κάθε διεύθυνση X και Z, συγκρίνεται το 30% της τιμής της ακτίνας δυστρεψίας με τη στατική εκκεντρότητα ($0{,}3 \cdot r > |eo|$). Βλ. EC8-1 §4.3(4)A.

- Έλεγχος στρεπτικής ευαισθησίας ορόφων

  Σε **κτίρια από σκυρόδεμα** συγκρίνεται η ακτίνα δυστρεψίας r με την ακτίνα αδρανείας ls, ώστε να ελεγχθεί εάν πρόκειται για στρεπτικά εύκαμπτο ($r < ls$) ή δύσκαμπτο σύστημα ($r > ls$). Βλ. EC8-1 §5.2.2.1(4)A & (6) και Πίνακας 5.1.

- Έλεγχος δύο πρώτων σημαντικών ιδιομορφών αν είναι κυρίως μεταφορικές. Αποτελεί έναν επικουρικό έλεγχο εκτίμησης της δυστρεψίας της κατασκευής.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.2.

■ **Πλαστιμότητα καμπυλοτήτων μφ**

Σε κτίρια από **σκυρόδεμα** υπολογίζεται η απαιτούμενη πλαστιμότητα καμπυλοτήτων σε κάθε σεισμική διεύθυνση, βάσει της EC8-1 §5.2.3.4(3). Παράλληλα, στον ίδιο Πίνακα τυπώνεται και η επιτάχυνση του ελαστικού φάσματος απόκρισης **Se(T1)** που αντιστοιχεί στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο T1.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.3.

■ **Φαινόμενα 2ας τάξης (P-Δ)**

Υπολογίζεται ο δείκτης μεταθετότητας θ βάσει της EC8-1 §4.4.2.2(2).

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.4.1.

■ **Σεισμικός αρμός**

Καθορίζεται το μέγεθος του σεισμικού αρμού βάσει της μέγιστης μετακίνησης του φορέα στη σεισμική κατάσταση σχεδιασμού. Βλ. EC8-1 §4.4.2.7.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.4.2.

- **Σχετική παραμόρφωση ορόφου**

  Εκτιμάται η μέση γωνιακή παραμόρφωση του ορόφου βάσει της EC8-1 §4.4.3.2, ώστε να ελεγχθεί η κατασκευή στην Οριακή Κατάσταση Περιορισμού Βλαβών των μη φερόντων στοιχείων (π.χ. τοιχοπληρώσεις κ.λπ.).

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.4.3.

- **Ποσοστό δυσκαμψίας Δευτερευόντων Σεισμικών μελών**

  Σε περίπτωση που κάποια μέλη της κατασκευής έχουν χαρακτηριστεί ως Δευτερεύοντα Σεισμικά, τότε ελέγχεται εάν ο λόγος της δυσκαμψίας τους προς τη δυσκαμψία των κύριων μελών υπερβαίνει το 0,15. Βλ. EC8-1 §4.2.2(4).

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.4.4.



Οπλισμός δοκών

Με την εντολή αυτή, διαστασιολογούνται οι δοκοί όλου του κτιρίου ή του τρέχοντος ορόφου βάσει της τιμής της παρ/τρου «Επίλυση» - «Δοκοί» - «Επίλυση δοκών όλων των ορόφων».



Οπλισμός υποστυλωμάτων

Με την εντολή αυτή, διαστασιολογούνται τα υποστυλώματα όλου του κτιρίου σύμφωνα με τον επιλεγμένο κανονισμό.



Οπλισμός κτιρίου

Η εντολή αυτή εκτελεί διαδοχικά τις προηγούμενες εντολές. Υπολογίζεται, δηλαδή, ο οπλισμός των πλακών, των δοκών και των υποστυλωμάτων όλων των ορόφων. Στο τέλος των υπολογισμών, εμφανίζονται σε ξεχωριστό παράθυρο («Αποτελέσματα επίλυσης») τα στοιχεία των μελών που παρουσίασαν πρόβλημα σε έναν ή περισσότερους ελέγχους. Έχετε τη δυνατότητα να εκτυπώσετε τα μηνύματα αυτά και να μεταβείτε στο επόμενο / προηγούμενο λάθος της επίλυσης (μέσω της εργαλειογραμμής «Χειρισμός επίλυσης»).

Σημείωση

Σε κάθε περίπτωση προτείνεται η χρήση της εντολής αυτής αντί των επιμέρους εντολών «Οπλισμού δοκών» & «Υποστυλωμάτων»



Επίλυση και οπλισμός κτιρίου

Ισοδυναμεί με διαδοχική εκτέλεση όλων των εντολών επίλυσης και όπλισης του κτιρίου. Η τελική επίλυση / όπλιση του φορέα θα πρέπει να γίνεται με αυτή την εντολή.



Υπολογισμός συντελεστή φέρουσας ικανότητας U

Στην περίπτωση αποκατάστασης-ενίσχυσης κτιρίων υπολογίζεται ο συντελεστής φέρουσας ικανότητας U του τρέχοντος ορόφου.



Επίλυση pushover

Πραγματοποιούνται ανελαστικές στατικές αναλύσεις ανάλογα με το είδος τυχηματικής εκκεντρότητας και συντελεστή συνδιασμού εγκάρσιας φόρτισης. Βλ. για το πλήθος αναλύσεων το **Σχήμα 4.30**.

Σημείωση

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί επίλυση pushover, θα πρέπει να έχει προηγηθεί διαστασιολόγηση της κατασκευής, ώστε να έχει αποδοθεί οπλισμός στις διατομές των δοκών και των υποστυλωμάτων. Βέβαια, υπάρχει και η δυνατότητα να περιγραφεί ο οπλισμός τόσο των υποστυλωμάτων, όσο και των δοκών εξ' αρχής από τον μελετητή.



Διαγράμματα P-K, Επίλυση pushover

Η εντολή αυτή είναι ενεργή μόνο όταν «Κτίριο» - «Γενικά» - «Στόχος μελέτης» = «Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας».

Η εντολή αυτή ενεργοποιεί τις παρακάτω διαδικασίες:

- Υπολογίζονται τα διαγράμματα Ροπών - Καμπυλοτήτων και γωνίας στροφής χορδής για δοκούς βάσει του οπλισμού που φαίνεται στον πίνακα 414 και για τα υποστυλώματα βάσει του οπλισμού που έχει δοθεί από τον μελετητή μέσω των εντολών στις «Λεπτομέρειες οπλισμών» §6.5 ή βάσει του οπλισμού που έχει προκύψει από την τελευταία όπλιση.
- Πραγματοποιείται επίλυση pushover (βλ. προηγούμενα).

Το πλεονέκτημα της συνθετικής αυτής εντολής συγκριτικά με τον συνδυασμό «Επίλυσης και οπλισμού κτιρίου» και «Επίλυσης pushover» έγκειται στα εξής:

- Παράγεται τεύχος στο οποίο:
  - Δεν υπάρχουν αποτελέσματα διαστασιολόγησης.
  - Εμφανίζονται αναλυτικά διαγράμματα ροπών – γωνίας στροφής χορδής.
  - Παρουσιάζονται σε πινακοποιημένη μορφή οι λόγοι επάρκειας όλων των μελών για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας.



Καθορισμός κόμβου ελέγχου κτιρίου

Επιλέγεται το υποστύλωμα, βάσει της μετατόπισης του οποίου στη ανελαστική ανάλυση προκύπτει η καμπύλη ικανότητας της κατασκευής.

Σημειώνεται ότι ο κόμβος ελέγχου προσδιορίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα ως ο κόμβος υποστυλώματος του ανώτερου ορόφου, ο οποίος βρίσκεται πλησιέστερα στο κέντρο μάζας του ορόφου αυτού (βλ. παράμετρο «Επίλυση > Αποτίμηση > Επιλογή κόμβου ελέγχου»). Παρόλα αυτά ενδέχεται να είναι **σκόπιμη η χειροκίνητη επιλογή** του κόμβου ελέγχου, π.χ. σε περιπτώσεις που διαπιστώνεται ότι ο κόμβος ελέγχου έχει αποδοθεί σε τμήμα της κατασκευής, το οποίο εμφανίζει στατική συμπεριφορά αρκετά διαφορετική από τον υπόλοιπο φορέα, π.χ. προσαρτήματα, πέργκολες, δώματα κ.λ.π.



Ανάλυση χρονοϊστορίας

Εκτελούνται διαδοχικά η παραγωγή τεχνητών επιταχυνσιογραφημάτων, εφόσον έχουν επιλεγεί και όλες οι αναλύσεις χρονοϊστορίας που έχουν οριστεί. Π.χ. για επιλογή 7 τεχνητών σεισμικών διεγέρσεων με τυχηματική εκκεντρότητα και ενεργές τοιχοπληρώσεις (2 επιλύσεις), παράγονται 7 τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα και εκτελούνται 7*4*2=56 αναλύσεις χρονοϊστορίας για κάθε σεισμό, μετάθεση κέντρου μάζας και φορέα με/χωρίς τοιχοπληρώσεις.



Διαγράμματα P-K, Ανάλυση χρονοϊστορίας

Παράγονται τα διαγράμματα Μ-θ για κάθε αξονικό φορτίο και γωνία ροπών τα οποία βασίζονται σε μέσες τιμές των υλικών για τη μέθοδο m και στις χαρακτηριστικές τιμές για τη μέθοδο q. Στη συνέχεια εκτελούνται όλες οι αναλύσεις χρονοϊστορίας όπως περιγράφηκε παραπάνω.



Αναλύσεις pushover και χρονοϊστορίας

Εκτελούνται διαδοχικά οι αναλύσεις Pushover και χρονοϊστορίας σαν να εκτελούνταν διαδοχικά και χειροκίνητα οι επιλογές «Επίλυση pushover» και «Επίλυση Χρονοϊστορίας».



Διαγράμματα P-K, αναλύσεις pushover και χρονοϊστορίας

Παράγονται τα διαγράμματα Μ-θ με τις μέσες και χαρακτηριστικές τιμές και εκτελούνται διαδοχικά οι αναλύσεις Pushover και Χρονοϊστορίας.



Τεύχος

Εκκίνηση του προγράμματος παρουσίασης του τεύχους της μελέτης. Βλέπε Κεφάλαιο 12 «Εκτύπωση τεύχους μελέτης».

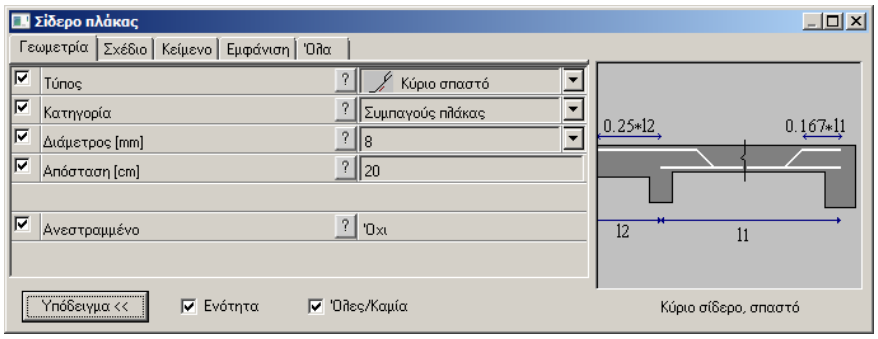
6

Οπλισμοί

6.1 Σίδερο πλάκας

6.1.1 Παράμετροι του Σίδερου πλάκας

6.1.1.1 Γεωμετρία



Εικόνα 6.1: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Γεωμετρία» του Σίδερου πλάκας*

Τύπος

Κύριο σπαστό, κύριο απλό σπαστό, απόσχισης, κύριο απλό άνω / κάτω, πρόσθετο άνω / κάτω, προβόλου, στήριξης προβόλου κάτω, ελεύθερου προβόλου, ενίσχυσης άκρου άνω (για την παράμετρο Κατηγορία = Ενίσχυση), διανομής προβόλου άνω.

Ανοίγοντας το υπόδειγμα στο πλαίσιο των παραμέτρων, μπορείτε να δείτε σκαρίφημα όλων των τύπων σίδερου πλάκας, καθώς και τις διαστάσεις που χαρακτηρίζουν το καθένα.

Κατηγορία

- **Συμπαγούς πλάκας**: Φ/ d ⇒ Φ8/12.5
- **Δοκιδωτής πλάκα**: ηΦφ / Δ ⇒ 4Φ12/Δοκ
- **Ενίσχυσης**: nΦφ ⇒ 15Φ12 (τριέρειστες πλάκες)

Διάμετρος

Η διάμετρος των ράβδων οπλισμού της πλάκας σε mm.

Απόσταση

Η μέγιστη σε cm απόσταση των ράβδων κατά την διάταξη τους.

Ποσότητα

Η ποσότητα των ράβδων για κατηγορία Δοκιδωτής πλάκας και Ενίσχυσης.

Ανεστραμμένο

- **Ναι / Όχι**: χρήσιμο όταν η τοποθέτηση των ράβδων του οπλισμού στην κάτοψη δεν τηρεί τον γενικό κανόνα ανάγνωσης του ξυλοτύπου. Δεν αφορά το κείμενο του οπλισμού.

6.1.2 Εντολές του Σίδερου πλάκας



Εικόνα 6.2: *Οι εντολές του Σίδερου πλάκας.*



Προσθήκη σίδερου πλάκας παράλληλα σε κλίση

Εισάγετε σίδερα οπλισμού πλακών στον ξυλότυπο. Πρώτα επιλέγετε πλάκα, ακολούθως δύο σημεία που θα ορίζουν την κλίση του σίδερου (συνήθως τα άκρα πλευράς της πλάκας ή της δευτερεύουσας πλάκας αν είναι πρόσθετο) και τέλος ορίζετε το σημείο από το οποίο θα διέρχεται το σίδερο.



Προσθήκη σίδερου πλάκας κάθετα σε κλίση

Παρόμοια εντολή με την προηγούμενη, με τη διαφορά ότι το σίδερο θα σχεδιάζεται κάθετα στην κλίση που ορίζουν τα δύο σημεία έλξης.



Κίνηση

Μετακινείται παράλληλα ο οπλισμός πλακών. Μαζί με το σίδερο μετακινείται και το κείμενο που το συνοδεύει (π.χ. το Φ8/20). Αν προσπαθήσετε να μετακινήσετε το σίδερο εκτός της πλάκας, εμφανίζεται ένα «απαγορευτικό» σήμα στη θέση του σίδερου.



Στροφή

Στρέφει το σίδερο, ώστε να γίνει παράλληλο με δεδομένη κλίση. Αφού επιλέξετε το σίδερο, καθορίζετε τη νέα κλίση ορίζοντας διαδοχικά δύο σημεία, συνήθως τις κορυφές μιας πλάκας (ή οποιαδήποτε σημεία έλξης του σχεδίου).



Διαγραφή



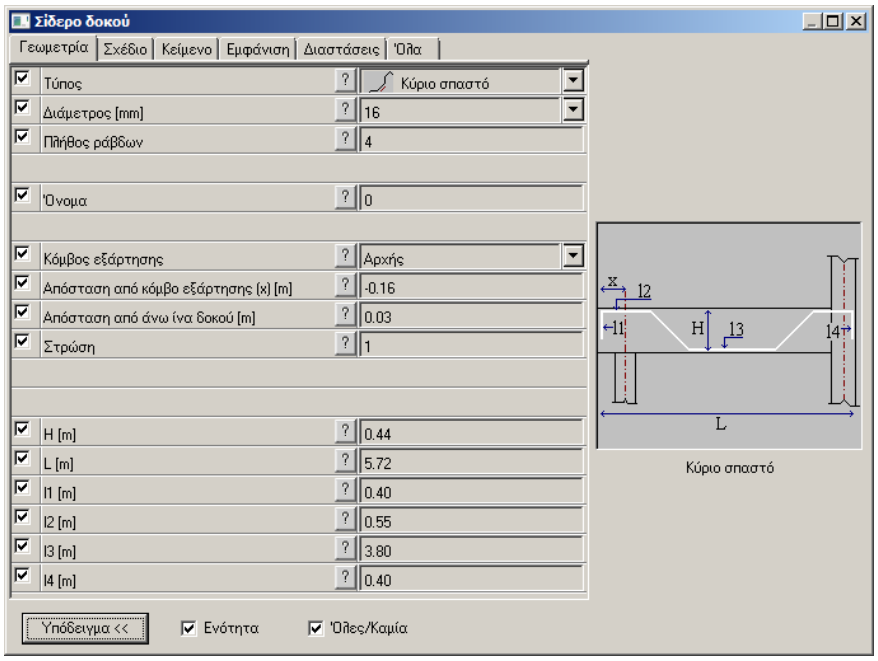
Αντιστροφή

Επιλέγετε σίδερο και αυτό περιστρέφεται περί τον διαμήκη άξονά του κατά 180ο.

6.2 Σίδερο δοκού

6.2.1 Παράμετροι του Σίδερου δοκού

6.2.1.1 Γεωμετρία



Εικόνα 6.3: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Γεωμετρία» του Σίδερου δοκού.*

Τύπος

Κύριο σπαστό, κύριο κάτω, πρόσθετο αρχής άνω, κ.λπ.

Ανοίγοντας το υπόδειγμα στο πλαίσιο των παραμέτρων, μπορείτε να δείτε σκαρίφημα όλων των τύπων σίδερου δοκού, καθώς και τις διαστάσεις που χαρακτηρίζουν το καθένα.

Διάμετρος

Η διάμετρος των ράβδων οπλισμού των δοκών σε mm.

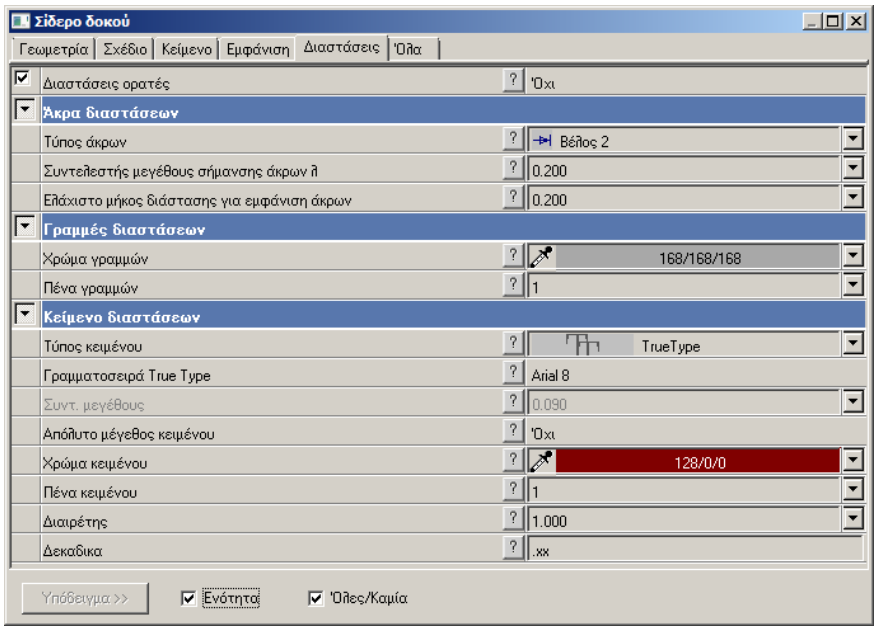
Πλήθος ράβδων

Ο αριθμός των ράβδων που θα τοποθετηθούν στην δοκό.

Απόσταση από άνω ίνα δοκού (m)

Η απόσταση του άνω ορίου του σιδήρου από την άνω παρειά της δοκού.

6.2.1.2 Διαστάσεις



Εικόνα 6.4: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Διαστάσεις» του Σίδερου δοκού.*

Διαστάσεις ορατές

- **Ναι / <u>Όχι</u>**: Αναγράφεται ή όχι η διάσταση του σιδήρου στον ξυλότυπο.

6.2.2 Εντολές του Σίδερου δοκού



Εικόνα 6.5: *Οι εντολές του Σίδερου δοκού.*



Προσθήκη σίδερου παράλληλα σε κλίση

Εισάγετε σίδερα οπλισμού δοκών στον ξυλότυπο. Πρώτα επιλέγετε δοκό και τον κόμβο-άκρου της, ακολούθως δύο σημεία που θα ορίζουν την κλίση του σίδερου

(συνήθως τα σημεία έλξης δοκού) και τέλος ορίζετε το σημείο από το οποίο θα διέρχεται το σίδερο.



Προσθήκη σίδερου κάθετα σε κλίση

Παρόμοια εντολή με την προηγούμενη, με τη διαφορά ότι το σίδερο θα σχεδιάζεται κάθετα στην κλίση που ορίζουν τα δύο σημεία έλξης.



Κίνηση

Διαγραφή

Στροφή

Στρέφει το σίδερο, ώστε να γίνει παράλληλο με δεδομένη κλίση. Αφού επιλέξετε το σίδερο, καθορίζετε τη νέα κλίση ορίζοντας διαδοχικά δύο σημεία, συνήθως τα σημεία έλξης της δοκού.

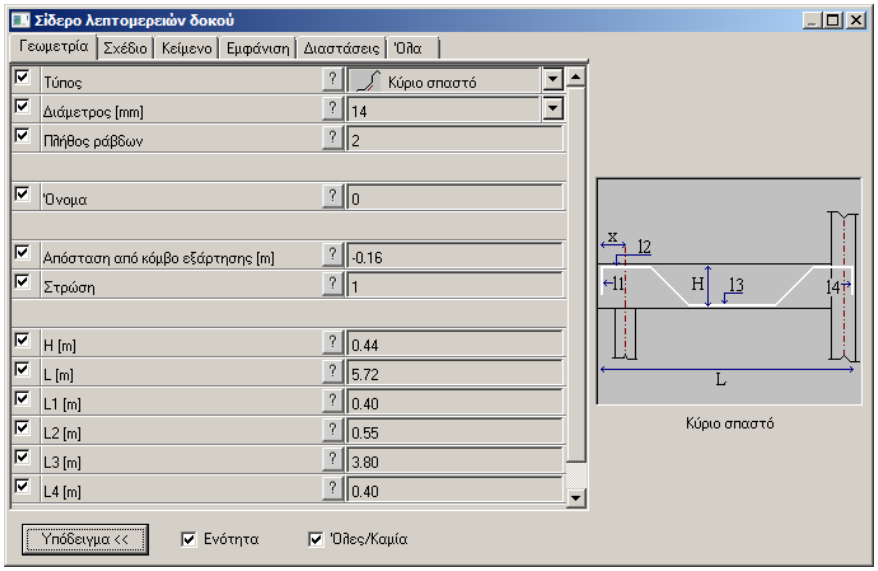
6.3 Σίδερο λεπτομερειών δοκού

Εισαγωγή

Είναι οι κύριοι και πρόσθετοι οπλισμοί των δοκών, οι οποίοι προκύπτουν από την επίλυση, και σχεδιάζονται από το πρόγραμμα στο παράθυρο απεικόνισης των αναπτυγμάτων δοκών.

6.3.1 Παράμετροι του Σίδερου λεπτομερειών δοκού

6.3.1.1 Γεωμετρία



Εικόνα 6.6: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Γεωμετρία» του Σίδερου λεπτομερειών δοκού.*

Τύπος

(Κύριο σπαστό, κύριο κάτω, πρόσθετο αρχής άνω, κ.λπ.)

Ανοίγοντας το υπόδειγμα στο πλαίσιο των παραμέτρων, μπορείτε να δείτε σκαρίφημα όλων των τύπων σίδερου δοκού, καθώς και τις διαστάσεις που χαρακτηρίζουν το καθένα.

Απόσταση από κόμβο εξάρτησης (m)

Όπως αυτή ορίζεται στο υπόδειγμα του αντίστοιχου σιδήρου.

Στρώση

Ανάλογα με το πλάτος της δοκού και τον αριθμό των σιδήρων καθορίζεται και ο αριθμός των στρώσεων.

6.3.1.2 Κείμενο

Σημείωση

Συνοδεύει το σίδερο λεπτομερειών δοκού

- Τίποτε
- Α / Κ / Π / Άνω / Κάτω / Πλευρικό / ΑΝΩ / ΚΑΤΩ / ΠΛΕΥΡΙΚΟ
- Κείμενο: Κείμενο που εισάγει ο χρήστης

6.3.2 Εντολές του σίδερου λεπτομερειών δοκού

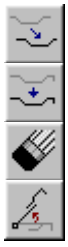


Εικόνα 6.7: *Οι εντολές του Σίδερου λεπτομερειών δοκού*



Προσθήκη σίδερου παράλληλα σε κλίση

Εισάγετε σίδερα οπλισμού δοκών στο σχέδιο. Πρώτα επιλέγετε τα δύο σημεία που θα ορίζουν την κλίση του σίδερου (συνήθως τα σημεία έλξης δοκού) και τέλος ορίζετε το σημείο από το οποίο θα διέρχεται το σίδερο.



Κίνηση σίδερου

Κατακόρυφη κίνηση σίδερου

Διαγραφή

Στροφή

Στρέφει το σίδερο, ώστε να γίνει παράλληλο με δεδομένη κλίση. Αφού επιλέξετε σίδερο, καθορίζετε τη νέα κλίση ορίζοντας δύο σημεία της κάτοψης.

6.4 Επεξεργασία 

6.4.1 Δημιουργία

Ανίχνευση υπαρχόντων κόμβων

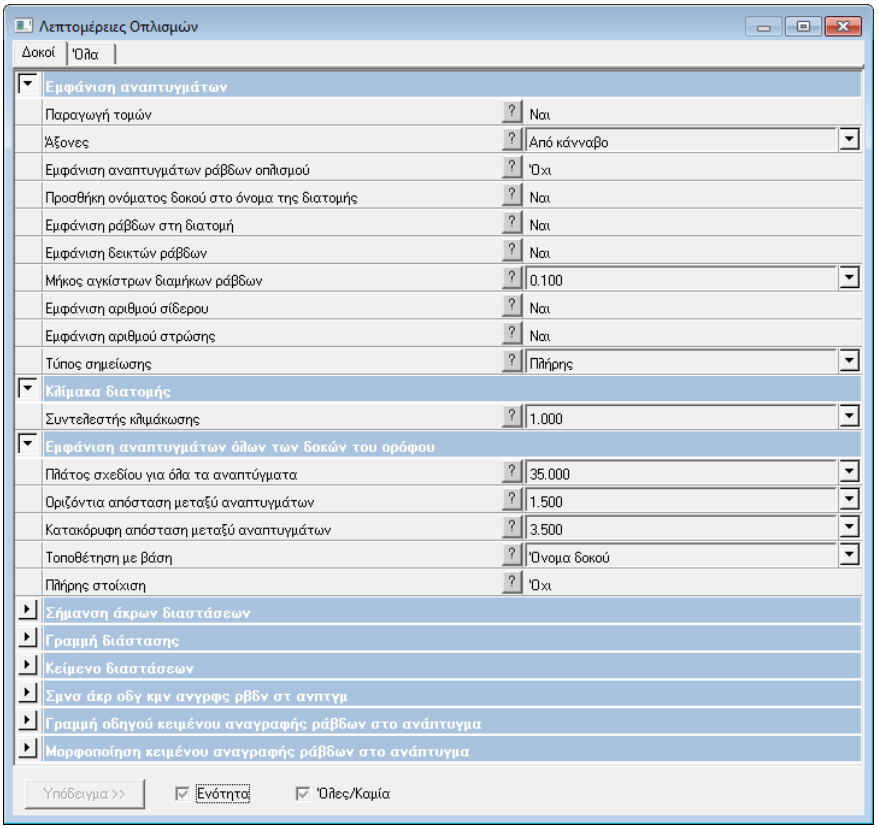
Καθορίζει τη μέγιστη αποδεκτή απόσταση μεταξύ ενός κόμβου που δημιουργείται με τις εντολές της επεξεργασίας (π.χ. μετακίνηση με αντιγραφή) και ενός προϋπάρχοντος. Αν ο νέος κόμβος βρεθεί σε απόσταση μικρότερη ή ίση της δεδομένης, τότε για τη συνδεσμολογία χρησιμοποιείται ο υπάρχων κόμβος.

6.5 Λεπτομέρειες οπλισμών

Εισαγωγή

Με τις εντολές των λεπτομερειών οπλισμών το Fespa κατασκευάζει (και εμφανίζει σε νέο παράθυρο) ξεχωριστά αρχεία που περιέχουν τις λεπτομέρειες των υποστυλωμάτων του ορόφου και τα αναπτύγματα οπλισμού δοκών, έτσι όπως προκύπτουν από την διαστασιολόγηση.

6.5.1 Παράμετροι των Λεπτομερειών οπλισμών



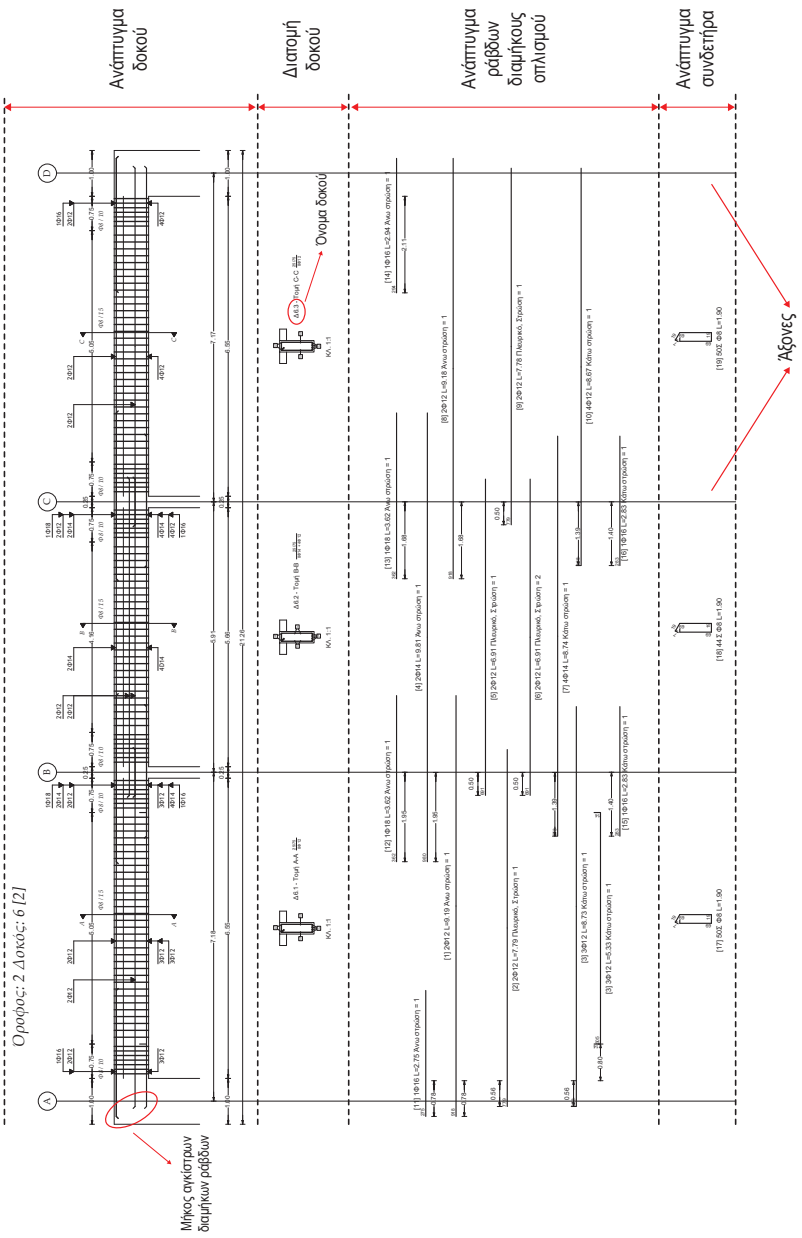
Εικόνα 6.8: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Δοκοί» των Λεπτομερειών οπλισμών*

Παραγωγή τομών (Ναι/ Όχι)

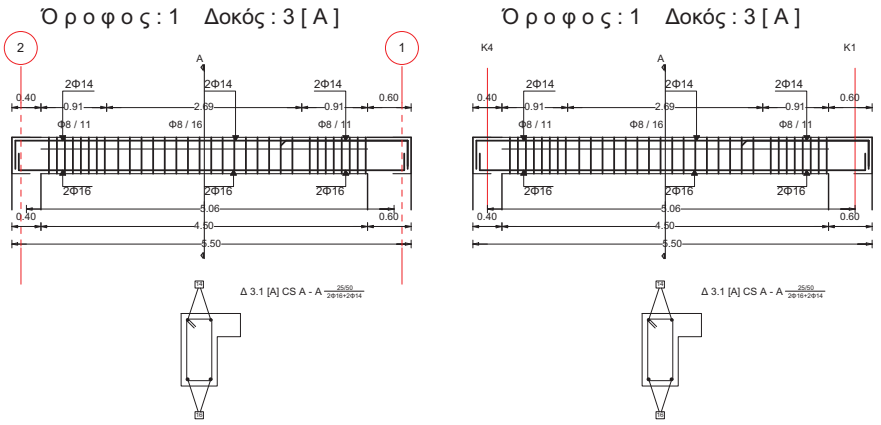
Καθορίζεται αν η διατομή της δοκού θα εμφανίζεται κάτω από το ανάπτυγμά της ή όχι.

Άξονες (Από υποστυλώματα/ Από κάνναβο)

Καθορίζεται αν οι άξονες που εμφανίζονται στο ανάπτυγμα της δοκού θα σχεδιάζονται βάσει της θέσης των υποστυλωμάτων ή των περασιών του καννάβου.



Σχήμα 6.1: Εμφάνιση των αναπτυγμάτων δοκών.



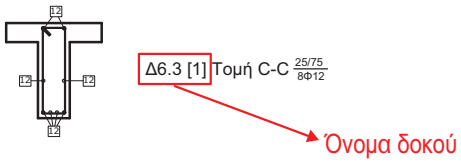
Σχήμα 6.2: Άξονες, στο ανάπτυγμα δοκού, σχεδιασμένοι βάσει των περασιών του καννάβου ή της θέσης των υποστυλωμάτων.

Εμφάνιση ράβδων διαμήκους οπλισμού (Ναι/ Όχι)

Επιλέγεται αν θα εμφανίζεται το ανάπτυγμα του διαμήκους οπλισμού της δοκού ή όχι.

Προσθήκη ονόματος δοκού στο όνομα της διατομής (Ναι/ Όχι)

Επιλέγεται αν στο όνομα της διατομής της δοκού θα προστίθεται και το όνομα της δοκού (σταθερό όνομα - όνομα - άνοιγμα) (π.χ. «Τομή Α-Α’» ή «Τομή Α-Α’ – Δ1.1»).



Σχήμα 6.3: Προσθήκη ονόματος διατομής στο όνομα της δοκού..

Εμφάνιση ράβδων στη διατομή (Ναι/ Όχι)

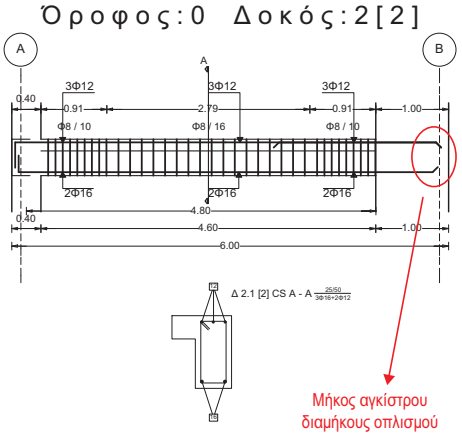
Επιλέγεται αν η παραγόμενη διατομή της δοκού θα σχεδιάζεται μαζί με τις τοποθετημένες ράβδους οπλισμού ή θα σχεδιάζεται μόνο το περίγραμμά της.

Εμφάνιση δεικτών ράβδων (Ναι/ Όχι)

Επιλέγεται αν μαζί με κάθε ράβδο, ή ομάδα όμοιων ράβδων, της διατομής της δοκού θα σχεδιάζεται και ο αντίστοιχος δείκτης διαμέτρου.

Μήκος αγκίστρων διαμήκων ράβδων

Καθορίζεται το μήκος αγκίστρου των διαμήκων ράβδων μέσα στο ανάπτυγμα.

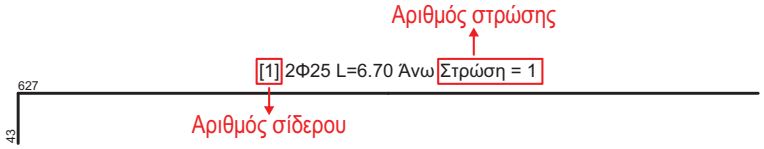


Σχήμα 6.4:Μήκος αγκίστρου διαμήκων ράβδων.

Εμφάνιση αριθμού σίδερου (Ναι/ Όχι)

Εμφάνιση αριθμού στρώσης (Ναι/ Όχι)

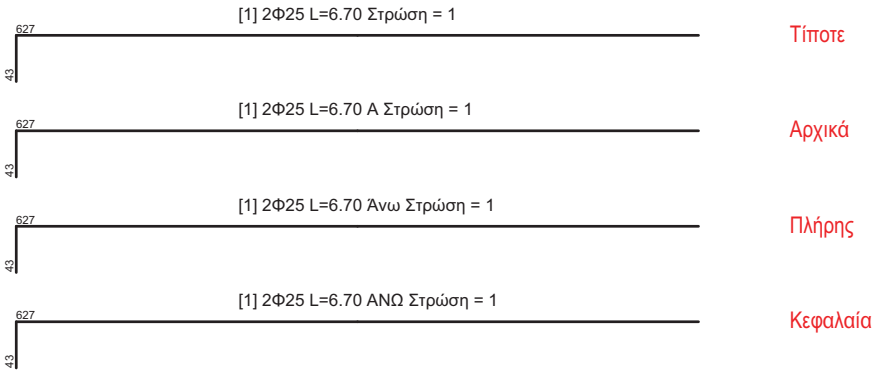
Καθορίζεται αν θα αναγράφεται ή όχι ο αριθμός της στρώσης στις ράβδους του αναπτύγματος των οπλισμών της δοκού.



Σχήμα 6.5:Αριθμός σίδερου και αριθμός στρώσης.

Τύπος σημείωσης (Τίποτε/ Αρχικά/ Πλήρης/ Κεφαλαία)

Τρόπος αναγραφής του κειμένου του άνω και του κάτω οπλισμού στο ανάπτυγμα των οπλισμών της δοκού (, Α Κ, Άνω Κάτω ή ΑΝΩ ΚΑΤΩ).



Σχήμα 6.6:Εναλλακτικοί τρόποι απεικόνισης αναπτυγμάτων ράβδων διαμήκους οπλισμού..

Συντελεστής κλιμάκωσης

Μέσω της παραμέτρου αυτής καθορίζεται η κλίμακα των διατομών, πολλαπλασιάζοντας τις διαστάσεις τους επί τον συντελεστή που εισάγει ο χρήστης.

Πλάτος σχεδίου για όλα τα αναπτύγματα

Τα αναπτύγματα τοποθετούνται οριζόντια μέχρι κάποιο να υπερβεί το πλάτος που ορίζεται στην παράμετρο, οπότε αυτό μεταφέρεται σε νέα γραμμή από κάτω.

Ο τιμή που εισάγεται στην παράμετρο αντιπροσωπεύει τα «πραγματικά» μέτρα που χωράνε στο χαρτί που θα επιλεγεί για την εκτύπωση του σχεδίου σε συγκεκριμένη κλίμακα.

Μέγεθος χαρτιού (σειρά Α)	**Paper dimensions (mm)**	**Πλάτος σχεδίου για όλα τα αναπτύγματα**		
		1:50	**1:100**	**1:200**
A0	1189	59	119	238
	841	42	84	168
A1	841	42	84	168
	594	30	59	119
A2	594	30	59	119
	420	21	42	84
A3	420	21	42	84
	297	15	30	59

A4	297	15	30	59
	210	11	21	42

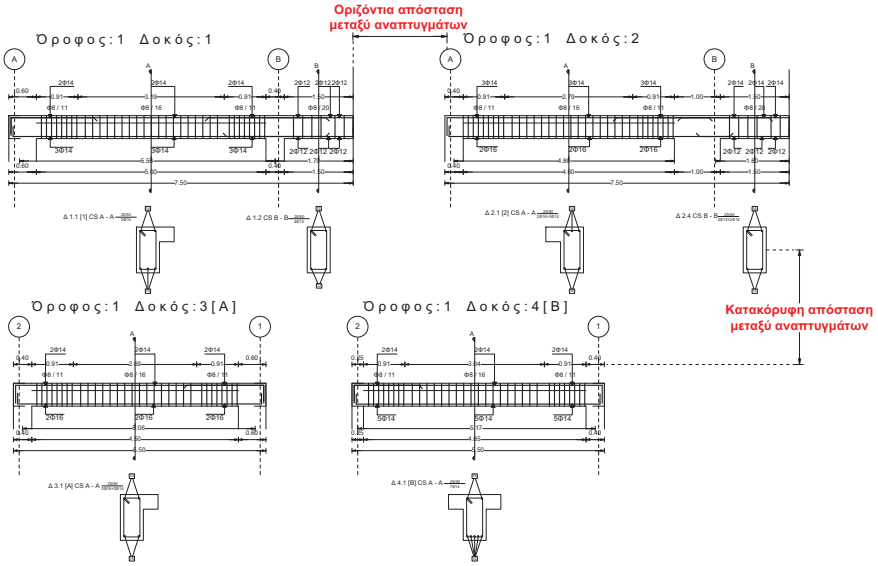
Πίνακας 6.1: Τιμές που δίνει ο χρήστης στην παράμετρο για τις συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες κλίμακες.

Σε κάθε περίπτωση εάν η εκτύπωση θα γίνει σε κλίμακα 1:α, στην παράμετρο δίνω τιμή ίση με:

$$\frac{1}{a} \cdot \pi\lambda\acute{\alpha}\tau o\varsigma\ \chi\alpha\rho\tau\iota o\acute{\upsilon}(m)$$

Οριζόντια/ Κατακόρυφη απόσταση μεταξύ αναπτυγμάτων

Ορίζεται η οριζόντια/ κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των αναπτυγμάτων των δοκών, που έχουν εισαχθεί στο ίδιο αρχείο με χρήση της εντολής «Λεπτομέρειες οπλισμών > Αναπτύγματα οπλισμών όλων των δοκών του ορόφου».



Σχήμα 6.7: Οριζόντια και κατακόρυφη απόσταση μεταξύ αναπτυγμάτων.

Τοποθέτηση με βάση (Όνομα/ Περασιά καννάβου/ Κάλυψη σχεδίου)

Τα αναπτύγματα των δοκών του κάθε ορόφου τοποθετούνται σε σειρά με βάση:

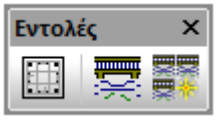
- το όνομα της δοκού (π.χ. Δ1.1 [3], Δ2.1 [1], Δ3.1 [4], Δ4.1 [2], κοκ.)

- το όνομα της περασιάς του καννάβου κατά μήκος της δοκού (π.χ. Δ2.1 [1], Δ4.1 [2], Δ1.1 [3], Δ3.1 [4], κοκ.) ή
- την βέλτιστη κάλυψη του σχεδίου (τα αναπτύγματα με το μεγαλύτερο μήκος τοποθετούνται πρώτα σε κάθε σειρά).

Πλήρης στοίχιση (Ναι/ Όχι)

Καθορίζεται αν κατά τη διάταξη των αναπτυγμάτων δοκών αυτά στοιχίζονται αριστερά και δεξιά, μοιράζοντας τα κενά μεταξύ τους.

6.5.2 Εντολές των Λεπτομερειών οπλισμών



Εικόνα 6.9: *Οι εντολές των Λεπτομερειών οπλισμών*



Λεπτομέρειες υποστυλωμάτων

Το πρόγραμμα κατασκευάζει αρχείο (το οποίο εμφανίζεται σε νέο παράθυρο) και στο οποίο περιέχονται σε τομή όλα τα υποστυλώματα του ορόφου με τους οπλισμούς (διαμήκεις και συνδετήρες) και τους δείκτες των διαμέτρων τους. Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα επεξεργασίας των λεπτομερειών, αποθήκευσης και εκτύπωσης.



Αναπτύγματα οπλισμού δοκών

Αφού ο μελετητής δείξει τη δοκό που επιθυμεί, το πρόγραμμα κατασκευάζει αρχείο (το οποίο εμφανίζεται σε νέο παράθυρο), στο οποίο εμφανίζεται διαμήκης τομή με όλους τους οπλισμούς της σε ανάπτυγμα. Και εδώ ο μελετητής έχει δυνατότητα τροποποιήσης των οπλισμών, αποθήκευσης στο δίσκο και σχεδίασής του.

Στο παράθυρο των αναπτυγμάτων δοκών, η οντότητα των οπλισμών που έχει διαθέσιμη ο μελετητής είναι η «Σίδερο λεπτομερειών δοκού».



Αναπτύγματα οπλισμών όλων των δοκών του ορόφου

Το πρόγραμμα κατασκευάζει αρχείο (το οποίο εμφανίζεται σε νέο παράθυρο), στο οποίο περιέχονται οι διαμήκεις τομές όλων των δοκών του ορόφου με τους οπλισμούς τους σε ανάπτυγμα.

Και εδώ ο μελετητής έχει δυνατότητα τροποποίησης των οπλισμών, αποθήκευσης στο δίσκο και σχεδίασής τους.

Στο παράθυρο των αναπτυγμάτων δοκών, η οντότητα των οπλισμών που έχει διαθέσιμη ο μελετητής είναι η «Σίδερο λεπτομερειών δοκού».

7

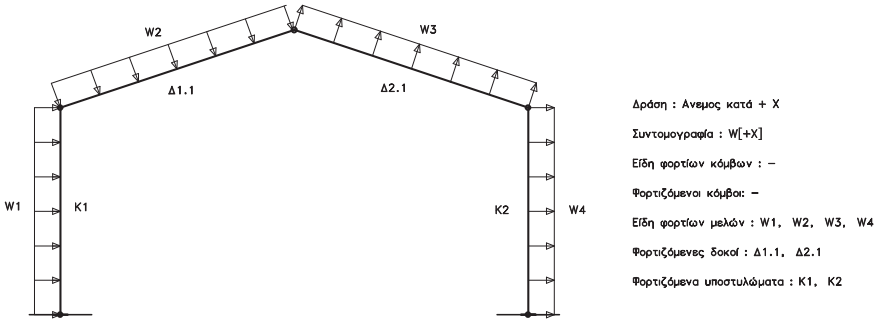
Δράσεις - Φορτία

7.1 Τι είναι οι «Δράσεις»

Προκειμένου να δοθούν φορτία επί των μελών του φορέα, πρώτα θα πρέπει να ορισθούν από το μελετητή οι **δράσεις**.

Δράση αποτελεί κάθε σύνολο επιβαλλόμενων φορτίων που ασκείται στο φορέα, λόγω συγκεκριμένου αιτίου (π.χ. άνεμος κατά τον άξονα X). Κάθε δράση έχει το δικό της **όνομα** και **συντομογραφία**. Αποτελεί επιλογή του μελετητή το αν στην κάθε νέα δράση θα συνυπολογίζεται και το **ίδιο βάρος** του φορέα.

Το πρόγραμμα δεν έχει περιορισμό στον αριθμό των δράσεων που μπορεί να δεχτεί.



Σχήμα 7.1: Η δράση απαρτίζεται από το σύνολο των εικονιζόμενων φορτίων.

Εισαγωγή δράσεων

Δράσεις φορτίων **εισάγει** (δημιουργεί) ο μελετητής μέσω των παραμέτρων των μελών του φορέα (Εικόνα 7.1) ή μέσω των πινάκων. Οι δημιουργούμενες δράσεις εμφανίζονται στην κάρτα «Φορτία» των παραμέτρων του υποστυλώματος, του

λοιπού κόμβου και της δοκού. Από εκεί **επιλέγονται** και αποκτούν τιμές φορτίων (Εικόνα 7.1). Ακολούθως **εκχωρούνται** στα μέλη με την εντολή «Δώσε φορτία».

Είδη δράσεων

Τα φορτία που συνθέτουν κάθε δράση διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

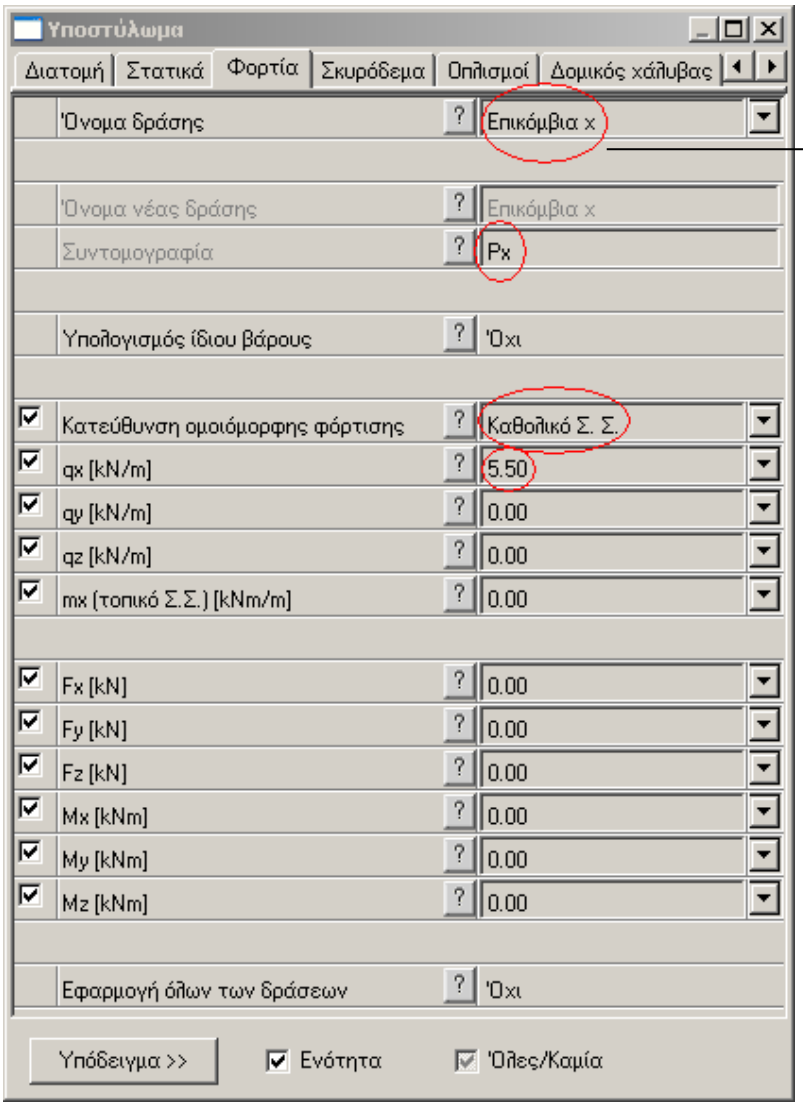
- Επικόμβια **συγκεντρωμένα** φορτία (δυνάμεις F και ροπές M) σύμφωνα με το καθολικό Σ.Σ. του φορέα. Συγκεντρωμένα φορτία δέχεται ο λοιπός κόμβος και ο άνω κόμβος του υποστυλώματος.
- Ομοιόμορφα γραμμικώς **κατανεμημένα** φορτία q και ροπή mx σύμφωνα με το καθολικό Σ.Σ. του φορέα ή το τοπικό Σ.Σ. κάθε μέλους. Κατανεμημένα φορτία δέχεται η δοκός και το υποστύλωμα.

Εκτός από τα προηγούμενα, δράσεις θεωρούνται και οι:

- **Θερμοκρασιακές** μεταβολές ΔT, οι οποίες αποτελούν ανεντατική κατάσταση και προκαλούν αξονική παραμόρφωση ή/και ένταση στα μέλη.
- **Δράσεις ατελειών** (imperfections), οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις πιθανές κατασκευαστικές ατέλειες κατά τη συναρμολόγηση των μελών από δομικό χάλυβα (EC3, §5.2.4).
- Υποχωρήσεις στηρίξεων.

Οι δράσεις συνδυάζονται μεταξύ τους (με τους κατάλληλους συντελεστές), οπότε προκύπτουν οι **συνδυασμοί δράσεων** (βλ. §7.4.8).

7.2 Ο χειρισμός των δράσεων μέσω παραμέτρων



Εικόνα 7.1: *Οι παράμετροι της κάρτας «Φορτία» του Υποστυλώματος. Ανάλογες κάρτες υπάρχουν για την Δοκό και τον Λοιπό κόμβο.*

Ο χειρισμός των δράσεων φορτίων (εισαγωγή, τροποποίηση, εκχώρηση σε μέλη) γίνεται κυρίως μέσω των εντολών «Πάρε / Δώσε φορτία» και των παραμέτρων της καρτέλας «Φορτία».

Οι παράμετροι της καρτέλας Φορτία για τα υποστυλώματα, τις δοκούς και τους λοιπούς κόμβους μπορούν να τροποποιηθούν και από τους Πίνακες 802-807 και 809.

Όνομα δράσης

Προκαθορισμένες δράσεις

Στη λίστα επιλογής εμφανίζονται οι **προκαθορισμένες** δράσεις του προγράμματος:

- Μόνιμες δράσεις **G**
- Μεταβλητή *(ή επιβαλλόμενη)* δράση **Q**
- Άνεμος ± x [**W**(± x)] *(Λοιπή φόρτιση)*
- Άνεμος ± z [**W**(± z)] *(Λοιπή φόρτιση)*
- Χιόνι **S** *(Λοιπή φόρτιση)*

Ουσιαστικά πρόκειται για τύπους δράσης, οι οποίοι κατά την αυτόματη «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων» (βλ. 5.1.3.14) συνδυάζονται με κατάλληλο συντελεστή $\xi*\gamma_G$, $\psi_0*\gamma_Q$ ή ψ_2 κ.λ.π. ώστε να προκύψουν οι συνδυασμοί για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας και Λειτουργικότητας βάσει της ΕC0 §6. Εφόσον λοιπόν στη κατασκευή επιβάλλονται φορτία των παραπάνω τύπων **προτείνεται** να χρησιμοποιούνται τα προκαθορισμένα.

Σημείωση

Οι προκαθορισμένες δράσεις Άνεμου και Χιονιού εμφανίζονται πάντα στο menu των φορτίσεων, αλλά υλοποιούνται μόνο όταν ο μελετητής αποδώσει τιμή φορτίου ≠0.0 σε κάποιο μέλος, μόνο δηλαδή όταν η φόρτιση εμφανιστεί στον πίνακα 809.

Νέα λοιπή φόρτιση

- Νέα δράση

Νέες λοιπές φορτίσεις καταχωρούνται με την επιλογή «Νέα δράση». Αφού ως όνομα δράσης επιλεγεί η «Νέα δράση», ο μελετητής εισάγει διαδοχικά το όνομα, μια συντομογραφία της, το Σ.Σ. στο οποίο εφαρμόζεται, και τις αριθμητικές τιμές των φορτίων (q, F, M).

Τα φορτία της δράσης μπορούν να εκχωρηθούν με την εντολή «Δώσε Φορτία» σε οποιοδήποτε υποστύλωμα, λοιπό κόμβο ή δοκό.

Όνομα νέας δράσης

Εισάγεται το όνομα της « Νέας δράσης», π.χ. Επικόμβια x (Εικόνα 7.1), για την οποία θα εισαχθούν φορτία.

Συντομογραφία

Συντομογραφία του ονόματος της νέας δράσης, π.χ. Px για την δράση «Επικόμβια x» στη διεύθυνση +X (Εικόνα 7.1). Αυτή εμφανίζεται στον Πίνακα των συνδυασμών δράσεων στο τεύχος της μελέτης.

Υπολογισμός ίδιου βάρους

- **Ναι/Όχι**: Συνυπολογίζεται ή όχι στη φόρτιση και το ίδιο βάρος των δοκών και των υποστυλωμάτων.

Το Fespa υπολογίζει τα ίδια βάρη των μελών της κατασκευής πολλαπλασιάζοντας την επιφάνεια που αντιστοιχεί στο ίδιο βάρος $A_{ι.β.}$ (βλέπε Πίνακες 202.1 402.1: «Αδρανειακά στοιχεία» του προγράμματος) επί το ειδικό βάρος του υλικού του μέλους.

Στα μέλη που χρησιμοποιούνται ως ειδικά στοιχεία προσομοίωσης, π.χ. δεσμικές δοκοί τοιχωμάτων, προβλέπεται ειδικό βάρος μηδέν, ώστε να μην λαμβάνεται δύο φορές το βάρος του τοιχώματος.

Σε κάθε περίπτωση, ο μελετητής έχει την δυνατότητα παρεμβαίνοντας να καθορίσει τις πιο πάνω τιμές.

Κατεύθυνση ομοιόμορφης φόρτισης

Επιλογή τοπικού ή καθολικού συστήματος συντεταγμένων. Βλ. Σχήμα 7.2 και Σχήμα 7.3 για υποστυλώματα και δοκούς αντίστοιχα.

qx, qy, qz [kN/m]

Τιμές για τα ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία (στο τοπικό ή καθολικό Σ.Σ.) κάθε δράσης.

Fx, Fy, Fz [kN]

Τιμές για τις επικόμβιες δυνάμεις (στο καθολικό Σ.Σ.) κάθε δράσης. Οι λοιποί κόμβοι φορτίζονται από συγκεντρωμένες δυνάμεις και ροπές σύμφωνα με το καθολικό σύστημα συντεταγμένων.

Mx, My, Mz [kNm]

Τιμές για τις επικόμβιες ροπές (στο καθολικό Σ.Σ.) κάθε δράσης. Οι λοιποί κόμβοι φορτίζονται από συγκεντρωμένες δυνάμεις και ροπές σύμφωνα με το καθολικό σύστημα συντεταγμένων.

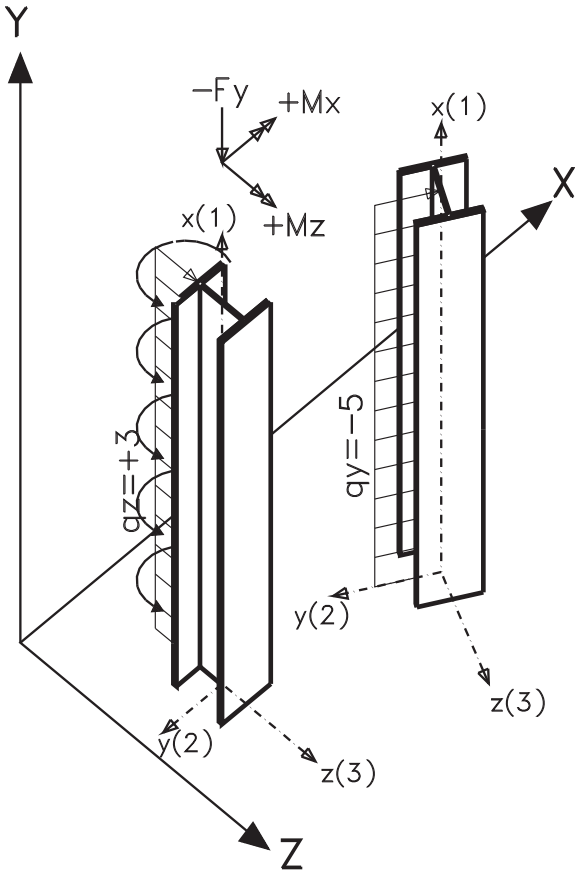
mx (τοπικό Σ.Σ.) [kNm/m]

Τιμές για τις κατανεμημένες ροπές (στο Τοπικό Σ.Σ.) κάθε δράσης ανά μονάδα μήκους.

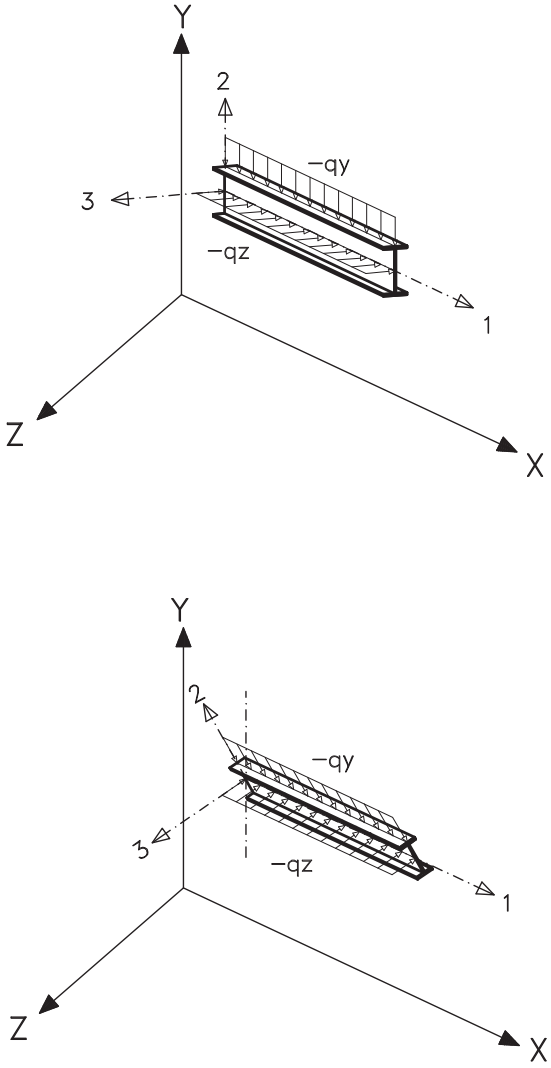
Εφαρμογή όλων των δράσεων

Η παράμετρος αυτή σχετίζεται με τις εντολές «Πάρε – Δώσε Φορτία» και «Πάρε – Δώσε Παραμέτρους». Η εντολή «Πάρε Φορτία» ή «Πάρε Παραμέτρους» διαβάζει όλες τις δράσεις του μέλους, ενώ η συμπεριφορά της «Δώσε Φορτία» ή «Δώσε Παραμέτρους» εξαρτάται από την παράμετρο «Εφαρμογή όλων των δράσεων».

- **Ναι**: οι εντολές «Δώσε παραμέτρους» και «Δώσε φορτία» εκχωρούν όλες τις δράσεις (Μόνιμα G, Κινητά Q, …, τυχόν πρόσθετες δράσεις) της καρτέλας «Φορτία».
- **Όχι**: Οι εντολές «Δώσε Παραμέτρους» και «Δώσε Φορτία» εκχωρούν **μόνο την τρέχουσα δράση** της καρτέλας «Φορτία».



Σχήμα 7.2: *Κατά περίπτωση τα υποστυλώματα μπορούν να φορτίζονται στο καθολικό Σ.Σ. ή στο τοπικό Σ.Σ. Τα ορθογώνια τοποθετημένα υποστυλώματα είναι ευκολότερο να φορτίζονται σύμφωνα με το* ***καθολικό*** *Σ.Σ., ενώ τα λοξά τοποθετημένα σύμφωνα με το* ***τοπικό*** *τους Σ.Σ. Υπενθυμίζεται ότι* ***X, Y, Z*** *είναι οι καθολικοί άξονες του φορέα και* ***x*** *(ή 1),* ***y*** *(ή 2),* ***z*** *(ή 3) οι τοπικοί άξονες του μέλους. Τα επικόμβια φορτία (F, M) εισάγονται πάντα σύμφωνα με το καθολικό σύστημα.*



Σχήμα 7.3: Η *προσήμανση των κατανεμημένων φορτίων επί του* ***τοπικού Σ.Σ.*** *μιας δοκού ορθογώνια τοποθετημένης (γωνία τοποθέτησης φ = 0) και μιας λοξά τοποθετημένης (γωνία τοποθέτησης φ ≠ 0).* ***X, Y, Z*** *είναι οι καθολικοί άξονες του φορέα και x (ή 1), y (ή 2), z (ή 3) οι τοπικοί άξονες του μέλους. Όπου αναφέρεται –q σημαίνει αρνητική τιμή φορτίου, π.χ. -5kN/m.*

7.3 Ο χειρισμός των δράσεων μέσω εντολών

7.3.1 Επεξεργασία

+ Φορτία



Με την εντολή «+ Φορτία» της Επεξεργασίας επιλέγονται όλα τα μέλη, τα οποία για την τρέχουσα δράση έχουν τα ίδια φορτία (qx, qy, qz, κτλ). Η τρέχουσα δράση ορίζεται από την καρτέλα «Φορτία» των παραμέτρων της Επεξεργασίας.

- Φορτία



Με την εντολή «- Φορτία» απο-επιλέγονται τα μέλη, τα οποία για την τρέχουσα δράση έχουν τα ίδια φορτία.

Σημείωση

Κατά τη χρήση των εντολών «+ Φορτία», «-Φορτία» είναι χρήσιμο να είναι ενεργοποιημένο το «Χ» στη γραμμή βοηθητικών εργαλείων σχεδίασης, ώστε να είναι ενεργά στα διαφανή το υπόμνημα και το χρώμα φορτίου δοκών και υποστυλωμάτων.

Πάρε φορτία και δώσε φορτία στα επιλεγμένα





Οι εντολές «Πάρε φορτία» και «Δώσε φορτία στα επιλεγμένα» λειτουργούν σε συνδυασμό με τις εντολές επιλογής της Επεξεργασίας.

Διαδικασία:

- Με κάποια ή με συνδυασμό των εντολών +/-**περιοχή**, +/- **στοιχείο**, +/- **χρώμα**, +/- **φορτία** ο χρήστης επιλέγει (ή από-επιλέγει) τα μέλη τα οποία επιθυμεί να αποκτήσουν το ίδια φορτίο.
- Στη συνέχεια υπάρχουν οι εξής επιλογές, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν και συνδυαστικά:
  - Με την εντολή **«Πάρε φορτία»** της επεξεργασίας μπορεί να επιλέγει κάποιο μέλος, το οποίο φέρει τα φορτία τα οποία επιθυμεί να αποκτήσουν και τα επιλεγμένα μέλη. Με την διαδικασία αυτή ενημερώνεται και η καρτέλα «Επεξεργασία > Φορτία» σύμφωνα με την τρέχουσα δράση.
  - Ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό με την προηγούμενη επιλογή, υπάρχει δυνατότητα στην καρτέλα «Επεξεργασία > Φορτία» να επιλέξουμε διαφορετική δράση ή να τροποποιήσουμε φορτία της δράσης που επιθυμούμε να αποδώσουμε.

- Με την εντολή **«Δώσε φορτία στα επιλεγμένα»** το πρόγραμμα μας προτρέπει να επιλέξουμε είτε κάποια **τυχαία** δοκό, είτε κάποιο τυχαίο υποστύλωμα, ανάλογα εάν επιθυμούμε η δράση να αποδοθεί σε μέλη του ενός ή του άλλου είδους.

Με την παραπάνω διαδικασία αποδίδονται φορτία μόνο της τρέχουσας δράσης (αυτής, δηλαδή, που εμφανίζεται στην καρτέλα «Επεξεργασία» > «Φορτία»). Εφόσον επιθυμούμε να αποδώσουμε στα επιλεγμένα μέλη και φορτία περισσότερων από μια δράσης θα πρέπει να επαναληφθούν τα βήματα 2a, 2b & 3 αλλάζοντας κάθε φορά στην εν λόγω καρτέλα την τρέχουσα δράση και τα φορτία.

7.4 Ο χειρισμός των δράσεων μέσω πινάκων

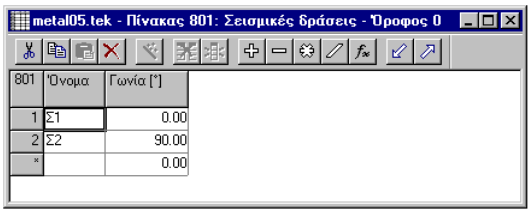
Το πρόγραμμα χωρίζει τις επιβαλλόμενες δράσεις στις εξής κατηγορίες:

- **Σεισμικές δράσεις** (χειρισμός μόνο μέσω πινάκων)
- **Δράσεις Pushover** (χειρισμός μέσω παραμέτρων και πινάκων)
- **Δράσεις φορτίων** (χειρισμός μέσω παραμέτρων και πινάκων)
- **Δράσεις θερμοκρασίας** (χειρισμός μόνο μέσω πινάκων)
- **Δράσεις ατελειών** (χειρισμός μόνο μέσω πινάκων)
- **Υποχωρήσεις στηρίξεων** (χειρισμός μέσω παραμέτρων και πινάκων)

Ο συνδυασμός των δράσεων γίνεται μέσω του Πίνακα 816 - «**Συνδυασμοί δράσεων**».

7.4.1 Σεισμικές δράσεις – πίνακας 801

Οι σεισμικές δράσεις περιγράφονται από τη γωνία προσβολής του φορέα από το σεισμό. Στις συνήθεις περιπτώσεις υπάρχουν δύο διευθύνσεις σεισμικών δράσεων, κάθετες μεταξύ τους: κατά 0 και κατά 90 μοίρες. Κάθε σεισμική δράση περιγράφεται από ένα ξεχωριστό όνομα.

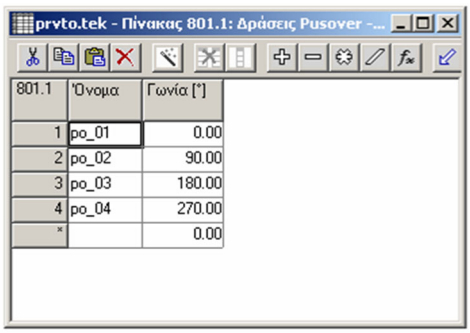


Εικόνα 7.2: *Ο Πίνακας 801 - «Σεισμικές δράσεις» στη συνήθη (και προεπιλεγμένη από το πρόγραμμα) περίπτωση δύο σεισμικών δράσεων.*

7.4.2 Δράσεις Pushover – πίνακας 801.1

Η ανελαστική στατική ανάλυση πρέπει να πραγματοποιείται σε δύο διευθύνσεις για θετικό και αρνητικό πρόσημο σύμφωνα με την EC8-1 §4.3.3.4.1(7)Α. Για κάθε μια από τις τέσσερεις περιπτώσεις που προκύπτουν εφαρμόζονται δυο καθ' ύψος κατανομές των οριζόντιων φορτίων, οι οποίες δίδονται στο «Κτίριο > Αποτίμηση» παράγοντας έτσι συνολικά 8 φορτίσεις. Βλ. και EC8-1 §4.3.3.4.2.2(1).

Η δυνατότητα εισαγωγής γωνίας φόρτισης Pushover παρέχεται, προκειμένου να υλοποιηθεί η απαίτηση της EC8-1 §4.3.3.5.1 για συνδυασμό των οριζόντιων δράσεων. Δεδομένης της μη γραμμικότητας της ανάλυσης, ο συνδυασμός των αποτελεσμάτων των οριζόντιων φορτίσεων μπορεί να υλοποιηθεί μόνο σε επίπεδο φόρτισης, εισάγοντας π.χ. ταυτόχρονα φορτία σε δύο κάθετες διευθύνσεις. Αυτός ο στόχος υλοποιείται με προσθήκη στον Πίνακα 801.1 επιπλέον φορτίσεων σε ενδιάμεσες κατευθύνσεις, π.χ. 45°,135°, 225° και 315°.



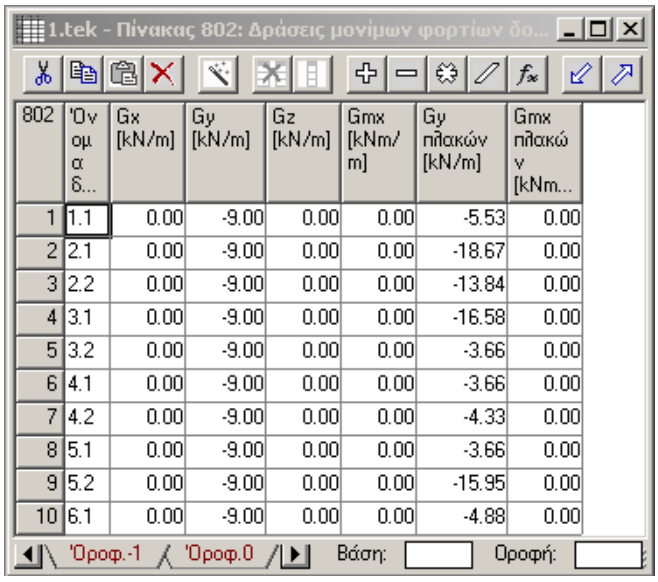
Εικόνα 7.3: *Ο Πίνακας 801.1 - «Δράσεις Pushover» στη συνήθη (και προεπιλεγμένη από το πρόγραμμα) περίπτωση φόρτισης σε δυο κάθετες διευθύνσεις με θετικό και αρνητικό πρόσημο.*

7.4.3 Μόνιμες και μεταβλητές δράσεις

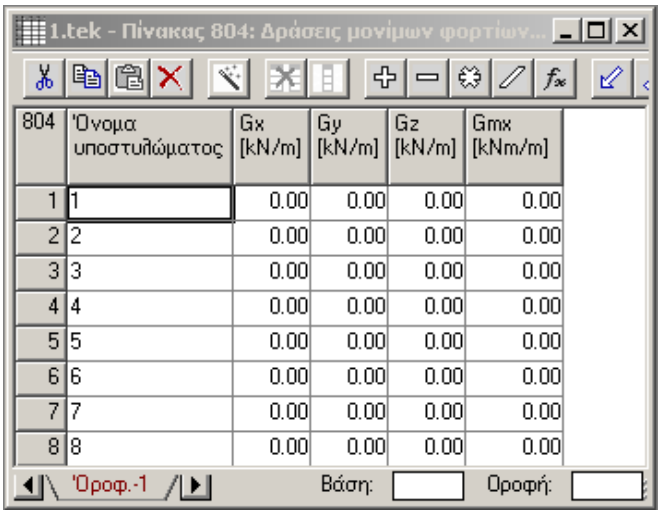
Πίνακες 802 - 807

Εδώ περιλαμβάνονται τα μόνιμα και κινητά, συγκεντρωμένα και κατανεμημένα φορτία που ασκούνται στο φορέα (δοκοί, υποστυλώματα, κόμβοι). Στις συνήθεις κατασκευές από Ο.Σ. (όταν δεν υπάρχει ανάγκη εισαγωγής επιπλέον δράσεων) οι Πίνακες 802 και 803 είναι οι πλέον χρήσιμοι για τον έλεγχο των φορτίων των δοκών του φορέα.

Τα στοιχεία των Πινάκων 802 έως 807 αφορούν τα φορτία που ασκούνται στις δοκούς, στα υποστυλώματα και στους κόμβους και είναι δυνατόν να τροποποιηθούν και μέσω των παραμέτρων στις αντίστοιχες καρτέλες «Φορτία».



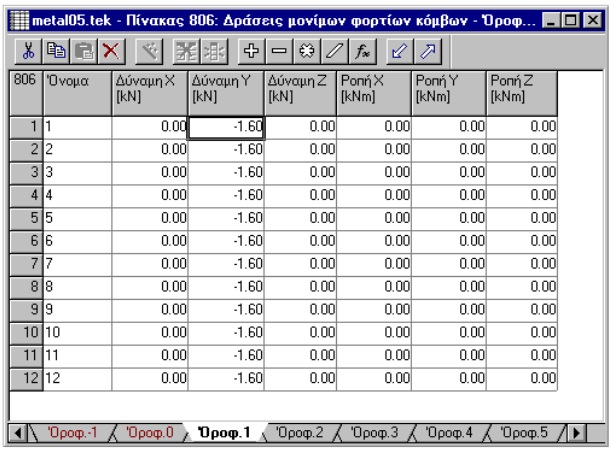
Εικόνα 7.4: *Ο Πίνακας 802 - «Μόνιμα φορτία δοκών». Όμοιος είναι και ο Πίνακας 803 - «Κινητά φορτία δοκών». Η σήμανση αυτών των φορτίων αναφέρεται στο καθολικό Σ.Σ.*



804	Όνομα υποστυλώματος	Gx [kN/m]	Gy [kN/m]	Gz [kN/m]	Gmx [kNm/m]
1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	8	0.00	0.00	0.00	0.00

Όροφ.-1 Βάση: Οροφή:

Εικόνα 7.5: *Ο Πίνακας 804 - «Μόνιμα φορτία υποστυλωμάτων». Όμοιος είναι και ο Πίνακας 805 - «Κινητά φορτία υποστυλωμάτων». Η σήμανση αυτών των φορτίων αναφέρεται στο καθολικό Σ.Σ.*



806	Όνομα	Δύναμη X [kN]	Δύναμη Y [kN]	Δύναμη Z [kN]	Ροπή X [kNm]	Ροπή Y [kNm]	Ροπή Z [kNm]
1	1	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
4	4	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
5	5	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
7	7	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
8	8	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
9	9	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
10	10	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
11	11	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
12	12	0.00	-1.60	0.00	0.00	0.00	0.00

Όροφ.-1 Όροφ.0 Όροφ.1 Όροφ.2 Όροφ.3 Όροφ.4 Όροφ.5

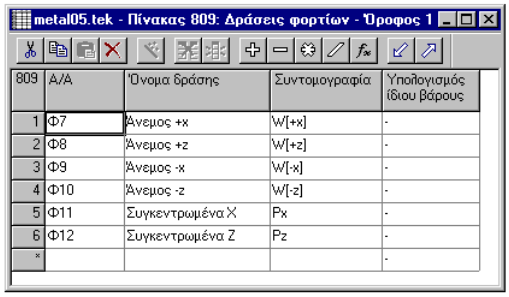
Εικόνα 7.6: *Ο Πίνακας 806 - «Μόνιμα φορτία κόμβων». Όμοιος είναι και ο Πίνακας 807 - «Κινητά φορτία κόμβων».*

7.4.4 Δράσεις φορτίων

Εδώ περιλαμβάνονται όλες οι λοιπές δράσεις οι οποίες ενδέχεται να ανήκουν στις προκαθορισμένες ή να έχουν εισαχθεί από το μελετητή. Κάθε δράση φορτίων μπορεί να αποτελείται από περισσότερα του ενός είδη φορτίων, κάθε ένα από τα

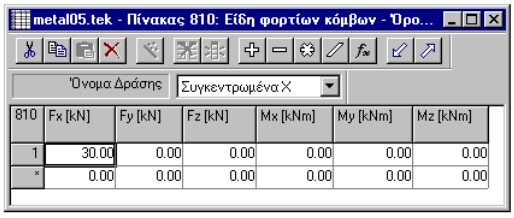
οποία να εφαρμόζεται σε ένα ή περισσότερα μέλη ή κόμβους. Κάθε δράση φορτίων περιγράφεται από ένα ξεχωριστό όνομα, με το οποίο θα αναφέρεται στους συνδυασμούς δράσεων.

Οι δράσεις φορτίων είναι ευκολότερο να εισάγονται μέσω των εντολών «Πάρε / Δώσε φορτία» και των παραμέτρων (§7.2) και ο έλεγχός τους να γίνεται μέσω των πινάκων που προσφέρουν καλύτερη εποπτεία.


metal05.tek - Πίνακας 809: Δράσεις φορτίων - Όροφος 1

809	Α/Α	Όνομα δράσης	Συντομογραφία	Υπολογισμός ίδιου βάρους
1	Φ7	Άνεμος +x	W[+x]	-
2	Φ8	Άνεμος +z	W[+z]	-
3	Φ9	Άνεμος -x	W[-x]	-
4	Φ10	Άνεμος -z	W[-z]	-
5	Φ11	Συγκεντρωμένα X	Px	-
6	Φ12	Συγκεντρωμένα Z	Pz	-
*				-

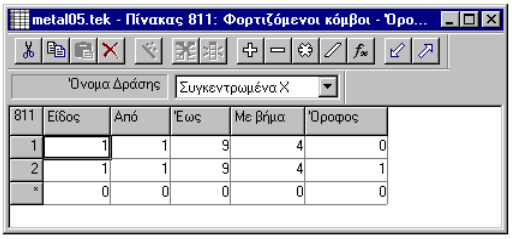
Εικόνα 7.7: *Ο Πίνακας 809 - «Δράσεις φορτίων» με τις ονομασίες και τις συντομογραφίες των λοιπών δράσεων.*


metal05.tek - Πίνακας 810: Είδη φορτίων κόμβων - Όρο...

Όνομα Δράσης: Συγκεντρωμένα X

810	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Εικόνα 7.8: *Ο Πίνακας 810 - «Είδη φορτίων κόμβων» για κάθε δράση (εδώ για την «Συγκεντρωμένα X»). Οι κόμβοι που φορτίζονται με αυτά τα φορτία εμφανίζονται στον επόμενο Πίνακα (811).*

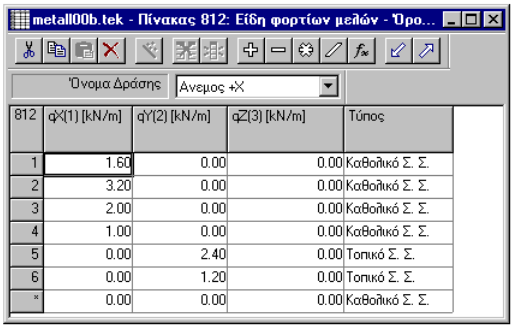

metal05.tek - Πίνακας 811: Φορτιζόμενοι κόμβοι - Όρο...

Όνομα Δράσης: Συγκεντρωμένα X

811	Είδος	Από	Έως	Με βήμα	Όροφος
1	1	1	9	4	0
2	1	1	9	4	1
*	0	0	0	0	0

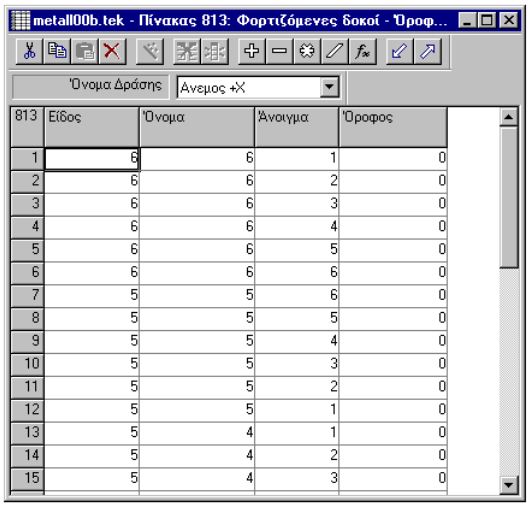
Εικόνα 7.9: *Ο Πίνακας 811 - «Φορτιζόμενοι κόμβοι» για κάθε δράση. Τα «είδη» αναφέρονται στον προηγούμενο Πίνακα (810). Στο*

παράδειγμα αυτό φορτιζόμενοι κόμβοι είναι οι 1, 5, 9 των ορόφων 0 και 1.



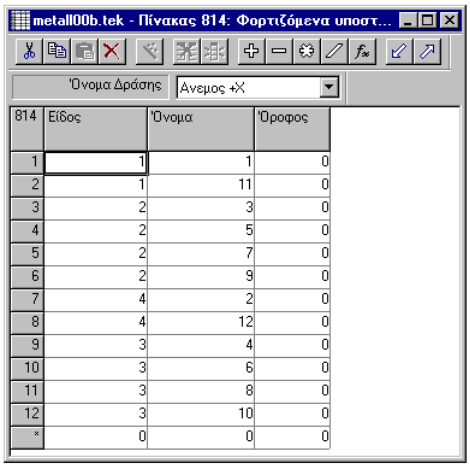
812	qX(1) [kN/m]	qY(2) [kN/m]	qZ(3) [kN/m]	Τύπος
1	1.60	0.00	0.00	Καθολικό Σ. Σ.
2	3.20	0.00	0.00	Καθολικό Σ. Σ.
3	2.00	0.00	0.00	Καθολικό Σ. Σ.
4	1.00	0.00	0.00	Καθολικό Σ. Σ.
5	0.00	2.40	0.00	Τοπικό Σ. Σ.
6	0.00	1.20	0.00	Τοπικό Σ. Σ.
*	0.00	0.00	0.00	Καθολικό Σ. Σ.

Εικόνα 7.10: *Ο Πίνακας 812 - «Είδη φορτίων μελών» για κάθε δράση (εδώ για την «Άνεμος +X»). Τα μέλη που φορτίζονται με αυτά τα φορτία, εμφανίζονται στους επόμενους Πίνακες (813 και 814).*



813	Είδος	Όνομα	Άνοιγμα	Όροφος
1	6	6	1	0
2	6	6	2	0
3	6	6	3	0
4	6	6	4	0
5	6	6	5	0
6	6	6	6	0
7	5	5	6	0
8	5	5	5	0
9	5	5	4	0
10	5	5	3	0
11	5	5	2	0
12	5	5	1	0
13	5	4	1	0
14	5	4	2	0
15	5	4	3	0

Εικόνα 7.11: *Ο Πίνακας 813 - «Φορτιζόμενες δοκοί» για κάθε δράση. Τα «είδη» αναφέρονται στον Πίνακα 812.*


metall00b.tek - Πίνακας 814: Φορτιζόμενα υποστ...

'Ονομα Δράσης: Ανεμος +X

814	Είδος	'Ονομα	'Οροφος
1	1	1	0
2	1	11	0
3	2	3	0
4	2	5	0
5	2	7	0
6	2	9	0
7	4	2	0
8	4	12	0
9	3	4	0
10	3	6	0
11	3	8	0
12	3	10	0
*	0	0	0

Εικόνα 7.12: *Ο Πίνακας 814 - «Φορτιζόμενα υποστυλώματα» για κάθε δράση. Τα «είδη» αναφέρονται στον Πίνακα 812.*

7.4.5 Δράσεις θερμοκρασίας – πίνακας 815

Οι δράσεις θερμοκρασίας προκαλούν αξονική παραμόρφωση στα μέλη του φορέα. Κάθε δράση θερμοκρασίας περιγράφεται από ένα ξεχωριστό όνομα, με το οποίο θα αναφέρεται στους συνδυασμούς δράσεων. Η επιβαλλόμενη διαφορά θερμοκρασίας επιβάλλεται σε όλα τα μέλη του φορέα. Για να εξαιρεθούν συγκεκριμένα μέλη, θα πρέπει να δοθεί μηδενική τιμή στο συντελεστή θερμικής διαστολής, (α), από τις παραμέτρους («Υποστύλωμα / Δοκός > Σκυρόδεμα > Σταθερές υλικού») ή τους πίνακες του προγράμματος τους σχετικούς με τις σταθερές υλικών (Πίνακες 203, 403).


metal05.tek - Πίνακας 815: Δράσεις θερμοκρ...

815	A/A	'Ονομα δράσης	Δt [°C]
1	Φ13	Αύξηση θερμοκρασίας	20.0
2	Φ14	Μείωση θερμοκρασίας	-20.0
*			0.0

Εικόνα 7.13: *Ο Πίνακας 815 - «Δράσεις θερμοκρασίας» με τις δύο πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμοκρασιακών δράσεων.*

7.4.6 Δράσεις ατελειών – πίνακας 808

Σύμφωνα με τον EC3-1-1, §5.3.2(4), η επιρροή των καθολικών ατελειών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των φορέων στις περιπτώσεις όπου η

συνολική τέμνουσα της οριζόντιας φόρτισης $\boldsymbol{H}_{\mathbf{Ed}}$ (άνεμος, σεισμός) δεν υπερβαίνει το 15% των κατακόρυφων φορτίων $\boldsymbol{V}_{\mathbf{Ed}}$.

Οι ατέλειες εισάγονται στην κατασκευή με την παραδοχή ισοδύναμων γεωμετρικών ατελειών με τη μορφή αρχικών κλίσεων φ:

$\phi = \phi_0 \, \alpha_h \, \alpha_m$

όπου: $\varphi_0 = 1/200$, α_h και α_m συντελεστές που εξαρτώνται από το ύψος του κτιρίου και το πλήθος των υποστυλωμάτων.

Με την εντολή «Παραγωγές» - «Υπολογισμός ατελειών χωρικού πλαισίου» (§5.1.3.15) το Fespa κάνει αυτόματα τον υπολογισμό του συντελεστή φ, αλλά ταυτόχρονα δίδεται η δυνατότητα στον μελετητή να χρησιμοποιήσει δική του τιμή επεμβαίνοντας στον πίνακα 808.

Οι ατέλειες του φορέα λαμβάνονται υπόψη στην ανάλυση ως επιπλέον δράσεις και ισοδυναμούν με αρχική πλευρική μετατόπιση.

Οι αρχικές ατέλειες πλευρικής μετατόπισης υπολογίζονται για κάθε κατεύθυνση (0^o, 90^o, 180^o, 270^o), αλλά δε συνδυάζονται μεταξύ τους.

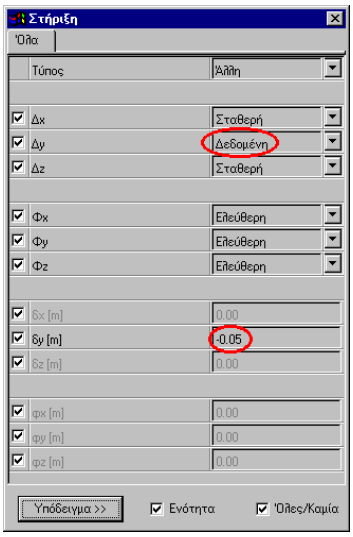
metal05.tek - Πίνακας 808: Δράσεις ατελειών - Όροφος 0

808	Α/Α	Όνομα δράσης	Συντομογραφία	Γωνία [°]	Συντελεστής Φ	Αυτόματος υπολογισμός
1	Φ3	Ατέλειες +x	I[+x]	0.00	3.2428E-3	Ναι
2	Φ4	Ατέλειες +z	I[+z]	90.00	3.2428E-3	Ναι
3	Φ5	Ατέλειες -x	I[-x]	180.00	3.2428E-3	Ναι
4	Φ6	Ατέλειες -z	I[-z]	270.00	3.2428E-3	Ναι
*				0.00	3.2428E-3	Ναι

Εικόνα 7.14: *Ο Πίνακας 808 - «Δράσεις ατελειών» με τις δράσεις που αυτόματα εισάγει το πρόγραμμα, όταν δοθεί η σχετική εντολή του κτιρίου (βλ. §2.1.1).*

7.4.7 Υποχωρήσεις στηρίξεων

Υποχωρήσεις στηρίξεων εισάγονται μέσω των παραμέτρων της στήριξης (βλ. Εικόνα 7.15) ή μέσω του Πίνακα 502 - «Επιβαλλόμενες μετακινήσεις». Οι υποχωρήσεις στηρίξεων περιλαμβάνονται στα μόνιμα φορτία (G), καθώς και σε οποιονδήποτε συνδυασμό τα περιέχει, εκτός από τους σεισμικούς.



Εικόνα 7.15: *Εισαγωγή υποχώρησης στήριξης μέσω παραμέτρων. Για να ενεργοποιηθούν οι παράμετροι δx, δy, δz (μετατοπίσεις σε m) και φx, φy, φz (στροφές σε deg), θα πρέπει πρώτα να δηλωθεί ως «**Δεδομένη**» η αντίστοιχη παράμετρος Δx, Δy, Δz ή Φx, Φy, Φz.*

7.4.8 Συνδυασμοί δράσεων – πίνακας 816

Ο μελετητής έχει την δυνατότητα επεξεργασίας του συνδυασμού των δράσεων, που έχει εισάγει, μέσω του Πίνακα 816 - «Συνδυασμοί δράσεων». Το πρόγραμμα μέσω της εντολής «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων» παράγει και εμφανίζει αυτόματα στον Πίνακα 816 τους συνδυασμούς δράσεων σύμφωνα με τον EC0 §6. Η εντολή αυτή λειτουργεί μόνο για τις **προκαθορισμένες δράσεις** του προγράμματος:

Προκαθορισμένες δράσεις

- Μόνιμες δράσεις G
- Μεταβλητή *(ή επιβαλλόμενη)* δράση Q
  - Δυσμενής μεταβλητή δράση QA *(δυσμενής επίδραση στην ροπή ανοίγματος των δοκών)*
  - Δυσμενής μεταβλητή δράση QB
  - Άνεμος ± x [W(± x)] *(Λοιπή φόρτιση, πιν. 809)*
  - Άνεμος ± z [W(± z)] *(Λοιπή φόρτιση, πιν. 809)*
  - Χιόνι S *(Λοιπή φόρτιση, πιν. 809)*

- Ατέλειες ±x [I(± x)] *(πιν. 808)*
- Ατέλειες ± z [I(± z)] *(πιν. 808)*

Συνδυασμοί δράσεων, οι οποίοι εμπλέκουν και δράσεις πέρα από τις παραπάνω (π.χ. θερμοκρασιακές φορτίσεις), θα πρέπει να εισαχθούν στον Πίνακα 816 από τον μελετητή. Για περισσότερα σχετικά με τις δράσεις βλ. και §7.2 «Όνομα δράσης»

Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (STR/GEO)

Ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου «Κτίριο > Δράσεις > Απομείωση δυσμενών μονίμων δράσεων» παράγονται συνδυασμοί για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση αστοχίας (STR/GEO) σύμφωνα με την εξίσωση (6.10) ή τις εξισώσεις (6.10α) και (6.10β). Ο θεμελιώδης συνδυασμός είναι:

$$\gamma_{G,\mathrm{sup}}G\ "+"\ \gamma_{Q,1}\psi_{0,1}Q_{k,1}\ "+"\ \Sigma\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i} \quad \text{.....(6.10α)}$$

$$\xi\gamma_{G,\mathrm{sup}}G\ "+"\ \gamma_{Q,1}Q_{k,1}\ "+"\ \Sigma\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i} \quad \text{.....(6.10β)}$$

ή

$$\gamma_{G,\mathrm{sup}}G\ "+"\ \gamma_{Q,1}Q_{k,1}\ "+"\ \Sigma\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,i} \quad \text{.....(6.10)}$$

Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

- Ο χαρακτηριστικός συνδυασμός π.χ. για τον περιορισμό τάσεων:

  $G + Q$ .....(6.14)

- Οι οιονεί μόνιμες δράσεις π.χ. για τον έλεγχο βελών μεταλλικών δοκών και έλεγχο ρηγμάτωσης δοκών σκυροδέματος:

  $G + \psi_2 Q$.....(6.16)

Παράδειγμα:

- «Κτίριο > Δράσεις > Απομείωση δυσμενών μονίμων δράσεων» = «Ναι» - [εξισώσεις (6.10α) & (6.10β)] και «Κτίριο > Δράσεις > Μειωτικός συντ. δυσμενών μονίμων δράσεων ξ» = «0,85».
- «Κτίριο > Δράσεις > Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις δοκών» = «Ναι».
- Λοιπή φόρτιση: Άνεμος κατά την διεύθυνση x, W(+x)
- Λοιπή φόρτιση: Χιόνι S

Μετά την εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων» προκύπτει αυτόματα ο Πίνακας 816 (Εικόνα 7.16).

816	Όνομα
1	1.35G + 1.50*0.7Q
2	ξ*1.35G + 1.50Q
3	1.35G + 1.50*0.7QA
4	1.35G + 1.50*0.7QB
5	ξ*1.35G + 1.50QA
6	ξ*1.35G + 1.50QB
7	ξ*1.35G+1.50Q+1.50*0.6W(+x)+1.50*0.5S
8	ξ*1.35G+1.50W(+x)+1.50*0.7Q+1.50*0.5S
9	ξ*1.35G+1.50S+1.50*0.7Q+1.50*0.6W(+x)
10	ξ*1.35G+1.50Q+1.50*0.5S
11	ξ*1.35G+1.50S+1.50*0.7Q
12	1.00G+1.50W(+x)
13	1.35*G+1.50*0.7Q+1.50*0.6W(+x)+1.50*0.5S
14	1.35*G+1.50*0.7Q+1.50*0.5S
15	1.00 * G + 1.00 * Q
16	G + ψ2*Q

Εικόνα 7.16: *Πρώτη στήλη του Πίνακα 816 - «Συνδυασμοί δράσεων» για συνδυασμούς βάσει της εξίσωσης (6.10) του EC0, δυσμενείς μεταβλητές δράσεις δοκών, άνεμο (+x) και χιόνι.*

Συνδυασμοί για έλεγχο αστοχίας (STR/GEO)

Βάσει της εξίσωσης EC0 (6.10α). Όλες οι μεταβλητές δράσεις λαμβάνονται ως συνοδευτικές:

1.35G + 1.50*0.7Q

1.35G + 1.50*0.7QA

1.35G + 1.50*0.7QB

1.35*G+1.50*0.7Q+1.50*0.6W(+x)+1.50*0.5S

1.35*G+1.50*0.7Q+1.50*0.5S — *Ευνοϊκά αποτελέσματα ανεμοπίεσης (π.χ. ώθηση αναρρόφησης)*

Βάσει της εξίσωσης EC0 (6.10β) απομειώνονται οι μόνιμες δράσεις και κάθε μια μεταβλητή δράση θεωρείται διαδοχικά ως κυρίαρχη και οι υπόλοιπες ως συνοδευτικές:

ξ*1.35G + 1.50Q

ξ*1.35G + 1.50QA

ξ*1.35G + 1.50QB

ξ*1.35G+1.50Q+1.50*0.6W(+x)+1.50*0.5S

ξ*1.35G+1.50W(+x)+1.50*0.7Q+1.50*0.5S

ξ*1.35G+1.50S+1.50*0.7Q+1.50*0.6W(+x)

ξ*1.35G+1.50Q+1.50*0.5S

ξ*1.35G+1.50S+1.50*0.7Q

Ευνοϊκά αποτελέσματα ανεμοπίεσης (π.χ. ώθηση αναρρόφησης)

Ευνοϊκά αποτελέσματα κατακόρυφων φορτίων

1.00G+1.50W(+x)

Οι συντελεστές συνδυασμού μεταβλητών δράσεων ψ_0 λαμβάνονται βάσει του πίνακα A1 του EC0: ψ_0=0.6 για άνεμο και ψ_0=0.5 για χιόνι και ψ_0=0.7 για κινητά φορτία.

Συνδυασμοί για έλεγχο Λειτουργικότητας

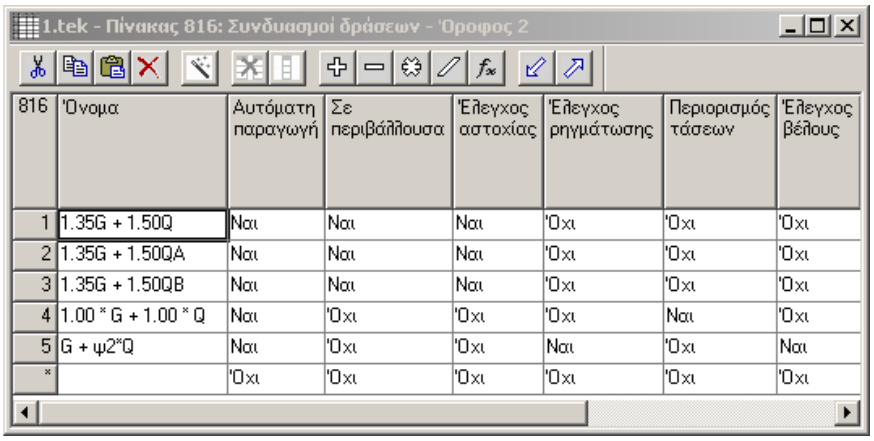
1.00 * G + 1.00 * Q

G + ψ2*Q

Οι υπόλοιπες στήλες του Πίνακα 816 (Εικόνα 7.17) έχουν τις εξής λειτουργίες:

Αυτόματη παραγωγή

- **Ναι**: Κάθε φορά που χρησιμοποιείται η εντολή «Παραγωγή συνδυασμών δράσεων», οι συνδυασμοί δράσεων προσδιορίζονται αυτόματα. Όλοι οι συνδυασμοί που είχαν αρχικά «Αυτόματη παραγωγή = Ναι» μετά την εφαρμογή της εντολής αντικαθίστανται από τους νέους συνδυασμούς.
- **Όχι**: Οι συνδυασμοί δράσεων, για τους οποίους έχει επιλεγεί «Αυτόματη παραγωγή = Όχι», διατηρούνται στον Πίνακα 816 μετά την εφαρμογή της εντολής «Αυτόματη παραγωγή δράσεων».



816	'Ονομα	Αυτόματη παραγωγή	Σε περιβάλλουσα	'Ελεγχος αστοχίας	'Ελεγχος ρηγμάτωσης	Περιορισμός τάσεων	'Ελεγχος βέλους
1	1.35G + 1.50Q	Ναι	Ναι	Ναι	'Οχι	'Οχι	'Οχι
2	1.35G + 1.50QA	Ναι	Ναι	Ναι	'Οχι	'Οχι	'Οχι
3	1.35G + 1.50QB	Ναι	Ναι	Ναι	'Οχι	'Οχι	'Οχι
4	1.00 * G + 1.00 * Q	Ναι	'Οχι	'Οχι	'Οχι	Ναι	'Οχι
5	G + ψ2*Q	Ναι	'Οχι	'Οχι	Ναι	'Οχι	Ναι
*		'Οχι	'Οχι	'Οχι	'Οχι	'Οχι	'Οχι

Εικόνα 7.17: *Οι πρώτες πέντε στήλες του Πίνακα 816 - «Συνδυασμοί δράσεων».*

Σε περιβάλλουσα

- **Ναι / Όχι**: Καθορίζεται εάν ο συνδυασμός δράσεων συμμετέχει ή όχι στην παραγωγή γενικής περιβάλλουσας αποτελεσμάτων για παρουσίαση στο 3DV.

Έλεγχος αστοχίας, ρηγμάτωσης, βέλους / Περιορισμός τάσεων

- **Ναι / Όχι**: Επιλέγεται εάν ο συνδυασμός δράσεων αφορά έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (Ο.Κ.Α) ή στην Ο.Κ. Λειτουργικότητας (Ο.Κ.Λ.). Η Ο.Κ.Λ. εξειδικεύεται σε:

  - Έλεγχο βέλους μεταλλικών δοκών. Βλ. EC0 A1.4.3 & EC3-1-1 §7.2.1
  - Περιορισμού τάσεων χάλυβα και σκυροδέματος. Βλ. EC2-1-1 §7.2
  - Έλεγχο ρηγμάτωσης. Βλ. EC2-1-1 §7.3

8

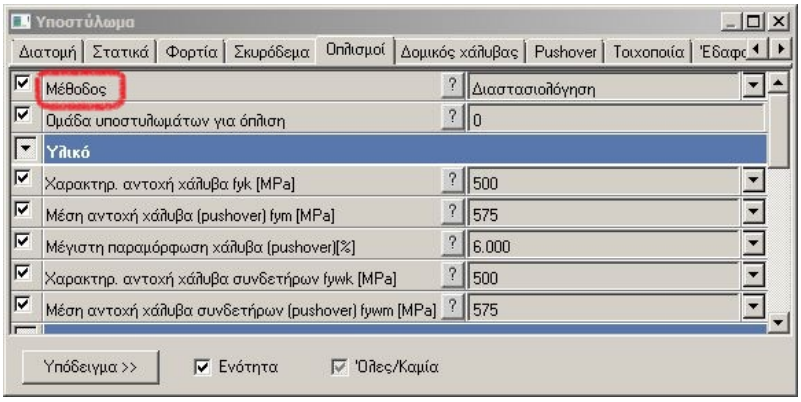
Έλεγχος επάρκειας υποστυλωμάτων

8.1 Γενικά

Το Fespa έχει τη δυνατότητα **έλεγχου επάρκειας** υποστυλώματος σε διαξονική κάμψη και αξονική δύναμη. Με **δεδομένη τη διατομή και τη διάταξη οπλισμού** του υποστυλώματος υπολογίζεται για κάθε συνδυασμό φόρτισης ο βαθμός επάρκειας.

Η δυνατότητα αυτή λειτουργεί παράλληλα και κατά περίπτωση υποστυλώματος, με την κλασική διαδικασία ανεύρεσης του απαιτούμενου οπλισμού.

Με τη χρήση της παραμέτρου «Υποστύλωμα > Οπλισμοί > Μέθοδος», καθορίζεται από τον μελετητή ποια υποστυλώματα θα οπλιστούν εξαρχής (**Διαστασιολόγηση**) και ποια θα εξεταστούν ως προς την επάρκειά τους (**Έλεγχος επάρκειας**), όπως φαίνεται στην Εικόνα 8.1.



Εικόνα 8.1: *Η μέθοδος όπλισης του υποστυλώματος (Διαστασιολόγηση ή έλεγχος επάρκειας) καθορίζεται από την καρτέλα «Οπλισμός» του «Υποστυλώματος».*

Έλεγχος επάρκειας - μεθοδολογία εργασίας

Μέσα στο παράθυρο του ξυλοτύπου, κάθε υποστύλωμα **παράγει** κατόπιν εντολής τη διατομή του και τη σχεδιάζει παράπλευρα. Η διατομή αυτή μπορεί να διαθέτει ράβδους ή όχι, αναλόγως του αν έχει προηγηθεί επίλυση ή όχι. Επί των διατομών αυτών, και με τις σχεδιαστικές εντολές της ράβδου διατομής, εισάγονται ή και τροποποιούνται ράβδοι και συνδετήρες, ούτως ώστε η διατομή να αποκτήσει την **επιθυμητή διάταξη οπλισμού**, η οποία και θα ελεγχθεί.

Στη συνέχεια η διατομή με τη δεδομένη διάταξη οπλισμού**,** εκχωρείται στα υποστυλώματα που επιθυμεί ο μελετητής. Το πρόγραμμα στη συνέχεια μπορεί να ελέγξει την επάρκεια των υποστυλωμάτων.

Η δυνατότητα αυτή είναι χρήσιμη για:

- Έλεγχο αντοχής υπαρχόντων σε προσθήκες.
- Τυποποίηση στην όπλιση ομοίων υποστυλωμάτων σε νέες οικοδομές.

Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου δίνονται παραδείγματα χειρισμού των διατομών, για τις δύο κύριες εφαρμογές αυτής της δυνατότητας. Δηλαδή ένα παράδειγμα για έλεγχο υπάρχοντος κτιρίου (προσθήκες) και ένα παράδειγμα για τροποποίηση και επανέλεγχο οπλισμού διατομών (τυποποίηση στην όπλιση ομοίων υποστυλωμάτων).



Εικόνα 8.2: *Στατικές οντότητες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της διάταξης του οπλισμού των διατομών.*

Διατομή

Προσθήκη, διαγραφή, κίνηση και κίνηση ονόματος οπλισμένης διατομής, μέσα σε παράθυρο λεπτομερειών υποστυλωμάτων ή πάνω στον ξυλότυπο. Παραγωγή διατομών από τα αντίστοιχα υποστυλώματα ή –αντίστροφα– αντιγραφή μιας διατομής σε υποστύλωμα.

Ράβδος διατομής

Προσθήκη γωνιακών και πλευρικών ράβδων διατομής, διαγραφή, μετακίνηση και αλλαγή χαρακτηριστικών τους.

Συνδετήρας διατομής

Προσθήκη, διαγραφή, και αλλαγή χαρακτηριστικών των συνδετήρων διατομής υποστυλώματος.

Δείκτες διαμέτρου ράβδου

Προσθήκη, διαγραφή, μετακίνηση και αλλαγή χαρακτηριστικών των ενδείξεων διαμέτρων οπλισμού υποστυλώματος. Σύνδεση και αποσύνδεση ράβδων διατομής με τους αντίστοιχους δείκτες των διαμέτρων τους.

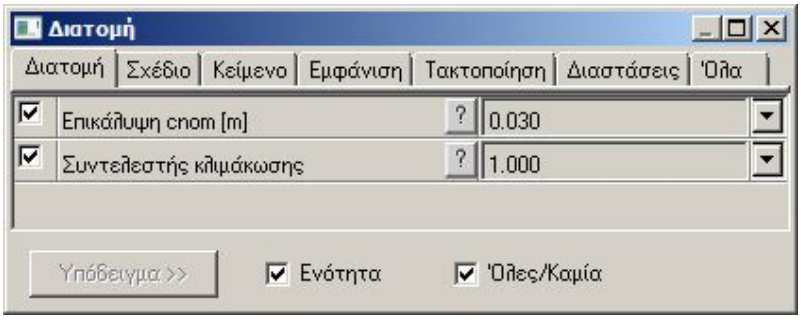
8.2 Διατομή

Τι είναι

Κάθε διατομή υποστυλώματος αποτελεί ξεχωριστή οντότητα, «συνδεδεμένη» με το αντίστοιχο υποστύλωμα. Μέσα στο περίγραμμα της διατομής τοποθετούνται οι διαμήκεις οπλισμοί και οι συνδετήρες. Οι δείκτες διαμέτρων αναφέρονται στους διαμήκεις οπλισμούς.

Οπλισμένες διατομές υποστυλωμάτων, εκτός από το παράθυρο απεικόνισης λεπτομερειών υποστυλωμάτων, μπορούν να υπάρχουν και στο παράθυρο του ξυλοτύπου.

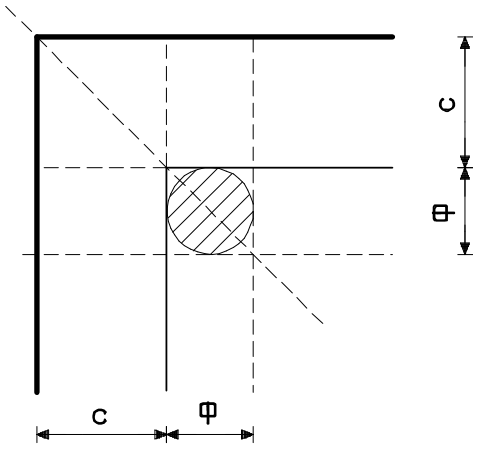
8.2.1 Οι παράμετροι της διατομής



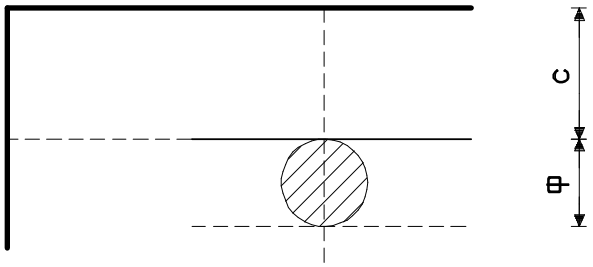
Εικόνα 8.3α: *Παράμετροι διατομής*

8.2.1.1 Διατομή

Επικάλυψη cnom [m]: Η τιμή αυτή καθορίζει τις θέσεις όλων των ράβδων της διατομής (κύριων οπλισμών και συνδετήρων), όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.1α και στο Σχήμα 8.1β. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη και το πάχος του συνδετήρα θα πρέπει η τιμή που θα δοθεί στην παράμετρο αυτή να είναι το άθροισμα επικάλυψης συνδετήρα και πάχους συνδετήρα.

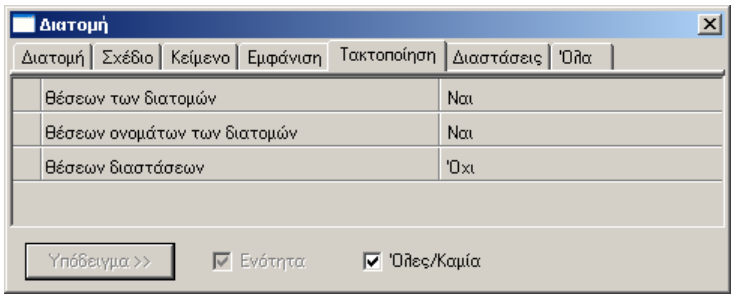


Σχήμα 8.1α: *Η γωνιακή ράβδος σχεδιάζεται πάντα ως εφαπτόμενη στις δύο παράλληλες των πλευρών της γωνίας ευθείες, που ορίζονται από την επικάλυψη c.*



Σχήμα 8.1β: *Η πλευρική ράβδος σχεδιάζεται πάντα ως εφαπτόμενη στην παράλληλη της πλευράς που ορίζεται από την επικάλυψη cnom.*

8.2.1.2 Τακτοποίηση

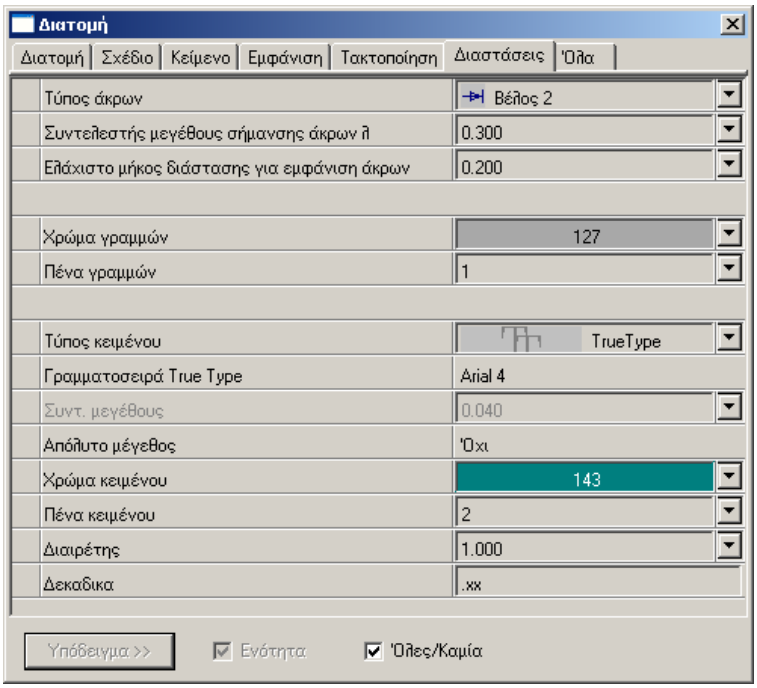


Εικόνα 8.3β: *Οι παράμετροι που καθορίζουν το ποια στοιχεία του τρέχοντος ορόφου θα μετακινηθούν στις νέες θέσεις, όταν δοθεί η εντολή «Τακτοποίηση λεπτομερειών υποστυλωμάτων καθ' ύψος».*

Διαστάσεις

Όλες οι απαραίτητες διαστάσεις πάνω στη διατομή τοποθετούνται αυτόματα από το πρόγραμμα, με τη χρήση της εντολής «Δημιουργία διαστάσεων» (βλέπε σχετική εντολή στην §8.2.2).

Οι παράμετροι αυτής της κάρτας πρέπει να έχουν τις κατάλληλες τιμές πριν δοθεί η εντολή της δημιουργίας διαστάσεων.



Εικόνα 8.3γ: *Καθορίζονται οι παράμετροι των διαστάσεων που δημιουργούνται με την εντολή «Δημιουργία διαστάσεων» της Διατομής.*

8.2.2 Εντολές της Διατομής



Εικόνα 8.4: *Οι εντολές της Διατομής*



Προσθήκη

Εκτός από την αυτόματη παραγωγή διατομής από υποστύλωμα, είναι δυνατή και η εξαρχής προσθήκη πολυγωνικής διατομής, με απλή περιγραφή του περιγράμματός της. Η σχεδίαση διευκολύνεται αν δοθούν νέα σημεία έλξης οδηγού.

Προσθήκη διατομής γίνεται και μέσω της εντολής «Τόξα και γραμμές σε οντότητα» της Επεξεργασίας, με την παράμετρο «Δημιουργία > Σε οντότητα = Διατομή». Με την εντολή αυτή, ένα οποιοδήποτε κλειστό πολυγωνικό σχήμα, μετατρέπεται σε διατομή.



Προσθήκη κυκλικής

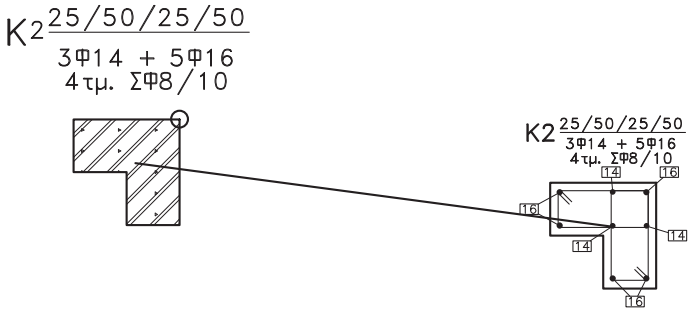
Σχεδιάζεται το περίγραμμα κυκλικής διατομής υποστυλώματος καθορίζοντας κέντρο και διάμετρο.



Παραγωγή διατομής από υποστύλωμα

Με την εντολή αυτή δημιουργείται στην κάτοψη του ξυλοτύπου η διατομή του υποστυλώματος που επιλέγει ο μελετητής. Η διατομή έχει αρχικά τον οπλισμό που προέκυψε από την τελευταία επίλυση / όπλιση του φορέα.

Με ανοιχτό το διαφανές «Συνδέσεις διατομών υποστυλωμάτων» (που ανήκει στα διαφανή του «Μοντέλου» [M]), εμφανίζεται στην κάτοψη μια γραμμή που συνδέει τη διατομή με το υποστύλωμα στο οποίο αντιστοιχεί. Βλέπε Σχήμα 8.2.



Σχήμα 8.2: *Παραγωγή διατομής από υποστύλωμα*

Η εντολή «Παραγωγή διατομής από υποστύλωμα» μετατρέπει αυτόματα την παράμετρο «Μέθοδος (οπλισμού)» του υποστυλώματος από το οποίο γίνεται η παραγωγή από «Διαστασιολόγηση» σε «Έλεγχος επάρκειας». Η λεπτομέρεια εμφανίζεται στην κάτοψη με τα διαφανή «Λεπτομέρειες».



Αντιγραφή διατομής σε υποστύλωμα

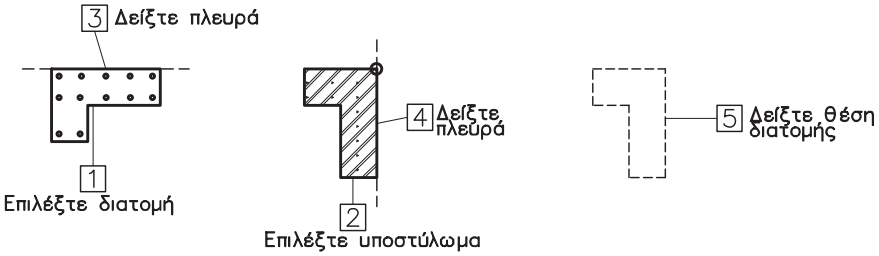
Με αυτή την εντολή η διατομή με τις ράβδους της αντιγράφεται σε άλλα υποστυλώματα της κάτοψης, οποιαδήποτε γωνία στροφής και να έχουν. Ευνόητο είναι ότι οι διαστάσεις του υποστυλώματος πρέπει να ταυτίζονται με αυτές της διατομής. Η διαδικασία της αντιγραφής φαίνεται στο Σχήμα 8.3.



Έξυπνη αντιγραφή σε υποστύλωμα

Η εντολή αυτή είναι αντίστοιχη της προηγούμενης και αφορά τη διαδοχική εκχώρηση μιας διατομής σε πολλά υποστυλώματα ίδιας διατομής και ίδιας γωνίας στροφής.

Είναι χρήσιμη σε φορείς με πλήθος όμοιων υποστυλωμάτων και έχει το πλεονέκτημα ότι **δεν ζητά από το μελετητή την αντίστοιχη πλευρά διατομής και υποστυλώματος**.



Σχήμα 8.3: *Τα βήματα για την αντιγραφή διατομής σε υποστύλωμα*



Ενημέρωση ονόματος

Αυτή η εντολή ενημερώνει το όνομα της διατομής με τους οπλισμούς που έχει εισάγει ο μελετητής. Η εντολή αυτή ενημερώνει ταυτόχρονα και το όνομα του αντίστοιχου υποστυλώματος.



Αντιγραφή διατομής

Με αυτή την εντολή αντιγράφεται μια διατομή από το τρέχον σχέδιο στο «Πρόχειρο» (του clipboard των Windows), προκειμένου στη συνέχεια να μεταφερθεί (με την εντολή της «Επικόλλησης») σε άλλη θέση της κάτοψης, σε άλλον όροφο ή σε άλλο αρχείο οικοδομής.



Επικόλληση διατομής

Είναι η συμπληρωματική εντολή της προηγούμενης. Με αυτή μεταφέρεται η διατομή από το «Πρόχειρο» στην τρέχουσα κάτοψη.



Διαγραφή

Η διαγραφή διατομής μετατρέπει την παράμετρο «Μέθοδος (οπλισμού)» του αντίστοιχου υποστυλώματος από «Ελεγχος επάρκειας» σε «Διαστασιολόγηση».



Κίνηση

Το περίγραμμα της διατομής μετακινείται μαζί με όλες τις διαμήκεις ράβδους και τους συνδετήρες που περιέχει, καθώς και τους δείκτες διαμέτρων.



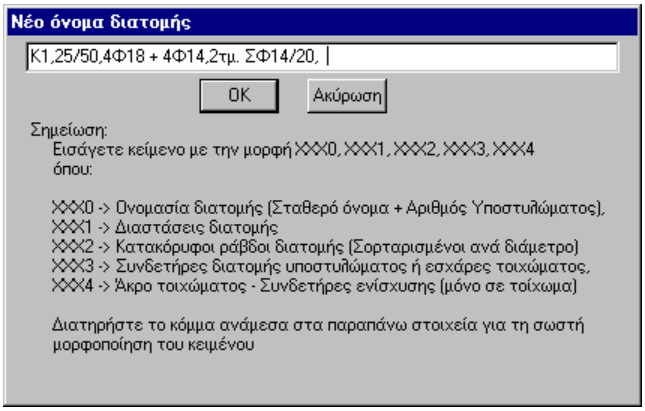
Μετακίνηση ονόματος

Σε γραμμές

Κείμενο σε γραμμές κειμένου

Αλλαγή ονόματος

Η εντολή αυτή δίνει τη δυνατότητα στον μελετητή να τροποποιήσει το κείμενο μιας διατομής. Το κείμενο αυτό αποτελείται από ενότητες (ομάδες) χωρισμένες μεταξύ τους με κόμματα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 8.5.



Εικόνα 8.5: *Το παράθυρο αλλαγής ονόματος διατομής*

Οι ενότητες αυτές είναι αντίστοιχα:

- **Ονομασία διατομής** (σταθερό όνομα + όνομα υποστυλώματος, π.χ. K4)
- **Διαστάσεις διατομής** (π.χ. 100/25)
- **Κατακόρυφοι ράβδοι** διατομής (π.χ. 8Φ18 + 4Φ14)
- **Συνδετήρες** διατομής υποστυλώματος ή εσχάρες τοιχώματος (π.χ. #ΟΡ Φ8/16 #ΚΑΤ Φ10/20)
- **Άκρο τοιχώματος** + συνδετήρες ενίσχυσης (μόνο σε τοίχωμα, π.χ. L = 38 - 4τμ. ΣΦ8/10).

Το κείμενο των ενοτήτων μπορεί να διορθωθεί ή να συμπληρωθεί, γράφοντας οποιαδήποτε άλλη χρήσιμη πληροφορία.



Δημιουργία διαστάσεων

Επιλέγοντας διατομή, το πρόγραμμα αυτόματα τοποθετεί τις διαστάσεις όλων των πλευρών της διατομής. Στις κυκλικές διατομές σχεδιάζεται η διάμετρός τους.

Καλό είναι η εντολή αυτή να δίνεται αφού έχει μετακινηθεί το υποστύλωμα στην επιθυμητή θέση της κάτοψης, διότι οι διαστάσεις δεν ακολουθούν τη διατομή στη μετακίνησή της στη νέα θέση. Περαιτέρω επεξεργασία των διαστάσεων μπορεί να γίνει από την εργαλειοθήκη των «Διαστάσεων».



Τακτοποίηση λεπτομερειών υποστυλωμάτων καθ' ύψος

Είναι δυνατή η αυτόματη τακτοποίηση της θέσης των διατομών υποστυλωμάτων του τρέχοντος ορόφου με βάση άλλον (πρότυπο). Η τοποθέτηση γίνεται βάσει των επιλογών της κάρτας «Τακτοποίηση» των παραμέτρων της Διατομής (θέσεις διατομών / ονομάτων / διαστάσεων). Δεν αλλάζει τις τιμές των οπλισμών, παρά μόνο τις θέσεις τους στην κάτοψη.

Βλέπε και §5.1.3.13 «Παραγωγές > «Τοποθέτηση ονομάτων και οπλισμών».

Σημείωση

Για επιλογή του τρόπου ομοιομόρφισης των οπλισμών υποστυλωμάτων, δείτε §4.1.1.6 «Κτίριο Οπλισμός > Ομοιομόρφιση ράβδων υποστυλωμάτων σε υποκείμενο όροφο».



Πάρε / Δώσε παραμέτρους

Ενεργό / Ανενεργό

8.3 Ράβδοι Οπλισμού



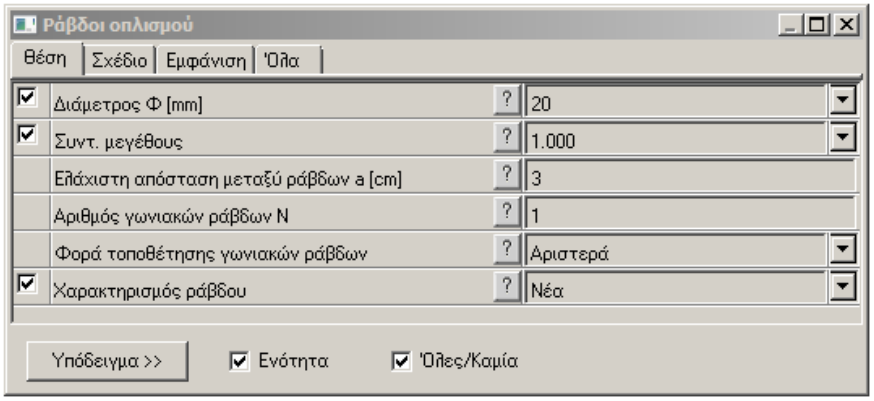
Τι είναι

Είναι οι διαμήκεις οπλισμοί των υποστυλωμάτων, οι οποίοι προκύπτουν αρχικά από την επίλυση / όπλιση του φορέα, και σχεδιάζονται από το πρόγραμμα στις λεπτομέρειες των διατομών τους.

Με τις εντολές της οντότητας, τοποθετούνται ή τροποποιούνται οι ράβδοι οπλισμού σε μία διατομή.

8.3.1 Οι παράμετροι της οντότητας «Ράβδοι οπλισμού»

8.3.1.1 Θέση



Εικόνα 8.6: *Οι παράμετροι της καρτέλας «Θέση» της οντότητας «Ράβδοι οπλισμού».*

Διάμετρος Φ [mm]

Η τιμή της διαμέτρου των οπλισμών, η οποία ισχύει για την «Προσθήκη» ράβδου ή το «Δώσε παραμέτρους».

Συντελεστής μεγέθους

Προεπιλεγμένη τιμή 1.00. Για διαφορετική τιμή οι διαστάσεις των ράβδων δεν θα είναι οι σωστές (π.χ. το μήκος επέκτασης από την παρειά και το μήκος αγκίστρου).

Ελάχιστη απόσταση μεταξύ ράβδων

Προεπιλεγμένη τιμή = 2cm.

Αριθμός γωνιακών ράβδων

1, 2, 3, ... Αυτή η παράμετρος θα πρέπει να τίθεται στην επιθυμητή τιμή πριν δοθεί η εντολή της εισαγωγής. Δε αλλάζει δηλαδή το πλήθος των ράβδων με την εντολή «Δώσε παραμέτρους».

Φορά τοποθέτησης

- Δεξιά / <u>Αριστερά</u>

  Αφορά, πρακτικά, μόνο την τοποθέτηση άρτιου αριθμού ράβδων σε γωνία. Από την τιμή της εξαρτάται η ακριβής διάταξη των ράβδων της διατομής, έτσι όπως αυτή φαίνεται στο Σχήμα 8.5. Αυτή η παράμετρος θα πρέπει να τίθεται στην επιθυμητή τιμή πριν δοθεί η εντολή της εισαγωγής. Δεν αλλάζει δηλαδή η διάταξη των ράβδων της διατομής με την εντολή «Δώσε παραμέτρους».

Χαρακτηρισμός ράβδου

- <u>Νέα</u> / Υφιστάμενη

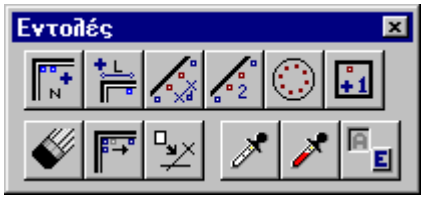
  Η παράμετρος αυτή καθορίζει αν η ράβδος οπλισμού τοποθετείται σε νέο ή ενισχυόμενο στοιχείο σκυροδέματος (νέο υποστύλωμα, μανδύας ενίσχυσης) ή αν προϋπάρχει σε υφιστάμενη διατομή. Όταν η ράβδος χαρακτηρίζεται «Νέα» τότε λαμβάνει αντοχή και μέγιστη παραμορφωσιακή ικανότητα από «Κτίριο > Υλικά-Αποτίμηση > Νέος οπλισμός», ενώ όταν χαρακτηρίζεται «Υφιστάμενη» από «Κτίριο > Υλικά-Αποτίμηση > Υφιστάμενο σκυρόδεμα & οπλισμός»

8.3.1.2 Εμφάνιση

Δημιουργία αράχνης

- **<u>Ναι</u> / Όχι**: Δεν εμφανίζονται δείκτες και δέστρες. Αφορά την προσθήκη νέων ράβδων.

8.3.2 Εντολές της οντότητας «Ράβδοι οπλισμού»



Εικόνα 8.7: *Οι εντολές της οντότητας «Ράβδοι οπλισμού».*



Προσθήκη – διόρθωση Ν ράβδων σε γωνία

Τοποθετεί μια ή περισσότερες ράβδους σε γωνία του περιγράμματος της διατομής. Αφού επιλεγεί η διατομή και οι πλευρές που ορίζουν τη γωνία, το πρόγραμμα σχεδιάζει τις ράβδους μαζί με τους κατάλληλους δείκτες διαμέτρων.

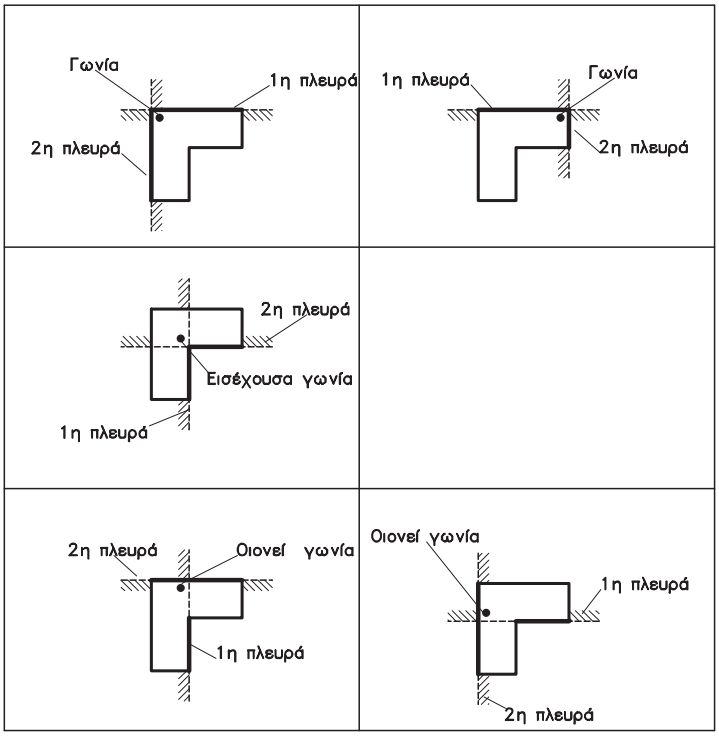
Το πλήθος, η διάμετρός τους και η διάταξή τους καθορίζονται από τον μελετητή, μέσω των αντίστοιχων παραμέτρων (βλέπε και §8.3.1).

Σε υποστυλώματα μορφής Γ, ή γενικότερα σε διατομές τυχούσας μορφής, οι δύο πλευρές που ορίζουν τη «γωνία» δεν είναι απαραίτητο να τέμνονται, αλλά να ορίζουν γωνία αν επεκταθούν (βλέπε Σχήμα 8.4, «Γωνίες υποστυλώματος»). Αυτό διευκολύνει την εισαγωγή ράβδων σε όλες τις χαρακτηριστικές θέσεις της διατομής.

Πως λειτουργεί

Η εντολή αυτή δεν προσθέτει νέα γωνιακή ράβδο εάν ήδη υπάρχει μία στη δεδομένη γωνία, αλλά του δίνει την τρέχουσα τιμή της διαμέτρου, ενώ διαγράφει όσες από τις υφιστάμενες ράβδους παρεμποδίζουν την τοποθέτηση των νέων. Αυτό είναι χρήσιμο όταν στη διατομή υπάρχουν ήδη τοποθετημένοι συνδετήρες (οι οποίοι εξαρτώνται από τις γωνιακές ράβδους) και δεν θέλετε να διαγραφούν.

Πλήρες παράδειγμα σιδερώματος μιας διατομής υπάρχει στην §8.9.1.



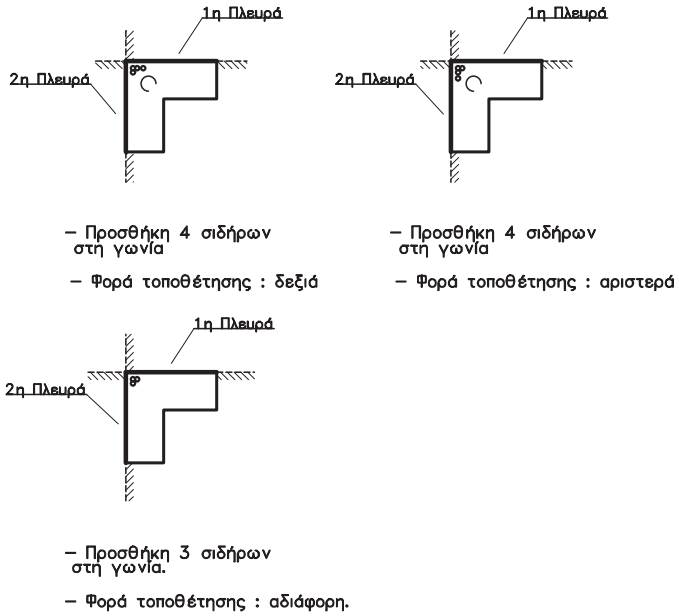
Σχήμα 8.4: *Τοποθέτηση ράβδου σε γωνίες της διατομής*



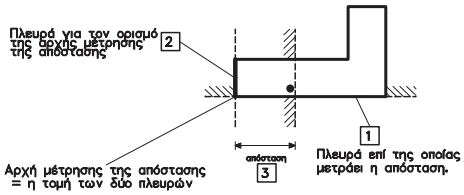
Προσθήκη Ν ράβδων σε απόσταση

Με την εντολή αυτή ο μελετητής μπορεί να εισάγει μια ή περισσότερες ράβδους σε πλευρά διατομής, σε δεδομένη απόσταση από μια κορυφή της.

Είναι χρήσιμη π.χ. για την εισαγωγή των οπλισμών του ενισχυμένου άκρου τοιχώματος. Το πλήθος, η διάμετρός τους και η διάταξή τους καθορίζονται μέσω των αντίστοιχων παραμέτρων. Βλέπε και Σχήμα 8.6.



Σχήμα 8.5: *Φορά τοποθέτησης γωνιακών ράβδων. Για περιττό αριθμό τοποθετούμενων ράβδων η φορά τοποθέτησης είναι αδιάφορη.*

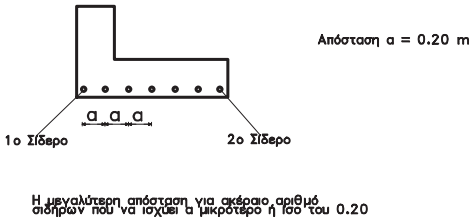


Σχήμα 8.6: *Προσθήκη πλευρικής ράβδου σε δεδομένη απόσταση από κορυφή*



Προσθήκη ράβδου σε πλευρά ανά απόσταση

Τοποθετεί οπλισμούς στις πλευρές του περιγράμματος της διατομής, μεταξύ δύο δεδομένων ράβδων, ανά συγκεκριμένη απόσταση (Σχήμα 8.7α). Αφού επιλέξει ο μελετητής τη διατομή και τις δύο ακραίες ράβδους, το πρόγραμμα ζητά την απόσταση μεταξύ τους. Μαζί με κάθε ράβδο, ή ομάδα όμοιων ράβδων, σχεδιάζεται και ο κατάλληλος δείκτης διαμέτρου.



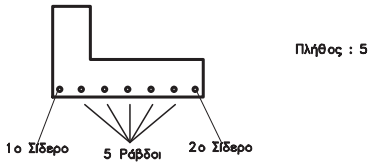
Σχήμα 8.7α: *Προσθήκη ράβδων σε πλευρά ανά δεδομένη απόσταση α*



Προσθήκη ράβδου σε πλευρά με αριθμό

Τοποθετεί συγκεκριμένο αριθμό ράβδων της επιλογής μας στις πλευρές του περιγράμματος της διατομής, μεταξύ δύο δεδομένων ράβδων (Σχήμα 8.7β).

Αφού επιλέξει ο μελετητής τη διατομή και τις δύο ακραίες ράβδους, το πρόγραμμα ζητά το πλήθος τους. Μαζί με κάθε ράβδο, ή ομάδα όμοιων ράβδων, σχεδιάζεται και ο κατάλληλος δείκτης διαμέτρου.



Σχήμα 8.7 β: Προσθήκη δεδομένου αριθμού n ράβδων σε πλευρά



Προσθήκη ράβδων σε κυκλική διατομή

Τοποθετεί δεδομένο αριθμό οπλισμών της επιλογής μας, στην περίμετρο κυκλικής διατομής. Αφού επιλέξει ο μελετητής τη διατομή, το πρόγραμμα ζητά το πλήθος τους. Μαζί με κάθε ράβδο, ή ομάδα ράβδων, σχεδιάζεται και ο κατάλληλος δείκτης διαμέτρου.



Προσθήκη τυχαίας ράβδου

Υπάρχει δυνατότητα προσθήκης μεμονωμένης ράβδου οπλισμού, σε τυχούσα θέση της διατομής.



Κίνηση

Γίνεται μετακίνηση πλευρικών και ελεύθερων ράβδων της διατομής. Οι γωνιακές ράβδοι δεν μετακινούνται, ενώ οι πλευρικές ράβδοι μετακινούνται μόνο πάνω στην πλευρά όπου ανήκουν.



Διαγραφή



Πάρε / Δώσε παραμέτρους



Ενεργό / Ανενεργό

8.4 Συνδετήρας διατομής



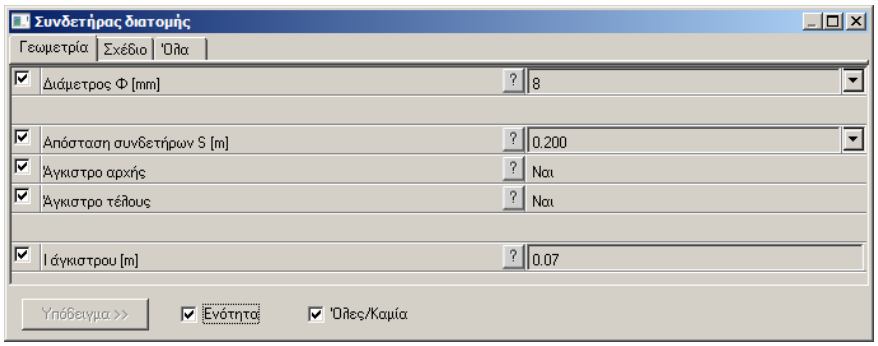
Τι είναι

Είναι οι οπλισμοί διάτμησης των υποστυλωμάτων, οι οποίοι προκύπτουν από την επίλυση / όπλιση, και σχεδιάζονται από το πρόγραμμα στις λεπτομέρειες των διατομών τους.

Συνδετήρες οποιουδήποτε τύπου (ορθογωνικούς, ρομβοειδείς, σιγμοειδείς, κυκλικούς) μπορεί να εισάγει και ο μελετητής, μέσω των εντολών της οντότητας μπορεί να προσθέσει και να διαγράψει συνδετήρες, να αλλάξει τις διαμέτρους τους, τα μήκη / κλίσεις των αγκίστρων και τον τρόπο εμφάνισής τους στο σχέδιο.

8.4.1 Οι παράμετροι του συνδετήρα διατομής

8.4.1.1 Γεωμετρία



Εικόνα 8.8: Οι *παράμετροι της καρτέλας «Γεωμετρία» της οντότητας Συνδετήρας διατομής.*

Διάμετρος Φ [mm]

Απόσταση συνδετήρων S [m]

Άγκιστρο αρχής / τέλους

► **Ναι** / **Όχι**

l άγκιστρου [m]

8.4.2 Εντολές του Συνδετήρα διατομής

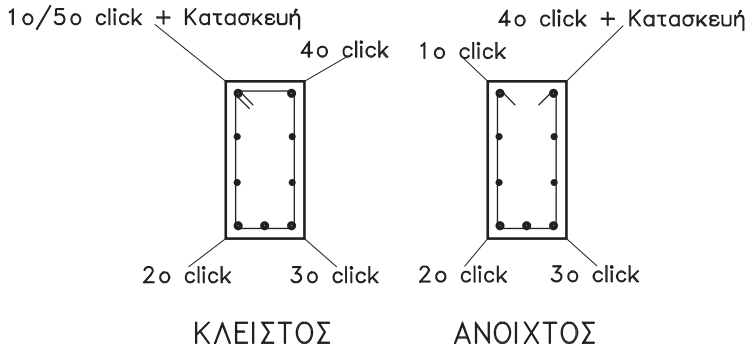


Εικόνα 8.9: *Οι εντολές της οντότητας «Συνδετήρας διατομής»*

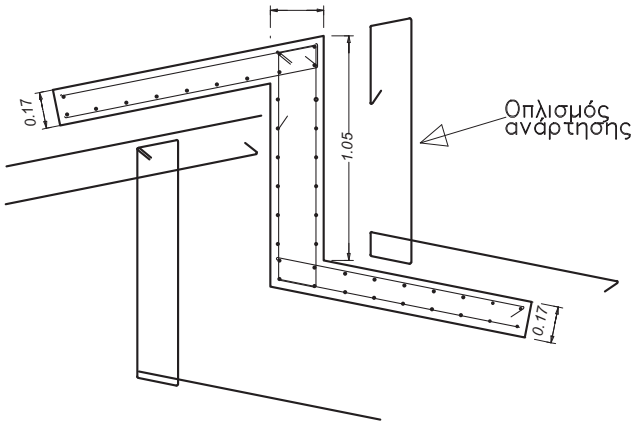


Προσθήκη συνδετήρα

Τοποθετεί κλειστούς ή ανοικτούς συνδετήρες σε ορθογωνική ή πολυγωνική διατομή. Αφού επιλέξει ο μελετητής τη διατομή, δείχνει τους διαμήκεις οπλισμούς που ορίζουν το πολύγωνο του συνδετήρα. Για να σχεδιαστεί κλειστός ο συνδετήρας, θα πρέπει να δείξει και την ράβδο απ' όπου ξεκίνησε. Παραδείγματα για τις διάφορες χρήσεις των συνδετήρων, ανοιχτών ή κλειστών, φαίνονται στο Σχήμα 8.8α και στο Σχήμα 8.8β. Με την εντολή «Κατασκευή» ο συνδετήρας σχεδιάζεται στην οθόνη.



Σχήμα 8.8α: Διαδικασία εισαγωγής (ανοιχτού και κλειστού) συνδετήρα



Σχήμα 8.8 β: *Παράδειγμα οπλισμού ανάρτησης κεκλιμένης στέγης με χρήση ανοιχτού συνδετήρα*



Προσθήκη κυκλικού συνδετήρα

Τοποθετεί κλειστούς συνδετήρες σε κυκλική διατομή. Αφού επιλέξει ο μελετητής τη διατομή, το πρόγραμμα ζητά τους διαμήκεις οπλισμούς που περικλείει ο συνδετήρας.

Με την εντολή «**Κατασκευή**» ο συνδετήρας σχεδιάζεται στην οθόνη.



Κατασκευή

Αφού γίνει η «Προσθήκη συνδετήρα», με την εντολή «Κατασκευή» ο συνδετήρας σχεδιάζεται με άγκιστρο στη θέση από την οποία ξεκίνησε και τελείωσε η περιγραφή.



Προσθήκη συνδετήρα S

Τοποθετεί συνδετήρες τύπου S σε πολυγωνική διατομή. Αφού επιλέξει ο μελετητής τη διατομή, το πρόγραμμα ζητά τις δύο διαμήκεις ράβδους που συνδέει ο συνδετήρας και σχεδιάζει το συνδετήρα.



Σε γραμμές



Διαγραφή





Πάρε / Δώσε παραμέτρους

Ενεργό / Ανενεργό

8.5 Δείκτης διαμέτρου ράβδου



Τι είναι

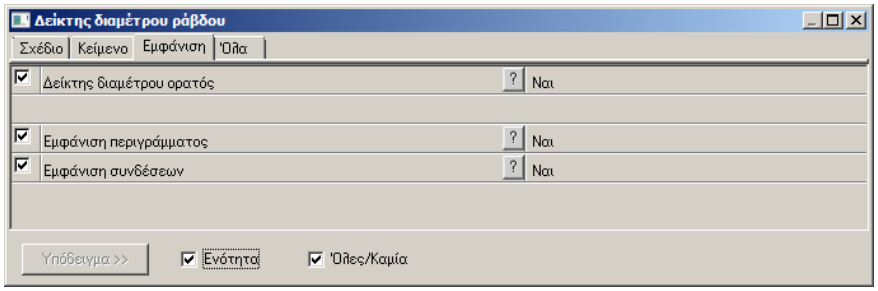
Είναι βοηθητικές σχεδιαστικές οντότητες, οι οποίες χαρακτηρίζουν τις διαμέτρους των διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων, και σχεδιάζονται από το πρόγραμμα στις λεπτομέρειες των διατομών τους.

Κάθε δείκτης διαμέτρου συνοδεύει μια ή περισσότερες ράβδους της διατομής. Αποτελείται από το τετράγωνο πλαίσιο στο οποίο αναγράφεται η διάμετρος (σε mm) και από τις «δέστρες» που το συνδέουν με τις ράβδους.

Μπορείτε να τοποθετήσετε να προσθέσετε, να διαγράψετε και να μετακινήσετε δείκτες, να αλλάξετε τις ράβδους στις οποίες αναφέρονται καθώς και τον τρόπο εμφάνισής τους στο σχέδιο.

8.5.1 Οι παράμετροι του Δείκτη διαμέτρου ράβδου

8.5.1.1 Εμφάνιση



Εικόνα 8.10: Οι *παράμετροι της καρτέλας «Εμφάνιση» του Δείκτη διαμέτρου ράβδου*

Εμφάνιση συνδέσεων

- **Ναι** / **Όχι**: Συνδέει τις ράβδους με τους δείκτες.

Εμφάνιση περιγράμματος

- **Ναι** / **Όχι**: Υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης του πλαισίου (περιγράμματος).

8.5.2 Εντολές του Δείκτη διαμέτρου ράβδου



Εικόνα 8.11: *Οι εντολές του δείκτη διαμέτρου ράβδου.*



Προσθήκη

Επιλέγονται διαδοχικά οι ράβδοι που θα σχετίζονται με το συγκεκριμένο δείκτη. Οι ράβδοι θα πρέπει να έχουν όλες την ίδια διάμετρο. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία, πρέπει να δοθεί η εντολή «**Κατασκευή**».



Κατασκευή

Δηλώνεται το τέλος της προσθήκης ράβδων που αντιστοιχούν σε ένα δείκτη διατομής ράβδου. Ο μελετητής επιλέγει τη θέση που θα τοποθετηθεί ο δείκτης διαμέτρου.



Αλλαγή δείκτη διαμέτρου

Τροποποιεί την σύνδεση ράβδου διατομής με δείκτη διαμέτρου (δέστρα). Αφού ο μελετητής δείξει διαδοχικά την ράβδο και το δείκτη, το πρόγραμμα συνδέει την δεδομένη ράβδο με το νέο δείκτη, διαγράφοντας την παλιά δέστρα.



Κίνηση

Επιλέγεται ο δείκτης διατομής και μετακινείται στην επιθυμητή θέση. Με την κίνηση, οι δέστρες μετακινούνται αυτόματα, έτσι ώστε πάντα να συνδέουν τον δείκτη με τις αντίστοιχες ράβδους. Η κίνηση θα πρέπει να γίνεται με κλειστές τις έλξεις, προκειμένου ο δείκτης να μπορεί να κινείται ελεύθερα.



Διαγραφή

Διαγράφονται οι δείκτες διαμέτρου, μαζί με τις αντίστοιχες δέστρες.



Διαγραφή δέστρας

Διαγράφονται μόνο δέστρες της επιλογής του μελετητή.



Σε γραμμές



Πάρε / Δώσε παραμέτρους

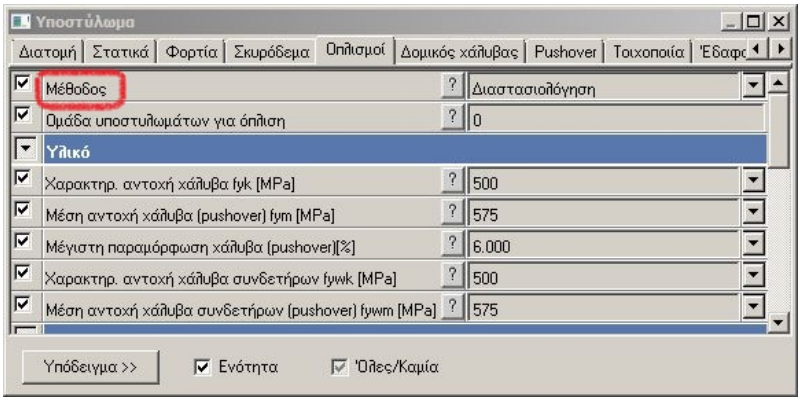


Ενεργό / Ανενεργό

8.6 Υποστύλωμα

8.6.1 Παράμετροι του υποστυλώματος

8.6.1.1 Οπλισμοί



Εικόνα 8.12: *Η παράμετρος «Υποστύλωμα > Οπλισμοί > Μέθοδος» παίρνει τιμές «Διαστασιολόγηση» ή «Έλεγχος επάρκειας».*

Μέθοδος

Με αυτή την παράμετρο καθορίζει ο μελετητής εάν το συγκεκριμένο υποστύλωμα θα οπλιστεί εξαρχής («**Διαστασιολόγηση**») ή αν θα εξεταστεί για την επάρκειά του («**Έλεγχος επάρκειας**»). Η πληροφορία αυτή επίσης αναγράφεται στη γραμμή πληροφοριών του προγράμματος, για άμεση εποπτεία του τρόπου όπλισης.

Η παράμετρος αυτή μπορεί να αλλάξει μαζικά, μέσω του Πίνακα 205.1: «Υποστυλώματα > Στατικά – γενικά υποστυλώματων > Τρόπος οπλισμού».

8.6.2 Εντολές του υποστυλώματος



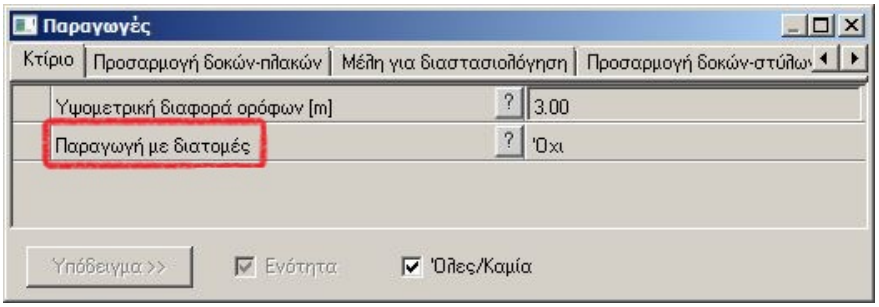
Ενημέρωση ονόματος από διατομή

Η εντολή αυτή ενημερώνει τον οπλισμό του υποστυλώματος, προκειμένου να ταυτίζεται με αυτό της αντίστοιχης διατομής, είναι δηλαδή παρόμοιας λειτουργικότητας με την «Ενημέρωση ονόματος» της «Διατομής».

8.7 Παραγωγές

8.7.1 Παράμετροι των παραγωγών

8.7.1.1 Κτίριο



Εικόνα 8.13: *Οι παράμετροι των παραγωγών της καρτέλας «Κτίριο».*

Παραγωγή με διατομές

- **Ναι / Όχι:** Αν η παράμετρος έχει την τιμή «Ναι», τότε η επόμενη παραγωγή ορόφου θα μεταφέρει στους παραγόμενους ορόφους και τις διατομές που υπάρχουν στον «Όροφο βάσης παραγωγής». Η προεπιλεγμένη τιμή του προγράμματος είναι «Όχι». Ανά πάσα στιγμή όμως υπάρχει η δυνατότητα να αναπαράγετε μόνο τις διατομές ενός ορόφου και στους υπολοίπους του κτιρίου, με χρήση της εντολής «Παραγωγή διατομών από τρέχοντα όροφο». Βλέπε και §8.7.2.

8.7.2 Εντολές των παραγωγών



Παραγωγή διατομών από τρέχοντα όροφο

Αν έχουν ήδη δημιουργηθεί διατομές για ορισμένα υποστυλώματα ενός ορόφου, με την εντολή αυτή οι διατομές μεταφέρονται (μαζί με τον τρέχοντα οπλισμό τους) και στα υποστυλώματα των υπερκείμενων ή υποκείμενων ορόφων.

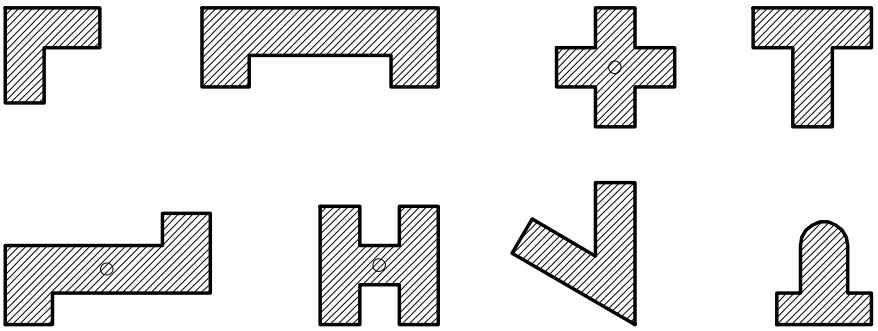
Το πρόγραμμα εμφανίζει παράθυρο διαλόγου στο οποίο ο μελετητής επιλέγει τους ορόφους αρχής και τέλους στους οποίους θα αντιγραφούν οι διατομές του τρέχοντος ορόφου.

8.8 Η τυχούσα διατομή υποστυλώματος – θεωρητικό μέρος

8.8.1 Γενικά

Το Fespa έχει τη δυνατότητα να κάνει διαστασιολόγηση και έλεγχο επάρκειας διαμορφωμένης διατομής, ορθογωνικής, κυκλικής, και γενικότερα κάθε τύπου Γ, Τ, Π, όπως αυτές που φαίνονται στο Σχήμα 8.9, καθώς και κάθε διατομή επιλογής του χρήστη.

Όλα τα είδη των πιο πάνω διατομών αντιμετωπίζονται κατά τον έλεγχο επάρκειας με ενιαίο τρόπο, ο οποίος εξηγείται πιο κάτω.



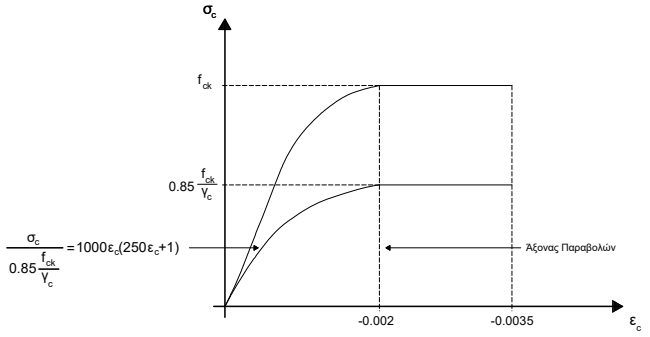
Σχήμα 8.9*:* *Μορφές διατομών τυχούσας γεωμετρίας*

8.8.2 Οι παραδοχές του υπολογισμού

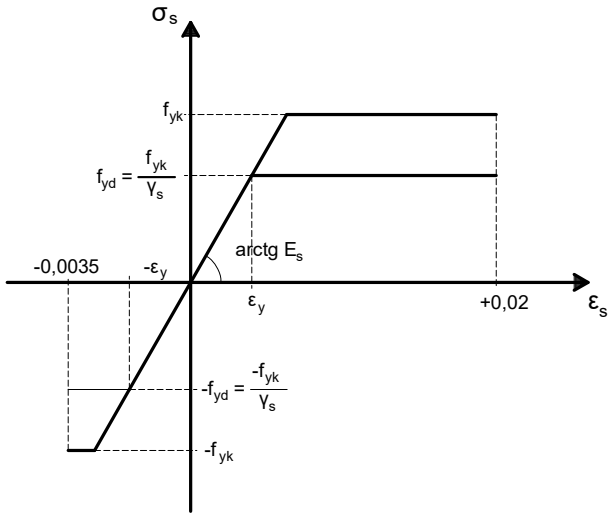
Για την επίλυση του προβλήματος, χρησιμοποιούνται και οι εξής παραδοχές:

- Η κατανομή των παραμορφώσεων του σκυροδέματος σε θλίψη και των οπλισμών σε εφελκυσμό ή σε θλίψη, προκύπτουν από τη θεώρηση ότι οι επίπεδες διατομές παραμένουν επίπεδες, και ότι δεν υπάρχει ολίσθηση του οπλισμού σε σχέση με το σκυρόδεμα,
- Η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος αγνοείται,
- Τα διαγράμματα τάσεων - παραμορφώσεων των υλικών είναι αυτά που προτείνει ο EC2-1-1 §3. Το διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων για τη θλίψη του σκυροδέματος φαίνεται στο Σχήμα 8.10α ενώ το διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων του χάλυβα φαίνεται στο Σχήμα 8.10β.

Δεν γίνεται καμία άλλη απλουστευτική παραδοχή, προκειμένου να μην περιοριστεί η γενικότητα της υπολογιστικής διαδικασίας.



Σχήμα 8.10α: *Διάγραμμα σχεδιασμού τάσεων – παραμορφώσεων σκυροδέματος*

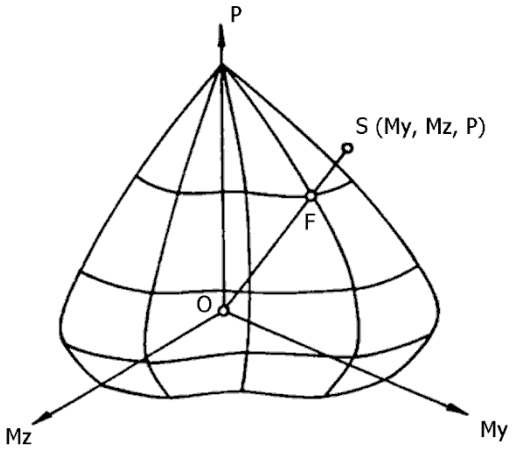


Σχήμα 8.10β: Διάγρ*αμμα σχεδιασμού τάσεων – παραμορφώσεων χάλυβα*

8.8.3 Η διαξονική κάμψη της τυχούσας διατομής

Η αντοχή διατομής οπλισμένου σκυροδέματος που καταπονείται σε διαξονική κάμψη με αξονική δύναμη (P, My, Mz) παριστάνεται από τις επιφάνειες αλληλεπίδρασης, που είναι κλειστές τρισδιάστατες επιφάνειες στο χώρο. Η μορφή ενός τέτοιου διαγράμματος φαίνεται στο Σχήμα 8.11. Κάθε σημείο του διαγράμματος αντιπροσωπεύει ένα συνδυασμό ροπών (My, Mz) και αξονικής δύναμης (P), για το οποίο ισχύει $S_d = R_d$. Η ακριβής μορφή των επιφανειών αυτών εξαρτάται από τη **γεωμετρία** της διατομής, τις **θέσεις** και **διαμέτρους** των

οπλισμών και τις **ποιότητες** των υλικών. Είναι προφανές ότι οι επιφάνειες αλληλεπίδρασης δε μπορεί να περιγραφούν από απλές και ταυτόχρονα γενικές σχέσεις.



Σχήμα 8.11: *Γενική μορφή διαγράμματος αλληλεπίδρασης τυχούσας διατομής.*

Μία φόρτιση (ένας δηλαδή συνδυασμός P, My, Mz) αντιστοιχεί σε ένα σημείο στο χώρο (S), όπως φαίνεται και στο Σχήμα 8.11. Το διάνυσμα φόρτισης OS έχει ως εξής:

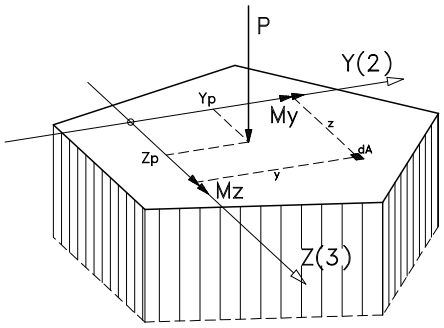
$$OS = \begin{bmatrix} P \\ P \cdot Yp + Mz \\ P \cdot Zp - My \end{bmatrix}$$

όπου Yp και Zp είναι η εκκεντρότητα του φορτίου P (βλέπε Σχήμα 8.12).

Το αντίστοιχο διάνυσμα αντοχής OF είναι:

$$OF = \begin{bmatrix} \int \sigma(y,z) \cdot dA \\ \int \sigma(y,z) \cdot y \cdot dA \\ \int \sigma(y,z) \cdot z \cdot dA \end{bmatrix}$$

όπου σ(y,z) είναι η συνάρτηση κατανομής των τάσεων στη διατομή και dA το στοιχειώδες εμβαδόν διατομής.



Σχήμα 8.12: *Διατομή οπλισμένου σκυροδέματος υπό αξονική δύναμη και διαξονική κάμψη*

Ο συντελεστής ασφαλείας της διατομής για την κάθε φόρτιση ορίζεται ως ο ποσοστιαίος λόγος των μέτρων των δύο (συνευθειακών) διανυσμάτων αντοχής OF και δράσης OS (Σχήμα 8.11), δηλαδή:

$$\lambda(\%) = \frac{OF}{OS} * 100$$

Τιμή του λ μεγαλύτερη από 100%, σημαίνει ότι η διατομή παραμένει ασφαλής για τη φόρτιση αυτή.

8.8.3.1 Διαστασιολόγηση

Διάταξη κατακόρυφων οπλισμών και συνδετήρων

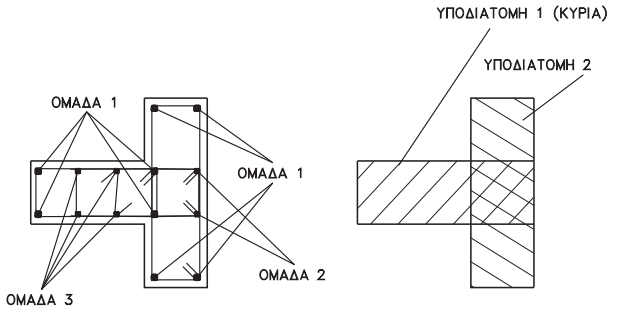
Γενικά, από την διαδικασία της **βέλτιστης** όπλισης, ο ελάχιστος οπλισμός θα προέκυπτε αν η κάθε ράβδος μπορούσε να έχει διαφορετική διάμετρο από τις υπόλοιπες, ώστε να υπάρχει μέγιστη ευελιξία στην ελαχιστοποίηση του τοποθετούμενου οπλισμού. Στην πράξη όμως, μια μεγάλη ποικιλία διαμέτρων μέσα στην ίδια διατομή παρουσιάζει κατασκευαστικά προβλήματα. Μια άλλη ουσιώδης απαίτηση είναι η ανάγκη περίσφιγξης του σκυροδέματος από **κλειστούς κυρτούς** συνδετήρες κατάλληλης μορφής.

Για να πετύχουμε και τις δύο αυτές απαιτήσεις, η κάθε σύνθετη διατομή διαχωρίζεται σε **υποδιατομές**, ενώ οι οπλισμοί κατατάσσονται σε **ομάδες**, όπως περιγράφεται πιο κάτω.

Οι υποδιατομές της πολυγωνικής διατομής

Σημαντική διαδικασία στον οπλισμό της τυχούσας διατομής, είναι να αναγνωριστούν οι ελάχιστες στον αριθμό **υποδιατομές**, δηλ. οι στοιχειώδεις ορθογωνικές (ή σχεδόν ορθογωνικές) διατομές που εμπεριέχει. Αυτές οι υποδιατομές επιλέγονται ώστε να έχουν τις μέγιστες δυνατές διαστάσεις, γενικά αλληλεπικαλύπτονται στα κοινά τους τμήματα και χρησιμοποιούνται κατά την διαδικασία τοποθέτησης συνδετήρων εντός της πολυγωνικής διατομής.

Η υποδιατομή με την μεγαλύτερη ακαμψία είναι η **κύρια** υποδιατομή. Αν κάποια υποδιατομή έχει διαστάσεις τοιχώματος, τότε όλη η διατομή λογίζεται ως τοίχωμα. Πρέπει να υπάρχει **μόνο** μια υποδιατομή με διαστάσεις τοιχώματος.



Σχήμα 8.13: *Οι υποδιατομές και ομάδες των ράβδων τυχούσας διατομής*

Οι ομάδες των ράβδων

Οι οπλισμοί μιας διατομής κατατάσσονται σε ομάδες, ανάλογα με τη διάμετρό τους και τα χαρακτηριστικά της θέσης τους (π.χ. γωνιακές, πλευρικές, ενισχύσεις άκρων τοιχωμάτων κλπ.). **Ομάδα** δηλαδή είναι το σύνολο των ράβδων της διατομής που έχουν ίδια διάμετρο και ίδια λειτουργικά χαρακτηριστικά θέσης.

Η πρώτη ομάδα αποτελείται από τις ράβδους που τοποθετούνται στις **κορυφές** της πολυγωνικής διατομής. Ακολουθούν, για κάθε υποδιατομή, η ομάδα των γωνιακών της ράβδων που δεν αποτελούν γωνιακές της πολυγωνικής (αν υπάρχουν, π.χ. ομάδα 2 Σχήμα 8.13), καθώς επίσης και οι **πλευρικές** ράβδοι σε κάθε μία από τις δύο διευθύνσεις της υποδιατομής. Ιδιαίτερες ομάδες εμφανίζονται σε υποδιατομές διαμορφωμένες ως τοιχώματα (πλευρικές ράβδοι ενισχυμένων άκρων (κρυφά υποστυλώματα)).

Η διαστασιολόγηση της τυχούσας διατομής

Η διαστασιολόγηση είναι μια **ευριστική** διαδικασία, η πορεία της οποίας δεν μπορεί να αποφασιστεί εκ των προτέρων. Ο αλγόριθμος περιλαμβάνει διαδοχικές επαναλήψεις (iterations) των υπολογισμών. Κάθε φορά, η ζητούμενη λύση προσεγγίζεται με όλο και μεγαλύτερη ακρίβεια. Παράλληλα βελτιστοποιούνται οι ρυθμίσεις των παραμέτρων της, έτσι ώστε στις επόμενες επαναλήψεις να υπάρχει συνεχώς αποδοτικότερη κάλυψη των κριτηρίων σχεδιασμού.

Ως αρχική τιμή της αναζήτησης, το πρόγραμμα τοποθετεί την ελάχιστη επιτρεπόμενη ποσότητα οπλισμού, δηλαδή τις ελάχιστες διαμέτρους στις μέγιστες δυνατές αποστάσεις, τηρώντας παράλληλα την απαίτηση του κανονισμού για το ελάχιστο ποσοστό οπλισμού. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από τον εφαρμοζόμενο κανονισμό.

Στην αναζήτηση που ακολουθεί, **σε κάθε επανάληψη**, αναζητείται η φόρτιση (κρίσιμη φόρτιση) που εμφανίζει το μικρότερο ποσοστό ασφαλείας. Κατόπιν γίνεται αύξηση των διαμέτρων σε εκείνη την ομάδα ράβδων (κρίσιμη ομάδα) που επιτυγχάνει την μέγιστη αύξηση του ποσοστού ασφαλείας με την ελάχιστη αύξηση στο συνολικά απαιτούμενο εμβαδόν (As) του οπλισμού. Καθ' όλη τη διαδικασία, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί πραγματικές διαμέτρους της αγοράς και ελέγχει τη διατομή για πιθανή ανεπάρκεια (π.χ. ποσοστό οπλισμού μεγαλύτερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο, ή αριθμό ράβδων μεγαλύτερο από το μέγιστο που μπορεί να δεχθεί η ομάδα), οπότε και δίνει το σχετικό μήνυμα για αλλαγή της.

Η αναζήτηση τελειώνει όταν το ποσοστό ασφαλείας (λ) προκύψει μεγαλύτερο από 100% (για να πληρούται το κριτήριο της ασφάλειας) και **ταυτόχρονα** πληρούται και το ελάχιστο ποσοστό οπλισμού του κανονισμού. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατόν να προκύψει ποσοστό ασφαλείας αρκετά μεγαλύτερο από 100% για να καλυφθεί το ελάχιστο ποσοστό οπλισμού.

Συνοψίζοντας, ο σχεδιασμός διατομών οπλισμένου σκυροδέματος, έχει ως δεδομένα:

- Την γεωμετρία της διατομής (όλες τις αναγκαίες συντεταγμένες για την περιγραφή της),
- Τις ποιότητες (αντοχές) των υλικών,
- Τα εντατικά μεγέθη (τιμές σχεδιασμού).

Ζητούμενο του σχεδιασμού είναι οι θέσεις και διάμετροι των ράβδων του οπλισμού, έτσι ώστε η διατομή να είναι ασφαλής έναντι αστοχίας από μεγέθη ορθής έντασης ($\lambda > 100\%$). Ζητούμενο όμως είναι και η οικονομικότητα της όπλισης. Πρέπει δηλαδή να επιλεγεί ο **αποδοτικότερος** συνδυασμός διαμέτρων ράβδων στις κατάλληλες θέσεις, ώστε το τοποθετούμενο ποσοστό οπλισμού να είναι το μικρότερο δυνατό.

Ο έλεγχος επάρκειας της τυχούσας διατομής

Αντίστροφα, ο έλεγχος επάρκειας διατομών οπλισμένου σκυροδέματος, έχει ως **δεδομένα**:

- Την γεωμετρία της διατομής (όλες τις αναγκαίες συντεταγμένες για την περιγραφή της),
- Τις θέσεις και διαμέτρους των ράβδων του οπλισμού,
- Τις ποιότητες (αντοχές) των υλικών
- Τα εντατικά μεγέθη (τιμές σχεδιασμού).

Αποτέλεσμα του ελέγχου είναι ο υπολογισμός του συντελεστή ασφαλείας της διατομής, έναντι μεγεθών ορθής έντασης (ποσοστό επάρκειας > 100%).

Έλεγχος τάσεων διατομής

Όταν γίνεται έλεγχος επάρκειας διατομής υποστυλώματος με τον Παλαιό Κανονισμό Ο.Σ. (1985), το πρόγραμμα εκτυπώνει και τις μέγιστες τάσεις λειτουργίας (σb, σe) της διατομής.

Παράδειγμα ελέγχου υπάρχουσας διατομής φαίνεται στην Εικόνα 8.14:

Εντατικά μεγέθη

	Αρχή	6(-1)			Τέλος	6(0)			Αξονική	Στρέψη
Φόρτ	My	Mz	Qy	Qz	My	Mz	Qy	Qz	N	Mt
[/]	[tm]	[tm]	[t]	[t]	[tm]	[tm]	[t]	[t]	[t]	[tm]
1	5,39	-0,03	0,03	-4,72	-11,14	0,08	0,03	-4,72	-84,94	0,00
2	5,39	-7,11	3,81	-4,72	-11,13	6,22	3,81	-4,72	-85,74	0,00
3	11,23	-0,03	0,03	-7,83	-16,19	0,07	0,03	-7,83	-87,38	0,00
4	5,40	7,05	-3,75	-4,73	-11,15	-6,07	-3,75	-4,73	-84,15	0,00
5	-0,45	-0,03	0,03	-1,61	-6,09	0,08	0,03	-1,61	-82,51	0,00

Έλεγχος επάρκειας διατομής σε κάμψη

Ποσοστό	Κρίσιμη	Φόρτιση		Ποσοστό	σb	σe
επάρκειας	N [t]	My [tm]	Mz [tm]	οπλισμού	[kg/cm²]	[kg/cm²]
128,55%	86,29	16,19	-0,07	1,06%	102,68	748,02

Ράβδοι Διατομής

Ομάδα	Αριθμός	Οπλισμός
Οπλισμού	Ράβδων	[cm²]
1	8 Φ18	20,36
2	4 Φ14	6,16
Σύνολα	12 Ράβδοι	26,52

Φορτίσεις - Επάρκεια διατομής σε κάμψη

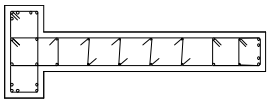
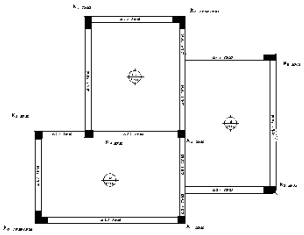
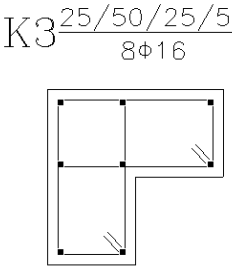
Φόρτ.	N	My	Mz	Ποσοστό	σb	σe
[/]	[t]	[tm]	[tm]	Επάρκειας	[kg/cm²]	[kg/cm²]
1	86,04	-5,39	0,03	217,27%	50,63	0,00
2	86,84	-5,39	7,11	181,42%	79,37	180,65
3	88,47	-11,23	0,03	174,91%	75,47	136,53
4	85,24	-5,40	-7,05	182,83%	78,76	189,48
5	83,60	0,45	0,03	426,59%	30,94	0,00
1	83,85	11,14	-0,08	148,21%	74,22	176,05
2	84,65	11,13	-6,22	137,49%	104,73	612,09
3	86,29	16,19	-0,07	128,55%	102,68	748,02
4	83,05	11,15	6,07	138,53%	103,95	622,18
5	81,42	6,09	-0,08	254,38%	51,89	0,00

Εικόνα 8.14: Αποτελέσματα του ελέγχου επάρκειας διατομής υποστυλώματος.

Υπολογισμός οπλισμού διάτμησης στον έλεγχο υποστυλώματος

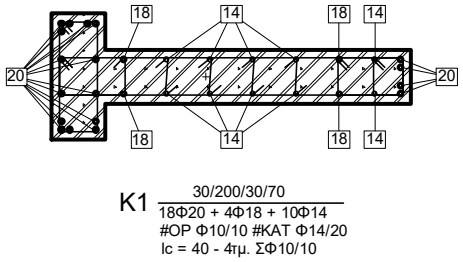
Όταν γίνεται έλεγχος επάρκειας διατομής υποστυλώματος, υπολογίζεται και εκτυπώνεται ο θεωρητικά απαιτούμενος (από τη διαστασιολόγηση) οπλισμός διάτμησης.

8.9 Εφαρμογές και παραδείγματα

§	Παράδειγμα	Περιγραφή
1		Κατασκευή διατομής τύπου Τ και διαμόρφωση του οπλισμού της με κρυφοκολώνες στα άκρα.
2		Έλεγχος επάρκειας υποστυλωμάτων υπάρχοντος κτιρίου.
3		Τυποποίηση οπλισμού υποστυλωμάτων νέας οικοδομής.
4		Δημιουργία αρχείου βιβλιοθήκης οπλισμένων διατομών.

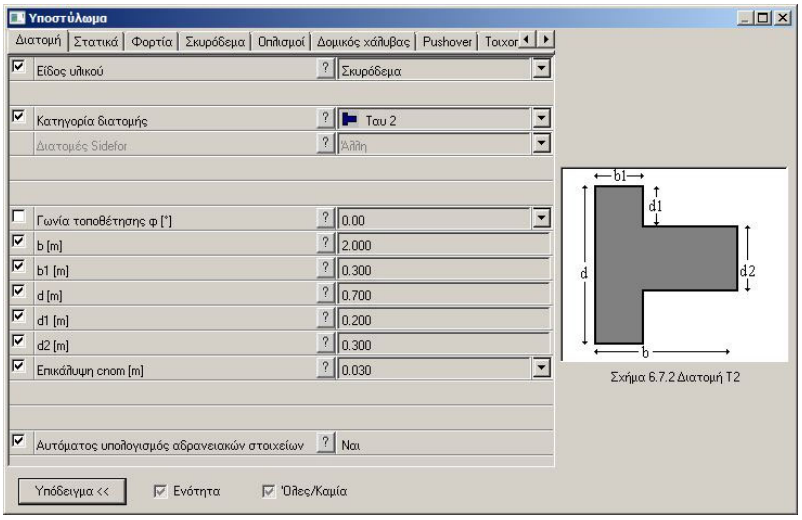
8.9.1 Παράδειγμα σιδερώματος μιας διατομής

Πρόκειται να κατασκευάσετε τη διατομή με τη διάταξη των ράβδων του Σχήμα 8.14 και τις διαστάσεις του Σχήμα 8.15. Η διατομή είναι τύπου Τ2 200/30/30/70 και θα έχει διαμορφωμένες δύο κρυφοκολώνες βάθους 40cm στα άκρα της.

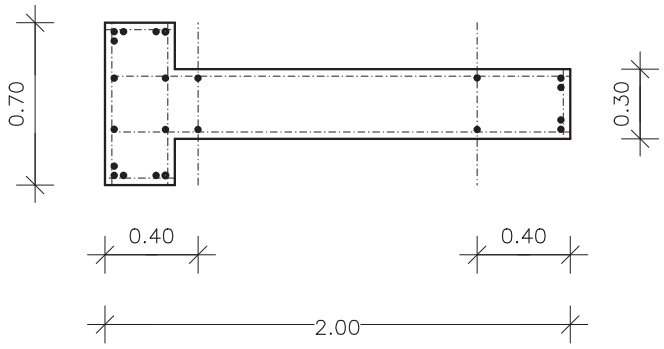


Σχήμα 8.14: *Η διατομή στην τελική της μορφή*

Αρχικά εισάγετε υποστύλωμα με παραμέτρους αυτές που φαίνονται στην Εικόνα 8.15.



Εικόνα 8.15: *Οι παράμετροι του υποστυλώματος του παραδείγματος*

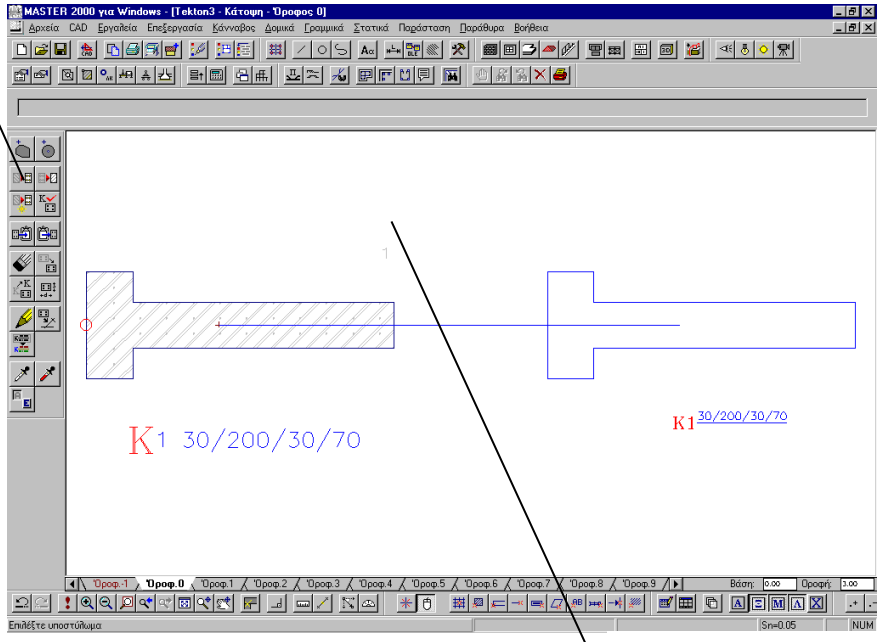


Σχήμα 8.15: *Οι διαστάσεις του υποστυλώματος του παραδείγματος*



Για την κατασκευή της διατομής, χρησιμοποιούμε την εντολή «**Παραγωγή διατομής από υποστύλωμα**» της «Διατομής», με τη διαδικασία που περιγράφεται στην Εικόνα 8.16.

1. Δώστε την εντολή «**Παραγωγή από υποστύλωμα**» για να δημιουργήσετε τη διατομή της K1 από το αντίστοιχο υποστύλωμα.



2. Δείξτε το υποστύλωμα και σύρετε το mouse ώστε να έρθει η διατομή στην επιθυμητή θέση.

Εικόνα 8.16: *Παραγωγή διατομής από υποστύλωμα*

Προσθήκη ράβδων οπλισμού στη διατομή

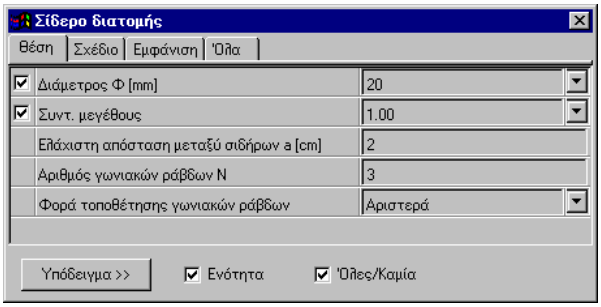


Σχήμα 8.16: Η διατομή του παραδείγματος, στην οποία επισημαίνονται τα χαρακτηριστικά σημεία της

I. Εισαγωγή γωνιακών ράβδων (θέσεις 1, 2, 4, 5, 7, 8, Σχήμα 8.16):



- Επιλέξτε την εντολή «Ράβδο διατομής» από την κεντρική εργαλειογραμμή
- Με το πλήκτρο [F6] ανοίξτε το παράθυρο των παραμέτρων και δώστε στην παράμετρο «Διάμετρος» την τιμή 20 (Εικόνα 8.17)
- Δώστε «Αριθμό γωνιακών ράβδων» = 3

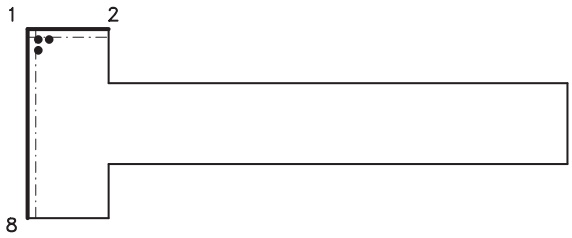


Εικόνα 8.17: *Οι παράμετροι ράβδου διατομής*



- Επιλέξτε την εντολή «Προσθήκη N ράβδων σε γωνία»
- Δείξτε τη διατομή
- Δείξτε διαδοχικά τις πλευρές 2-1 και 1-8 που ορίζουν τη γωνία της διατομής (βλέπε Σχήμα 8.17α) και εισάγετε τα 3Φ20 της άνω-αριστερής γωνίας
- Δείξτε τις πλευρές 1-8 και 8-7 και εισάγετε τα 3Φ20 της κάτω-αριστερής γωνίας (Σχήμα 8.16)
- Με το πλήκτρο [F6] ανοίξτε το παράθυρο των παραμέτρων και αλλάξτε τον «Αριθμό γωνιακών ράβδων» σε 2

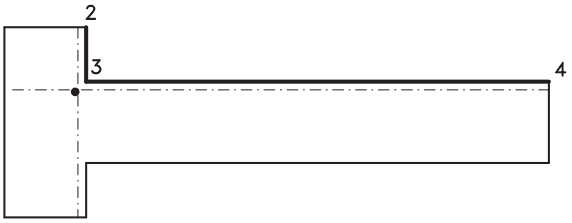
- Αλλάξτε την παράμετρο «Φορά τοποθέτησης ράβδων» = «**δεξιά**»,
- Δείξτε τις πλευρές 8-7 και 7-6 για να τοποθετήστε τις δύο γωνιακές ράβδους (Σχήμα 8.16),
- Δείξτε τις πλευρές 3-4 και 4-5 για να τοποθετήσετε τις άλλες δύο γωνιακές ράβδους,
- Με το πλήκτρο [F6] αλλάξτε την παράμετρο «Φορά τοποθέτησης ράβδων» = «**αριστερά**»,
- Δείξτε τις πλευρές 1-2 και 2-3 και κατόπιν τις 4-5 και 5-6 για να τοποθετήστε τις άλλες γωνιακές ράβδους (Σχήμα 8.16).



Σχήμα 8.17α: Εισαγωγή γωνιακής ράβδου στη διατομή του παραδείγματος

II. Εισαγωγή ράβδων στις εσωτερικές γωνίες (θέσεις 3, 6 Σχήμα 8.16):

- Με το [F6], αλλάξτε τον «Αριθμό γωνιακών ράβδων» = 1, (η παράμετρος «Φορά τοποθέτησης ράβδων» τώρα είναι αδιάφορη),
- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Προσθήκη Ν ράβδων σε γωνία» δείξτε τη διατομή και διαδοχικά τις πλευρές 2-3 και 3-4 (Σχήμα 8.17β), 5-6 και 6-7.

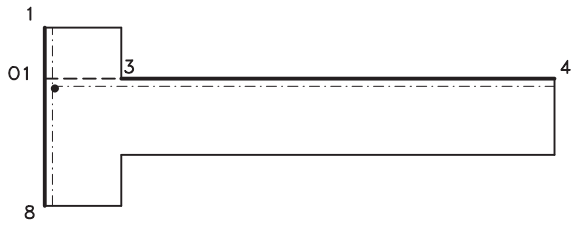


Σχήμα 8.17β: Εισαγωγή ράβδου σε εσωτερική γωνία της διατομής

III. Εισαγωγή ράβδων στις οιονεί γωνίες (θέσεις Ο1, Ο2 Σχήμα 8.16):

- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Προσθήκη Ν ράβδων σε γωνία» και δείξτε τις πλευρές 3-4 και 1-8 (η επέκταση των οποίων τέμνεται στο σημείο Ο1, το οποίο αποτελεί και οιονεί γωνία της διατομής, Σχήμα 8.17γ),

- Δείξτε τις πλευρές 5-6 και 1-8 για να τοποθετηθεί η ράβδος στην οιονεί γωνία Ο2 (Σχήμα 8.16).



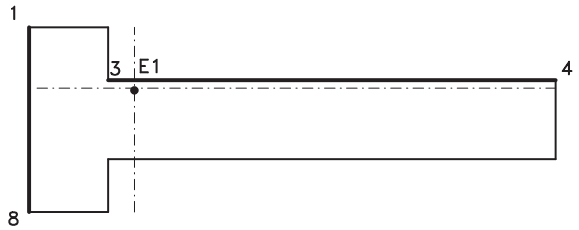
Σχήμα 8.17γ: Εισαγωγή ράβδου σε οιονεί γωνία της διατομής

IV. Εισαγωγή ράβδων σε ενισχυμένα άκρα τοιχώματος (θέσεις Ε1, Ε2, Ε3, Ε4 Σχήμα 8.16):

- Δώστε στην παράμετρο «Διάμετρος» την τιμή 18,
- Δώστε την εντολή «Προσθήκη Ν ράβδων σε απόσταση»,



- Δείξτε τη διατομή,
- Δείξτε την πλευρά 3-4, αυτή δηλαδή πάνω στην οποία θα μετρηθεί η απόσταση των 0.40m,
- Δείξτε την πλευρά 1-8, η οποία θα αποτελέσει τη βάση για τη μέτρηση τη απόστασης (βάθος ενίσχυσης),
- Στο παράθυρο που ανοίγει, πληκτρολογήστε την τιμή 0.40, για να τοποθετηθεί η ράβδος στη θέση **Ε1** (Σχήμα 8.17δ),
- Ομοίως δείξτε τις πλευρές 5-6, 1-8 και πληκτρολογήστε την τιμή 0.40 για να τοποθετηθεί η ράβδος στη θέση **Ε2** (Σχήμα 8.16),
- Δείξτε τις πλευρές 3-4, 4-5 και πληκτρολογήστε 0.40 για να τοποθετηθεί η ράβδος στη θέση **Ε3** και ακολούθως τις πλευρές 5-6 και 4-5 για την ράβδο στην θέση **Ε4**.



Σχήμα 8.17δ: Εισαγωγή ράβδων στα άκρα βάθους ενίσχυσης τοιχώματος

V. Εισαγωγή πλευρικών ράβδων:

- Με [F6], δώστε στην παράμετρο «Διάμετρος» την τιμή 14,



- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Προσθήκη ράβδων σε πλευρά ανά απόσταση»,
- Δείξτε τη διατομή,
- Δείξτε διαδοχικά τις δύο ράβδους (Φ18) στις θέσεις Ε1 και Ε3 (Σχήμα 8.16) τα οποία ορίζουν το τμήμα μέσα στο οποίο θα τοποθετηθούν οι πλευρικές ράβδοι,
- Πληκτρολογώντας την απόσταση 0.20, το πρόγραμμα τοποθετεί ράβδους σε ίσες μεταξύ τους αποστάσεις, μικρότερες ή ίσες των 0.20m.
- Δείξτε διαδοχικά τις ράβδους στις θέσεις Ε2, Ε4 (Σχήμα 8.16) και δώστε απόσταση 0.20.

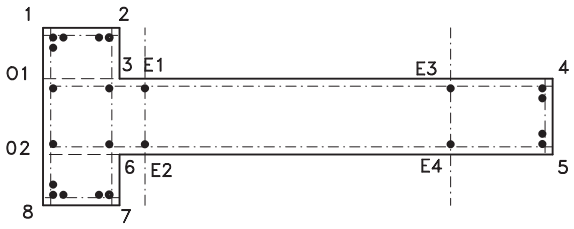
VI. Εισαγωγή συμπληρωματικών ράβδων κρυφοκολώνας (ενισχυμένου άκρου):

- Πρέπει οι αποστάσεις μεταξύ των ράβδων που συγκρατούνται από συνδετήρα να είναι μικρότερες από την απόσταση που ορίζει ο κανονισμός. Θα πρέπει δηλαδή να τοποθετηθεί από μια ράβδος των θέσεων Ε3 και 4, καθώς και των Ε4 και 5 (Σχήμα 8.16). Βλ. ΕC8-1 §5.4.3.4.2(9) και §5.5.3.4.5(10).



- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Προσθήκη ράβδων σε πλευρά με αριθμό»,
- Δείξτε τη διατομή,
- Δείξτε διαδοχικά τις ράβδους στις θέσεις Ε3 και το γωνιακό της θέσης 4,
- Στο παράθυρο που ανοίγει, πληκτρολογήστε τον αριθμό 1,
- Δείξτε διαδοχικά τις ράβδους στις θέσεις Ε4 και το γωνιακό της θέσης 5, και πληκτρολογήστε τον αριθμό 1.

VII. Προσθήκη κλειστών συνδετήρων



Σχήμα 8.17ε: Η διατομή πριν την εισαγωγή των συνδετήρων

- Επιλέξτε τον «Συνδετήρα διατομής» από την κεντρική εργαλειογραμμή,



- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Προσθήκη συνδετήρα»,
- Δείξτε τη διατομή,
- Δείξτε διαδοχικά τις τέσσερις ράβδους στις θέσεις O1-E1-E2-O2 (Σχήμα 8.17ε) που ορίζουν τη μια κρυφοκολώνα και ολοκληρώστε δείχνοντας πάλι την ράβδο στη θέση O1, προκειμένου να σχεδιαστεί ο κλειστός συνδετήρας,
- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Κατασκευή» προκειμένου να σχεδιαστεί στην οθόνη ο συνδετήρας,
- Δείξτε διαδοχικά τις τέσσερις ράβδους στις θέσεις E3-4-5-E4-E3 (Σχήμα 8.17ε),
- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Κατασκευή»
- Ομοίως, εισάγετε και τον δεύτερο συνδετήρα της κρυφοκολώνας, δείχνοντας τις ράβδους των θέσεων 4 και 5 καθώς και τις ράβδους στα μέσα των πλευρών E3-4 και E4-5,
- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Κατασκευή» για να σχεδιαστεί στην κρυφοκολώνα ο κλειστός τετράτμητος συνδετήρας.
- Με την ίδια εντολή, εισάγετε τον συνδετήρα της υποδιατομής 30/70, δείχνοντας τις γωνιακές ράβδους στις θέσεις 1-2-7-8-1, «Κατασκευή» και ακολούθως τις γωνιακές ράβδους στις θέσεις 5-O2-O1-4-5, «Κατασκευή».

Παρατήρηση

Τα άγκιστρα σχεδιάζονται στην ράβδο O1 από την οποία ξεκίνησε και στην οποίο τελείωσε η εισαγωγή του συνδετήρα. Το μήκος των αγκίστρων καθορίζεται από την παράμετρο «Συνδετήρας διατομής > Γεωμετρία > 1 αγκίστρου» και στο παράδειγμά μας είναι 7cm.

VIII. Προσθήκη συνδετήρων σιγμοειδούς μορφής



- Δώστε την εντολή «Προσθήκη συνδετήρα S»,
- Δείξτε τη διατομή,
- Δείξτε ανά δύο τις ράβδους που θα συνδέσετε με τον συνδετήρα S,

IX. Ενημέρωση ονόματος και οπλισμού



- Από την κεντρική εργαλειογραμμή επιλέξτε τη «Διατομή»,
- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Ενημέρωση ονόματος» και δείξτε τη διατομή.
- Χρησιμοποιήστε την εντολή «Αλλαγή ονόματος» για να διορθώσετε το κείμενο που συνοδεύει τη διατομή.

- Το τρέχον όνομα της διατομής είναι: K1,30/200/30/70,14Φ14 + 4Φ18 + 18Φ20, #ΟΡ Φ10/20 #ΚΑΤ Φ10/20,L = 0.6 - 2τμ. ΣΦ10/20
- Τροποποιήστε το ως εξής: K1,30/200/30/70,2Φ14 + 4Φ18 + 18Φ20, #ΟΡ Φ10/20 #ΚΑΤ Φ14/20,L = 40 - 4τμ. ΣΦ10/10 και πατήστε [ΟΚ].

Χ. Τακτοποίηση δεικτών διαμέτρου

- Με τις εντολές του «Δείκτη διαμέτρου ράβδου» («Αλλαγή δείκτη διαμέτρου», «Διαγραφή δέστρας» και «Κίνηση») κάνετε τις τελευταίες σχεδιαστικές διορθώσεις στη διατομή. Τώρα θα πρέπει να φαίνεται όπως στο Σχήμα 8.14.

8.9.2 Παράδειγμα ελέγχου υπάρχοντος

Εισαγωγή

Το Πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο υπαρχόντων κτιρίων, σε περιπτώσεις προσθηκών, ή για την αλλαγή της χρήσης τους. Μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση ή επισκευή, στην περίπτωση που ο έλεγχος επάρκειας διαπιστώσει αδυναμία. Εκτενής περιγραφή των πιο πάνω δυνατοτήτων βρίσκεται στο κεφάλαιο Δ του [ΛΗΛΟ01], στο οποίο επίσης παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο παράδειγμα ελέγχου μαζί με την αναγκαία ενίσχυση μιας κατασκευής.

Στα επόμενα παρουσιάζεται η μεθοδολογία για την εισαγωγή των αναγκαίων δεδομένων, ώστε να γίνει ο έλεγχος επάρκειας των υποστυλωμάτων.

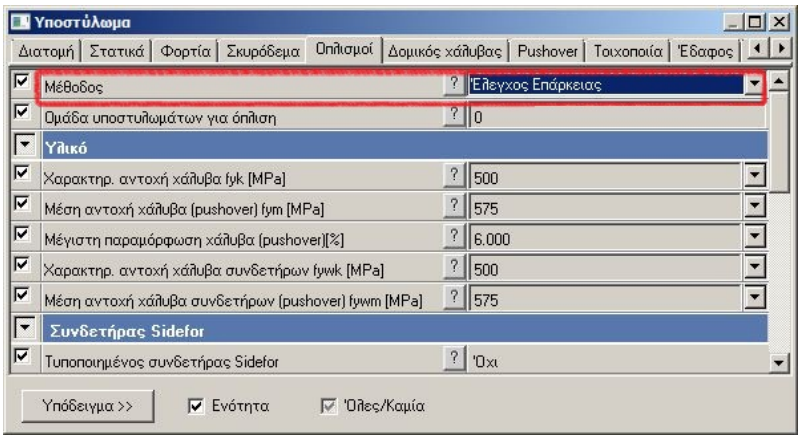
Μεθοδολογία

Στην περίπτωση που το πρόγραμμα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της επάρκειας υποστυλωμάτων υπάρχοντος κτιρίου, ο χρήστης θα πρέπει να περιγράψει τον οπλισμό όλων των διατομών τους, διαδικασία που θα γίνει μέσα στην κάτοψη του ξυλοτύπου. Το Fespa θα ελέγξει τις διατομές και θα τυπώσει στο τεύχος το συντελεστή ασφαλείας της κάθε μιας, δίνοντας μήνυμα σε περίπτωση ανεπάρκειάς της.

Τα βήματα για τον έλεγχο υπάρχοντος κτιρίου είναι:

- Περιγραφή κατώτατου ορόφου του κτιρίου
- Εκχώρηση των διατομών με δεδομένη διάταξη οπλισμού στα υποστυλώματα
- Παραγωγή ορόφων και διατομών καθ' ύψος
- Επίλυση και όπλιση κτιρίου
- Αναλυτικά, η πορεία εργασίας περιγράφεται παρακάτω

Αλλαγή παραμέτρου «Μέθοδος οπλισμού» υποστυλώματος

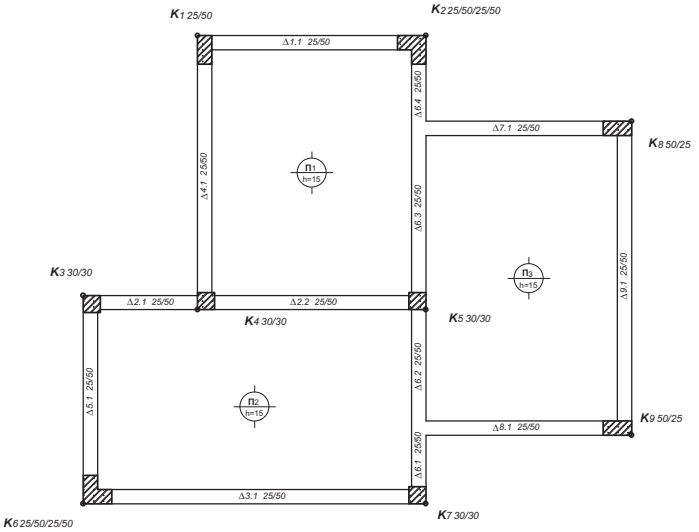


Εικόνα 8.18: *Αλλαγή μεθόδου οπλισμού υποστυλώματος σε «Έλεγχο επάρκειας»*

Πριν εισάγετε τα υποστυλώματα, αλλάξτε την παράμετρο «**Μέθοδος**» από «Διαστασιολόγηση» σε «Έλεγχος επάρκειας» (Εικόνα 8.18). Ολοκληρώστε την περιγραφή του κατώτατου ορόφου του φορέα (πλάκες, υποστυλώματα, λοιποί κόμβοι, δοκοί) σύμφωνα με το Σχήμα 8.18 και στην συνέχεια πραγματοποιήστε παραγωγές ορόφων με επιλεγμένο «Παραγωγή με διατομές» = Ναι.

Σημείωση

Μαζική αλλαγή αυτής της παραμέτρου μπορεί να γίνει (και εκ των υστέρων) μέσω του Πίνακα 205.1.



Σχήμα 8.18: *Αρχική περιγραφή του υπάρχοντος κτιρίου*

Παραγωγή διατομών

Από τις εντολές της «**Διατομής**», επιλέγετε την εντολή «Παραγωγή από υποστύλωμα» με την οποία εισάγετε στον τρέχοντα όροφο διατομές των υποστυλωμάτων που επιθυμείτε. Οι διατομές σε αυτή τη φάση δεν έχουν οπλιστεί.

Επίσης, δεν είναι απαραίτητο να εισάγετε τις διατομές όλων των υποστυλωμάτων της κάτοψης· αρκεί να γίνει αυτό μόνο για τους διαφορετικούς τύπους διατομών των υποστυλωμάτων. Στο παράδειγμα αυτό υπάρχουν μόνο τρεις διαφορετικές διατομές υποστυλωμάτων:

- Ορθογωνική 25/50 (K1, K8, K9)
- Μορφής Γ 25/50/50/25 (K2, K6)
- Τετράγωνη 30/30 (K3, K4, K5, K7)

Αυτό σημαίνει ότι θα εισάγετε μόνο τις διατομές των K1, K2 και K3, τις οποίες στη συνέχεια θα αποδώσετε στις όμοιές τους.

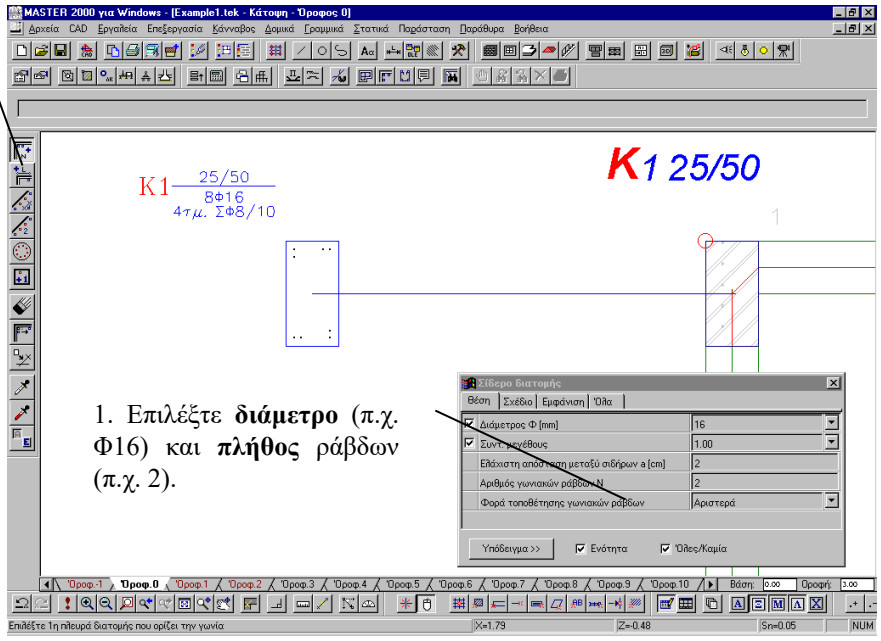
Επεξεργασία της διατομής

Κάνοντας χρήση των εργαλείων «**Ράβδοι οπλισμού**» και «**Συνδετήρας διατομής**» της βασικής εργαλειογραμμής μπορείτε να εισάγετε τους πραγματικούς οπλισμούς που έχει το υποστύλωμα.

Ορθογωνικό υποστύλωμα

Για να εισάγετε τις γωνιακές ράβδους της διατομής της K1 (Εικόνα 8.19, Σχήμα 8.19β):

- Δώστε την εντολή «Ράβδοι διατομής»
- Δώστε στην παράμετρο «Διάμετρος» την τιμή 16
- Δώστε «Αριθμό γωνιακών ράβδων N» = 2
- Δώστε «Φορά τοποθέτησης γωνιακών ράβδων» = «αριστερά»
- Δώστε την εντολή «Προσθήκη N ράβδων σε γωνία»
- Δείξτε τη διατομή,
- Δείξτε διαδοχικά ανά δύο τις πλευρές που ορίζουν τις γωνίες της διατομής.



1. Επιλέξτε **διάμετρο** (π.χ. Φ16) και **πλήθος** ράβδων (π.χ. 2).

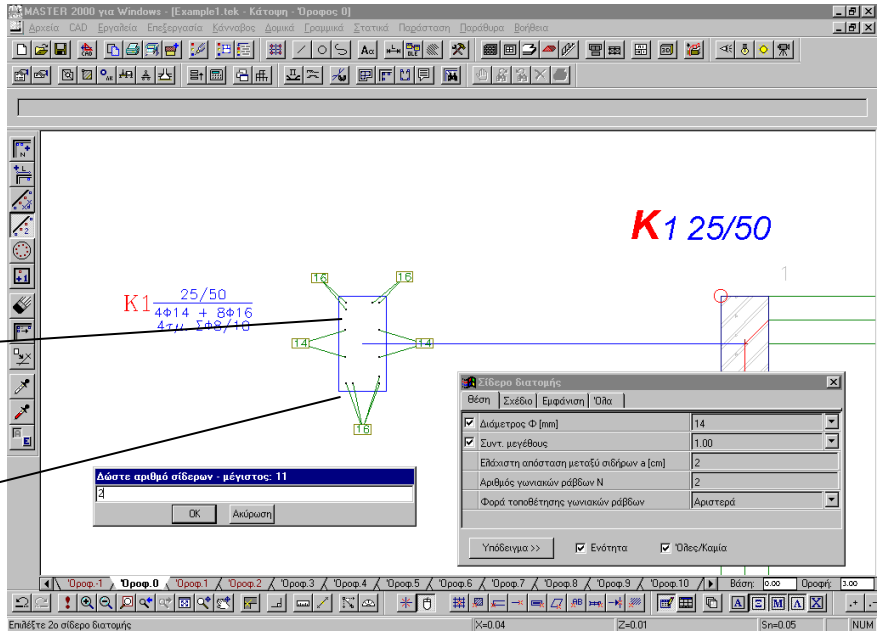
2. Δώστε την εντολή «**Προσθήκη N ράβδων σε γωνία**» και δείξτε ανά δύο τις πλευρές της διατομής, προκειμένου να τοποθετήσετε τις γωνιακές ράβδους.

Εικόνα 8.19: *Εισαγωγή γωνιακών ράβδων της διατομής*

Για να εισάγετε τις πλευρικές ράβδους της διατομής της Κ1 (Εικόνα 8.20):

- Αλλάξτε την παράμετρο «Διάμετρος» από 16 σε 14,
- Δώστε την εντολή «Προσθήκη ράβδων σε πλευρά με αριθμό»,
- Δείξτε τη διατομή,
- Δείξτε τις δύο ακραίες ράβδους της αριστερής παρειάς της διατομής (αυτά μεταξύ των οποίων θα προστεθούν οι πλευρικές ράβδοι),
- Πληκτρολογήστε τον αριθμό ράβδων ίσο με 2.
- Επαναλάβετε τα δύο τελευταία βήματα για τα 2Φ14 της δεξιάς παρειάς της διατομής.

Για την εισαγωγή των πλευρικών ράβδων, το πρόγραμμα ζητά τις **δύο ακραίες ράβδους** της **παρειάς**.



Εικόνα 8.20: *Εισαγωγή των πλευρικών ράβδων της διατομής*

Γωνιακό υποστύλωμα

Για την Κ2 (Εικόνα 8.21, Σχήμα 8.19β), αρχικά εισάγετε τις γωνιακές ράβδους (5Φ16 + 3Φ14). Τα πέντε 16άρια τοποθετούνται όπως προηγουμένως, ενώ τα τρία 14άρια τοποθετούνται σε «οιονεί» γωνίες της διατομής (σύμφωνα με την §7.3.2, Σχήμα 8.4 και την §7.9.1, Σχήμα 8.17α, Σχήμα 8.17β και Σχήμα 8.17γ). Η τοποθέτηση τους θα διευκολύνει αργότερα την εισαγωγή των συνδετήρων στις ορθογωνικές υποδιατομές της Κ2.

Τετραγωνικό υποστύλωμα

Για την Κ3, εισάγετε πρώτα τα 4Φ18 των κορυφών της και μετά τα 4Φ14 στα μέσα των πλευρών της (βλέπε Σχήμα 8.19β). Σε αυτό το υποστύλωμα πρόκειται να εισάγετε έναν τετράγωνο συνδετήρα και ένα ρομβοειδή.



Εισαγωγή συνδετήρων

Για την ορθογωνική Κ3, η εισαγωγή του συνδετήρα απαιτεί την περιγραφή των τεσσάρων κορυφών του (που ορίζονται από τις αντίστοιχες γωνιακές ράβδους της διατομής). Πιο αναλυτικά:

- Δώστε την εντολή «Προσθήκη συνδετήρα»,
- Δείξτε τη διατομή της Κ3,
- Δείξτε διαδοχικά κάνοντας κλικ τις τέσσερεις γωνιακές ράβδους και ένα κλικ πάλι στην ράβδο από την οποία ξεκινήσατε,
- Δώστε την εντολή «Κατασκευή».
- Για την εισαγωγή ρομβοειδούς συνδετήρα, επαναλάβετε τη διαδικασία, δείχνοντας τις τέσσερις πλευρικές (Φ14) ράβδους.
- Για την Κ2, θα πρέπει να δώσετε τους δύο ορθογωνικούς συνδετήρες των αντίστοιχων υποδιατομών (Εικόνα 8.21).
- Για την Κ1, επειδή οι συνδετήρες της είναι τετράτμητοι, θα πρέπει να εισάγετε δύο κλειστούς συνδετήρες.



Ενημέρωση του ονόματος διατομής και υποστυλώματος

Δώστε την εντολή «**Ενημέρωση ονόματος**» της «**Διατομής**» και «**Ενημέρωση ονόματος από διατομή**» του «**Υποστυλώματος**», προκειμένου το όνομα διατομής και υποστυλώματος να ανταποκρίνεται στον τοποθετημένο οπλισμό της διατομής.

Αν χρειάζεται, δώστε την εντολή «**Αλλαγή ονόματος**» της «Διατομής» και διορθώστε το λεκτικό του κειμένου των διατομών (π.χ. εκεί που έχετε δώσει τρίτμητους ή τετράτμητους συνδετήρες).



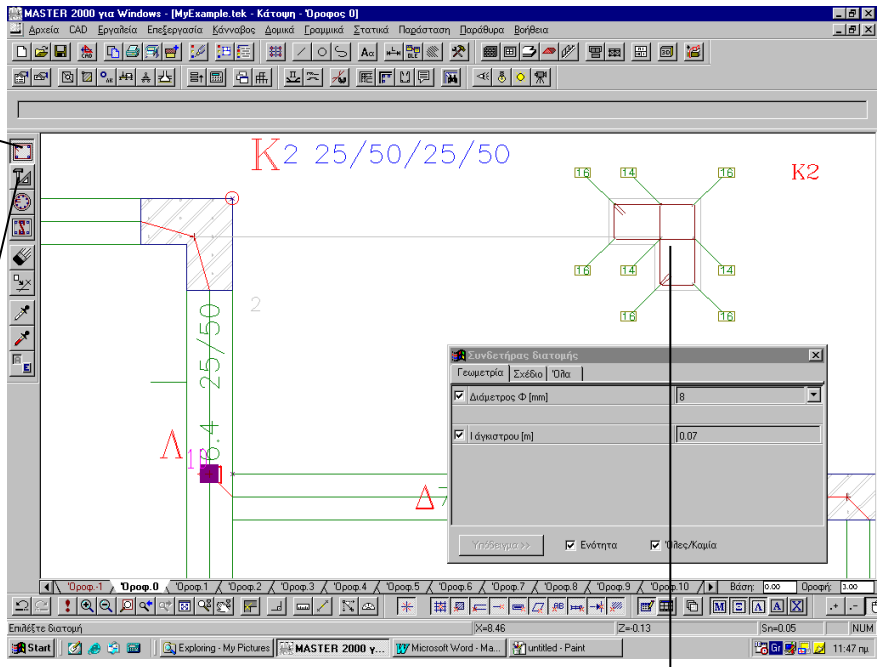
Αντιγραφή διατομών με δεδομένη διάταξη οπλισμού σε υποστυλώματα

Με την εντολή «**Αντιγραφή διατομής σε υποστύλωμα**» θα εκχωρήσετε τις τρεις τυπικές διατομές των Κ1, Κ2, Κ3 και στα υπόλοιπα υποστυλώματα του ορόφου.

Για την Κ4 (και αντίστοιχα για τις Κ5, Κ7):

- Δώστε την εντολή «Αντιγραφή διατομής σε «Υποστύλωμα»,

- Επιλέξτε διατομή (αυτή της Κ3),
- Επιλέξτε υποστύλωμα (το Κ4 που έχει ίδια διατομή με την Κ3),
- Επιλέξτε μια πλευρά της διατομής (π.χ. την αριστερή της),
- Επιλέξτε πλευρά υποστυλώματος (την αντίστοιχη που δείξατε και στη διατομή),
- Κινείστε τη νέα διατομή στην επιθυμητή θέση.
- Για τις Κ8 και Κ9, αλλά και για τη γωνιακή Κ6, όταν το πρόγραμμα ζητήσει πλευρά διατομής και υποστυλώματος, δώστε την ακριβώς αντίστοιχη πλευρά των 0.50m. Αν οι διαστάσεις της διατομής δεν ταυτίζονται με αυτές του υποστυλώματος, το πρόγραμμα θα εμφανίσει μήνυμα λάθους.

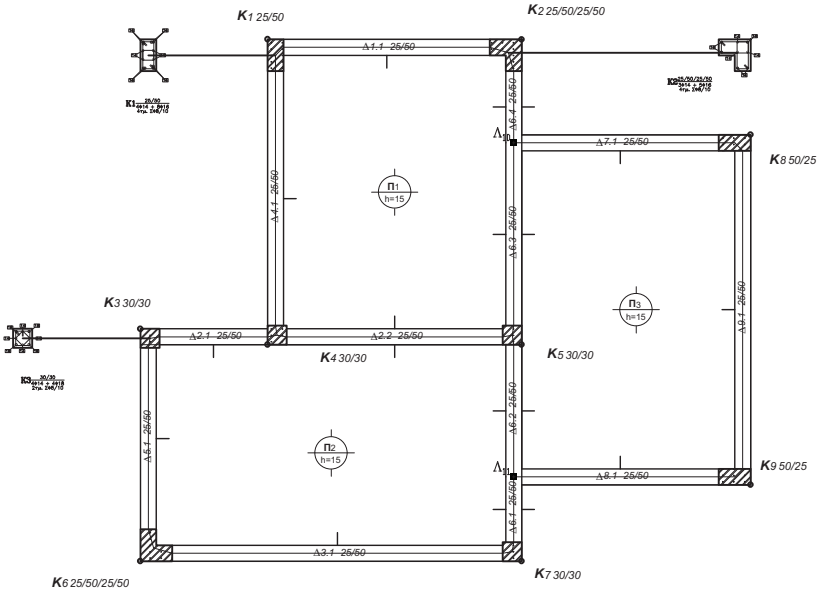


Εικόνα 8.21: *Εισαγωγή συνδετήρων σε διατομή τύπου Γ*

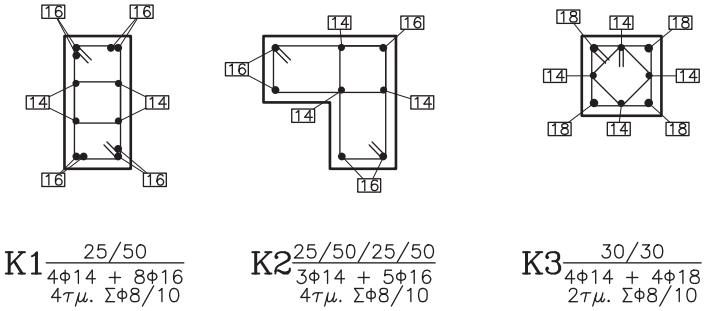
Σημείωση

Αν θέλετε να μη φαίνονται στο σχέδιο τα ονόματα (οπλισμοί) των υποστυλωμάτων και τα ονόματα (οπλισμοί) των διατομών, απενεργοποιήστε τα αντίστοιχα διαφανή.

Η εικόνα του ξυλοτύπου, σε αυτή τη φάση, φαίνεται στο Σχήμα 8.19α.



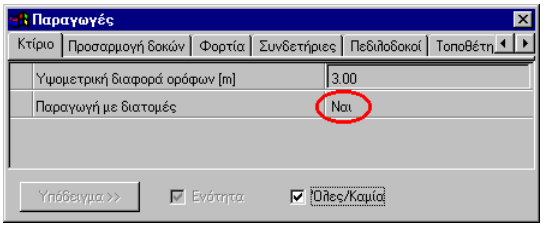
Σχήμα 8.19α: *Οι τρεις διαφορετικές διατομές του φορέα, συνδεδεμένες με τα αντίστοιχα υποστυλώματα*



Σχήμα 8.19β: *Λεπτομέρεια των τριών διαφορετικών διατομών*

Παραγωγή ορόφων

Αλλάξτε την παράμετρο «Παραγωγή με διατομές» από «Όχι» σε «Ναι» και δώστε την εντολή «Παραγωγή ορόφου» των «**Παραγωγών**» (Εικόνα 8.22) για να κάνετε παραγωγή των ανώτερων ορόφων.



Εικόνα 8.22: Οι *παράμετροι της καρτέλας «Κτίριο» των παραγωγών*

Το πρόγραμμα παράγει τους ανώτερους ορόφους, μαζί με τις διατομές των υποστυλωμάτων που υπάρχουν στον όροφο αφετηρίας .

Αν χρειάζεται, κάνετε τις αναγκαίες αλλαγές στους οπλισμούς των υπερκείμενων ορόφων, με τις εντολές «Πάρε / Δώσε παραμέτρους» της οντότητας «Ράβδοι οπλισμού».



Επίλυση και όπλιση του κτιρίου

Δώστε «Επίλυση και οπλισμός κτιρίου» από τις «**Επιλύσεις**».

Στα υποστυλώματα, το πρόγραμμα θα υπολογίσει το συντελεστή ασφαλείας για την κάθε διατομή (ή θα δώσει μήνυμα για αλλαγή της σε περίπτωση ανεπάρκειας). Στην Εικόνα 8.23 φαίνονται τα αποτελέσματα για τον έλεγχο της K2(1), για την οποία το πρόγραμμα εμφανίζει μήνυμα οριακής ανεπάρκειας (Ποσοστό επάρκειας 97% < 100%) αλλά και ρ=0.78% < ρ_{min}=1%.

Έλεγχος Επάρκειας Διατομής σε Κάμψη

Ποσοστό επάρκειας	N [kN]	Κρίσιμη My [kNm]	Φόρτιση Mz [kNm]	Ποσοστό οπλισμού
97,23%	216,44	164,33	31,49	0,78%

Ράβδοι Διατομής

Ομάδα Οπλισμού	Αριθμός Ράβδων	Οπλισμός [cm²]
1	5 Φ16	10,05 cm2
2	3 Φ14	4,62 cm2
Σύνολα	**8 Ράβδοι**	**14,67 cm2**

Ράβδοι οπλισμού ορόφου 1

Διαμήκης οπλισμός	Συνδετήρες/Εσχάρες
5Φ16 + 3Φ14	

Εικόνα 8.23: *Απόσπασμα του τεύχους για έλεγχο επάρκειας υποστυλώματος*

Σημείωση

Το Fespa όταν οπλίζει υποστυλώματα (μέθοδος = «διαστασιολόγηση»), εκτός από τον απαιτούμενο οπλισμό για την παραλαβή της (μονοαξονικής ή διαξονικής) κάμψης, λαμβάνει υπόψη όλες τις διατάξεις περί μεγίστων / ελαχίστων ποσοστών καθώς και άλλους περιορισμούς περί αποστάσεων οπλισμών του Κανονισμού. Ο έλεγχος επάρκειας διατομής (σύμφωνα με την §7.8.3) ελέγχει μόνο εάν τηρούνται τα ελάχιστα και μέγιστα ποσοστά οπλισμού του κανονισμού.

8.9.3 Παράδειγμα τυποποίησης οπλισμού υποστυλωμάτων και ελέγχου επάρκειας

Εισαγωγή

Η ομοιομορφία στον τρόπο όπλισης ομοίων υποστυλωμάτων είναι μία ακόμα απαίτηση από μια σωστά δουλεμένη μελέτη. Πρέπει λοιπόν να τροποποιηθεί ο οπλισμός των υποστυλωμάτων ώστε να γίνουν ομοιόμορφα και ακολούθως να διαπιστωθεί η επάρκεια της λύσης.

Σκοπός λοιπόν της τροποποίησης οπλισμών είναι ο **ομοιόμορφος** και απλός τρόπος οπλισμού όμοιων διατομών, που προσφέρει ευκολία στην κατασκευή.

Μεθοδολογία

Σε αυτό το παράδειγμα, αρχικά θα κάνετε όπλιση με «**Διαστασιολόγηση**» όλων των υποστυλωμάτων του φορέα. Στη συνέχεια, θα τροποποιήσετε τον οπλισμό

μερικών από αυτά και θα ζητήσετε από το Fespa να κάνει τον έλεγχο επάρκειάς τους. Αν η όπλιση που κάνετε είναι ανεπαρκής σύμφωνα με τον Κανονισμό, το πρόγραμμα θα ζητήσει αλλαγή της.

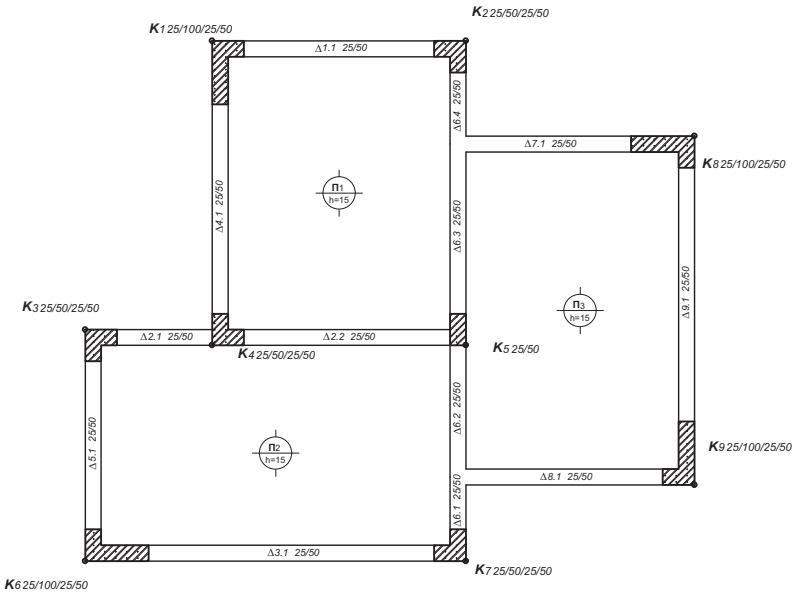
Τα βήματα σε αυτή την περίπτωση είναι:

- Περιγραφή κτιρίου,
- Αρχική επίλυση και όπλιση κτιρίου,
- Τροποποίηση του υπάρχοντος οπλισμού σε επιλεγμένες διατομές ενός ορόφου,
- Παραγωγή μόνο των τροποποιημένων διατομών καθ' ύψος, μέσω εντολής των Παραγωγών,
- Τελική επίλυση και όπλιση / έλεγχος κτιρίου.



Εισαγωγή και όπλιση του φορέα

Έστω ότι έχετε το διώροφο κτίριο που φαίνεται στο Σχήμα 8.20.



Σχήμα 8.20*: Αρχική περιγραφή του κτιρίου*

Αφού περιγράψετε και οπλίσετε το φορέα, έστω ότι πρόκειται να τροποποιήσετε τον οπλισμό των K2, K3, K4 και K7.

Αρχικά το πρόγραμμα έχει δώσει σε αυτές διαφορετικό κύριο οπλισμό (8Φ20, 7Φ20 + 1Φ14, 1Φ20 + 6Φ18 + 1Φ14). Μεταξύ των ομοίων υποστυλωμάτων θα επιλέξετε αυτό με το μεγαλύτερο οπλισμό, στην περίπτωσή μας το Κ7 (8Φ20).

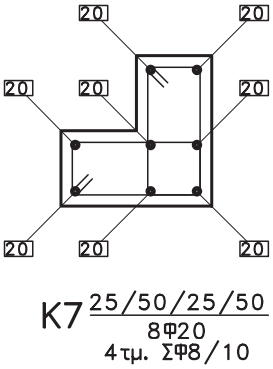
Ο νέος οπλισμός που θα δώσετε σε όλες είναι 8Φ20 (As = 25.13 cm^2).



Σιδέρωμα διατομής

Αρχικά παράγετε με την εντολή «Παραγωγή από υποστύλωμα» τη διατομή της Κ7.

Η διατομή έχει την εξής μορφή (Σχήμα 8.21):



Σχήμα 8.21: *Η διατομή του τυπικού υποστυλώματος (8Φ20)*



Αντιγραφή της διατομής στα άλλα υποστυλώματα

Με την εντολή «Αντιγραφή διατομής σε υποστύλωμα» θα δώσετε τη διατομή της Κ7 στις όμοιές της (Κ2, Κ3, Κ4) του ισογείου (όροφος 0).

Σε κάθε διατομή θα πρέπει επίσης να δώσετε και την εντολή «Ενημέρωση ονόματος».



Αντιγραφή διατομών σε άλλους ορόφους

Προκειμένου να τοποθετήσετε τον ίδιο οπλισμό του ισογείου σε όλους τους ανώτερους ορόφους, θα χρησιμοποιήσετε την εντολή «**Παραγωγή διατομών από τρέχοντα όροφο**».

Το πρόγραμμα αντιγράφει τις διατομές με τους τοποθετημένους οπλισμούς στους υπερκείμενους ορόφους.

Επίσης, το πρόγραμμα αυτόματα τροποποιεί την παράμετρο «**Μέθοδος οπλισμού**» σε «Έλεγχος επάρκειας» για κάθε υποστύλωμα ορόφου στον οποίο γίνεται η αντιγραφή (δηλαδή στα Κ2, Κ3, Κ4, Κ7 του ορόφου 1).

Σημείωση

Αν διαγράψετε μια διατομή, η παράμετρος του αντίστοιχου υποστυλώματος επανέρχεται αυτόματα στο «Διαστασιολόγηση».



Τελική επίλυση και όπλιση του κτιρίου

Δώστε «Επίλυση και οπλισμός κτιρίου» από τις «**Επιλύσεις**».

Το απόσπασμα του τεύχους που ακολουθεί (Εικόνα 8.24) αναφέρεται στην Κ3 του ισογείου, όπου φαίνεται ότι η διατομή σαφώς επαρκεί (ποσοστό επάρκειας > 100%) και το ποσοστό οπλισμού είναι εντός των ορίων που ορίζει ο Κανονισμός (ρ>1%).

Σημείωση

Το Πρόγραμμα θα δώσει μήνυμα λάθους σε κάθε περίπτωση μη τήρησης του Κανονισμού, π.χ. όταν ρ<ρmin ή όταν ρ>ρmax. Μήνυμα λάθους επίσης εμφανίζεται όταν το ανηγμένο αξονικό φορτίο |νd| του υποστυλώματος είναι μεγαλύτερο από τα όρια που ισχύουν στον EC8-1 για ΚΠΜ και ΚΠΥ για υποστυλώματα και τοιχώματα.

Έλεγχος Επάρκειας Διατομής σε Κάμψη

Ποσοστό επάρκειας	N [kN]	Κρίσιμη My [kNm]	Φόρτιση Mz [kNm]	Ποσοστό οπλισμού
216,57%	61,68	-94,83	-30,60	1,34%

Ράβδοι Διατομής

Ομάδα Οπλισμού	Αριθμός Ράβδων	Οπλισμός [cm²]
1	8 Φ20	25,13 cm2
Σύνολα	8 Ράβδοι	25,13 cm2

Ράβδοι οπλισμού ορόφου 0

Διαμήκης οπλισμός	Συνδετήρες/Εσχάρες
8Φ20	

Εικόνα 8.24: *Απόσπασμα του τεύχους για έλεγχο επάρκειας υποστυλώματος*

Σημείωση

Αν αντί για 8Φ20 είχαμε επιλέξει 8Φ16, ο τοποθετούμενος οπλισμός (ρ=0.86%, As=16.08 cm^2) θα ήταν μεν επαρκής για την παραλαβή της διαξονικής *κάμψης*, αλλά μικρότερος του ελάχιστου βάσει του τρέχοντος Κανονισμού (ρ=1%, As_{min} = 18.75 cm^2). Το Fespa θα είχε εκτυπώσει μήνυμα λάθους με το οποίο θα επισήμαινε το πρόβλημα.

8.9.4 Κατασκευή βιβλιοθήκης διατομών

Η δυνατότητα της αντιγραφής – επικόλλησης διατομών από όροφο σε όροφο ή από αρχείο σε αρχείο, μπορεί να διευκολύνει πολύ τη διαδικασία της κατασκευής βιβλιοθήκης **τυποποιημένων διατομών** με δεδομένη διάταξη οπλισμού.

Το πρόγραμμα έχει τα κατάλληλα εργαλεία για να δημιουργήσετε ένα αρχείο οικοδομής, το οποίο να περιέχει μόνο οπλισμένες διατομές που έχετε μεταφέρει από άλλα (υπάρχοντα) αρχεία μελετών. Το αρχείο αυτό μπορεί να αποτελέσει μια βάση δεδομένων, μία βιβλιοθήκη διατομών που θα έχετε στη διάθεσή σας για τις επόμενες μελέτες σας.

Τα βήματα για τη δημιουργία και χρήση μιας βιβλιοθήκης διατομών είναι τα εξής:



- Έχοντας ανοιχτό ένα αρχείο οικοδομής (π.χ. αυτό του παραδείγματος 1), δώστε την εντολή «Αρχείο» – «**Νέα οικοδομή**», προκειμένου να ανοίξετε ένα κενό αρχείο οικοδομής.



- Μεταβείτε στο παράθυρο της υπάρχουσας οικοδομής και με την εντολή «**Αντιγραφή σε πρόχειρο**» της «Διατομής» δείξτε μία διατομή της κάτοψης (π.χ. αυτή της Κ1).



- Μεταβείτε στο κενό αρχείο και με την εντολή «**Επικόλληση από πρόχειρο**» εισάγετε τη διατομή σε μια επιθυμητή θέση της κάτοψης.
- Επαναλάβετε αυτή τη διαδικασία και για άλλες διατομές από παλιές σας μελέτες (π.χ. υπάρχοντα αρχεία λεπτομερειών υποστυλωμάτων), προκειμένου να συμπληρώσετε το αρχείο της βιβλιοθήκης.



- Αποθηκεύστε το αρχείο με ξεχωριστό όνομα, μέσα στον φάκελο των μελετών σας.

Με την αντίστροφη διαδικασία, μπορείτε να μεταφέρετε από το αρχείο βιβλιοθήκης τις οπλισμένες διατομές σε οποιοδήποτε αρχείο επόμενης μελέτης.

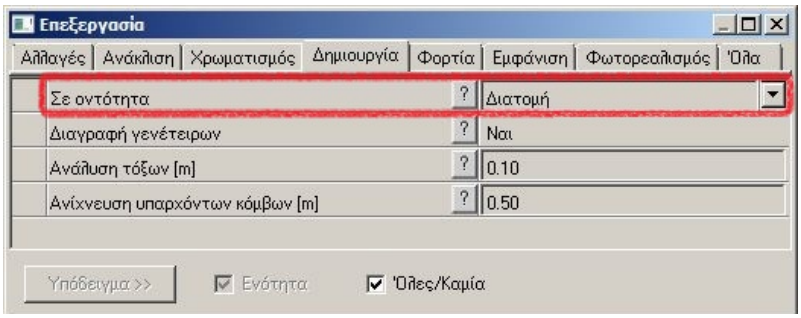
Εισαγωγή διατομών με εξαρχής σχεδίασή τους και χρήση εντολών της «Επεξεργασίας»



Προσθήκη διατομών γίνεται και μέσω της εντολής «**Τόξα και γραμμές σε οντότητα**» της Επεξεργασίας. Με την εντολή αυτή, ένα οποιοδήποτε κλειστό σχήμα αποτελούμενο από γραμμές και τόξα μετατρέπεται σε διατομή. Κατά τη μετατροπή, τα τόξα αναλύονται αυτόματα σε γραμμές. Το μήκος των ευθύγραμμων τμημάτων καθορίζεται από την παράμετρο «Ανάλυση τόξων».

Για να προσθέσετε διατομές με αυτή τη μέθοδο:

- Τις σχεδιάζετε εξαρχής με γραμμές ή τις εισάγετε από άλλο πρόγραμμα (π.χ. μέσω DXF), προσέχοντας οι γραμμές που δίνετε να απαρτίζουν ενιαίο και κλειστό πολύγωνο.
- Τις επιλέγετε (με την εντολή «**+Περιοχή**» ή «**+Στοιχείο**» της Επεξεργασίας),
- Θέτετε την παράμετρο «**Σε οντότητα**» σε «Διατομή»,
- Εκτελείτε την εντολή «**Τόξα και γραμμές σε οντότητα**», με την οποία γίνεται η μετατροπή τους από απλό πολύγωνο σε διατομή. Ο χειρισμός τους πλέον γίνεται με τις εντολές της «Διατομής».



Εικόνα 8.25: *Οι παράμετροι τητς καρτέλας «Δημιουργία» της Επεξεργασίας.*

9

Ερμηνεία αποτελεσμάτων

9.1 Ονοματολογία των φορτίσεων

Η μέθοδος επίλυσης του χωρικού πλαισίου καθορίζει τον **αριθμό** και την **ονοματολογία** των φορτίσεων που εμφανίζονται στην εκτύπωση των αποτελεσμάτων της όπλισης του φορέα.

Στο επόμενο απόσπασμα από το τεύχος μελέτης, εμφανίζονται τα εντατικά μεγέθη υποστυλώματος που ελέγχεται με τις βασικές δράσεις, όταν η ανάλυση γίνεται με την «Δυναμική με μετατόπιση μαζών».

Εντατικά μεγέθη

Α/Α	Αρχή	3(-1)			Τέλος	3(0)			Αξονική	Στρέψη
Φόρτ	My	Mz	Vy	Vz	My	Mz	Vy	Vz	N	T
[/]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Φ 1	-29,73	36,16	-18,28	16,60	20,07	-18,67	-18,28	16,60	-438,99	0,00
Φ 2	-7,16	5,74	-2,65	4,14	5,26	-2,21	-2,65	4,14	-88,99	0,00
Φ 3	-2,11	2,11	-0,91	1,14	1,31	-0,62	-0,91	1,14	-35,83	0,00
Φ 4	-5,04	3,64	-1,74	3,00	3,95	-1,60	-1,74	3,00	-53,15	0,00
Φ 5	-31,88	37,88	-19,07	17,84	21,65	-19,34	-19,07	17,84	-465,68	0,00
ΣΦ 1	-50,88	57,43	-28,65	28,62	34,98	-28,53	-28,65	28,62	-726,11	0,00
ΣΦ 2	-43,31	51,98	-26,04	24,12	29,06	-26,13	-26,04	24,12	-646,38	0,00
ΣΦ 3	-47,71	54,27	-27,29	26,91	33,01	-27,61	-27,29	26,91	-672,36	0,00
ΣΣ:+x	11,82	63,02	-4,76	45,61	61,26	1,66	-4,76	45,61	-234,38	0,00
ΣΣ:+x	-75,58	12,74	-33,39	-9,93	-17,97	-40,34	-33,39	-9,93	-696,99	0,00
ΣΣ:+z	9,37	61,76	-5,13	44,07	59,09	1,90	-5,13	44,07	-247,80	0,00
ΣΣ:+z	-73,13	14,01	-33,02	-8,39	-15,80	-40,58	-33,02	-8,39	-683,57	0,00
ΣΣ:-x	4,10	60,12	-5,25	40,75	54,40	2,10	-5,25	40,75	-272,18	0,00
ΣΣ:-x	-67,86	15,64	-32,90	-5,07	-11,10	-40,78	-32,90	-5,07	-659,19	0,00
ΣΣ:-z	10,14	63,01	-4,41	44,57	59,81	1,81	-4,41	44,57	-240,55	0,00
ΣΣ:-z	-73,91	12,76	-33,74	-8,89	-16,52	-40,48	-33,74	-8,89	-690,81	0,00
ΣΦ 4	-36,89	41,90	-20,93	20,74	25,33	-20,89	-20,93	20,74	-527,97	0,00
ΣΦ 5	-31,88	37,88	-19,07	17,84	21,65	-19,34	-19,07	17,84	-465,68	0,00

Για κάθε μέθοδο επίλυσης, οι βασικές φορτίσεις αριθμούνται ως εξής:

9.1.1 Φορτίσεις

- **Φ1** Μόνιμες δράσεις G.
- **Φ2** Μεταβλητές δράσεις Q.
- **Φ3** Μεταβλητές δυσμενείς δράσεις QA.

- **Φ4** Μεταβλητές δυσμενείς δράσεις QB.
- **Φ5** G+ψ2Q.
- **Φ6 – Φ...** λοιπές φορτίσεις.

9.1.2 Συνδυασμοί στατικών φορτίσεων

9.1.2.1 Συνδυασμοί για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας

Εάν έχει επιλεγεί «Κτίριο > Δράσεις > Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις δοκών» = Ναι, τότε προβλέπονται και συνδυασμοί με τα μεταβλητά φορτία **QA** & **QB**, οι οποίοι δυσμενοποιούν τις θετικές ροπές των ανοιγμάτων των δοκών.

- Περίπτωση **χωρίς** Απομείωση δυσμενών μονίμων δράσεων (π.χ. στο κυπριακό Εθνικό προσάρτημα) – Συνδυασμός EC0 (6.10)
  - **ΣΦ1** 1,35G+1,5Q
  - **ΣΦ2** 1.35G+1.5QA
  - **ΣΦ3** 1.35G+1.5QB
  - **ΣΦ4** 1.35G+1.5QC
  - **ΣΦ5** 1.35G+1.5QD
  - **ΣΦ6** 1.35G+1.5QE
- Περίπτωση **με** Απομείωση δυσμενών μονίμων δράσεων (π.χ. στο ελληνικό Εθνικό προσάρτημα) – Συνδυασμοί EC0 (6.10α) και (6.10β)
  - **ΣΦ1** 1,35G+1.5·0.7·Q
  - **ΣΦ2** 1.35G+1.5·0.7·QA
  - **ΣΦ3** 1.35G+1.5·0.7·QB
  - **ΣΦ4** 1,35G+1.5·0.7·QC
  - **ΣΦ5** 1.35G+1.5·0.7·QD
  - **ΣΦ6** 1.35G+1.5·0.7·QE
  - **ΣΦ7** ξ·1,35G+1,5Q
  - **ΣΦ8** ξ·1.35G+1.5QA
  - **ΣΦ9** ξ·1.35G+1.5QB
  - **ΣΦ10** ξ·1.35G+1.5QC
  - **ΣΦ11** ξ·1.35G+1.5QD

- **ΣΦ12** ξ·1.35G+1.5QE

Συνδυασμοί με τυχόν λοιπές φορτίσεις (π.χ. άνεμος, χιόνι κ.α.)

- **ΣΦ13 - ΣΦ**…

Περισσότερα στοιχεία για τις δράσεις και τους συνδυασμούς δράσεων στο Fespa, αναφέρονται στο Κεφάλαιο 7 «Δράσεις - Φορτία».

Στο τεύχος μελέτης, στα «Περιληπτικά στοιχεία δομήματος», αναφέρονται όλες οι λοιπές δράσεις (με τη συντομογραφία τους και τον αύξοντα αριθμό τους).

9.1.2.2 Συνδυασμοί για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας

- **ΣΦ13** 1.00G+1.00Q - Έλεγχος περιορισμού τάσεων χάλυβα & σκυροδέματος.
- **ΣΦ14** G+ψ2Q - Έλεγχος ρηγμάτωσης και βέλους μεταλλικών μελών.

9.1.3 Σεισμικοί συνδυασμοί

9.1.3.1 Δυναμική με μετατόπιση μαζών

ΣΣ:±x, ΣΣ:±z (x8): Τα *μέγιστα* και τα *ελάχιστα* αποτελέσματα της σεισμικής δράσης και των τεσσάρων φορέων που προκύπτουν από τις μετατοπίσεις μαζών(+x, -x, +z, -z).

9.1.3.2 Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη

ΣΣ1 & ΣΣ2: Τα *μέγιστα* και τα *ελάχιστα* αποτελέσματα των σεισμικών συνδυασμών (για σεισμό 0° και 90°).

9.1.3.3 Απλοποιημένη φασματική μέθοδος

ΣΣ:±x, ΣΣ:±z (x8): Τα *μέγιστα* και τα *ελάχιστα* αποτελέσματα των σεισμικών συνδυασμών και των τεσσάρων ισοδύναμων στατικών φορτίσεων.

9.2 Γενικοί έλεγχοι δομήματος

9.2.1 Έλεγχοι απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων σε κάμψη

```
Γενικοί έλεγχοι δομήματος
-------------------------------------------------------------------------------

ην Ευρωκώδικα για την επιλογή q
Υπολογισμός ην βάσει: όλων των τοιχωμάτων
Ποσοστό τέμνουσας δύναμης τοιχωμάτων EC8-1 §5.1.2
    ηνX             ηνZ
    0,363           0,655
```

```
ηνG για απαίτηση ικανοτικού
Υπολογισμός ηνG βάσει: όλων των τοιχωμάτων με μήκος lw ≥ 1,50
Ποσοστό τέμνουσας δύναμης τοιχωμάτων EC8-1 §5.1.2 & §4.4.2.3(4), Ελληνικό Ε.Π. §3.2
    ηνGX            ηνGZ
    0,363           0,000

* Το υψόμετρο βάσης του κτιρίου είναι:  H=0,00
* Ο υπολογισμός του (ην) γίνεται στα υποστυλώματα του ορόφου:  1

Μέγιστο ανηγμένο αξονικό φορτίο υποστυλωμάτων
-------------------------------------------------------------------------------------------
Όροφος Υποστύλωμα Φόρτιση  νd
  [/]      [/]       [/]    [/]
   1        K3      ΣΣ:+x  0,233
Σκυρόδεμα: νd = NEd/(Ac*fcd)   -   Χάλυβας: νd = NEd/NplRd
```

Η συνθήκη γενικής πλαστιμότητας της EC8-1 §4.4.2.3(3)A επιβάλλει την **αποφυγή σχηματισμού πλαστικού μηχανισμού μαλακού ορόφου**, η οποία εκφράζεται με την απαίτηση Ικανοτικού σχεδιασμού υποστυλωμάτων σε κάμψη [σχέση EC8-1 (4.29)]:

$$\Sigma M_{Rc} \geq 1.3 \cdot \Sigma M_{Rb}$$

Περιπτώσεις <u>απαλλαγής</u> από τον ικανοτικό σχεδιασμό (απαιτείται εντολή του μελετητή στο παράθυρο διαλόγου):

- Διώροφα κτίρια - ανεξαρτήτως στατικού συστήματος - όπου το **νd** των υποστυλωμάτων του ισογείου δεν υπερβαίνει πουθενά το 0.30. Βλ. EC8-1 §5.2.3.3(2)(β).
- Διευθύνσεις X ή Z δομημάτων, στις οποίες το στατικό σύστημα είναι τοιχωματικό ή ισοδύναμο προς τοιχωματικό. Βλ. EC8-1 §4.4.2.3(5) & για την κατάταξη των στατικών συστημάτων §5.1.2 και §5.2.2.1(4)A & (6).

<u>Παρατήρηση</u>

Το <u>Ελληνικό προσάρτημα</u> §3.2 (μη αντικρουόμενες διατάξεις), ειδικά για την κατάταξη του στατικού συστήματος, απαιτεί ο υπολογισμός του λόγου τέμνουσας τοιχωμάτων ην να λαμβάνει υπόψη μόνο τοιχώματα μεγαλύτερα από 1.50m σε κτίρια μέχρι 4 ορόφους και μεγαλύτερα από 2.00m σε ψηλότερες κατασκευές.

Στο ελληνικό εθνικό προσάρτημα το FESPA υπολογίζει:

- ην <u>τοιχωμάτων</u> για **έλεγχο απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού** υποστυλωμάτων σε κάμψη, όπου λαμβάνονται υπόψη μόνο τα τοιχώματα με μήκος l_w μεγαλύτερο από το $l_{w,min}$ που δίδεται στην σχετική παράμετρο στο «Κτίριο > Σκυρόδεμα».
- ην <u>τοιχωμάτων</u> για **επιλογή συντελεστή συμπεριφοράς qo**, όπου λαμβάνονται υπόψη ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Κατάταξη στατικού συστήματος βάσει», είτε όλα τα τοιχώματα (προτείνεται), είτε τα τοιχώματα με μήκος μεγαλύτερο από το δοθέν $l_{w,min}$.

Σε περίπτωση που η κατάταξη στατικού συστήματος γίνεται βάσει των τοιχωμάτων με μήκος μεγαλύτερο από το δοθέν $l_{w,min}$, τότε τα 2 προαναφερόμενα **η**ν ταυτίζονται και τυπώνεται μόνο **η**ν τοιχωμάτων για έλεγχο απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού.

Σημείωση

Η παραπάνω διάκριση έχει σκοπό ο **έλεγχος απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού** να γίνεται δυσμενώς λαμβάνοντας υπόψη μόνο τοιχώματα με μήκος μεγαλύτερο από αυτό που ορίζει το Ελληνικό Ε.Π. §3.2, ώστε ο έλεγχος να δυσμενοποιείται (μικρότερο **η**ν). Ταυτόχρονα η **επιλογή του συντελεστή συμπεριφοράς** βασίζεται σε τιμές του **η**ν που έχουν προκύψει από περισσότερα, εν γένει, τοιχώματα (μεγαλύτερο **η**ν) ώστε να οδηγεί σε τοιχωματικά στατικά συστήματα, για τα οποία ισχύει χαμηλότερος συντελεστής συμπεριφοράς qo.

Βλ. και «Κτίριο > Σκυρόδεμα» > «Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη» & «Ελάχιστο μήκος τοιχώματος για έλεγχο απαίτησης ικανοτικού».

9.2.2 Κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη

```
-------------------------------------------------------------------------------------------
Κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη - EC8-1 §4.2.3.2
-------------------------------------------------------------------------------------------
Έλεγχοι στρεπτικής δυσκαμψίας ορόφων -   EC8-1 §5.2.2.1(4)A {r>ls}
 Επίπεδο  Υψόμετρο   rI  >  ls  rII  >  ls
   [/]   οροφής [m] [m]     [m]  [m]     [m]
    4        8,80    6,93 > 5,23 7,99 > 5,23
    3        5,85    6,93 > 5,24 7,98 > 5,24
  2:ηv       2,90    6,93 > 5,25 7,98 > 5,25
    1        0,00    6,93 > 6,17 9,35 > 6,17

-------------------------------------------------------------------------------------------
Το δόμημα είναι στρεπτικά δύσκαμπτο.
-------------------------------------------------------------------------------------------

Έλεγχοι περιορισμού στατικής εκκεντρότητας -   EC8-1 §4.2.3.2(6) {0.30*r>|e₀|
 Επίπεδο  Υψόμετρο  0.30*rI > |eoI| 0.30*rII > |eoII|
   [/]   οροφής [m]    [m]       [m]    [m]       [m]
    4        8,80      2,08   > 0,807   2,40   > 0,374
    3        5,85      2,08   > 0,806   2,39   > 0,274
  2:ηv       2,90      2,08   > 0,815   2,39   > 0,243
    1        0,00      2,08   > 0,781   2,81   ? 4,875

-------------------------------------------------------------------------------------------
Το δόμημα ενδεχομένως είναι κανονικό σε κάτοψη**.
-------------------------------------------------------------------------------------------
* ==> όπου: ? = μη πληρούμενο κριτήριο
** ==> Απαιτείται επιπλέον έλεγχος των γεωμετρικών κριτηρίων των §4.2.3.2(2) - (5)

-------------------------------------------------------------------------------------------
Έλεγχος δύο πρώτων σημαντικών Ιδιομορφών αν είναι κυρίως μεταφορικές:
(PM1>ls),(PM2>ls)
-------------------------------------------------------------------------------------------

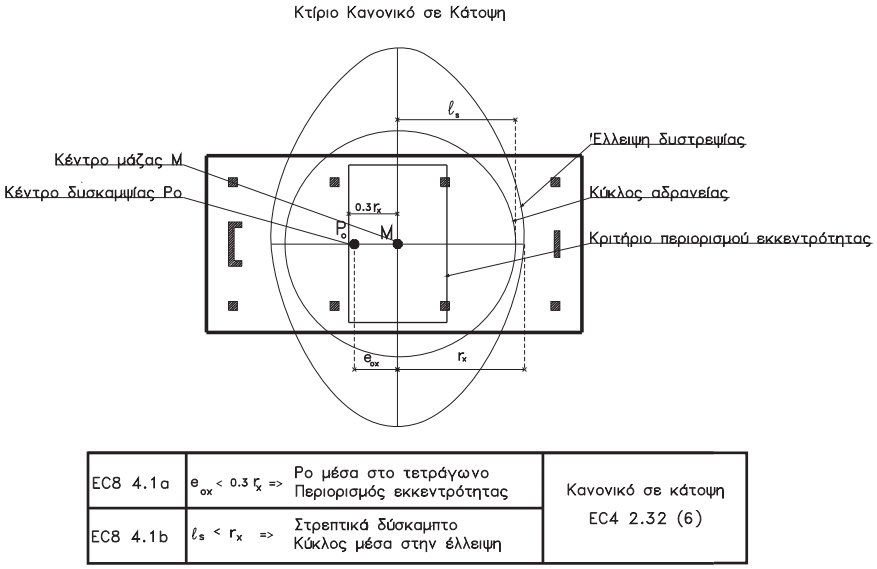
-------------------------------------------------------------------------------------------
                  Μετ.Μάζας [+X]   Μετ. Μάζας [+Z]   Μετ.Μάζας [-X]   Μετ.Μάζας [-Z]
-------------------------------------------------------------------------------------------
Επίπεδο     ls       PM1     PM2     PM1     PM2       PM1     PM2     PM1     PM2
-------------------------------------------------------------------------------------------
```

4	5,23	92,34	10,36	87,11	16,93	99,99	44,56	44,38	19,42
3	5,24	78,77	10,31	93,40	17,03	99,99	47,97	39,85	19,71
2:ην	5,25	61,33	10,61	99,99	18,14	97,86	62,12	34,66	21,75
1	6,17	99,99	98,66	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99

*** ==> όπου: ? = μη πληρούμενο κριτήριο**

- **Έλεγχος στρεπτικής δυσκαμψίας**: εμφανίζονται για κάθε όροφο οι ακτίνες δυστρεψίας *r*I και *r*II (κατά τους κύριους άξονες του κτιρίου) και η ακτίνα αδράνειας *l*s.

  Ελέγχεται ακόμη εάν η **θεμελιώδης ιδιομορφή** σε κάθε διεύθυνση της κατασκευής είναι **κυρίως μεταφορική**. Ο έλεγχος αυτός αποτελεί ένα επικουρικό κριτήριο εκτίμησης της δυστρεψίας της κατασκευής και θεωρείται ότι επιτυγχάνεται, εάν η απόσταση του πόλου στροφής από το κέντρο μάζας του διαφράγματος είναι μεγαλύτερη από την ακτίνα αδρανείας του επιπέδου.



Σχήμα 9.1: *Κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη και στρεπτικής δυσκαμψίας*

- **Έλεγχος περιορισμού στατικής εκκεντρότητας**: αναγράφονται οι τιμές «0.30 *r*» καθώς και οι τιμές «eoI και eoII» που είναι οι στατικές εκκεντρότητες (προβολές της απόσταση κέντρου μάζας - πόλου στροφής επάνω στους κύριους άξονες του κτιρίου).

  ► Ο πόλος στροφής **Po** και οι ακτίνες δυστρεψίας ***r*** υπολογίζονται βάσει της μεθοδολογίας που περιγράφεται στην §A1.1. Βλ. EC8-1 §4.3.3.2(8).

Δυστρεψία

Ένα δόμημα θεωρείται στρεπτικά δύσκαμπτο σύμφωνα με την EC8-1 §5.1.2 & §5.2.2.1(4)A & (6), εάν σε όλους του ορόφους και στις δυο κύριες διευθύνσεις της κάτοψης X και Z ικανοποιείται η συνθήκη δυστρεψίας $l_s \leq r$.

Είναι σημαντικό οι **κατασκευές από σκυρόδεμα** να σχεδιάζονται με γνώμονα την εξασφάλιση επαρκούς δυστρεψίας, διαφορετικά πρέπει να υιοθετηθούν ιδιαίτερα χαμηλοί συντελεστές συμπεριφοράς (ΚΠ Μ: qo=2,0 & ΚΠ Υ: qo=3,0). Βλ. EC8-1 Πιν. 5.1.

Πως βελτιώνεται η στρεπτική συμπεριφορά του κτιρίου;

- Αποφεύγοντας την οροθέτηση πολλών και μεγάλων τοιχωμάτων (π.χ. πυρήνων ανελκυστήρων) πλησίον του κέντρου της κάτοψης.
- Προβλέποντας τοιχώματα στην περίμετρο της κατασκευής.

Παρατήρηση

Δεδομένου ότι ο πλασματικός άξονας υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα στον όροφο που κείται πλησίον της στάθμης 0,8·Η, θα πρέπει να ελεγχθεί από τον μελετητή, εάν ο όροφος αυτός λειτουργεί πράγματι ως διάφραγμα. Απουσία διαφράγματος στη στάθμη αυτή (π.χ. πέργκολα ή γενικά **σκελετός από δοκούς και υποστυλώματα χωρίς πλάκες**) ενδέχεται να οδηγήσει σε μη ρεαλιστικά χαμηλές τιμές της ακτίνας δυστρεψίας *r*. Σε τέτοια περίπτωση θα πρέπει να δοθεί ως όροφος που καθορίζει τον πλασματικό άξονα το πλησιέστερο διάφραγμα στον όροφο αυτό. Βλ.«Κτίριο > Αντισεισμικός > Όροφος που καθορίζει τον πλασματικό άξονα».

Κανονικότητα σε κάτοψη

Σύμφωνα με την EC8-1 §4.2.3.2, προκειμένου ένα δόμημα να χαρακτηριστεί **κανονικό σε κάτοψη**, θα πρέπει να πληρούνται σε όλους του ορόφους και στις δυο κύριες διευθύνσεις X και Z της κάτοψης:

- Η συνθήκη στρεπτικής δυσκαμψίας $I_s \leq r$.
- Η συνθήκη περιορισμού στατικής εκκεντρότητας $e_o \leq 0.3 \cdot r$.
- Τα γεωμετρικά κριτήρια των EC8-1 §4.2.3.2 (2) - (5), τα οποία θα πρέπει να αξιολογηθούν από τον μελετητή.

Η κανονικότητα σε κάτοψη είναι **καθοριστική** στη μελέτη, όταν:

- Για τον λόγο υπεραντοχής α_u/α_1 προβλέπονται τιμές διάφορες του 1.00 (βλ. EC8-1 Πιν. 5.1) και
- Το α_u/α_1 **δεν** προκύπτει από ανελαστική στατική ανάλυση (pushover), αλλά από τις προσεγγιστικές τιμές της EC8-1 §5.2.2.2(5). Σε τέτοια περίπτωση η μη κανονικότητα σε κάτοψη οδηγεί σε μείωση του αu/α1 στον μέσο όρο της προσεγγιστικής τιμής και του 1.00. Βλ. EC8-1 §5.2.2.2(6).

Παρατήρηση

- Στην αρκετά συνήθη περίπτωση **υπογείων** με κάτοψη σημαντικά μεγαλύτερη από αυτήν της ανωδομής και όμοια σε απολήξεις κλιμακοστασίων (**δώματα**) είναι πιθανό να μην πληρούται η συνθήκη περιορισμού της εκκεντρότητας. Σε τέτοιες περιπτώσεις ενδέχεται να είναι επαρκής η εξασφάλιση της κανονικότητας σε κάτοψη στους υπόλοιπους μόνο ορόφους. Προκειμένου να **εξαιρεθεί κάποιος όροφος** εκ των προτέρων από τους ελέγχους του προγράμματος, θα πρέπει σε όλους του κόμβους των ορόφου να αποδοθεί ομάδα δ = 0 μέσω των Πινάκων 205.2 & 301 του προγράμματος ή με την εντολή στον λοιπό κόμβο «Ομάδα δ» §4.5.2 ή μέσω της παραμέτρου «Ομάδα δ διαφράγματος» στην καρτέλα «Στατικά» των παραμέτρων του επιλεγμένου «Υποστυλώμστος» ή «Λοιπού κόμβου».
- Τα κριτήρια στρεπτικής δυσκαμψίας & περιορισμού στατικής εκκεντρότητας προϋποθέτουν να είναι «Υπολογισμός πλασματικού άξονα» = Ναι (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός»).

Σημείωση

Μετά τον υπολογισμό και την αξιολόγηση των παραπάνω κριτηρίων από τον μελέτη, θα πρέπει (εφόσον είναι αναγκαίο) να ενημερωθούν οι τιμές των παραμέτρων «Κανονικότητα σε κάτοψη» και «Στατικό σύστημα» στο «Κτίριο» - «Συντελεστής q», ώστε να υπολογιστεί εκ νέου από το πρόγραμμα ο συντελεστής συμπεριφοράς q και να επαναληφθεί η επίλυση.

9.2.3 Πλαστιμότητα καμπυλοτήτων μφ

Πλαστιμότητα καμπυλοτήτων μφ - EC8-1 §5.2.3.4(3)

Ιδιοπερίοδος Tc = 0,500

Διεύθυνση σεισμού [-]	Βασική τιμή συντ. συμπεριφοράς qo	Θεμελιώδης Ιδιοπερίοδος T1 [sec]	Δρώσα μάζα [%]	Φόρεας [/]	Πλαστιμότητα μφ [/]	Επιταχύνσεις ελαστ. φάσμ. Se(T1) [m/s²]
Z	3,000	0,322	77,516	3	7,202	7,063
X	3,000	0,380	79,275	3	6,259	7,063

Η πλαστιμότητα καμπυλοτήτων μφ που πρέπει να εξασφαλίζεται στις κρίσιμες περιοχές κύριων σεισμικών μελών (βλ. EC8-1 §5.2.3.4) προκύπτει από την εφαρμογή τύπων (5.4) και (5.5) του EC8-1.

$\mu_\phi = 2q_o - 1$ ..... εάν $T_1 \geq T_c$

$\mu_\phi = 1+2\cdot(q_o - 1)\cdot T_C/T_1$ ..... εάν $T_1 < T_C$

Όπου q_o η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς (βλ. EC8-1 §5.2.2.2) και T_1 η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος στις διευθύνσεις X και Z της κατασκευής.

Η **πλαστιμότητα καμπυλοτήτων** υπεισέρχεται στις εκφράσεις ορισμένων ελέγχων, όπως:

- Μέγιστος εφελκυόμενος οπλισμός δοκού και υπολογισμός οπλισμού θλιβόμενης ζώνης [EC8-1 (5.11)].
- Έλεγχος συνάφειας οπλισμού δοκού σε εσωτερικούς κόμβους [EC8-1 (5.50a)].
- Έλεγχος περίσφιγξης υποστυλωμάτων [EC8-1 (5.15)] και τοιχωμάτων [EC8-1 (5.20)].

Παρατήρηση

Δύσκαμπτα κτίρια (μικρό T_1) ή/και υψηλή βασική τιμή συντελεστή συμπεριφοράς q_0 οδηγούν σε αυξημένη απαίτηση πλαστιμότητας καμπυλοτήτων και συνακόλουθα σε **δυσμενοποίηση** των προαναφερόμενων ελέγχων. Μονώροφα ή διώροφα δομήματα είναι σκόπιμο να σχεδιάζονται ως ΚΠ Μ ώστε να προκύπτουν μικρές τιμές q_0 προκειμένου και η απαίτηση πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μ_φ να προκύπτει χαμηλή.

Προσοχή θα πρέπει να δίδεται στην προσομοίωση της κατασκευής, αλλά και της θεμελίωσης, ώστε να προκύπτουν κατά το δυνατόν ρεαλιστικές τιμές ιδιοπεριόδου T_1.

***Se*(T1)** είναι η επιτάχυνση του ελαστικού φάσματος για τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο. Η $S_e(T_1)$ υπεισέρχεται στον υπολογισμό του πολλαπλασιαστή μεγέθυνσης ε της τέμνουσας των τοιχωμάτων σε κατασκευές ΚΠ Υ. Βλ. EC8-1 (5.25).

9.2.4 Φαινόμενα δευτέρας τάξης – Σεισμικός αρμός, σχετική παραμόρφωση ορόφου, ποσοστό δυσκαμψίας δευτερευόντων σεισμικών μελών

```
-------------------------------------------------------------------------------
Φαινόμενα 2ας τάξης EC8-1 §4.4.2.2(2)
Σεισμικός αρμός EC8-1 §4.4.2.7
Σχετική παραμόρφωση ορόφου EC8-1 §4.4.3.2
Ποσοστό δυσκαμψίας Δευτερευόντων Σεισμικών μελών ≤ 15% EC8-1
§4.2.2(4)
-------------------------------------------------------------------------------
```

Επίπεδο	Θήτα	ds (X)	ds (Z)	Μέσο (drX·ν)/h	Μέσο (drX·ν)/h	Κ-ΔΣΜΧ	Κ-ΔΣΜΖ
[/]	[/]	[cm]	[cm]	[/]	[/]	[%]	[%]
4	0,013	3,49	3,07	0,0019	0,0013	0,57	5,99
3	0,017	2,28	2,01	0,0020	0,0015	0,47	4,83
2:ην	0,015	0,96	0,82	0,0014	0,0010	0,43	3,61
1	0,000	0,01	0,00	0,0000	0,0000	0,00	0,00

- ***ds*** μέγεθος της μετατόπισης, η οποία υπολογίζεται από την EC8-1 (4.23):

$$dS = q_d \cdot d_e$$

όπου:

q_d είναι ο συντελεστής συμπεριφοράς μετακίνησης, που εν γένει λαμβάνεται ίσος με q.

d_e είναι η μέγιστη μετακίνηση σε κάθε επίπεδο και σε κάθε διεύθυνση χωριστά, όπως προσδιορίζεται από γραμμική ανάλυση βασισμένη στο φάσμα σχεδιασμού λαμβάνοντας υπόψη και τις στρεπτικές επιδράσεις.

d_r Τιμή σχεδιασμού της σχετικής μετακίνησης του ορόφου, που λαμβάνεται ως η διαφορά των μέσων οριζόντιων μετακινήσεων ds των δαπέδων του υπό εξέταση ορόφου [EC8-1 §4.4.2.2].

h Ύψος του ορόφου.

9.2.4.1 Φαινόμενα 2ας τάξης (P-Δ) [EC8-1 §4.4.2.2(2)]

Ο συντελεστής ευαισθησίας σχετικής μετακίνησης του ορόφου θ ορίζεται ως εξής:

$$\Theta = \frac{P_{tot} \cdot d_r}{V_{tot} \cdot h}$$

όπου:

P*tot* *οι συνολική αξονική δύναμη, των κατακόρυφων στοιχείων του ορόφου.*

Vtot *οι* συνολική τέμνουσα δύναμη, των κατακόρυφων στοιχείων του ορόφου.

- Εάν $\theta < 0{,}10$, τότε δεν απαιτείται να λαμβάνονται υπόψη τα φαινόμενα 2ας τάξεως.
- Στους ορόφους, όπου $0{,}1 < \theta < 0{,}2$, η σεισμική συνιστώσα των εντατικών μεγεθών πολλαπλασιάζεται με $1/(1-\theta)$.
- Όταν $0{,}2 < \theta < 0{,}3$, τότε απαιτείται να ληφθούν υπόψη τα φαινόμενα 2ας τάξεως κατά ακριβέστερο τρόπο.
- Εάν $\theta > 0{,}3$, τότε απαιτείται αναδιαμόρφωση του στατικού συστήματος.

9.2.4.2 Σεισμικός αρμός ds [EC8-1 §4.4.2.7]

Συνθήκη σεισμικού αρμού:

Θα πρέπει η απόσταση από τη γραμμή ιδιοκτησίας να είναι μεγαλύτερη από:

ds	Γενικά
$\sqrt{ds1^2 + ds2^2}$	όταν τα κτίρια ανήκουν στην ίδια ιδιοκτησία, όπου ds1 & ds2 είναι οι μέγιστες οριζόντιες μετακινήσεις των δύο κτιρίων στην αντίστοιχη στάθμη.
$0,70 \cdot d$s ή $\frac{0,70}{\sqrt{ds1^2 + ds2^2}}$	αντίστοιχα για τις παραπάνω περιπτώσεις, όταν οι στάθμες των ορόφων του υπό μελέτη κτιρίου ταυτίζονται με εκείνες του παρακείμενου κτιρίου.

9.2.4.3 Σχετική παραμόρφωση ορόφου dr/h (Οριακή Κατάσταση Περιορισμού Βλαβών μη φερόντων στοιχείων) [EC8-1 §4.4.3.2]

$d_r \cdot \nu / h$ είναι το μέγεθος της μέσης γωνιακής παραμόρφωση των ορόφων.

ν Συντελεστής μείωσης που λαμβάνει υπόψη τη μικρότερη περίοδο επαναφοράς της σεισμικής δράσης που συνδέεται με την απαίτηση περιορισμού βλαβών. Λαμβάνει τιμές αυτόματα στο πρόγραμμα:

- ***ν*** = 0,5 για σπουδαιότητα I και II.
- ***ν*** = 0,4 για σπουδαιότητα III και IV.

Όρια γωνιακής παραμόρφωσης:

$dr \cdot \nu / h \leq 0,0050$ συνήθεις τοιχοπληρώσεις με οπτοπλινθοδομή

$dr \cdot \nu / h \leq 0,0075$ **πλάστιμα** διαχωριστικά

$dr \cdot \nu / h \leq 0,0100$ Διαχωριστικά, τα οποία δεν επηρεάζονται από τις παραμορφώσεις του φορέα, ή σε **ορόφους χωρίς διαχωριστικά**.

9.2.4.4 Δυσκαμψία δευτερευόντων σεισμικών μελών Κ-ΔΣΜ

Αναγράφεται ο λόγος δυσκαμψίας των δευτερευόντων σεισμικών μελών προς αυτή των κύριων μελών, για την περίπτωση οριζόντιας φόρτισης. Σύμφωνα με την EC8-1 §4.2.2(4) δεν πρέπει να υπερβαίνει το 15% στην υψηλότερη στάθμη, όπου ουσιαστικά λαμβάνεται υπόψη η συνολική δυσκαμψία όλων των Δ.Σ.Μ. Για λόγους καλύτερης εποπτείας από τον μελετητή ο λόγος αυτός δίδεται σε κάθε επίπεδο της κατασκευής.

9.2.5 Επίδραση τοιχοπληρώσεων-η_c ΣΠΕΜ Υποστυλωμάτων

Επίδραση τοιχοπληρώσεων - ηc (ΣΠΕΜ) Υποστυλωμάτων EC8-1 §4.3.6.3.2

Οροφος [/]	ΔVRwX [kN]	ΔVRwZ [kN]	VEdX [kN]	VEdz [kN]	ΣΠΕΜ ηc_X	qx [-]	ΣΠΕΜ ηc_Z	qz [-]
2	0,00	0,00	420,63	435,68	1,000	4,500	1,000	4,500
1	0,00	0,00	543,03	572,13	1,000	4,500	1,000	4,500
0	632,00	320.00	677,13	699,91	1,933	4,500	1,457	4,500
-1	0,00	0,00	465,53	432,13	1,000	4,500	1,000	4,500

$\eta_c = 1 + \frac{\Delta V_{Rw}}{\Delta V_{Ed}} \leq q$

$\Delta V_{RwX,Z}$ η συνολική μείωση της διατμητικής αντοχής των τοιχοπληρώσεων σε όρους δύναμης σε σύγκριση με τον υπερκείμενο όροφο που υπάρχουν περισσότερες τοιχοπληρώσεις. Τα ΔVRwX, ΔVRwZ δίδονται για κάθε σεισμική διεύθυνση από τον μελετητή στην ομώνυμη παράμετρο στον «Όροφο > Αντισεισμικά».

$V_{EdX,Z}$ η συνολική σεισμική τέμνουσα των κύριων κατακόρυφων μελών του ορόφου.

ΣΠΕΜ $\eta_{c_X,Z}$

ο Συντελεστής Προσαύξησης της σεισμικής συνιστώσας των Εντατικών Μεγεθών των υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων. Χρησιμοποιείται σε «μαλακούς ορόφους», π.χ. πιλοτές και προκύπτει βάσει της EC8-1 §4.3.6.3.2:

$$\eta = (1 + \Delta V_{Rw} / \Sigma V_{Ed}) \leq q$$

q_x, q_z ο συντελεστής συμπεριφοράς στις διευθύνσεις X και Z.

Σημείωση

Οι τιμές του ΣΠΕΜ ενημερώνονται με την εντολή «Επίλυση» - «Απαίτηση ικανοτικού σχεδιασμού, έλεγχοι στρεπτικής ακαμψίας και κανονικότητας», εφόσον βέβαια η τιμή της παραμέτρου «Όροφος» - «Αντισεισμικός» - «Ενημέρωση ΣΠΕΜ υποστυλωμάτων – τοιχωμάτων» = «Ναι».

Ο ΣΠΕΜ, που προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία, τυπώνεται στα «Γενικά στοιχεία υποστυλώματος», ενώ τα **σεισμικά** «Εντατικά μεγέθη» στον ομώνυμο Πίνακα του τεύχους ενσωματώνουν τη μεγέθυνση με τον ΣΠΕΜ.

Βλ. §5.2.2 «Επίλυση» -«Γενικοί έλεγχοι δομήματος».

9.2.6 Φορτίσεις ανέμου

Τα αποτελέσματα της ανεμοπίεσης αιχμής στο Fespa παρουσιάζονται στην καρτέλα «Τεύχος > Γενικοί έλεγχοι δομήματος > Φόρτιση ανέμου διευθ. +X» και είναι ίδια για κάθε διεύθυνση (±X, ±Z).

Φορτίο ανέμου [EC1-1-4]

A/A φόρτισης ανέμου : 1 - Διεύθυνση : +X - Εσωτερική υποπίεση

Βασική ταχύτητα ανέμου Vb	=	27.0m/s
Κατηγορία ανάγλυφου	:	II
Συντελεστής ορεογραφίας Co	=	1.00
Συντελεστής εσωτερικής πίεσης Cpi	=	-0.30
Υψόμετρο βάσης για εφαρμογή ανεμοπίεσης	=	0.00m
Ύψος κτιρίου από τη βάση εφαρμογής ανεμοπίεσης h	=	6.00m
Διάσταση κτιρίου εγκάρσια στον άνεμο b	=	20.00m
Διάσταση κτιρίου παράλληλη στον άνεμο d	=	35.00m
Διάσταση e = min(b, 2h)	=	14.95m
Ζώνες πλαινών τοίχων για e < d	:	A, B, C
Είδος και γωνία κλίσης στέγης	:	Δίρριχτη, 7.3°

Η πίεση ταχύτητας αιχμής δίνεται από την εξ. (4.8), EC1-1-4:

$$q_p(z) = [\, 1 + 7 \cdot I_v(z) \,] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

Για την υψομετρική ζώνη 1 (z= 6.00m), είναι:

I_v(6.00m) = 0.209, v_m(6.00m) = 24.56m/s, q_p(6.00m) = 0.93kPa.

Σχήμα 9.2 Δεδομένα και γενικά αποτελέσματα ανεμοπίεσης στο *Fepsa.*

Οι συντελεστές πιέσεων στέγης C_p και οι προκύπτουσες ανεμοπιέσεις W παρουσιάζονται στην καρτέλα «Τεύχος > Γενικοί έλεγχοι δομήματος > Φόρτιση ανέμου διευθ. +X», τόσο για τα κατακόρυφα στοιχεία όσο και για την στέγη.

Ζώνες τοίχων: Διαστάσεις, συντελεστές και πιέσεις

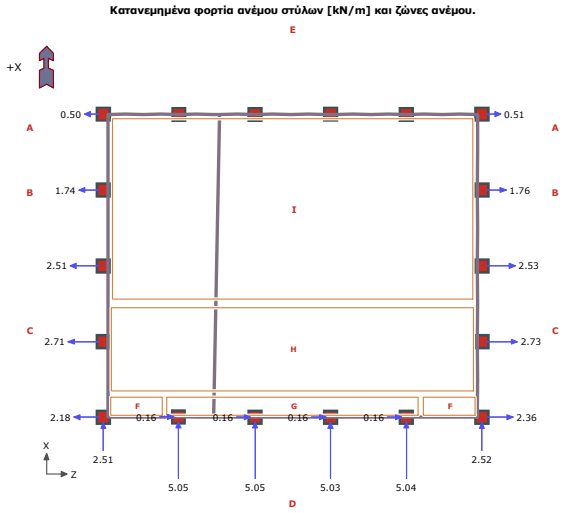
Ζώνη:	A	B	C	D	E
Διάσταση [m]=	2.99	11.96	20.05	20.00	20.00
Cpe,10 [/]=	-1.20	-0.80	-0.50	0.70	-0.30
Cp [/]=	-0.90	-0.50	-0.20	1.00	0.00
Z=+6.00m: W [kPa]=	-0.84	-0.46	-0.19	0.93	0.00

Ζώνες στέγης: Διαστάσεις, συντελεστές και πιέσεις

Ζώνη:	F	G	H	I
LX x LZ [m]=	1.49 x 3.74	1.49 x 16.91	5.98 x 24.38	12.53 x 24.38
Cpe,10 [/]=	-1.53	-1.30	-0.68	-0.58
Cp [/]=	-1.23	-1.00	-0.38	-0.28
Z=+6.00m: W [kPa]=	-1.14	-0.93	-0.35	-0.26

Σχήμα 9.3 Διαστάσεις ζωνών και συντελεστές εξωτερικών πιέσεων επί των κατακόρυφων τοίχων και της στέγης (διεύθυνση +X).

Η κατάτμηση των κατακόρυφων στοιχείων και της στέγης σε επιμέρους ζώνες ανεμοπιέσεων, καθώς και τα κατανεμημένα φορτία στα υποστυλώματα, όπως φαίνονται στο επόμενο σχήμα, παρουσιάζονται, επίσης, στην καρτέλα «Τεύχος > Γενικοί έλεγχοι δομήματος > Φόρτιση ανέμου διευθ. +X»



Σχήμα 9.4: Ζώνες ανεμοπιέσεων (κατακόρυφων στοιχείων και στέγης) και κατανεμημένα φορτία υποστυλωμάτων λόγω ανέμου στη διεύθυνση +X.

9.2.7 Φορτίσεις χιονιού

Τα δεδομένα καθώς και τα αποτελέσματα του φορτίου χιονιού στην περιοχή της κατασκευής παρουσιάζονται στο Τεύχος, στην καρτέλα «Τεύχος > Γενικοί έλεγχοι δομήματος > φόρτιση χιονιού».

Φορτίο χιονιού [EC1-1-3]

Φορτίο χιονιού στο επίπεδο της θάλασσας Sk,0 (A=0)	=	0.80kPa
Υψόμετρο τοποθεσίας A	=	200.0m
Συντελεστής έκθεσης Ce	=	1.00

Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου του χιονιού στο έδαφος για τη δεδομένη περιοχή δίνεται από την εξ.:

$s_k = s_{k,0} \cdot [1 + (A/917)^2] = 0.84kPa,$

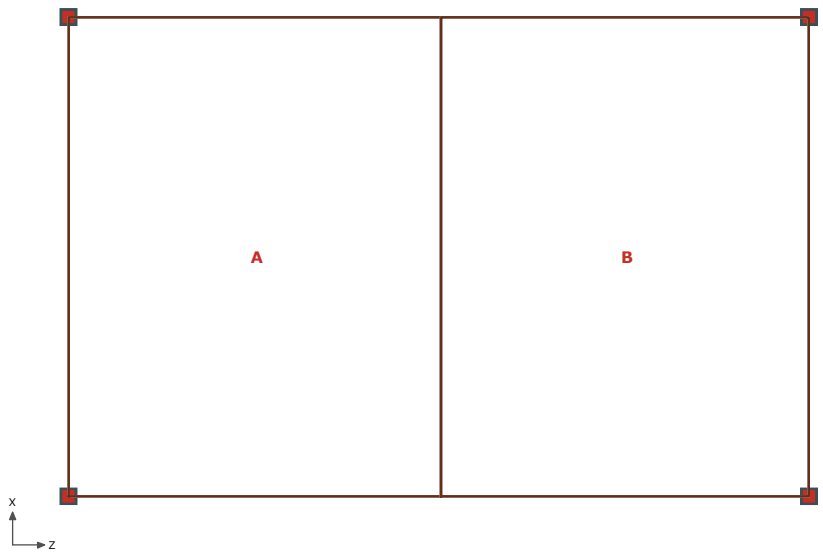
Τα φορτία χιονιού στη στέγη δίνονται από την εξ.(5.1), [EC1-1-3]:

$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$

Σχήμα 9.5: Δεδομένα και γενικά αποτελέσματα φόρτισης χιονιού στο Τεύχος.

Οι επιφάνειες φορτίσεων χιονιού και οι τελικές τιμές φορτίων χιονιού ανά επιφάνεια παρουσιάζονται, επίσης, στην καρτέλα «Τεύχος > Γενικοί έλεγχοι δομήματος > φόρτιση χιονιού».

Κάτοψη επιφανειών φορτίου χιονιού



Στοιχεία επιφανειών φορτίου χιονιού

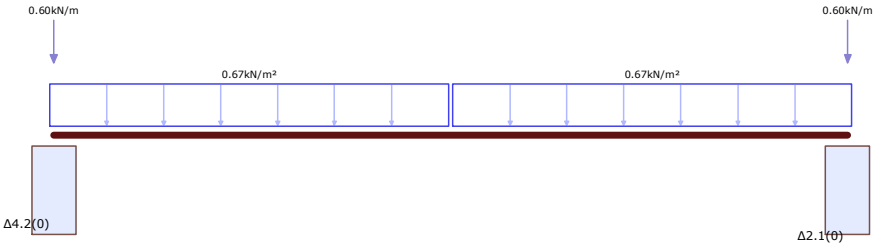
Επιφάνεια [/]	Προβαλλόμενο εμβαδό [m²]	L [m]	B [m]	Γωνία κλίσης α [°]	Συντελεστής σχήματος μ1(α) [/]	Προβαλλόμενο φορτίο χιονιού s [kN/m²]
A	2.5	1.80	1.40	4.1	0.80	0.67
B	2.5	1.80	1.39	4.1	0.80	0.67

Σημείωση:
Το φορτίο χιονιού **s** αναφέρεται σε οριζόντια προβολή της επιφάνειας της στέγης, σύμφωνα με τον EC 1-1-3, §5.2(4).

Σχήμα 9.6: Επιφάνειες και τελικές τιμές φορτίων χιονιού, όπως παρουσιάζονται στο Τεύχος.

Τα φορτία χιονιού επί των επιφανειών της στέγης μετατρέπονται σε κατανεμημένες φορτία (ανά μέτρο μήκους) επί των δοκών που έχουν επιλεγεί να φέρουν φορτία χιονιού (βλ. § 3.6.1.2) και παρουσιάζονται στη καρτέλα «Τεύχος > Γενικοί έλεγχοι δομήματος > φόρτιση χιονιού».

Ενδεικτική τομή στέγης. Επιφάνεια: A



Σχήμα 9.7: Κατανεμημένα φορτία χιονιού επί των δοκών της επιφάνειας A (αριστερά) και B (δεξιά).

9.3 Αποτελέσματα επίλυσης πλακών

Στο τεύχος εκτυπώνονται τα αποτελέσματα της επίλυσης και του οπλισμού των πλακών ανά όροφο.

9.3.1 Γενικά στοιχεία πλακών ορόφου

Επίλυση πλακών 0ου ορόφου

Στατικό σύστημα πλακών : Επιφανειακός φορέας.
Υπολογισμοί οπλισμών και έλεγχοι λειτουργικότητας κατά τον EC2-1-1.
Ο υπολογισμός των εντατικών μεγεθών των πλακών έγινε με την μέθοδο Pieper-Martins
Υπολογισμός κοινού οικοδομικού έργου - Χωρίς ανάγκη Δυσμενών Φορτίσεων

Ποιότητες υλικών πλακών

Πλάκα	Σκυρόδεμα	Οπλισμός
1	C25/30	B500C
2	C25/30	B500C
3	C25/30	B500C
4	C25/30	B500C
7	C25/30	B500C
8	C25/30	B500C
9	C25/30	B500C
10	C25/30	B500C
11	C25/30	B500C
12	C25/30	B500C

Διαστάσεις - φορτία πλακών. g..= Μόνιμα φορτία, p..= Κινητά Φορτία

Πλάκα [/]	lx [m]	lz [m]	h [m]	hπ [m]	I.B. [kPa]	gpl [kPa]	ppl [kPa]	gra [kN/m]	pra [kN/m]	mg [kNm/m]	Pol [kPa]
1	6,95	5,90	0,170	--	4,25	1,60	5,00	0,00	0,00	0,00	15,40
2	6,88	5,90	0,170	--	4,25	1,60	5,00	0,00	0,00	0,00	15,40
3	7,40	4,95	0,150	--	3,75	1,60	5,00	0,00	0,00	0,00	14,72
4	6,38	4,25	0,150	--	3,75	1,60	5,00	0,00	0,00	0,00	14,72
7	3,47	1,50	0,150	--	3,75	1,60	3,50	0,00	0,00	0,00	12,47
8	3,49	1,20	0,150	--	3,75	1,60	3,50	0,00	0,00	0,00	12,47
9	4,41	5,08	0,170	--	4,25	20,00	2,00	0,00	0,00	0,00	35,74
10	3,20	5,07	0,170	--	4,25	20,00	2,00	0,00	0,00	0,00	35,74
11	3,20	5,76	0,170	--	4,25	20,00	2,00	0,00	0,00	0,00	35,74
12	3,18	5,75	0,170	--	4,25	20,00	2,00	0,00	0,00	0,00	35,74

Συνδεσμολογία πλακών. Απλή έδραση = 0, Ελεύθερη παρειά = -1

Πλάκα	Αρισ	Δεξιά	Άνω	Κάτω	Χαρακτηρισμός	Τύπος
1	-1	2	0	6	Τριέρειστη	3
2	1	4	-1	-1	Αμφιέρειστη στηριζόμενη σε απέναντι πλευρές	2
3	6	4	-1	-1	Αμφιέρειστη στηριζόμενη σε απέναντι πλευρές	2
4	3	0	0	5	Τετραέρειστη οπλισμένη κατά δύο διευθύνσεις	4
5	6	0	4	7	Τετραέρειστη οπλισμένη κατά δύο διευθύνσεις	4
6	0	5	1	7	Τετραέρειστη οπλισμένη κατά δύο διευθύνσεις	4
7	-1	-1	5	-1	Πρόβολος	0

Τύποι πλακών:

0 πρόβολος

2 διέρειστη - αμφιέρειστη

3 τριέρειστη

4 τετραέρειστη

5 διέρειστη κατά γωνία

Δεδομένα πλακών συμπαγούς διατομής:

lx, lz διάσταση της στατικής πλάκας κατά X και Z.

h πάχος πλάκας

hπ πάχος άκρου προβόλου σε πλάκα με μεταβλητό πάχος

IB ίδιο βάρος πλάκας

g_{pl} πρόσθετο μόνιμο (χωρίς το I.B.), ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο

p_{pl} κινητό ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο

gra μόνιμο γραμμικό ομοιόμορφο φορτίο στην ελεύθερη παρειά προβόλου ή τριέρειστης (βλ. Σχήμα 4.60)

pra κινητό γραμμικό ομοιόμορφο φορτίο στην ελεύθερη παρειά προβόλου ή τριέρειστης (βλ. Σχήμα 4.60)

mg μόνιμη ομοιόμορφα κατανεμημένη ροπή στην ελεύθερη παρειά προβόλου ή τριέρειστης (βλ. Σχήμα 4.60)

P_{ol} συνολικό φορτίο πλάκας, Pol = γg·(I.B. + gpl) + γq·(ppl)

Δεδομένα πλακών Zöllner / sandwich (βλ. Σχήμα 4.57, Σχήμα 4.58, Σχήμα 4.59):

Sx πλάτος του κενού κατά x

Sz πλάτος του κενού κατά z

dokx πλάτος διαδοκίδας κατά x

dokz πλάτος διαδοκίδας κατά z

lκα πλάτος συμπαγούς ζώνης στη κάτω πλευρά της πλάκας

lδε πλάτος συμπαγούς ζώνης στη δεξιά πλευρά της πλάκας

lαν πλάτος συμπαγούς ζώνης στην άνω πλευρά της πλάκας

lαρ πλάτος συμπαγούς ζώνης στην αριστερή πλευρά της πλάκας

hs1 πάχος του άνω συμπαγούς τμήματος της πλάκας

hs2 πάχος του κάτω συμπαγούς τμήματος της πλάκας (sandwich)

9.3.2 Μέγιστα Αντιδράσεων

Μέγιστα αντιδράσεων [kN/m]

	Δράσεις [Gk]				Δράσεις [Qk]			
Πλάκα	Αριστ.	Δεξιά	Άνω	Κάτω	Αριστ.	Δεξιά	Άνω	Κάτω
[\]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	6,32	10,94	12,60	7,27	5,40	9,35	10,77	6,22
2	10,94	6,32	12,50	7,22	9,35	5,40	10,68	6,17
3	6,62	6,62	8,81	8,81	6,19	6,19	8,24	8,24
4	5,68	3,28	8,38	8,38	5,31	3,07	7,83	7,83
7	6,96	11,59	0,00	0,00	4,55	7,58	0,00	0,00
8	7,00	11,67	0,00	0,00	4,58	7,63	0,00	0,00
9	22,15	38,36	19,58	33,92	1,83	3,16	1,62	2,80
10	29,15	29,15	11,21	19,42	2,40	2,40	0,92	1,60
11	30,29	30,29	11,20	19,40	2,50	2,50	0,92	1,60
12	35,37	20,42	14,11	24,44	2,92	1,68	1,16	2,02

Εδώ τυπώνονται τα μέγιστα των αντιδράσεων στις στηρίξεις (για τα μόνιμα και κινητά φορτία).

9.3.3 Έλεγχοι Ο. Κ. Λειτουργικότητας

Έλεγχος βέλους

Ο.Κ. Λειτουργικότητας: Συνθήκη απαλλαγής αναλυτικού υπολογισμού βέλους EC2-1-1 §7.4.2

Πλάκα	l	d	K	ρ0	As1_pr	As1_ca	As2_ca	[l/d]		[L/d]lim
[/]	[m]	[m]	[/]	[o/oo]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[/]		[/]
1	5,900	0,140	1,30	5,00	4,19	3,88	0,00	42,15	<	50,55
2	5,900	0,140	1,30	5,00	3,87	3,81	0,00	42,14	<	48,96
3	4,949	0,120	1,50	5,00	4,19	3,90	0,00	41,24	<	46,51
4	4,250	0,120	1,50	5,00	2,96	2,92	0,00	35,42	<	66,42
7	3,467	0,120	1,20	5,00	2,96	2,94	0,00	28,89	<	52,12
8	3,490	0,120	1,20	5,00	3,14	2,98	0,00	29,08	<	53,52
9	4,413	0,140	1,30	5,00	5,03	4,88	0,00	31,52	<	35,22
10	3,203	0,140	1,50	5,00	3,87	3,64	0,00	22,88	<	63,01
11	3,200	0,140	1,50	5,00	4,19	4,07	0,00	22,86	<	51,98
12	3,180	0,140	1,30	5,00	4,57	4,45	0,00	22,71	<	39,75

Απλοποιημένος έλεγχος βέλους

Ελέγχεται η **συνθήκη απαλλαγής από τον αναλυτικό υπολογισμό του βέλους,** η οποία περιγράφεται στην EC2-1-1 §7.4.2. Ο έλεγχος συνίσταται στη σύγκριση του λόγου μήκους προς στατικό ύψος της πλάκας l/d με το όριο $(l/d)_{\lim}$, που υπολογίζεται βάσει της EC2-1-1 (7.16):

$$\frac{l}{d}\lim = \frac{A_{s1,prov}}{A_{s1,ca}} \cdot \frac{500}{f_{yk}} K \left[11 + 1{,}5\sqrt{f_{ck}}\frac{\rho_0}{\rho} + 3{,}2\sqrt{f_{ck}}\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)^{3/2} \right] \quad \text{.....όταν } \rho < \rho_0$$

$$\frac{l}{d}\lim = \frac{A_{s1,prov}}{A_{s1,ca}} \cdot \frac{500}{f_{yk}} K \left[11 + 1{,}5\sqrt{f_{ck}}\frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}}\sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \quad \text{.....όταν } \rho \geq \rho_0$$

όπου

l Η μικρότερη από τις διαστάσεις *l*x και *l*z της στατικής πλάκας. Βλ. EC2 1-1 πίν. 7.4 & §5.3.2.2. Σε περίπτωση προβόλου είναι το μήκος του

προβόλου, ενώ σε περίπτωση αμφιέριστης πλάκας στηριζόμενης στις δύο απέναντι πλευρές είναι το μήκος μεταξύ των στηρίξεων.

d Το στατικό ύψος της πλάκας στη διεύθυνση της διάστασης ***l***, όπου ελέγχεται η συνθήκη.

ρ_0 Είναι το ποσοστό οπλισμού αναφοράς = $\sqrt{f_{ck}}\ 10^{-3}$

$\rho = \rho_{1,ca} = A_{s1,ca}/(b \cdot d)$ και $\rho' = \rho_{2,ca} = A_{s2,ca}/(b \cdot d)$

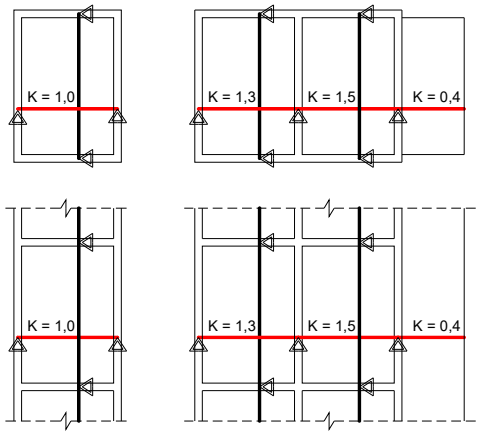
Το υπολογιζόμενο ποσοστό εφελκυόμενου και θλιβόμενου οπλισμού για την παραλαβή της ροπής λόγω φορτίων σχεδιασμού στο άνοιγμα (ή σε στηρίξεις για προβόλους).

$A_{s1,pr}$ Ο εφαρμοζόμενος οπλισμός στο άνοιγμα (ή σε στηρίξεις για προβόλους).

K Συντελεστής που εξαρτάται από το στατικό σύστημα [Πιθανές τιμές του K στον Πίνακα 7.4N του EC2].

Στατικό σύστημα	**K**
Αμφιέρειστη κατά μια ή δύο διευθύνσεις.	1,0
Ακραίο άνοιγμα συνεχούς κατά μία διεύθυνση, ή κατά δύο διευθύνσεις συνεχούς κατά μήκος μιας επιμήκους πλευράς.	1,3
Μεσαίο άνοιγμα σε μια ή σε δυο διευθύνσεις.	1,5
Πρόβολος.	0,4

Πίνακας 9.1: *Τιμές του συντελεστή **K** ανάλογα με τον τύπο στατικού συστήματος*



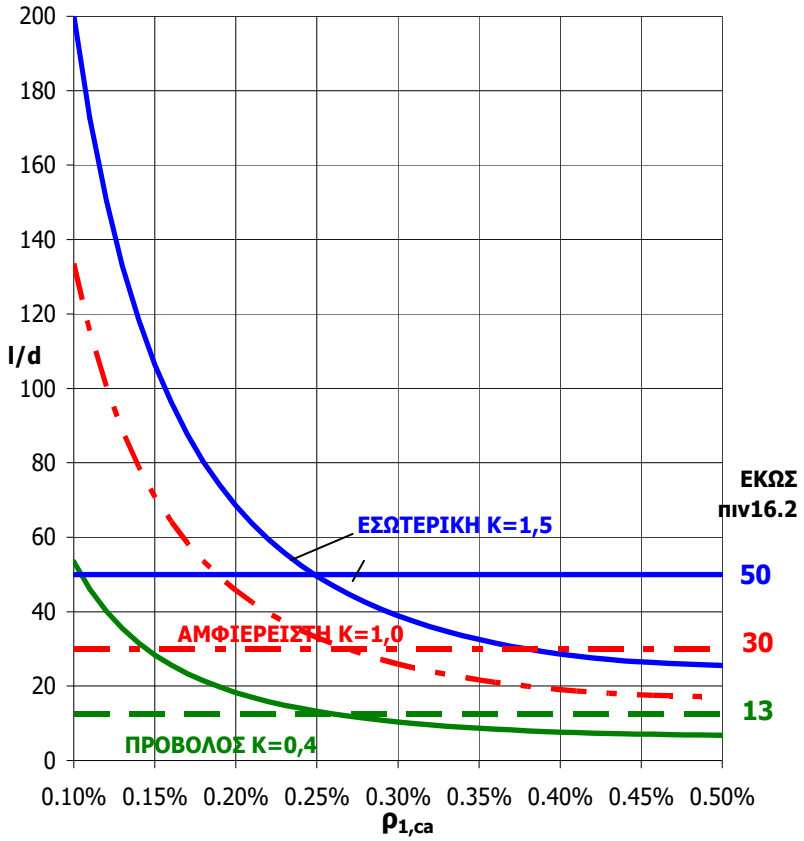
Σχήμα 9.8: *Τιμές του συντελεστή K για τετραέρειστες πλάκες (όμοια ισχύει και για διέρειστες).*

Θεωρήσεις:

Το όριο $(l/d)_{lim}$ που υπολογίζεται με τις παραπάνω εκφράσεις τροποποιείται από το πρόγραμμα ως εξής:

- Απομειώνεται 20% σε πλάκες Zöllner / sandwich, όταν το πλάτος b_{eff} υπερβαίνει την τριπλάσιο του πάχος b_w της διαδοκίδας. Βλ. EC2-1-1 §7.4.2(2).

Εάν η πλάκα φέρει ευαίσθητα διαχωριστικά και εάν το μήκος l υπερβαίνει τα 7m, τότε το όριο $(l/d)_{lim}$ απομειώνεται με τον λόγο $7/l$. (βλ. παράμετρο «Πλάκα > Σκυρόδεμα > Η πλάκα φέρει ευαίσθητα διαχωριστικά»).



Σχήμα 9.9: *Διακύμανση του ορίου απαλλαγής των υπολογισμών (l/d)lim (βλ. 7.16) συναρτήσει του απαιτούμενου εφελκυόμενου οπλισμού ρ1_ca για **C20/25** και για τα στατικά συστήματα του Πίν. 7.4. Οι οριζόντιες γραμμές συμβολίζουν τα αντίστοιχα όρια για κάθε στατικό σύστημα πλακών κατά ΕΚΩΣ Πιν.16.2. Για πλάκες υπό χαμηλή ένταση (μικρό ρ1,ca) ο έλεγχος του EC2 προκύπτει σημαντικά ευμενέστερος από τον αντίστοιχο του ΕΚΩΣ.*

Σημείωση

Όταν δεν ικανοποιείται ο προσεγγιστικός ή απλοποιημένος έλεγχος βελών και η τιμή της παραμέτρου Πλάκα > Σκυρόδεμα > Έλεγχος βέλους, είναι ορισμένη ως «Αυτόματο», τότε το Fespa προχωράει αυτόματα στον αναλυτικό έλεγχο βελών.

Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας: Αναλυτικός έλεγχος βελών [EC2-1-1 §7.4.3]

Πλάκα	MEd [kNm]	Συντ. ζ	Κάμψη + Ερπυσμός Στ.I	Κάμψη + Ερπυσμός Στ.II	Συστολή Ξήρανσης Στ.I	Συστολή Ξήρανσης Στ.II	Ολικό βέλος	Επιτρ βέλος	Υψωση ξυλοτ	Βέλος διαχ.	Επιτρ. διαχ.	
1	10,71	0,00	7,90	30,11	1,29	9,18	9,19	23,60	O.K.	3,33	11,80	O.K.
2	10,51	0,00	7,76	31,38	1,20	9,12	8,96	23,60	O.K.	3,28	11,80	O.K.
3	8,92	0,00	6,07	22,39	0,97	6,82	7,04	19,80	O.K.	2,75	9,90	O.K.
4	6,76	0,00	3,41	16,20	0,51	4,89	3,92	17,00	O.K.	1,54	8,50	O.K.
7	7,51	0,00	3,11	14,78	0,42	4,02	3,53	13,87	O.K.	1,29	6,93	O.K.
8	7,61	0,00	3,18	14,46	0,45	4,08	3,63	13,96	O.K.	1,32	6,98	O.K.
9	19,41	0,75	7,88	26,43	0,84	5,15	25,81	17,65	8,16	23,62	8,83	Λ
10	14,67	0,58	2,89	11,68	0,32	2,43	9,51	12,81	O.K.	8,70	6,41	Λ
11	16,32	0,65	3,30	12,59	0,35	2,52	11,15	12,80	O.K.	10,23	6,40	Λ
12	17,76	0,70	3,98	14,27	0,43	2,82	13,33	12,72	0,61	12,22	6,36	Λ

Τα βέλη σε [mm]

Ο έλεγχος των παραμορφώσεων γίνεται με την φόρτιση [G+ψ2*Q]. (EC2 - §7.4)

Αναλυτικός έλεγχος βελών

Το πρόγραμμα υπολογίζει αναλυτικά τις παραμορφώσεις ***w*** της πλάκας βάσει της EC2-1-1 §7.4.3 στις θέσεις της μέγιστης ροπής στο άνοιγμα (ή στη στήριξη για προβόλους):

- λόγω φορτίων και ερπυσμού.
- λόγω συστολής ξήρανσης.

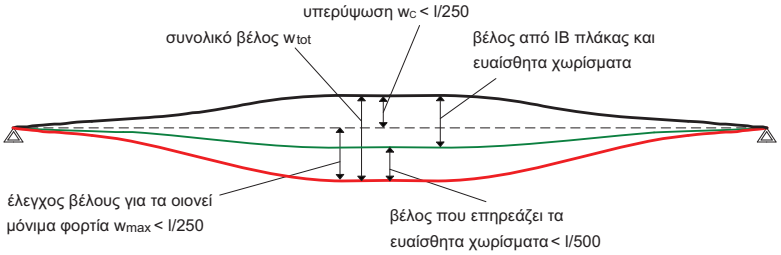
Υπολογίζονται παραμορφώσεις θεωρώντας τόσο αρηγμάτωτη κατάσταση (στάδιο I), όσο και ρηγματωμένη κατάσταση (στάδιο II) και τα βέλη ***w*I & *w*II** λόγω φορτίων και ερπυσμού και συστολής ξήρανσης -χωριστά- συνδυάζονται σύμφωνα με τη σχέση EC2-1-1 (7.18), ώστε να προκύψει το συνολικό βέλος w_{tot}:

$$w_{tot} = \zeta \cdot w_{II} + (1-\zeta) \cdot w_I$$

όπου **ζ** συντελεστής κατανομής, ο οποίος αυξάνεται όσο μεγαλύτερη είναι η ροπή M_{Ed} από την ροπή ρηγμάτωσης M_{cr} καταλήγοντας έτσι σε μεγαλύτερες τιμές παραμόρφωσης.

Αντίστοιχα με το συνολικό βέλος **w_{tot}** υπολογίζεται και **το βέλος που επηρεάζει τα ευαίσθητα διαχωριστικά** (όταν αυτό επιλέγεται από τον μελετητή. Βλ. παράμετρο «Πλάκα > Σκυρόδεμα > Η πλάκα φέρει ευαίσθητα διαχωριστικά») και συγκρίνονται με τα όρια που τίθενται στις §7.4.1(4) & (5) & EC0 σχήμα A1.1. Συγκεκριμένα:

- $w_{tot} = w_{max} + w_C$ το συνολικό βέλος υπό τα οιονεί μόνιμα φορτία.
- $w_{max} < l/250$ τελική τιμή παραμόρφωσης μετρούμενη ως προς τις στηρίξεις.
- $w_C < l/250$ αρνητικό βέλος (απαιτούμενη υπερύψωση) στο αφόρτιστο μέλος (υπολογίζεται από το πρόγραμμα, όταν δεν πληρούται το όριο του w_{max}).
- βέλος που επηρεάζει τα ευαίσθητα διαχωριστικά $< l/500$.



Σχήμα 9.10: *Ορισμοί και όρια κατακόρυφων παραμορφώσεων.*

Περιορισμός ρηγμάτωσης

Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας: Περιορισμός Ρηγμάτωσης (άνοιγμα)-Wk<0.3 EC2-1-1 §7.3

Πλάκα [/]	d [m]	Msd [kNm]		Mcr [kNm]	Asmin [cm²]	σs [MPa]	SrMax [mm]	esm_ecm [*E-6]	Wk [mm]
1	0,140	10,71	<	13,56	2,78	0,00	0,00	0,00	0,000
2	0,140	11,79	<	13,56	2,78	0,00	0,00	0,00	0,000
3	0,120	8,92	<	10,55	2,45	0,00	0,00	0,00	0,000
4	0,120	7,65	<	10,37	2,67	0,00	0,00	0,00	0,000
7	0,120	7,51	<	10,28	2,84	0,00	0,00	0,00	0,000
8	0,120	7,61	<	10,32	2,76	0,00	0,00	0,00	0,000
9	0,140	19,41	>	13,80	2,62	309,70	0,20	1,10	0,219
10	0,140	14,67	>	13,47	2,86	300,50	0,24	0,91	0,216
11	0,140	16,32	>	13,56	2,78	309,72	0,22	1,00	0,225
12	0,140	17,76	>	13,67	2,70	310,27	0,21	1,05	0,223

Ο έλεγχος ρηγμάτωσης στο άνοιγμα γίνεται με την φόρτιση [G+ψ2*Q]. (EC2-1-1 - §7.3.4)

Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας: Περιορισμός Ρηγμάτωσης (στήριξη)-Wk<0.3 [EC2-1-1 §7.3]

Στήριξη [/]	d [m]	MEd [kNm]		Mcr [kNm]	Asmin [cm²]	σs [MPa]	SrMax [mm]	εsm-εcm [*E-6]	Wk [mm]
Π1 - Π2	0,140	19,37	>	14,62	2,57	199,36	0,15	0,72	0,110
Π1 - Π3	0,120	17,26	>	11,38	2,44	207,44	0,14	0,80	0,114
Π2 - Π4	0,120	16,21	>	11,22	2,45	214,26	0,15	0,80	0,121
Π3 - Π7	0,120	9,60	<	10,61	3,34	0,00	0,00	0,00	0,000
Π3 - Π4	0,120	8,33	<	10,52	3,35	0,00	0,00	0,00	0,000
Π3 - Π9	0,120	27,29	>	11,59	2,24	293,84	0,14	1,26	0,171
Π4 - Π11	0,120	12,22	>	10,59	3,34	262,56	0,14	0,85	0,122
Π8 - Π3	0,120	9,67	<	10,61	3,34	0,00	0,00	0,00	0,000
Π9 - Π10	0,140	30,51	>	14,63	2,85	312,06	0,15	1,29	0,196
Π10 - Π11	0,140	20,85	>	13,87	3,57	317,16	0,16	1,16	0,186
Π10 - Π3	0,120	13,63	>	10,72	3,33	258,32	0,14	0,89	0,126
Π11 - Π12	0,140	24,98	>	14,18	3,55	317,38	0,16	1,24	0,193
Π12 - Π4	0,120	15,45	>	10,81	2,97	271,66	0,14	0,99	0,138

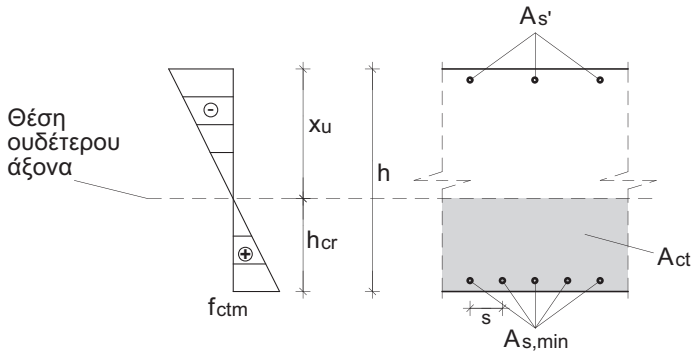
Ο έλεγχος ρηγμάτωσης στην στήριξη γίνεται με την φόρτιση [G+ψ2*Q]. (EC2-1-1 - §7.3.4)

Αναλυτικός υπολογισμός εύρους ρωγμής

Asmin Ο απαιτούμενος ελάχιστος οπλισμός, ο οποίος υπολογίζεται σύμφωνα με την EC2-1-1 (7.1):

$$A_{s,min}\cdot\sigma_s = k_c\cdot k\cdot f_{ct,eff}\cdot A_{ct}$$

Όπου για τη σχέση αυτή, η τάση του χάλυβα σ_s προσδιορίζεται βάσει των Πινάκων 7.2 & 7.3 του EC2-1-1 για δεδομένη διάμετρο οπλισμού $\boldsymbol{\Phi_{eq}}$ ή απόσταση ράβδων $\boldsymbol{s}$ αντίστοιχα.



Σχήμα 9.11: *Διάγραμμα τάσεων λίγο πριν την ρηγμάτωση. Με διαγράμμιση φαίνεται η εφελκυόμενη ζώνη.*

***M*Ed** Η ροπή στο άνοιγμα ή στη στήριξη υπό τον χαρακτηριστικό συνδυασμό δράσεων στον **έλεγχο περιορισμού τάσεων**. Βλ. EC2-1-1 §7.2(2) & (5).

***M*cr** Η ροπή ρηγμάτωσης.

***S*rmax** είναι η μέγιστη απόσταση των ρωγμών, η οποία υπολογίζεται από τις σχέσεις EC2-1-1 (7.11) ή (7.14).

εsm-εcm υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση (7.9) του EC2-1-1, όπου:

- **esm**: είναι η μέση ανηγμένη παραμόρφωση του οπλισμού.
- **ecm**: είναι η μέση ανηγμένη παραμόρφωση του σκυροδέματος μεταξύ των ρωγμών.

***W*k** Το εύρος ρωγμής, το οποίο υπολογίζεται μόνο όταν $M_{Ed} > M_{cr}$ (ρηγματωμένη διατομή). Εξάγεται από τη σχέση EC2-1-1 (7.8) και συγκρίνεται από το πρόγραμμα με τις τιμές των w_{max} που δίδονται στις σχετικές παραμέτρους για άνοιγμα ή στήριξη στο «Κτίριο» & «Όροφο» - «Σκυρόδεμα». Βλ. και Πιν. 7.1 του EC2-1-1.

Εφόσον προκύψει $w_k > w_{max}$, τότε προστίθεται ο οπλισμός και επαναλαμβάνεται ο έλεγχος. Η διαδικασία ολοκληρώνεται μόλις προκύψει αποδεκτό εύρος ρωγμής.

Βλ. παράμετρο «Έλεγχος ρηγμάτωση» στο «Κτίριο» & «Πλάκα» - «Σκυρόδεμα»

Περιορισμός τάσεων

Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας: Περιορισμός τάσεων (άνοιγμα).[EC2-1-1§7.2]

Πλάκα	d	MEd [G+Q]		Mcr	σc		σεπ (k1*fck)	σs		σεπ (k3*fyk)	Πρόσθ -
[/]	[m]	[kNm]	[-]	[kNm]	[MPa]	[-]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[cm²]
1	0,140	15,81	>	13,56	5,90	<	15,00	299,95	<	400,00	
2	0,140	15,51	>	13,47	5,96	<	15,00	317,73	<	400,00	
3	0,120	13,48	>	10,55	6,48	<	15,00	300,70	<	400,00	
4	0,120	10,22	<	10,28							
7	0,120	10,39	>	10,28	5,67	<	15,00	323,04	<	400,00	
8	0,120	10,53	>	10,32	5,62	<	15,00	308,88	<	400,00	
9	0,140	20,51	>	13,80	7,17	<	15,00	327,15	<	400,00	
10	0,140	15,50	>	13,47	5,96	<	15,00	317,43	<	400,00	
11	0,140	17,24	>	13,56	6,44	<	15,00	327,17	<	400,00	
12	0,140	18,76	>	13,67	6,79	<	15,00	327,75	<	400,00	

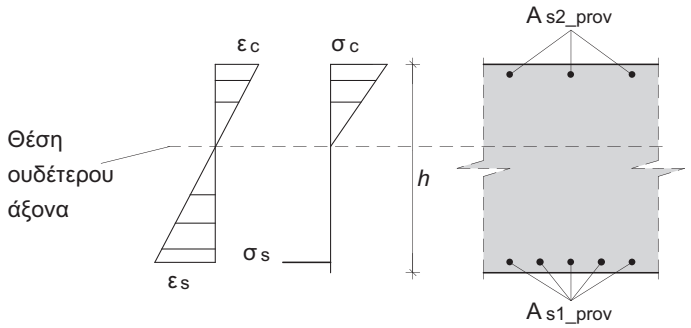
Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας: Περιορισμός τάσεων (στήριξη).[EC2-1-1§7.2]

Στήριξη	d	MEd [G+Q]		Mcr	σc		σεπ (k1*fck)	σs		σεπ (k3*fyk)	Πρόσθ -
[/]	[m]	[kNm]	[-]	[kNm]	[MPa]	[-]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	[cm²]
Π1 - Π2	0,140	28,59	>	14,62	8,55	<	15,00	294,30	<	400,00	
Π1 - Π3	0,120	25,71	>	11,38	9,94	<	15,00	308,87	<	400,00	
Π2 - Π4	0,120	23,93	>	11,22	9,55	<	15,00	316,29	<	400,00	
Π3 - Π7	0,120	13,89	>	10,61	6,53	<	15,00	291,37	<	400,00	
Π3 - Π4	0,120	12,58	>	10,52	6,13	<	15,00	290,72	<	400,00	
Π3 - Π9	0,120	28,83	>	11,59	10,76	<	15,00	310,39	<	400,00	
Π4 - Π11	0,120	15,16	>	10,59	7,19	<	15,00	325,70	<	400,00	
Π8 - Π3	0,120	13,98	>	10,61	6,58	<	15,00	294,43	<	400,00	
Π9 - Π10	0,140	32,23	>	14,63	9,62	<	15,00	329,65	<	400,00	
Π10 - Π11	0,140	22,02	>	13,87	7,57	<	15,00	335,03	<	400,00	
Π10 - Π3	0,120	17,29	>	10,72	7,83	<	15,00	327,55	<	400,00	
Π11 - Π12	0,140	26,39	>	14,18	8,50	<	15,00	335,26	<	400,00	
Π12 - Π4	0,120	18,36	>	10,81	8,09	<	15,00	322,83	<	400,00	

Ο έλεγχος τάσεων χάλυβα και σκυροδέματος γίνεται με την φόρτιση [G+Q]. (EC2-1-1 §7.2)

d το στατικό ύψος της πλάκας στην εξεταζόμενη διεύθυνση.

σ_s & σ_c η αναπτυσσόμενη τάση του χάλυβα και το σκυρόδεμα υπό την επίδραση της ροπής M_{Ed} και για δεδομένο οπλισμό A_{s_prov} με παραδοχή τριγωνικής κατανομής τάσεων.



Σχήμα 9.12: *Διαγράμματα παραμορφώσεων και τάσεων ρηγματωμένης διατομής στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.*

Έλεγχος περιορισμού τάσεων

$\sigma_c \le \sigma_{c,\varepsilon\pi} = k1 \cdot f_{ck} = 0{,}6 \cdot f_{ck}$ ..... EC2-1-1 §7.2(2)

$\sigma_s \le \sigma_{s,\varepsilon\pi} = k3 \cdot f_{yk} = 0{,}8 \cdot f_{yk}$ ..... EC2-1-1 §7.2(5)

Πρόσθ Εφόσον δεν πληρούται ο έλεγχος περιορισμού τάσεων σκυροδέματος ή χάλυβα, τότε προστίθεται οπλισμός και επαναλαμβάνεται ο έλεγχος. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται μέχρι να προκύψει αποδεκτή τάση.

9.3.4 Εντατικά μεγέθη, οπλισμοί ανοιγμάτων και στηρίξεων πλακών

Διαστασιολόγηση στο άνοιγμα πλακών

Εντατικά μεγέθη - Οπλισμοί πλακών

Πλάκα	Τυπ	Στ.	Διευθ.	dx d	mfx max mr	As1x_rq As1r_rq	As2x_rq As2r_rq	dz	mfz	As1z_rq	As2z_rq
				d	max mer	As1er_rq	As2er_rq				
[/]	[/]	[/]	[/]	[m]	[kNm]	[cm²]	[cm²]	[m]	[kNm]	[cm²]	[cm²]
1	4	4	x-z	0,135	4,81	0,84	0,00	0,125	4,81	0,91	0,00
2	4	5	x-z	0,135	4,63	0,81	0,00	0,125	3,99	0,75	0,00
3	2	2	x-z	0,135	15,23	2,70	0,00	0,125	0,76	0,14	0,00
4	3	5	x-z	0,125	6,11	1,16	0,00	0,135	2,75	0,48	0,00
			παρ	0,125	10,29	1,96	0,00				
			στη	0,125	18,61	3,61	0,00				

Στις πλάκες zoellner ή sandwich, τα εντατικά μεγέθη και οι οπλισμοί έχουν αναχθεί ανά διαδοκίδα

Τοποθετημένος οπλισμός ανοίγματος

Ράβδοι σιδηρού οπλισμού Πλακών

Πλάκα	Διεύθυνση	x	Διεύθυνση	z	Ελεύθερη παρειά		Οπλισ συστροφής	
[\]	Κάτω	Άνω	Κάτω	Άνω	Κάτω	Άνω	Κάτω	Άνω
1	Φ8/20		Φ8/20					
2	Φ8/20		Φ8/20					
3	Φ8/18		Φ8/25					
4	Φ8/20		Φ8/20		2Φ12	4Φ12		
5				Φ8/25				
6		Φ8/25						

Στηρίξεις πλακών

Ροπές και οπλισμοί στηρίξεων

Πλάκα	Πλάκα	d	MEd1	MEd2	MEd	As1_rq	As2_rq	Ανω	Κάτω
[/]	[/]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[cm²]	[cm²]		
1 (Δε)	2 (Αρ)	0,135	10,91	9,41	10,16	1,79	0,00		
1 (Αν)	6 (Κα)	0,125	10,91	10,97	10,94	2,51	0,00	Πλ + Φ8/40	
2 (Δε)	5 (Αρ)	0,135	9,41	19,50	19,50	3,49	0,00	Πρ + Φ8/22	
2 (Κα)	4 (Αν)	0,135	8,16	11,91	11,91	2,10	0,00	Πρ + Φ8/40	
3 (Δε)	4 (Αρ)	0,125	19,50	9,65	14,63	2,81	0,00	+ Φ8/40	

Συμβολισμοί όπλισης πλακών:

Στ.Ο κωδικός κάθε πλάκας ανάλογα με το είδος των στηρίξεων και σύμφωνα με τους πίνακες των τριέρειστων ή τετραέρειστων πλακών.

Διεύθ. οι διευθύνσεις που γίνονται οι έλεγχοι: χωρίς δυσμενείς φορτίσεις: x-z, με δυσμενείς φορτίσεις: x και z, με ροπές συστροφής: xz.

dx*, *dz το στατικό ύψος του οπλισμού στις δυο διευθύνσεις όπλισης του ανοίγματος. Στην κύρια διεύθυνση αποδίδεται αυτόματα από το πρόγραμμα η μεγαλύτερη τιμή.

***m*fx, *m*fz**

ροπή ανοίγματος στις διευθύνσεις X και Z.

***M*s1** ροπή στήριξης της πλάκας 1.

***M*s2** ροπή στήριξης της πλάκας 2.

As1x_rq, As2x_rq και **As1z_rq, As2z_rq**

ο απαιτούμενος εφελκυόμενος και θλιβόμενος οπλισμός στις διευθύνσεις οπλισμού X και Z, λαμβάνοντας υπόψη:

- τον υπολογιζόμενο οπλισμό για την ισορροπία της διατομής **As1_ca** & **As2_ca**.
- τον ελάχιστο εφελκυόμενο λόγω κανονισμού (βλ. EC2-1-1 §9.3.1).
- τις μέγιστες αποστάσεις κύριου οπλισμού ανοίγματος ή στήριξης και πρόσθετου οπλισμού στήριξης. Βλ. παράμετρο στην «Πλάκα» - «Οπλισμός».

Ειδικά για τριέρειστες πλάκες

maxmr μέγιστη ροπή παρειάς τριέρειστης πλάκας.

asr εφελκυόμενος οπλισμός παρειάς τριέρειστης πλάκας.

asr' θλιβόμενος οπλισμός παρειάς τριέρειστης πλάκας.

Τοποθετημένος οπλισμός

Ο **κάτω** οπλισμός αντιστοιχεί στον εφελκυόμενο οπλισμό κάμψης και ο **άνω** στον θλιβόμενο στην περίπτωση του **ανοίγματος** και αντίστροφα για **στηρίξεις**. Σε **τριέρειστες πλάκες**, όπου απαιτείται ενίσχυση της ελεύθερης παρειάς, αναγράφεται επιπλέον ο κάτω (εφελκυόμενος) και ο άνω (θλιβόμενος) οπλισμός της ελεύθερης παρειάς.

Στη συνήθη περίπτωση χρήσης συνδυασμού ευθύγραμμων και κεκαμμένων ράβδων στο άνοιγμα, οι οποίες συνεχίζουν στις στηρίξεις, ο απαιτούμενος πρόσθετος οπλισμός στηρίξεων προκύπτει αφαιρώντας από την συνολική απαίτηση το ½ του οπλισμού των γειτονικών ανοιγμάτων.

Σημείωση

Σε προβόλους, πριν από την εκτύπωση των ράβδων του οπλισμού, εκτυπώνεται το σύμβολο **«Πρ»** ή **«Πλ»**, ανάλογα με το αν ο οπλισμός έχει προκύψει από έλεγχο που πραγματοποιήθηκε με τα εντατικά μεγέθη και το στατικό ύψος του προβόλου ή της πλάκας αντίστιχα..

Το σύμβολο **!** στον οπλισμό της στήριξης του προβόλου, επισημαίνει ότι η κρίσιμη φόρτιση, από την οποία προήλθε και ο οπλισμός, είναι η σεισμική φόρτιση.

9.3.5 Εντατικά μεγέθη πλακών (με δυσμενείς φορτίσεις)

Εντατικά μεγέθη - Οπλισμοί πλακών

Πλάκα	Τυπ	Στ.	Διε	dx dz d d	max mfx max mfz max mr max mer	As1x_rq As1z_rq As1r_rq As1er_rq	As2x_rq As2z_rq As2r_rq As2er_rq	d d	min mfx min mfz	As1x_rq As1z_rq	As2x_rq As2z_rq
[/]	[/]	[/]	[/]	[m]	[kNm]	[cm²]	[cm²]	[m]	[kNm]	[cm²]	[cm²]
1	4	5	x	0,180	11,43	1,50	0,00	0,190	2,10	0,27	0,00
			z	0,190	18,15	2,27	0,00	0,190	5,45	0,67	0,00
3	4	6	x	0,120	7,13	1,41	0,00	0,110	1,35	0,26	0,00
			z	0,110	4,77	1,03	0,00	0,110	0,73	0,15	0,00
4	4	4	x	0,200	36,87	4,43	0,00	0,190	12,56	1,48	0,00
			z	0,190	15,36	1,91	0,00	0,190	5,61	0,69	0,00
5	2	2	x	0,120	14,67	2,95	0,00	0,110	2,18	0,43	0,00
			z	0,110	0,73	0,16	0,00	0,110	0,11	0,02	0,00
6	2	2	x	0,120	14,85	2,99	0,00	0,110	2,21	0,43	0,00
			z	0,110	0,74	0,16	0,00	0,110	0,11	0,02	0,00

Στις πλάκες zoellner ή sandwitch, τα εντατικά μεγέθη και οι οπλισμοί έχουν αναχθεί ανά διαδοκίδα

Ειδικά για την περίπτωση πλακών με δυσμενείς φορτίσεις:

max mfx

μέγιστη ροπή ανοίγματος κατά x

min mfx

ελάχιστη ροπή ανοίγματος κατά x

max mfz

μέγιστη ροπή ανοίγματος κατά z

min mfz

ελάχιστη ροπή ανοίγματος κατά z

9.3.6 Έλεγχος διάτμησης πλακών

Έλεγχος διάτμησης πλακών.

Πλάκα	Διε.	d	As1_pr	VEd	Vrdc
[/]	[/]	[cm]	[cm²]	[kN]	[kN]

1	Z	0,140	4,19	65,71 < 33,15
2	Z	0,140	3,87	63,98 < 32,90
3	Z	0,120	4,19	59,29 < 24,25
4	Z	0,120	2,96	52,79 < 23,07
7	X	0,120	2,96	52,79 < 27,03
8	X	0,120	3,14	53,87 < 27,21
9	X	0,140	5,03	69,83 < 56,53
10	X	0,140	3,87	63,98 < 42,97
11	X	0,140	4,19	65,71 < 44,64
12	X	0,140	4,57	67,64 < 52,12

Ελέγχεται εάν απαιτείται οπλισμός διάτμησης συγκρίνοντας την αναπτυσσόμενη τέμνουσα V_{Ed} με την διατμητική αντοχή της διατομής χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{Rdc}. Βλ. EC2-1-1 §6.2.2.

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} ; 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} \cdot b \cdot d$$

όπου,

$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c$ και $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ με d σε mm

$\rho_l = A_{s_pr}/(b \cdot d)$ το ποσοστό του εφαρμοζόμενου εφελκυόμενου οπλισμού στη θέση ελέγχου της τέμνουσας.

Σημείωση

Εάν προκύψει $V_{Ed} > V_{Rd,c}$, τότε θα πρέπει στην πλάκα να προβλεφθεί από τον μελετητή οπλισμός διάτμησης σύμφωνα με την EC2-1-1 §9.3.2, ενώ σε τέτοια περίπτωση θα πρέπει επιπλέον να εξασφαλιστεί ελάχιστο πάχος πλάκας ίσο με 200mm.

9.3.7 Προμέτρηση πλακών

```
Προμέτρηση πλακών ορόφου :0
-------------------------------------------------------------------------------------------
Ποσότητες σιδηρού
   Φ8
 4442,56  Μέτρα
 1752,97 Kg B500C
Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού
    Επιφάνεια ξυλοτύπου    [m²] 220,50 Βάρος σιδηρού οπλισμού  [Kg]   1752,95
        Αφαιρούνται        [m²]  0,00    Ογκος Σκυροδέματος    [m3]    36,20
 Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου [m²] 220,50 Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ. [Kg/m3]  48,40
```

9.4 Αποτελέσματα επίλυσης χωρικού πλαισίου

9.4.1 Δεδομένα φάσματος

Ανάλυση φασματικής αποκρίσεως (M= 0)		
Δεδομένα φάσματος τύπου 1		
Φάσμα Σχεδιασμού Ευροκώδικα Sd(T) (EN1998-1)		
Σεισμική ζώνη	**=**	**z2**
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση agR	**=**	**0.240g**
Κατακόρυφη εδαφική επιτάχυνση avg	=	0.216g
Σπουδαιότητα κτιρίου	**=**	**II**
Συντελεστής σπουδαιότητας γI	=	1.00
Συντελεστής τοπογραφικής ενίσχυσης St	=	1.00
Εδαφικός τύπος	=	B
Παράμετροι της οριζ. συνιστώσας φάσματος		
Συντελεστής εδάφους S	=	1.20
Χαρακτηριστική περίοδος - οριζόντια TB [sec]	=	0.15
Χαρακτηριστική περίοδος - οριζόντια TC [sec]	=	0.50
Χαρακτηριστική περίοδος - οριζόντια TD [sec]	=	2.50
Παράμετροι της κατακ. συνιστώσας φάσματος		
Χαρακτηριστική περίοδος - κατακόρυφα TvB [sec]	=	0.05
Χαρακτηριστική περίοδος - κατακόρυφα TvC [sec]	=	0.15
Χαρακτηριστική περίοδος - κατακόρυφα TvD [sec]	=	1.00
Συντελεστής ελαχίστου ορίου φάσματος β	=	0.20
Συντελεστής απόσβεσης ξ[%]	=	5.00
Συντελεστές σεισμ. συμπεριφοράς οριζ. qx	=	3.00
Συντελεστές σεισμ. συμπεριφοράς οριζ. qz	=	3.00
Συντελεστής σεισμ. συμπεριφοράς κατακ. qv	=	1.50

9.4.2 Ανάλυση δυναμικών χαρακτηριστικών

Τυπώνονται ανά ιδιομορφή:

Ιδιοτιμές	*Κυκλικές συχνότητες*	*Συχνότητες*	*Ιδιοπερίοδοι*
ω_i^2 $(^{rad}/_{sec})^2$	ω_i $(^{rad}/_{sec})$	$\nu_i = (^1/_{sec})$	T_i (sec)

Τα ποσοστά της **ενεργής ιδιομορφικής μάζας** που αντιστοιχεί στις διευθύνσεις X, Y και Z του γενικού συστήματος δίνονται από τις σχέσεις:

$$EM_{ux}(\%) = \frac{\left(\sum M_{ux}\Phi_{ux}\right)}{\sum M\Phi^2} * \frac{100}{\sum M_{ux}}$$

$$EM_{uz}(\%) = \frac{\left(\sum M_{uz}\Phi_{uz}\right)}{\sum M\Phi^2} * \frac{100}{\sum M_{uz}}$$

όπου:

$$\sum M\Phi^2 = \sum M_{ux}\Phi_{ux}^2 + \sum M_{uy}\Phi_{uy}^2 + \sum M_{uz}\Phi_{uz}^2 + \sum M_{rx}\Phi_{rx}^2 + \sum M_{ry}\Phi_{ry}^2 + \sum M_{rz}\Phi_{rz}^2 = 1.0$$

Ο όρος M_{ux} αντιπροσωπεύει την κατά X μεταφορική τιμή της μάζας και ο όρος Φ_{ux} την X μεταφορική συνιστώσα της ιδιομορφής ομοίως για τις άλλες διευθύνσεις M_{uy}, Φ_{ux} και M_{uz}, Φ_{uz}, ενώ οι όροι M_{rx}, Φ_{rx}, M_{ry}, Φ_{ry} και M_{rz}, Φ_{rz} αντιπροσωπεύουν τις στροφικές μάζες και τις στροφικές συνιστώσες της κάθε ιδιομορφής αντίστοιχα.

9.4.3 Οριζόντιες συνιστώσες

Για καθεμία από τις οριζόντιες συνιστώσες της σεισμικής δράσης:

- Υπολογίζονται οι φασματικές τιμές των επιταχύνσεων $S_d(T)$ ως παρεμβολή στο τροποποιημένο ελαστικό φάσμα σχεδιασμού τύπου 1 (σχ. 3.2 – EC8-1) για κάθε ιδιομορφική περίοδο.
- Τυπώνονται οι **μετατοπίσεις και στροφές των κόμβων**, για τη δεδομένη διεύθυνση της σεισμικής δράσης (πριν τη χωρική επαλληλία και την επιβολή των στρεπτικών επιδράσεων).

9.4.4 Κατακόρυφη συνιστώσα

Στις περιπτώσεις όπου έχει ζητηθεί η συμμετοχή της κατακόρυφης συνιστώσας (όταν π.χ συντρέχουν οι συνθήκες της EC8-1 §4.3.3.5.2(1)), τα αποτελέσματά της τυπώνονται όπως και στις οριζόντιες συνιστώσες. Βλ. στο «Κτίριο» - «Φάσμα» - «Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού».

9.4.5 Χωρικές επαλληλίες, πιθανοτικός προσδιορισμός συνδυασμού εντατικών μεγεθών

Όταν επιλεγεί η παράμετρος «Επίλυση > Αποτελέσματα > Λεπτομέρεια εκτυπώσεων» = «**Εκτεταμένη**», στο τεύχος εκτυπώνονται αναλυτικά τα εντατικά μεγέθη και οι παραμορφώσεις στα άκρα των μελών του φορέα για όλες τις στατικές φορτίσεις (G, Q, $G+\psi_2 \cdot Q$, άνεμος, θερμοκρασιακές δράσεις, σεισμικές φορτίσεις κλπ. Επειδή ο όγκος των αποτελεσμάτων σε αυτή την περίπτωση είναι συχνά υπερβολικά μεγάλος, στις συνήθεις μελέτες, η παράμετρος αυτή θα πρέπει να έχει την τιμή «**Κανονική**».

Μέθοδος των ταυτόχρονων τιμών των μεγεθών (A. Gupta)

Με την εκτεταμένη μορφή αποτελεσμάτων, τυπώνονται για καθέναν από τους σεισμικούς συνδυασμούς οι εξής τριάδες εντατικών μεγεθών που αναπτύσσονται στα άκρα κάθε μέλους. Ταυτόχρονα εντατικά μεγέθη είναι εν γένει τα εντατικά μεγέθη διαστασιολόγησης των κατακόρυφων μελών. Βλ. §9.7.3:

ΑΞΟΝΙΚΗ	**Υ-ΡΟΠΗ**	**Z-ΡΟΠΗ**	**ΑΞΟΝΙΚΗ**	**Υ-ΡΟΠΗ**	**Z-ΡΟΠΗ**
maxN	ΤαυτM_y	ταυτM_z	minN	ταυτM_y	ταυτM_z

ταυτN	maxM_y	ταυτM_z	ταυτN	minM_y	ταυτM_z
ταυτN	ταυτM_y	maxM_z	ταυτN	ταυτM_y	minM_z

ΣΤΡΕΨΗ	**Y-ΤΕΜΝ.**	**Y-ΤΕΜΝ.**	**Z-ΤΕΜΝ.**	**Z-ΤΕΜΝ.**
maxT	maxV_y	minV_y	maxV_z	minV_z

9.4.6 Τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις

Δυναμική ανάλυση με μετατόπιση μαζών

Μετάθεση κέντρου μάζας.

Επίπεδο	Υψόμετρο [m]	Φορέας	Μετάθεση μάζας κατά	Αρχικό X [m]	Αρχικό Z [m]	Νέο X [m]	Νέο Z [m]
2	2.90	1	+X	0.673E+01	0.113E+02	0.741E+01	0.113E+02
2	2.90	2	+Z	0.673E+01	0.113E+02	0.673E+01	0.118E+02
2	2.90	3	-X	0.673E+01	0.113E+02	0.604E+01	0.113E+02
2	2.90	4	-Z	0.673E+01	0.113E+02	0.673E+01	0.108E+02
3	5.85	1	+X	0.672E+01	0.112E+02	0.740E+01	0.112E+02
3	5.85	2	+Z	0.672E+01	0.112E+02	0.672E+01	0.118E+02
3	5.85	3	-X	0.672E+01	0.112E+02	0.604E+01	0.112E+02
3	5.85	4	-Z	0.672E+01	0.112E+02	0.672E+01	0.107E+02
4	8.80	1	+X	0.664E+01	0.111E+02	0.732E+01	0.111E+02
4	8.80	2	+Z	0.664E+01	0.111E+02	0.664E+01	0.117E+02
4	8.80	3	-X	0.664E+01	0.111E+02	0.595E+01	0.111E+02
4	8.80	4	-Z	0.664E+01	0.111E+02	0.664E+01	0.106E+02
5	12.00	1	+X	0.158E+01	0.984E+01	0.175E+01	0.984E+01
5	12.00	2	+Z	0.158E+01	0.984E+01	0.158E+01	0.101E+02
5	12.00	3	-X	0.158E+01	0.984E+01	0.142E+01	0.984E+01
5	12.00	4	-Z	0.158E+01	0.984E+01	0.158E+01	0.962E+01

Εκτυπώνονται οι συντεταγμένες του Κέντρου Μάζας, το οποίο μετατίθεται κατά την τυχηματική εκκεντρότητα, ώστε να ληφθούν υπόψη οι τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις σύμφωνα με την EC8-1 §4.3.2. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν **τέσσερις φορείς** (+X, +Z, -X, -Z), οι οποίοι αναλύονται ανεξάρτητα.

Δυναμική ανάλυση με στρεπτικά ζεύγη / Απλοποιημένη φασματική ανάλυση

Τυχηματικές εκκεντρότητες

Διάφραγμα / [/]	Επίπεδο Υψόμετρο [m]	εt [m]
1	3.000	0.35000E+00
2	6.000	0.35000E+00
3	9.000	0.35000E+00

Οι τυχηματικές στρεπτικές επιδράσεις καθορίζονται ως περιβάλλουσα των εντατικών μεγεθών εναλλασσόμενων ομόσημων στρεπτικών ζευγών ίσων με eai*Fi, όπου Fi είναι το οριζόντιο φορτίο του ορόφου i, όπως αυτό προκύπτει από κατανομή καθ' ύψος της τέμνουσας βάσης σύμφωνα με την EC8-1 §4.3.3.2.3.

Η τυχηματική εκκεντρότητα **eai** λαμβάνεται εν γένει ίση με το 5% της διάστασης της κάτοψης, αλλά μπορεί να επιλέγεται διαφορετικά από τον μελετητή μέσω της παραμέτρου «Συντελεστής τυχηματικής εκκεντρότητας» στα «Κτίριο / Όροφος» - «Αντισεισμικός».

9.4.7 Δυναμική ανάλυση

9.4.7.1 Ενεργός ιδιομορφική μάζα

Δυναμική ανάλυση με μετατόπιση μαζών

Πίνακας μαζών ανά ιδιομορφή και αθροίσματα.

Φορέας 1: (Μετάθεση μάζας κατά +X)

Ιδιομορφή	X-διεύθ. [%]	Y-διεύθ. [%]	Z-διεύθ. [%]	X-ολική [%]	Y-ολική [%]	Z-ολική [%]
1	78.450	0.000	0.815	78.450	0.000	0.815
2	1.240	0.000	67.546	79.689	0.000	68.361
3	0.042	0.000	9.669	79.731	0.000	78.030
4	0.205	0.000	4.407	79.935	0.000	82.437
5	0.814	0.000	0.450	80.749	0.000	82.886
6	15.563	0.000	0.112	96.312	0.000	82.999
7	0.189	0.000	9.107	96.502	0.000	92.106
8	0.011	0.000	4.551	96.513	0.000	96.656
9	2.223	0.000	0.012	98.736	0.000	96.668

Φορέας 2: (Μετάθεση μάζας κατά +Z)

Ιδιομορφή	X-διεύθ. [%]	Y-διεύθ. [%]	Z-διεύθ. [%]	X-ολική [%]	Y-ολική [%]	Z-ολική [%]
1	79.435	0.000	0.118	79.435	0.000	0.118
2	0.119	0.000	77.864	79.553	0.000	77.982
3	0.142	0.000	0.821	79.696	0.000	78.803
4	0.074	0.000	4.046	79.770	0.000	82.850
5	0.743	0.000	0.164	80.513	0.000	83.014
6	15.790	0.000	0.019	96.303	0.000	83.034
7	0.078	0.000	11.597	96.381	0.000	94.630
8	0.010	0.000	2.115	96.391	0.000	96.746
9	1.681	0.000	0.062	98.072	0.000	96.808

Φορέας 3: (Μετάθεση μάζας κατά -X)

Ιδιομορφή	X-διεύθ. [%]	Y-διεύθ. [%]	Z-διεύθ. [%]	X-ολική [%]	Y-ολική [%]	Z-ολική [%]
1	79.275	0.000	0.207	79.275	0.000	0.207
2	0.207	0.000	77.516	79.482	0.000	77.723
3	0.205	0.000	1.619	79.687	0.000	79.342
4	0.113	0.000	3.710	79.801	0.000	83.052
5	0.876	0.000	0.098	80.677	0.000	83.150
6	15.717	0.000	0.002	96.393	0.000	83.151
7	0.000	0.000	13.322	96.394	0.000	96.473
8	0.054	0.000	0.368	96.448	0.000	96.841
9	1.775	0.000	0.064	98.223	0.000	96.905

Φορέας 4: (Μετάθεση μάζας κατά -Z)

Ιδιομορφή	X-διεύθ. [%]	Y-διεύθ. [%]	Z-διεύθ. [%]	X-ολική [%]	Y-ολική [%]	Z-ολική [%]
1	77.775	0.000	0.666	77.775	0.000	0.666
2	0.944	0.000	77.763	78.719	0.000	78.429
3	1.008	0.000	0.386	79.727	0.000	78.815
4	0.363	0.000	3.670	80.090	0.000	82.485
5	0.821	0.000	0.523	80.912	0.000	83.009
6	14.570	0.000	0.253	95.482	0.000	83.262
7	0.589	0.000	11.781	96.071	0.000	95.043
8	0.469	0.000	1.727	96.540	0.000	96.770
9	2.346	0.000	0.010	98.886	0.000	96.779

Δυναμική ανάλυση με στρεπτικά ζεύγη

Πίνακας μαζών ανά ιδιομορφή και αθροίσματα.

Ιδιομορφή [/]	X-διεύθ. [%]	Y-διεύθ. [%]	Z-διεύθ. [%]	X-ολική [%]	Y-ολική [%]	Z-ολική [%]
1	80.332	0.061	0.288	80.332	0.061	0.288
2	0.369	0.090	71.434	80.701	0.151	71.722

3	0.002	0.020	9.093	80.703	0.172	80.815
4	0.134	61.012	0.339	80.837	61.183	81.154
5	0.014	6.452	0.056	80.850	67.635	81.210
6	14.174	0.838	0.295	95.024	68.473	81.505
7	0.077	5.694	10.079	95.101	74.167	91.584
8	1.156	16.386	1.733	96.257	90.554	93.317
9	0.087	1.016	0.082	96.344	91.570	93.399

Για κάθε φορέα υπολογίζονται και εκτυπώνονται οι ιδιομορφές και οι ιδιοπερίοδοι, καθώς και τα ποσοστά μάζας που αντιστοιχούν σε κάθε ιδιομορφή.

Ο ελάχιστος αριθμός ιδιομορφών που θα υπολογιστούν από το πρόγραμμα δίδονται από τον μελετητή στη σχετική παράμετρο στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός». Εάν ο αριθμός αυτός δεν αποδειχθεί αρκετός για να καλυφθούν οι απαιτήσεις της EC8-1 §4.3.3.3.1(3) (π.χ. σε κάθε διεύθυνση X και Z το άθροισμα της ενεργού μάζας των ιδιομορφών ΣMi να είναι τουλάχιστον ίσο με 90%, βλ. σχετική παράμετρο στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός»), τότε υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα επιπλέον ιδιομορφές μέχρι να ικανοποιηθεί το κριτήριο.

Σε περιπτώσεις δομημάτων που δεν είναι εύκολο να συγκεντρωθεί το επιδιωκόμενο ποσοστό μάζας (π.χ. σε ιδιαίτερα εύστρεπτες κατασκευές ή με μεγάλη ανομοιομορφία δυσκαμψιών), ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να καταφύγει στην **εναλλακτική** της EC8-1 §4.3.3.3.1(5), βάσει της οποίας επαρκούν k ιδιομορφές με $k \geq 3 \cdot n^{1/2}$, όπου **n** ο αριθμός των ορόφων, ενώ θα πρέπει να εξασφαλιστεί και ότι η ***k*** ιδιομορφή εμφανίζει ιδιοπερίοδο $T\text{k} \leq 0{,}20\text{sec}$.

Ενδέχεται, επίσης, ακόμη και με μεγάλο αριθμό ιδιομορφών, να μην ικανοποιείται το κριτήριο ΣMi > 0,90·M στις οριζόντιες διευθύνσεις. Αυτό συμβαίνει όταν η κατακόρυφη ταλάντωση παράγει μεγάλο αριθμό χαμηλόσυχνων ιδιομορφών. Σε τέτοιες περιπτώσεις προτείνεται να γίνει επαύξηση των σεισμικών εντατικών μεγεθών με Μ/ΣMi (βλ. παράμετρο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός»), ώστε να ληφθεί έμμεσα η υπολειπόμενη δρώσα μάζα.

9.4.7.2 Ιδιοπερίοδοι - Φασματικές επιταχύνσεις

Ιδιομορφές – Φασματικές επιταχύνσεις (M= 0)

Φασματικές επιταχύνσεις

Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος	Κατακόρυφη Συνιστώσα		Οριζόντια Συνιστώσα 0		Οριζόντια Συνιστώσα 90	
-	[sec]	[m/sec2]	[Ποσοστό g]	[m/sec2]	[Ποσοστό g]	[m/sec2]	[Ποσοστό g]
1	0.3604	1.46974	0.150	2.35440	0.240	2.35440	0.240
2	0.3167	1.67258	0.170	2.35440	0.240	2.35440	0.240
3	0.2539	2.08634	0.213	2.35440	0.240	2.35440	0.240
4	0.0982	3.53160	0.360	2.19175	0.223	2.19175	0.223
5	0.0942	3.53160	0.360	2.17928	0.222	2.17928	0.222
6	0.0876	3.53160	0.360	2.15859	0.220	2.15859	0.220
7	0.0841	3.53160	0.360	2.14739	0.219	2.14739	0.219
8	0.0819	3.53160	0.360	2.14070	0.218	2.14070	0.218
9	0.0744	3.53160	0.360	2.11712	0.216	2.11712	0.216

Δεδομένου ότι ο συντελεστής συμπεριφοράς ενδέχεται να είναι διαφορετικός για κάθε διεύθυνση σεισμού 0^{o} και 90^{o}, και επειδή το φάσμα της κατακόρυφης συνιστώσας είναι διαφορετικό από αυτό της οριζόντιας, υπολογίζονται φασματικές επιταχύνσεις σε m/sec2 και ως ποσοστό του g για κάθε διεύθυνση της

σεισμικής δράσης χωριστά. Βλ. EC8-1 §3.2.2.5. Στην περίπτωση της δυναμικής με μετατόπιση μαζών, η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε έναν από τους τέσσερις φορείς.

9.4.8 Απλοποιημένη φασματική μέθοδος - Μέθοδος της οριζόντιας δύναμης

9.4.8.1 Ιδιοπερίοδοι - Φασματικές επιταχύνσεις

EC8 (Απλοποιημένη φασματική μέθοδος)

Σεισμική φόρτιση = 1 - Κατεύθυνση = 0.0 μοίρες

Συντελεστής Ctx	=	0.0500
Συντελεστής διόρθωσης λx	=	1.0000
Υψόμετρο βάσης(Εφαρμογή σεισμικών δυνάμεων) [m]	=	0.000

Ιδιοπερίοδοι - Φασματικές επιταχύνσεις

Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος	Φασμ. επιταχύνσεις	Φασμ. επιταχύνσεις
[/]	[sec]	[m/sec2]	[Ποσοστό g]
1	0.2555	2.35440	0.240

Σεισμική φόρτιση = 2 - Κατεύθυνση = 90.0 μοίρες

Συντελεστής Ctz	=	0.0500
Συντελεστής διόρθωσης λz	=	1.0000
Υψόμετρο βάσης(Εφαρμογή σεισμικών δυνάμεων) [m]	=	0.000

Ιδιοπερίοδοι - Φασματικές επιταχύνσεις

Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος	Φασμ. επιταχύνσεις	Φασμ. επιταχύνσεις
[/]	[sec]	[m/sec2]	[Ποσοστό g]
1	0.2555	2.35440	0.240

Οι θεμελιώδεις ιδιοπερίοδοι T_{1_X} και T_{1_Z} υπολογίζονται βάσει της προτεινόμενης μεθοδολογίας της EC8-1 §4.3.3.2.2(3). Βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» -Αντισεισμικός».

$$T_1 = C_t * H^{3/4}$$

Επίσης, σε κτίρια με τουλάχιστον τρεις ορόφους και μεταφορικούς βαθμούς ελευθερίας (δηλαδή δύστρεπτο), η δύναμη του σεισμού $F_b = S_d(T_1) \cdot m$ μπορεί να μειώνεται κατά 15% με εφαρμογή του «Συντελεστή διόρθωσης λ_X ή λ_Z» (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» -Αντισεισμικός»).

9.4.9 Ελαστικός – Πλασματικός άξονας

Υπολογισμός ελαστικού πλασματικού άξονα (M= 0)

Αριθμός διαφραγμάτων	=	4
Διάφραγμα που καθορίζει τον πλασματικό άξονα	=	Στο 80% του ύψους.
Ελαστικός πραγματικός ή πλασματικός άξονας	=	ως προς κέντρο μμάζας

Εκκεντρότητες σχεδιασμού με αυξομείωση στατικής εκκεντρότητας (ΕΠ, EC8-1 §4.2.3.2(8) {ΕΑΚ §3.3.3[5], Παραρτ. ΣΤ})

Συντεταγμένες πόλου στροφής

Συντεταγμένη X	Συντεταγμένη Y	Συντεταγμένη Z
[m]	[m]	[m]
0.577E+01	0.585E+01	0.113E+02

Γωνία κύριου συστήματος α= 3.088 μοίρες

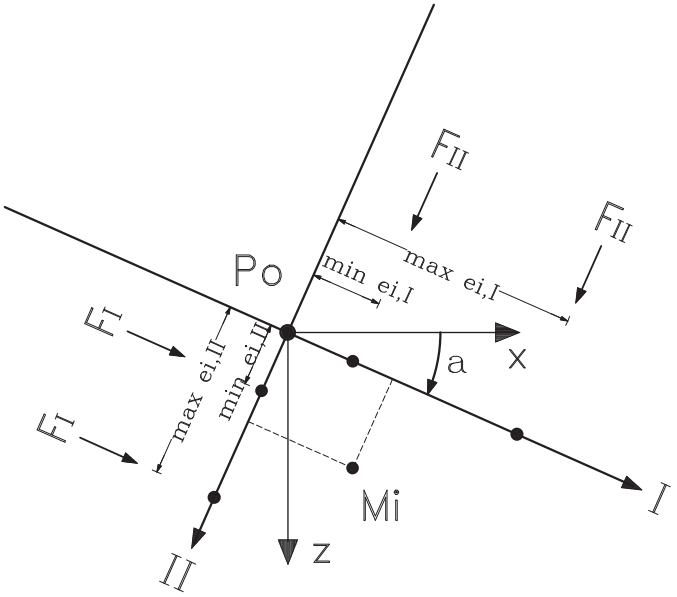
Ακτίνες δυστρεψίας και αδράνειας, στατικές εκκεντρότητες και εκκεντρότητες σχεδιασμού

Επίπεδο [/]	rI [m]	rII [m]	ls [m]	eoI [m]	eoII [m]	max eI [m]	min eI [m]	max eII [m]	min eII [m]
1	0.685E+01	0.924E+01	0.618E+01	0.642E+00	-0.471E+01	0.167E+01	-0.384E+00	-0.788E+01	-0.154E+01
2	0.689E+01	0.794E+01	0.525E+01	0.945E+00	-0.959E-01	0.211E+01	-0.217E+00	-0.677E+00	0.486E+00
3	0.689E+01	0.794E+01	0.524E+01	0.935E+00	-0.126E+00	0.209E+01	-0.222E+00	-0.723E+00	0.470E+00
4	0.689E+01	0.795E+01	0.523E+01	0.934E+00	-0.221E+00	0.209E+01	-0.222E+00	-0.866E+00	0.423E+00

Αναγράφονται οι συντεταγμένες του πλασματικού άξονα και η γωνία του κύριου συστήματος, τα οποία υπολογίζονται σύμφωνα με EC8-1 §4.2.3.2(8).

Εκτυπώνονται οι ακτίνες δυστρεψίας και αδρανείας σε κάθε επίπεδο (βλ. §9.2.2) και η πληροφορία εάν ο υπολογισμός των ακτινών δυστρεψίας πραγματοποιείται ως προς κέντρο μάζας ή ως προς κέντρο δυσκαμψίας.

Ειδικά στην περίπτωση της «**Απλοποιημένης φασματικής ανάλυσης**» παρουσιάζονται και οι εκκεντρότητες σχεδιασμού max/min eI & eII στις δυο κύριες διευθύνσεις I & II, οι οποίες προκύπτουν από τη στατική εκκεντρότητα ef & er με προσθαφαίρεση της τυχηματικής eai. Βλ. **Σχήμα 9.14**. Εφόσον έχει επιλεγεί η «Αυξομείωση της στατικής εκκεντρότητας» στο «Κτίριο» - Αντισεισμικός», ώστε να ληφθούν υπόψη οι στρεπτικές ταλαντώσεις των μη συμμετρικών κτιρίων για μεταφορική σεισμική διέγερση της βάσης, τότε τα ef & er λαμβάνονται σύμφωνα με την μεθοδολογία που περιγράφεται στο παράτημα Α του παρόντος.



Σχήμα 9.13: *Εκκεντρότητες σχεδιασμού, κύριες διευθύνσεις I και II και εκκεντρότητες σχεδιασμού e_I και e_{II}.*

9.4.10 Χωρικές επαλληλίες

```
Χωρικές επαλληλίες (M=  0)
-------------------------------------------------------------------------------------------
      Μέθοδος ανάλυσης                                          =              Δυναμική
      Μέθοδος εύρεσης μεγεθών διαστασιολόγησης                  =      Ταυτόχρονες τιμές
      Αριθμός φορτίσεων προς συνδυασμό                          =                     3

Πιθανοτικός προσδιορισμός συνδυασμού εντατικών μεγεθών
Μέθοδος: Ταυτόχρονων τιμών των μεγεθών. ( A.Gupta )
-------------------------------------------------------------------------------------------

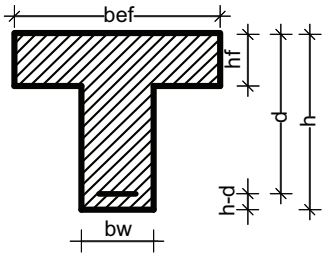
Εντατικά μεγέθη  1ου δυναμικού συνδυασμού
-------------------------------------------------------------------------------------------
(Συνδυασμός κατακόρυφης συνιστώσας και δύο οριζοντίων διευθύνσεων σεισμού)
```

Η χωρική επαλληλία των εντατικών μεγεθών, που μπορεί να προέρχονται από δύο ή τρεις διευθύνσεις σεισμικής διέγερσης, πραγματοποιείται με την μέθοδο SRSS, σύμφωνα με την EC8-1 §4.3.3.5.1(2).

Για τα κατακόρυφα μέλη τα ταυτόχρονα εντατικά μεγέθη κάθε συνδυασμού My, Mz, N προσδιορίζονται πιθανοτικά με τη μέθοδο A.Gupta. Βλ. και EC8-1 §4.3.3.5.1(2)(γ).

Οι συνδυασμοί των σεισμικών δράσεων εκτυπώνονται στα αποτελέσματα επίλυσης, εφόσον επιλέγει «αναλυτική εκτύπωση» και στους πίνακες υπολογισμού του οπλισμού κάμψης. Βλ. §9.7.3.

9.5 Αποτελέσματα όπλισης δοκών ανωδομής



Σχήμα 9.14: *Τυπική διατομή δοκού (πλακοδοκός ανωδομής)*

9.5.1 Γενικά στοιχεία δοκού

```
Δοκός 12
-------------------------------------------------------------------------------------------
Άνοιγμα 3, Όροφος 2
-------------------------------------------------------------------------------------------

Γενικά δεδομένα δοκού
-------------------------------------------------------------------------------------------
```

Κόμβοι	Αρχή: 34	Τέλος: 7	Μέλος: 218	ΣΠΕΜ = 1,00
Διατομή	Πλακοδοκός		Ανωδομής	Ακαμπτες απολήξεις
Διαστάσεις	30/50/165/23/4,7 [cm]		Μήκος lcl=4,10m	Bl=0,05m Br=0,15
Υλικά	Σκυρόδεμα: C25/30		Χάλυβας: B500C	Συνδετήρες: B500C
Κανονισμός	Πλαστιμότητα: ΚΠ Μ		Κύρια Δοκός	Ανακατανομή ροπών=ΝΑΙ

Διαστάσεις πλακοδοκού

*b*w/*h*w/*b*eff/*h*f/*d*' (σύμφωνα με το Σχήμα 9.14)

Μήκος το καθαρό μήκος ***l*cl** (ή ***l*n**) της δοκού (χωρίς τις άκαμπτες απολήξεις Bl & Br) μετρούμενο μεταξύ των στηρίξεων. Βλ. EC2-1-1 σχ. 5.4 & EC8-1 σχ. 5.1. Πρόκειται για το μήκος που υπεισέρχεται π.χ. στον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας.

Απαιτήσεις πλαστιμότητας μέλους: Κύρια δοκός / Δευτερεύουσα σεισμική δοκός (ΔΣΜ) / Δοκός Χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας (ΧΑΑΠ). Βλ. παράμετρο «Δοκό > Σκυρόδεμα > Δοκός προσομοίωσης μυκητοειδούς πλάκας».

9.5.2 Εντατικά μεγέθη

Εντατικά μεγέθη δοκού

Φόρτ [/]	w [kN/m]	Αρχή [34] M [kNm]	V [kN]	Τέλος [7] M [kNm]	V [kN]	Αξονική N [kN]	Στρέψη T [kNm]	maxM [kNm]	
Φ 1	44,44	-65,34	92,68	-68,36	-94,11	14,98	-0,59	31,30	<-- **Μόνιμα G**
Φ 2	8,72	-16,13	19,84	-9,76	-16,81	4,29	-0,11	6,27	<-- **Κινητά Q**
Φ 3	0,00	-2,87	1,27	2,48	1,27	4,25	-0,40	2,38	<-- **Κινητά A'**
Φ 4	8,72	-13,26	18,57	-12,24	-18,08	0,04	0,29	6,50	<-- **Κινητά B'**
Φ 5	47,05	-70,18	98,63	-71,29	-99,16	16,26	-0,62	33,18	<-- **G+[ψ2*Q]**
ΣΦ 1	**73,06**	**-112,41**	**154,87**	**-106,92**	**-152,26**	**26,66**	**-0,96**	**51,66**	<-- **1.35G+1.50Q**
ΣΦ 2	**59,99**	**-92,51**	**127,02**	**-88,57**	**-125,15**	**26,60**	**-1,39**	**42,02**	<-- **1.35G+1.50QA**
ΣΦ 3	73,06	-108,11	152,96	-110,64	-154,17	20,28	-0,36	52,00	<-- **1.35G+1.50QB**
ΣΣ:+x	47,05	21,98	135,49	-8,48	-62,29	43,37	-2,89	62,45	<-- **Φορέας +x, max**
ΣΣ:+x	47,05	-162,34	61,77	-134,10	-136,02	-10,85	-2,89	32,79	<-- **Φορέας +x, min**
ΣΣ:+z	47,05	29,25	138,31	-3,90	-59,47	28,22	-2,80	66,18	
ΣΣ:+z	47,05	-169,61	58,95	-138,68	-138,84	4,31	-2,80	33,67	
ΣΣ:-x	47,05	31,25	139,02	-2,91	-58,76	41,62	-2,88	67,29	
ΣΣ:-x	47,05	-171,61	58,24	-139,66	-139,55	-9,09	-2,88	33,73	
ΣΣ:-z	47,05	30,42	138,79	-3,05	-59,00	61,30	-2,93	66,75	
ΣΣ:-z	47,05	-170,78	58,47	-139,53	-139,32	-28,78	-2,93	33,91	
ΣΦ 4	53,15	-81,47	112,52	-78,12	-110,92	19,27	-0,70	37,57	<-- **1.00G + 1.00Q**
ΣΦ 5	47,05	-70,18	98,63	-71,29	-99,16	16,26	-0,62	33,18	<-- **G + [ψ2*Q]**

Εντατικά μεγέθη δοκού:

Αρχή / Τέλος

Η αρχή, το τέλος ή το άνοιγμα της δοκού

Φόρτ Ο αριθμός της φόρτισης (Φ), του σεισμικού συνδυασμού (ΣΣ) ή του συνδυασμού φορτίσεων (ΣΦ)

w Το γραμμικά κατανεμημένο φορτίο της δοκού, ανά φόρτιση ή συνδυασμό φορτίσεων στην διεύθυνση y στο τοπικό Σ.Σ. του μέλους.

V Τέμνουσα δύναμη στον κόμβο **αρχής** και στον κόμβο **τέλους** y στο τοπικό Σ.Σ. του μέλους.

M Ροπή στον κόμβο **αρχής** και στον κόμβο **τέλους** περί τον άξονα z (τοπικό Σ.Σ.)

N Αξονική δύναμη.

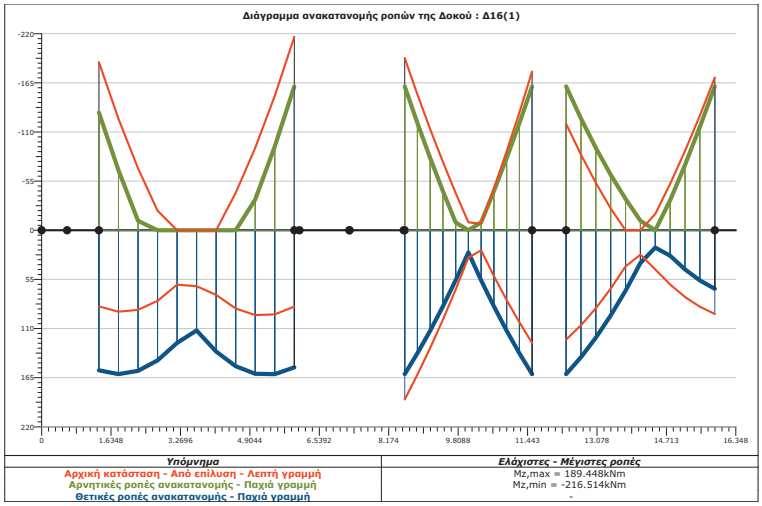
T Στρέψη

maxM Αναπτυσσόμενη μέγιστη ροπή του ανοίγματος

Παρατηρήσεις:

- Τα εντατικά μεγέθη αρχής και τέλους της δοκού παρουσιάζονται στο άκρο της άκαμπτης απόληξης. Η θέση αυτή ταυτίζεται με την παρειά της στήριξης μόνο όταν ο συντελεστής άκαμπτης απόληξης είναι zi=1,0. Βλ. παράμετρο «Άκαμπτες απολήξεις» στην «Δοκό» – «Στατικά».
- Τα εντατικά μεγέθη των σεισμικών συνδυασμών ενσωματώνουν:
  - Επαύξηση με τον Συντελεστή Προσαύξησης Εντατικών Μεγεθών ΣΠΕΜ ή η_b. Βλ. παράμετρο στην «Δοκό» - «Στατικά»,
  - Τυχόν μεγέθυνση λόγω φαινομένων 2ας τάξης (βλ. §9.2.4 & EC8-1 §4.4.2.2(3)),
  - Πολλαπλασιασμό με τον συντελεστή συμπεριφοράς q στις Δευτερεύουσες Σεισμικές Δοκούς. Βλ. §4.2.2(1)Α.

9.5.3 Ανακατανομή ροπών



Σχήμα 9.15: *Διάγραμμα περιβάλλουσας ροπών πριν και μετά την ανακατανομή.*

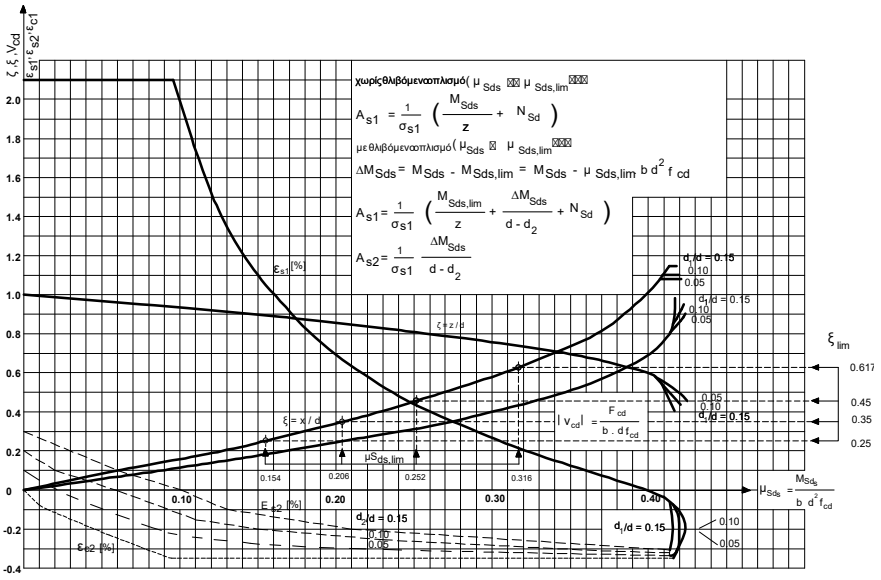
Ανακατανομή ροπών

Φόρτ. [/]	Κόμβ [/]	θέση [m]	Μαρχικ. [kNm]	Μανακ. [kNm]	δ [/]	ξ (max) [/]	x (max) [m]
ΣΣ:+x	0	0,00	145,68	157,81			
ΣΣ:+x	2	0,30	-185,25	-158,10	0,85	0,33	0,15
ΣΣ:+x	0	4,40	134,29	158,10			
ΣΣ:+x	1	0,30	-191,85	-158,10	0,82	0,31	0,14
ΣΣ:+z	0	0,00	136,59	157,81			
ΣΣ:+z	2	0,30	-176,64	-158,10	0,90	0,36	0,16
ΣΣ:+z	0	4,40	125,68	158,10			
ΣΣ:+z	1	0,30	-182,76	-158,10	0,87	0,34	0,15
ΣΣ:-x	0	0,00	146,16	157,81			
ΣΣ:-x	1	0,30	146,16	157,81	1,08		
ΣΣ:-x	2	0,30	-185,69	-158,10	0,85	0,33	0,15
ΣΣ:-x	0	4,40	134,73	158,10			
ΣΣ:-x	1	0,30	-192,33	-158,10	0,82	0,31	0,14
ΣΣ:-x	2	0,30	134,73	158,10	1,17		
ΣΣ:-z	0	0,00	126,68	157,81			
ΣΣ:-z	2	0,30	-167,26	-158,10	0,95	0,40	0,18
ΣΣ:-z	0	4,40	116,30	158,10			
ΣΣ:-z	1	0,30	-172,85	-158,10	0,91	0,38	0,17

Για κάθε θέση διαστασιολόγησης και κάθε φόρτιση παρουσιάζεται η αρχική ροπή M_{Ed} και η ροπή σχεδιασμού μετά την ανακατανομή $\delta \cdot M_{Ed}$, όπου $\boldsymbol{\delta}$ το ποσοστό ανακατανομής, καθώς και το βάθος της θλιβόμενης ζώνης $\boldsymbol{x}_U$. Τα x_u και δ συσχετίζονται σύμφωνα με Ε.Π. ΕC2-1-1 (5.10):

$$\delta > 0.44 + \frac{1.25 x_u}{d}$$

όπου δ ≥ 0,7 το ελάχιστο ποσοστό της ανακατανομής. Βλ. «Δοκό > Σκυρόδεμα > Συντ. ανακατανομής δ αρχής και τέλους» και «Κτίριο > Σκυρόδεμα > Ανακατανομή ροπών δοκών».



Σχήμα 9.16: *Το γενικό διάγραμμα CEB για κάμψη ορθογωνικής διατομής από οπλισμένο σκυρόδεμα*

9.5.4 Οπλισμοί κάμψης δοκού

Τυπώνονται τα αποτελέσματα των ελέγχων που γίνονται στις **κρίσιμες** διατομές, απ' όπου, δηλαδή, προκύπτει ο δυσμενέστερος οπλισμός. Βάσει του δυσμενέστερου ελέγχου, οπλίζεται η διατομή.

Οπλισμοί κάμψης

Φορτ [/]	Κόμβ [/]	Θέση [m]	MEd [kNm]	NEd [kN]	As1_ca [cm²]	As2_ca [cm²]	As_sl [cm²]	x [m]	As1_rq [cm²]	As2_rq [cm²]	ρ1_rq [%]	E [/]	
ΣΦ 1	0	2,05	51,66	26,66	2,98	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΦ 1	34	0,00	-108,56	26,66	6,21	0,00	0,00	0,07	6,21	3,11	0,457	2	
ΣΦ 1	7	0,00	-95,71	26,66	5,47	0,00	2,87	0,06	4,10	3,49	0,302	2	π
ΣΦ 2	0	2,05	42,02	26,60	2,48	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΦ 2	34	0,00	-89,35	26,60	5,11	0,00	0,00	0,06	5,11	3,08	0,376	2	
ΣΦ 2	7	0,00	-79,35	26,60	4,55	0,00	2,87	0,05	3,48	3,18	0,256	2	π
ΣΦ 3	0	2,05	52,00	20,28	2,92	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΦ 3	34	0,00	-104,30	20,28	5,89	0,00	0,00	0,07	5,89	3,08	0,434	2	
ΣΦ 3	7	0,00	-99,29	20,28	5,61	0,00	2,87	0,07	4,20	3,54	0,309	2	π
ΣΣ:+x	0	1,23	62,45	43,37	3,75	0,00	0,00	0,02	3,75	3,08	0,276	2	
ΣΣ:+x	0	1,23	62,45	0,00	3,21	0,00	0,00	0,02	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΣ:+x	0	2,87	32,79	43,37	2,22	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΣ:+x	0	2,87	32,79	0,00	1,68	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΣ:+x	34	0,00	23,51	43,37	1,75	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΣ:+x	34	0,00	23,51	0,00	1,20	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΣ:+x	34	0,00	-158,97	43,37	9,45	0,00	0,00	0,11	9,45	4,73	0,696	2	
ΣΣ:+x	34	0,00	-158,97	0,00	9,02	0,00	0,00	0,11	9,02	4,51	0,663	2	
ΣΣ:+x	7	0,00	-124,03	43,37	7,31	0,00	2,87	0,08	5,48	4,18	0,403	2	π
ΣΣ:+x	7	0,00	-124,03	0,00	6,84	0,00	2,87	0,09	5,13	4,00	0,378	2	π
ΣΣ:+x	7	0,00	-3,94	43,37	0,72	0,28	2,87	0,00	3,48	3,45	0,256	3	
ΣΣ:+x	7	0,00	-3,94	0,00	0,20	0,00	2,87	0,01	3,48	3,18	0,256	2	

(επαναλαμβάνεται η εκτύπωση για τους υπόλοιπους φορείς -x, +z, -z)

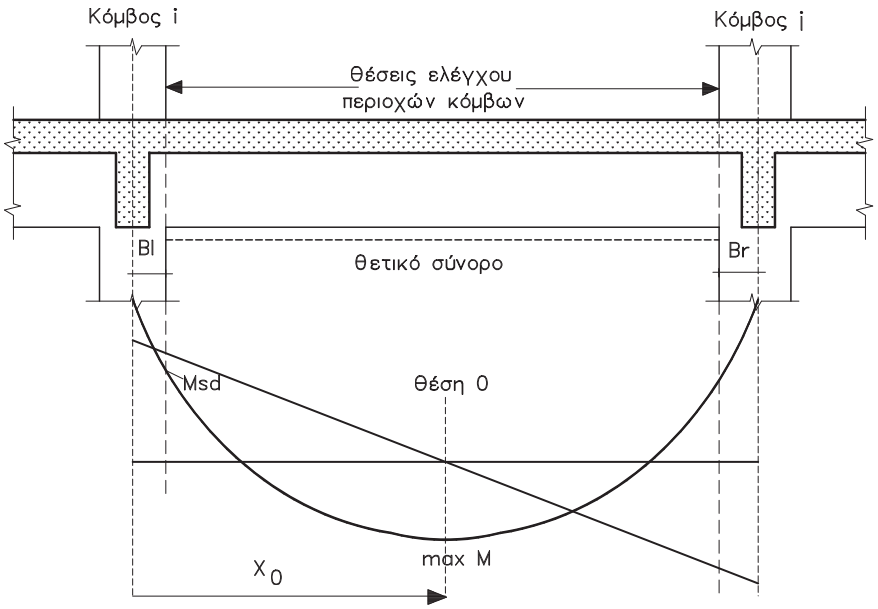
Μέγιστα οπλισμών ροπών κάμψης

Φορτ [/]	Κόμβ [/]	Θέση [m]	MEd [kNm]	NEd [kN]	As1_ca [cm²]	As2_ca [cm²]	As_sl [cm²]	x [m]	As1_rq [cm²]	As2_rq [cm²]	ρ1_rq [%]	E [/]	
ΣΣ:-z	34	0,00	-167,32	61,30	10,16	0,00	0,00	0,11	10,16	5,08	0,748	2	
ΣΣ:-z	34	0,00	-167,32	61,30	10,16	0,00	0,00	0,11	10,16	5,08	0,748	2	
ΣΣ:+x	0	2,87	32,79	43,37	2,22	0,00	0,00	0,01	3,48	3,08	0,256	2	
ΣΣ:-z	0	1,23	66,75	61,30	4,20	0,00	0,00	0,02	4,20	3,08	0,309	2	
ΣΣ:-z	7	0,00	-129,21	61,30	7,81	0,00	2,87	0,08	5,86	4,37	0,431	2	π
ΣΣ:-z	7	0,00	-129,21	61,30	7,81	0,00	2,87	0,08	5,86	4,37	0,431	2	π

Φόρτ Ο αριθμός συνδυασμού σεισμικών δράσεων (ΣΣ) και στατικών (ΣΦ), για τις οποίες ζητείται έλεγχος στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας. Βλ. πίν. 816 του προγράμματος.

Κόμβ. Αποτελέσματα σε: κόμβο αρχής ή τέλους ή στον κόμβο «0» με τον οποίο δηλώνεται η θέση μέγιστης ροπής στο άνοιγμα M_{max}.

Θέση Η απόσταση από τον κόμβο αρχής, όπου γίνεται ο έλεγχος. Για το άνοιγμα (κόμβος 0) η θέση της μέγιστης ροπής.



Σχήμα 9.17: *Θέσεις ελέγχου κάμψης δοκού.*

MEd, NEd

Τα ορθά εντατικά μεγέθη σχεδιασμού ροπής και αξονικής. Η ροπή λαμβάνεται στην παρειά της στήριξης (θέση = 0.00m). Βλ. EC2-1-1 §5.3.2.2(3).

Η αξονική δύναμη είναι δυνατόν να επιλεγεί από τον μελετητή, εάν θα ληφθεί υπόψη στη διαστασιολόγηση της δοκού μέσω της παραμέτρου «Ικανοτικός σχεδιασμός δοκών σε διάτμηση

Αξονική δύναμη στη διαστασιολόγηση δοκού» στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός» & στη «Δοκό» - «Σκυρόδεμα».

As1_ca & As2_ca

Ο υπολογιζόμενος εφελκυόμενος και θλιβόμενος οπλισμός για την ισορροπία της διατομής.

Σε φορτίσεις, όπου προέχει ο εφελκυσμός ή η θλίψη (βλ. εκκεντρότητα **E**), ενδέχεται ο οπλισμός του άνω και κάτω πέλματος να βρίσκονται ταυτόχρονα σε εφελκυσμό ή θλίψη.

x Η θέση της ουδέτερης γραμμής (απόσταση από το θλιβόμενο πέλμα), όπως προκύπτει από την ισορροπία της διατομής με τον υπολογιζόμενο οπλισμό ***As1_ca*** και ***As2_ca*** και τα εντατικά μεγέθη του συνδυασμού.

As_sl ο τοποθετημένος οπλισμός της πλάκας, ο οποίος είναι παράλληλος με τη δοκό και βρίσκεται μέσα στο συνεργαζόμενο πλάτος beff που ισούται με 2·hf για ακραίες στηρίξεις δοκών και 4·hf για μεσαίες στηρίξεις, όπως καθορίζεται στην §5.4.3.1.1(3) του EC8-1.

Ο συνεργαζόμενος οπλισμός πλάκας ***As_sl***:

- Προσμετράται στον οπλισμό της δοκού (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός» & «Δοκός» - «Σκυρόδεμα»). Πρακτικά, ο οπλισμός αυτός αφαιρείται από τον εφελκυόμενο υπολογιζόμενο **As1_ca**, ώστε να προκύψει ο απαιτούμενος **As1_rq**. Το ποσό, βέβαια, που τελικά αφαιρείται περιορίζεται από την παράμετρο «Μέγιστος συνεργαζόμενος οπλισμός πλάκας» στο «Κτίριο» και στην «Δοκό» - «Σκυρόδεμα».
- Υπεισέρχεται στους ελέγχους πλαστιμότητας (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός» & «Δοκός» - «Σκυρόδεμα») π.χ. στον καθορισμό του απαιτούμενου θλιβόμενου οπλισμού ***As2_rq*** (βλ. επόμενα) και στη διαμόρφωση της ροπής αντοχής της δοκού (βλ. EC8-1 §5.2.3.3(3).

As1_rq **και** $\rho_{1_rq} = A_{s1_rq}/(b_w \cdot d)$

Ο απαιτούμενος **εφελκυόμενος οπλισμός** λαμβάνοντας υπόψη τον υπολογιζόμενο ***As1,ca***, τον συνεργαζόμενο οπλισμό πλάκας ***As_sl*** (βλ. προηγούμενα) και τις διατάξεις των κανονισμών σχετικά με το ελάχιστο ποσοστό οπλισμού:

	f_{ck}	C16	C20	C25	C30	C35
EC8-1 (5.12) *Κύριες δοκοί*	$0,5 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right)$	0.19%	0.22%	0.26%	0.29%	0.32%
EC2-1-1 (9.1) *Δοκοί ΧΑΑΠ & ΔΣΜ*	$max\{0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} ;0,0013\}$	0,13%	0,13%	0,13%	0,15%	0,17%

Πίνακας 9.2: *Ελάχιστο ποσοστό οπλισμού βάσει του EC8 και του EC2.*

Επιπλέον απαίτηση για κύριες δοκούς ΚΠ Υ: 2Φ14 σε όλο το μήκος. Βλ. EC8-1 §5.5.3.1.3(5)A(b).

As2_rq Ο απαιτούμενος **θλιβόμενος οπλισμός**, ο οποίος προκύπτει βάσει του υπολογιζόμενου $A_{s2,ca}$ για την ισορροπία της διατομής. Εν τούτοις, στις κρίσιμες περιοχές κύριων δοκών καθοριστικοί στον υπολογισμό του

As2,rq αποδεικνύονται οι έλεγχοι **εξασφάλισης τοπικής πλαστιμότητας**. Βλ. ΕC8-1 ΚΠ Μ §5.4.3.1.2 & ΚΠ Υ §5.5.3.1.3:

– Ο εφελκυόμενος οπλισμός $\rho 1_rq$ πρέπει να είναι μικρότερος από τον μέγιστο ρmax, (βλ σχέση (5.11)). Η σχέση αυτή για δεδομένο τον $\rho 1_rq$ μετασχηματίζεται, ώστε να προκύψει ο απαιτούμενος θλιβόμενος $\rho 2_rq$:

$$\rho_{2_rq} = \rho_{1_rq} - \frac{0{,}0018}{\mu_\phi \varepsilon_{sy,d}} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

– Ο οπλισμός στη θλιβόμενη ζώνη $As2_rq$ θα πρέπει να υπερβαίνει το άθροισμα του μισού τοποθετημένου εφελκυόμενου οπλισμού $As1_rq$ και του θλιβόμενου οπλισμού $As2_ca$ που απαιτείται για την ισορροπία της διατομής στην ΟΚΑ.

$$As2_rq = ½ \cdot As1_rq + As2_ca$$

Παρατηρήσεις σχετικά με το As2_rq:

- Τα ποσοστά οπλισμού **ρ**, που υπεισέρχονται στους παραπάνω ελέγχους είναι ανηγμένα στο πάχος του θλιβόμενου πέλματος της δοκού (bw ή $b$eff), όπως αυτό προκύπτει βάσει της φοράς της ροπής.
- Στην διαδικασία υπολογισμού του απαιτούμενου θλιβόμενου οπλισμού $As2_rq$ υπεισέρχεται και ο τυχόν συνεργαζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός της πλάκας ***A*s_sl**. Βλ. προηγούμενα και παράμετρο «Σίδερα πλακών στους ελέγχους πλαστιμότητας» σε «Κτίριο και Δοκό > Σκυρόδεμα».
- Σε περιπτώσεις σημαντικού συνεργαζόμενου οπλισμού πλάκας ***A*s_sl** ή/και μεγάλης απαίτησης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων μφ (βλ. §9.2.3) ενδέχεται, προκειμένου να εξασφαλιστεί $\rho 1_rq \le \rho max$, ο **θλιβόμενος** οπλισμός ***A*s2_rq** να προκύπτει ακόμη και σημαντικά **μεγαλύτερος από τον εφελκυόμενο *A*s1_rq**.

Την τελική τιμή των ***A*s1_rq** και ***A*s2_rq** συνδιαμορφώνει ο ελάχιστος οπλισμός, όπως δίδεται από τον μελετητή (αριθμός ράβδων και διάμετροι). Βλ. παραμέτρους στο «Κτίριο» και στη «Δοκό» - «Οπλισμός».

Οι έλεγχοι τοπικής πλαστιμότητας στις κρίσιμες περιοχές κύριων δοκών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για κάθε δοκοσειρά στην §9.5.12.

Ε Η τιμή βάσει του είδους της καταπόνησης και της εκκεντρότητας της φόρτισης. Λαμβάνει τιμές 1 ως 5, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Ε	**Εκκεντρότητα**	**Είδος καταπόνησης**	**Εντατική περιοχή**
1	Μικρή	Προέχουσα θλίψη	
2	Μέση	Θλίψη	5
3	Μεγάλη	Προέχουσα κάμψη	2, 3, 4, 4α

4	Μικρή	Προέχων εφελκυσμός	1
5	Μεγάλη	Εφελκυσμός	

Σημείωση

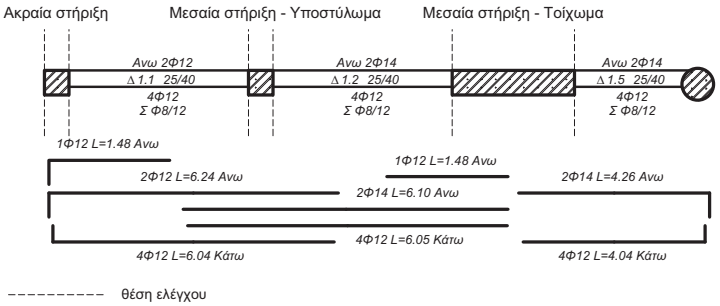
Σύμβολα στη δεξιά στήλη:

Μ: η ροπή προέκυψε από τον έλεγχο της Μονόπακτης. Βλ. παράμετρο στο «Κτίριο, Δοκό > Σκυρόδεμα > Έλεγχος ροπής ανοίγματος με τη ροπή της μονοπάκτου»

Σ: η ροπή προέκυψε από τον έλεγχο της Αμφίπακτης. Βλ. παράμετρο στη «Δοκό > Σκυρόδεμα > Έλεγχος ροπής στήριξης με το 65% της ροπής της αμφιπάκτου»

Π: προσμετρήθηκε και ο συνεργαζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός πλάκας A_{s_sl} στον οπλισμό της δοκού. Βλ. προηγούμενα και παράμετρο «Κτίριο, Δοκός > Σκυρόδεμα > Σίδερα πλακών στους ελέγχους πλαστιμότητας».

9.5.5 Οπλισμοί δοκού στον ξυλότυπο



Σχήμα 9.18: *Διάταξη και αγκύρωση οπλισμού σε ενδιάμεσες και ακραίες στηρίξεις υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων* .

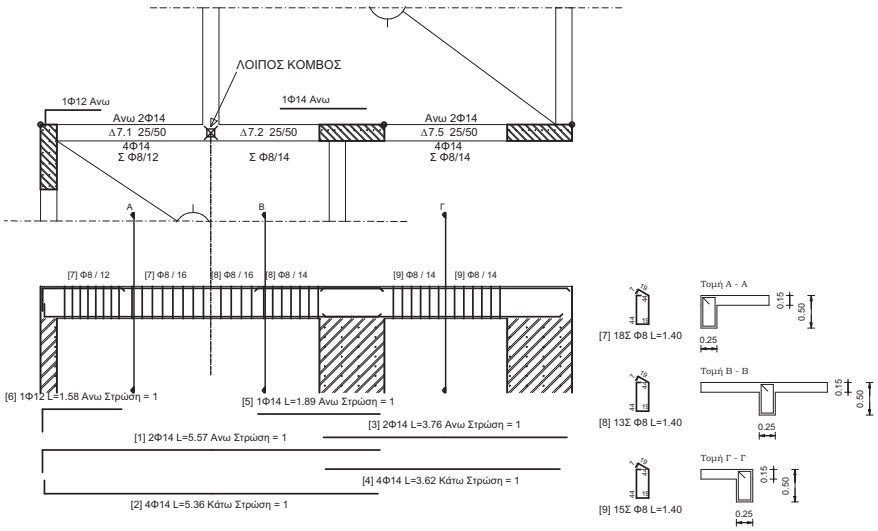
Για τον υπολογισμό της συνέχειας του διαμήκους οπλισμού κατά μήκος μιας δοκοσειράς το πρόγραμμα ακολουθεί ορισμένους απλούς κανόνες, οι οποίοι συνοψίζονται ως ακολούθως:

- **Ενδιάμεσες στηρίξεις**:
  - Υποστυλώματα: Τα άνω και κάτω σίδερα των εκατέρωθεν ανοιγμάτων περνάνε στο διπλανό άνοιγμα και άρα συνυπολογίζονται στον υπολογισμό του πρόσθετου οπλισμού στήριξης.
  - Τοιχώματα: Τα άνω και κάτω σίδερα των εκατέρωθεν ανοιγμάτων αγκυρώνονται μέσα στο τοίχωμα με τα απαραίτητα μήκη αγκύρωση.

- **Ακραίες στηρίξεις:**
  - Τα σίδερα τερματίζονται στις ακραίες στηρίξεις με το απαραίτητο μήκος αγκύρωσης.

    Συχνά, σε περιπτώσεις που κάποιο άνοιγμα έχει **κατατμηθεί** σε επιμέρους δοκούς, ενώ αποτελεί ενιαία δοκό για διαστασιολόγηση, η περιγραφή του διαμήκους οπλισμού εμφανίζεται μόνο στο πρώτο άνοιγμα (βλ. Σχήμα 9.19). Όπως φαίνεται και από το ανάπτυγμα, ο οπλισμός διατρέχει όλο το μήκος της κατατμημένης δοκού.

Για περισσότερες πληροφορίες, ελέγξτε το Τεύχος και το ανάπτυγμα της δοκού.



Σχήμα 9.19: *Περιγραφή οπλισμού δοκοσειράς στην κάτοψη και ισοδύναμο ανάπτυγμα.*

9.5.6 Έλεγχοι λειτουργικότητας

9.5.6.1 Περιορισμός τάσεων Χάλυβα & Σκυροδέματος

```
Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας:   Περιορισμός Τάσεων [EC2-1-1 §7.2]
 Φορτ.  Κόμβ   MEd   NEd  As1_pr As2_pr  σc   < σc_max  σs    < σs_max Προσθ.1 Προσθ.2
 [/]     [/]  [kNm]  [kN] [cm²]  [cm²]  [MPa]   [MPa]  [MPa]    [MPa]    [/]     [/]
 ΣΦ 4     0    36,43  3,40  4,02   3,08   2,5  <  15,0  213,2 < 400,0
 ΣΦ 4    27  -113,00  3,40 10,71   5,56   5,1  <  15,0  253,4 < 400,0
```

Φόρτ. ο αριθμός του συνδυασμού στατικών φορτίσεων (ΣΦ), για τον οποίο ζητείται στον Πίν. 816 του προγράμματος έλεγχος περιορισμού τάσης. Εν γένει ο χαρακτηριστικός συνδυασμός (π.χ. G+Q). Βλ. EC2-1-1 §7.2(2) & (5) και EC0 §6.5.3.

MEd, NEd

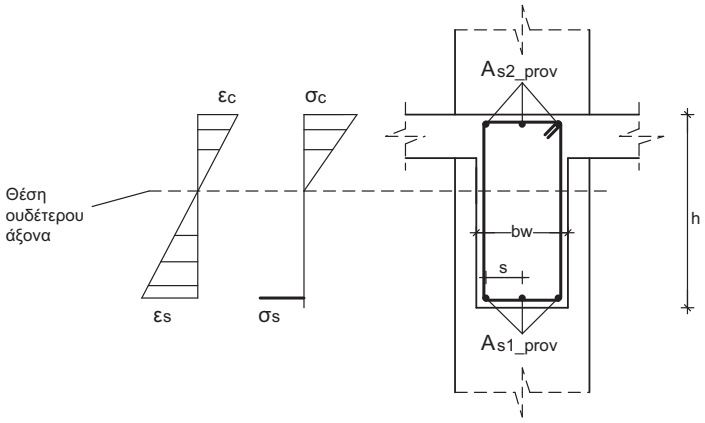
τα ορθά εντατικά μεγέθη σχεδιασμού ροπής και αξονικής.

Η αξονική δύναμη είναι δυνατόν να επιλεγεί από τον μελετητή εάν θα ληφθεί υπόψη στους ελέγχους της δοκού μέσω της παραμέτρου «Αξονική δύναμη στη διαστασιολόγηση δοκού» στο «Κτίριο» & στη «Δοκό» - «Σκυρόδεμα».

As1_pr, As2_pr

ο εφαρμοζόμενος εφελκυόμενος και θλιβόμενος οπλισμός με τον οποίο καλύπτονται ο απαιτήσεις ***As1_rq, As2_rq*** του ελέγχου σε κάμψη στην Ο.Κ.Α., ο οποίος προηγείται (βλ. §9.5.4).

σs & σc η αναπτυσσόμενη τάση του χάλυβα και του σκυροδέματος υπό την επίδραση της ροπής *M*Ed και για δεδομένο οπλισμό *A*s_prov, με παραδοχή τριγωνικής κατανομής τάσεων.



Σχήμα 9.20: *Διαγράμματα παραμορφώσεων και τάσεων ρηγματωμένης διατομής υπό τα φορτία στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.*

Έλεγχος:

$\sigma_c \le \sigma_{c,\varepsilon\pi} = k1 \cdot f_{ck} = 0{,}6 \cdot f_{ck}$ ..... EC2-1-1 §7.2(2)

$\sigma_s \le \sigma_{s,\varepsilon\pi} = k3 \cdot f_{yk} = 0{,}8 \cdot f_{yk}$ ..... EC2-1-1 §7.2(5)

Προσθ.1 / Προσθ.2

Εφόσον δεν τηρούνται οι παραπάνω ανισότητες, προστίθεται επιπλέον εφελκυόμενος ή/και θλιβόμενος οπλισμός αντίστοιχα, ώστε να προκύψει αποδεκτή τάση. Οι αναγραφόμενες τιμές των τάσεων έχουν υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη και τον πρόσθετο οπλισμό.

Βλ. «Κτίριο / Δοκό >Σκυρόδεμα > Έλεγχος τάσεων χάλυβα & σκυροδέματος*»*

9.5.6.2 Έλεγχοι ρηγμάτωσης δοκού

Φόρτ ο αριθμός του συνδυασμού στατικών φορτίσεων (ΣΦ) για τον οποίο ζητείται στον Πίν. 816 του προγράμματος έλεγχος ρηγμάτωσης. Εν γένει, τα οιονεί μόνιμα φορτία (π.χ. G+ψ2·Q). Βλ. EC2-1-1 πιν. 7.1 & EC0 §6.5.3.

MEd, NEd, As1_pr, As2_pr, σs

βλέπε έλεγχο περιορισμού τάσεων §9.5.6.1.

Απλοποιημένος έλεγχος & Υπολογισμός εύρους ρωγμής

Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας:Περιορισμός Ρηγμάτωσης-wk < 0,30/0,30 [EC2-1-1 §7.3]

Φορτ. [/]	Κόμβ [/]	Msd [kNm]	Nsd [kN]	As1_pr [cm²]	As2_pr [cm²]	Φeq [mm]	As1min [cm²]	sm [mm]	σs [MPa]	σs_max [MPa]	wk [mm]	Προσθ.1 [/]	Προσθ.2 [/]
ΣΦ 5	0	28,21	2,11	4,02	3,08	16	2,72	158	164,7	273,6	0,18		
ΣΦ 5	27	-85,85	2,11	10,71	5,56	17	1,01	39	192,4	368,8	0,19		

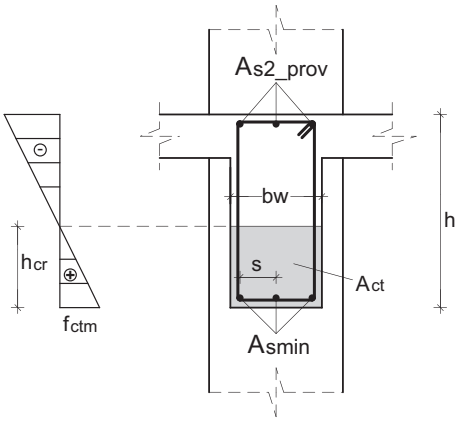
Φeqη ισοδύναμη διάμετρος όταν χρησιμοποιείται ποικιλία διαμέτρων. Βλ. EC2-1-1 (7.12).

Sm η μέση απόσταση των ράβδων του τοποθετημένου εφελκυόμενου οπλισμού ***As1_pr***.

Asmin Ο ελάχιστος οπλισμός προκειμένου να αποφευχθεί ψαθυρή αστοχία της διατομής, ο οποίος υπολογίζεται σύμφωνα με την EC2-1-1 §7.3.2 & (7.1):

$$A_{s,min}\cdot\sigma_s = k_c\cdot k\cdot f_{ctm}\cdot A_{ct}$$

Όπου για τη σχέση αυτή, η τάση του χάλυβα σ_s προσδιορίζεται βάσει των Πινάκων 7.2 & 7.3 του EC2-1-1 για τη δεδομένη διάμετρο οπλισμού ***Φeq*** ή απόσταση ράβδων ***Sm*** αντίστοιχα.



Σχήμα 9.21: *Διάγραμμα τάσεων αμέσως πριν την ρηγμάτωση. Με διαγράμμιση φαίνεται η εφελκυόμενη ζώνη.*

Απλοποιημένος έλεγχος [EC2-1-1 §7.3.3]

σs,max Η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση του χάλυβα, η οποία προκύπτει:

- είτε βάσει της ισοδύναμης διαμέτρου ***Φeq*** (=*Φ*s → *Φ*s*) από τον Πίνακα EC2-1-1 7.2.
- είτε βάσει της απόστασης των ράβδων οπλισμού ***S*m** από τον Πίνακα EC2-1-1 7.3.

επιλέγεται η μεγαλύτερη **σs,max** που προκύπτει από τις δύο παραπάνω θεωρήσεις. Βλ. EC2-1-1 §7.3.3(2).

Υπολογισμός εύρους ρωγμής [EC2-1-1 §7.3.4]

***W*k** Το εύρος ρωγμής, το οποίο εξάγεται από τις σχέσεις EC2-1-1 (7.8), (7.9) & (7.11) βάσει της αναπτυσσόμενης τάσης χάλυβα **σs** και του ποσοστού οπλισμού $\rho_{p,eff} = A_{s1,prov}/A_{c,eff}$:

$$w_k = s_{r,max} \cdot \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}\left(1 + \alpha_e \rho_{p,eff}\right)}{E_s} \geq 0{,}6\frac{\sigma_s}{E_s}$$

Το ***w*k** συγκρίνεται από το πρόγραμμα με τις τιμές των *w*max που δίδονται στις σχετικές παραμέτρους για άνοιγμα ή στήριξη στο «Κτίριο» & «Όροφο» - «Σκυρόδεμα». Βλ. και Πιν. 7.1 του EC2-1-1.

Προσθ.1 / Προσθ.2

ο τυχόν πρόσθετος εφελκυόμενος και θλιβόμενος οπλισμός, ώστε να προκύψει, είτε $\sigma_s \leq \sigma_{s,max}$, είτε $w_k \leq w_{max}$.

Αυτόματος έλεγχος

Για ύψος δοκού ***h*** μεγαλύτερο από 20cm διενεργείται ο απλοποιημένος έλεγχος, ενώ υπολογίζεται και το εύρος ρωγμής (EC2-1-1 §7.3.3 & §7.3.4). Η διατομή θεωρείται επαρκής έναντι ρηγμάτωσης εάν ικανοποιείται τουλάχιστον ένας από τους δύο αυτούς ελέγχους. Στο τεύχος τυπώνεται τόσο το $\sigma_{s,max}$, όσο και το w_k.

9.5.7 Έλεγχος βέλους δοκού

```
Ο.Κ. Λειτουργικότητας:  Συνθήκη απαλλαγής αναλυτικού υπολογισμού βέλους [EC2-1-1§4.4]
leff    d     K    Θέση   ρ0    ρ1_ca ρ2_ca l/d  < (l/d)lim
 [m]    [m]   [/]   [/]    [%]    [%]   [%]  [/]       [/]
 4,50  0,45  1,00    0    0,500  0,309 0,000 9,9 <    34,0
```

Ελέγχεται η **συνθήκη απαλλαγής από τον αναλυτικό υπολογισμό του βέλους,** η οποία περιγράφεται στην EC2-1-1 §7.4.2. Ο έλεγχος συνίσταται στη σύγκριση του λόγου μήκους προς στατικό ύψος της δοκού l_{eff}/d με το όριο $(l/d)_{\text{lim}}$, που υπολογίζεται βάσει της EC2-1-1 (7.16):

$$\frac{l}{d}\text{lim} = \frac{A_{s1,prov}}{A_{s1,ca}} \cdot \frac{500}{f_{yk}} K \left[11 + 1{,}5\sqrt{f_{ck}}\frac{\rho_0}{\rho} + 3{,}2\sqrt{f_{ck}}\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)^{3/2} \right] \qquad \text{όταν } \rho < \rho_0$$

$$\frac{l}{d}\text{lim} = \frac{A_{s1,prov}}{A_{s1,ca}} \cdot \frac{500}{f_{yk}} K \left[11 + 1{,}5\sqrt{f_{ck}}\frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12}\sqrt{f_{ck}}\sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \qquad \text{όταν } \rho \geq \rho_0$$

όπου

l_{eff} Το μήκος της δοκού (βλ. EC2-1-1 §5.3.2.2).

d Το στατικό ύψος της δοκού: $d = h - d'$

ρ_0 Το ποσοστό οπλισμού αναφοράς = $\sqrt{f_{ck}}\ 10^{-3}$

$\rho = \rho_{1_ca} = A_{s1,ca}/(b \cdot d)$ και ***$\rho' = \rho_{2_ca} = A_{s2,ca}/(b \cdot d)$***

Το υπολογιζόμενο ποσοστό εφελκυόμενου και θλιβόμενου οπλισμού για την παραλαβή της ροπής λόγω φορτίων σχεδιασμού στο άνοιγμα (ή σε στηρίξεις για προβόλους). Βλ. «Οπλισμοί κάμψης δοκού» §9.5.4 του παρόντος.

$A_{s1,pr}$ Ο εφαρμοζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός στο άνοιγμα (ή σε στηρίξεις για προβόλους), με τον οποίο καλύπτεται ο απαιτούμενος ***$A_{s1,rq}$***.

K Συντελεστής που εξαρτάται από το στατικό σύστημα (Πιθανές τιμές του K στον Πίνακα 7.4N του EC2). Βλ. και Σχήμα 9.8.

Στατικό σύστημα	K
Αμφιέρειστη δοκός	1,0
Ακραίο άνοιγμα συνεχούς δοκού	1,3
Μεσαίο άνοιγμα συνεχούς δοκού	1,5
Πρόβολος	0,4

Πίνακας 9.3: *Τιμές του συντελεστή **K** ανάλογα με τον τύπο στατικού συστήματος.*

Θεωρήσεις:

Το όριο $(l/d)_{\lim}$ που υπολογίζεται με τις παραπάνω εκφράσεις τροποποιείται από το πρόγραμμα ως εξής:

- Αυξάνεται με τον λόγο του εφαρμοζόμενου οπλισμού $A_{s1,prov}$ προς τον υπολογιζόμενο $A_{s1,ca}$ στην ΟΚΑ.
- Απομειώνεται κατά 20% όταν το πλάτος της πλακοδοκού b_{eff} υπερβαίνει το τριπλάσιο του πάχος b_w του κορμού. Βλ. EC2-1-1 §7.4.2(2).
- Γίνεται θεώρηση ότι οι εξεταζόμενες δοκοί φέρουν **ευαίσθητα διαχωριστικά** (π.χ. τοιχοπληρώσεις) και επομένως όταν το μήκος l_{eff} της δοκού υπερβαίνει τα 7m, τότε το όριο $(l/d)_{\lim}$ απομειώνεται με το λόγο $7/l_{eff}$.

Παρατήρηση

Μη ικανοποίηση του κριτηρίου απαλλαγής *ενδεχομένως* αντιμετωπίζεται κατασκευαστικά με ανύψωση του ξυλότυπου. Αυτή η λύση προτείνεται σε περιπτώσεις, όπου η υπέρβαση του ορίου δεν είναι μεγάλη, ενώ η υπερύψωση δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $l/250$. Βλ. EC2-1-1 §7.4.1(4).

Βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» & «Δοκό» -«Σκυρόδεμα».

9.5.8 Οπλισμοί διάτμησης δοκού

Τυπώνονται τα αποτελέσματα του ελέγχου σε κάθε κρίσιμη διατομή και ο τελικός απαιτούμενος οπλισμός διάτμησης.

Οπλισμοί διάτμησης και στρέχψης

Φορτ [/]	Κόμβ [/]	Θέση [m]	VEdmax [kN]	ζ [/]	TEd [kNm]	VRdmax [kN]	Θέση [m]	VEd [kN]	VRdc [kN]	cotθ [/]	Συνδετήρες τμ.[mm/cm]	As45 [cm²]	As1 [cm²]
ΣΦ 1	34	0,00	154,87	1,00	-0,96	550,40	0,45	120,94	47,45	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΦ 1	7	0,00	-152,26	1,00	-0,96	550,40	0,45	-118,33	47,45	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΦ 2	34	0,00	127,02	1,00	-1,39	550,40	0,45	99,16	47,46	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΦ 2	7	0,00	-125,15	1,00	-1,39	550,40	0,45	-97,29	47,46	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΦ 3	34	0,00	152,96	1,00	-0,36	550,40	0,45	119,03	48,31	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΦ 3	7	0,00	-154,17	1,00	-0,36	550,40	0,45	-120,24	48,31	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΣ:+x	34	0,00	168,78	0,21	2,89	550,40	0,45	146,93	45,18	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΣ:+x	7	0,00	-162,53	0,18	2,89	550,40	0,45	-140,68	45,18	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00
ΣΣ:+x	34	0,00	172,12	0,19	2,89	550,40	0,45	150,27	51,07	2,50	2τμ. Σ8/11	0,00	0,00

| | | |

As45* ή *Asx Η διατομή των δύο διαγώνιων σκελών του απαιτούμενου δισδιαγώνιου οπλισμού $2 \cdot A_s$, ο οποίος μπορεί να διατάσσεται είτε κατά 45° εντός περιοχής μήκους ***h*** μετρούμενου από την παρειά της στήριξης, είτε να τοποθετείται χιαστί σε όλο το μήκος της δοκού. Ο μελετητής επιλέγει τον τρόπο διάταξης από την παράμετρο «Δοκός > Σκυρόδεμα > Δισδιαγώνιος οπλισμός».

Σημείωση

Υπέρβαση του ορίου απαίτησης δισδιαγώνιου οπλισμού σημειώνεται στην τελευταία στήλη του πίνακα με την ένδειξη **x**.

Θέση = d από την παρειά

όπου υπολογίζεται ο οπλισμός διάτμησης. Βλ. EC2-1-1 §6.2.1(8).

V_{Ed} η τέμνουσα σε απόσταση ***d*** από την παρειά. Στους σεισμικούς συνδυασμούς κύριων δοκών λαμβάνεται από το διάγραμμα της ικανοτικής τέμνουσας και σε όλες τις άλλες περιπτώσεις από τα αποτελέσματα της ανάλυσης. *Βλ.* Σχήμα 9.22.

V_{Rdc} η αντοχή δοκού σε τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης, η οποία υπολογίζεται από την σχέση EC2-1-1 (6.2) & (6.3).

$$V_{Rd,c} = [max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} ; 0{,}035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

Όπου:

$$C_{Rd,c} = 0{,}18/\gamma_c,\ k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \le 2{,}0 \ \ με\ d\ σε\ mm$$

$$k_1 = 0.15\ \&\ \ \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0{,}2\ f_{cd}$$

Εάν $V_{Ed} > V_{Rdc}$, τότε υπολογίζεται οπλισμός τέμνουσας ως εξής:

– υπολογίζεται η γωνία ***θ*** του λοξού θλιπτήρα:

$$\sin 2\theta = \frac{2 \cdot V_{Ed}}{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}} \ \ και \ \ 1.0 \le cot\theta \le 2.5$$

Ενώ στη περίπτωση κατασκευών στην Ελλάδα η συνεφαπτομένη cotθ ελέγχεται και με το επιπλέον όριο που εισάγεται στο Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα στον EC2-1-1 §2.7.

– υπολογίζεται η διατομή των συνδετήρων

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cot\theta}$$

Εάν $V_{Ed} \leq V_{Rdc}$, τότε δεν υπολογίζεται οπλισμός τέμνουσας και τοποθετείται μόνο ο ελάχιστος, ο οποίος προκύπτει από τις σχετικές διατάξεις των κανονισμών, ενώ σε κάθε περίπτωση το μέγιστο βήμα S περιορίζεται από την τιμή της παραμέτρου «Απόσταση συνδετήρων δοκών, υπ/των & άκρων τοιχωμάτων s_max » (βλ. «Κτίριο» & «Δοκό» - «Οπλισμός».)

	ΚΠ Μ $s=\min\{h_W/4;\ 24\cdot d_{bw};\ 225\ ;\ 8\cdot d_{bL,min}\}$				**ΚΠ Υ** $s=\min\{h_W/4;\ 24\cdot d_{bw};\ 175\ ;\ 6\cdot d_{bL,min}\}$			
$d_{bL,min}$	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18
S (cm)	9,6	11,2	12,8	14,4	7,2	8,4	9,6	10,8

Πίνακας 9.4: *Μέγιστο βήμα συνδετήρων S (cm) στις κρίσιμες περιοχές κυριών δοκών ανωδομής συναρτήσει της ελάχιστης διαμέτρου* $d_{bL,min}$. *Βλ. EC8-1 (5.13) & (5.29).*

Εκτός κρίσιμων περιοχών και γενικά σε δοκούς **χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας** ή **δευτερεύουσες**:

$$s=0.75\cdot d \quad EC2\text{-}1\text{-}1\ (9.6)$$

cotθ η γωνία του λοξού θλιπτήρα, η οποία υπολογίζεται από την παραπάνω διαδικασία, ενώ σημειώνεται ότι στις κρίσιμες περιοχές κύριων δοκών ΚΠ Υ λαμβάνεται από το πρόγραμμα πάντα ίση με 1,00. Βλ. ΕC8-1 §5.5.3.1.2(2)Α.

Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα μέσω της παραμέτρου «Σκυρόδεμα» «Συνεφαπτομένη γωνίας θλιπτήρα σκυρ/τος cotθ <= λ. λ=...» στη «Δοκό» να θέσει άνω όριο στο cotθ που θα χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο έμμεσα τον υπολογισμό του απαιτούμενου οπλισμού.

Συνδετήρες [τμ/Φ/Sκ/S]

τμ ο αριθμός των τμήσεων, ο οποίος καθορίζεται από την παράμετρο «Ελάχιστες τμήσεις» στο «Κτίριο & στη «Δοκό» - «Οπλισμός» και από τη μέγιστη εγκάρσια απόσταση σκελών συνδετήρων που δίδεται από την §9.2.2(8) του EC2-1-1:

$$s_{t,max} = 0,75\cdot d \leq 600mm$$

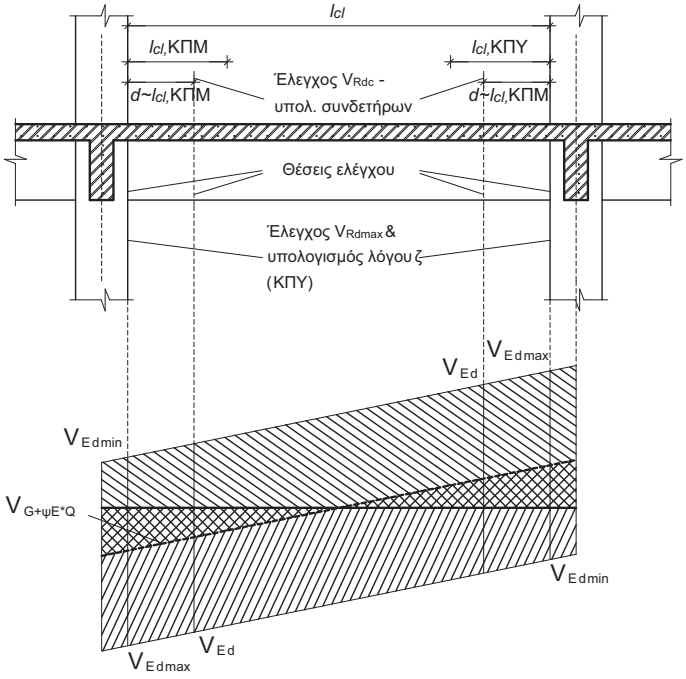
Το πρόγραμμα ενδέχεται να τοποθετήσει τρεις ή περισσότερες τμήσεις σε περιπτώσεις υψηλής έντασης ώστε να αποφευχθεί η πυκνή διάταξη συνδετήρων κατά μήκος του μέλους.

Φ/Sκ/S η διάμετρος και η απόσταση των συνδετήρων εντός και εκτός κρίσιμης περιοχής Sk και S αντίστοιχα.

A_{sl} Ο τυχόν απαιτούμενος οπλισμός κορμού λόγω στρέψης, ο οποίος προκύπτει από τη σχέση EC2-1-1 (6.28):

$$\frac{A_{sl}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2A_k} \cdot \frac{\cot\theta}{f_{yd}}$$

Ο οπλισμός διατάσσεται στον κορμό της δοκού με μέγιστη απόσταση ράβδων τα 0.35m. Βλ. EC2-1-1 §9.2.3(4).



Σχήμα 9.22: *Θέσεις ελέγχων και υπολογισμού οπλισμού διάτμησης και διάγραμμα ικανοτικής τέμνουσας. Στην παρειά στήριξης ελέγχεται εάν $V_{Ed} < V_{Rdmax}$ και η απαίτηση δισδιαγώνιου οπλισμού για ΚΠ Υ και σε απόσταση d υπολογίζονται συνδετήρες.*

9.5.9 Μέγιστα απαιτούμενων οπλισμών δοκού

Στο τέλος όλων των ελέγχων σε κάμψη και διάτμηση, αναγράφονται οι μέγιστοι οπλισμοί που προέκυψαν στις θέσεις του ανοίγματος και των δύο άκρων του μέλους, καθώς και από ποια φόρτιση προέκυψαν. Οι οπλισμοί αυτοί αναφέρονται στο άνω και κάτω σύνορο της δοκού.

Αναγράφονται επίσης οι απαιτούμενοι συνδετήρες, ο οπλισμός κορμού σε δοκούς με ύψος μεγαλύτερο των 0.65m ή όταν απαιτείται λόγω στρέψης, καθώς και ο τυχόν απαιτούμενος δισδιαγώνιος οπλισμός - χιαστί.

Μέγιστα απαιτούμενων (_rq) οπλισμών κάμψης και διάτμησης

Θέση	.	Κάτω	Φορ	Άνω	Φορ	Συνδετήρες	Φορ	Λοξός	Φορ	Χιαστ	Φορ	Κορμ	Φορ
[/]	.	[cm²]	[/]	[cm²]	[/]	[n Φ/e]	[/]	[cm²]	[/]	[cm²]	[/]	[cm²]	[/]
Άνοιγμα		4,20	ΣΣ:-z	3,08	ΣΦ 1	2τμ. ΣΦ8/12	Φ 1						
Κόμβος	34	5,08	ΣΣ:-z	10,16	ΣΣ:-z	2τμ. ΣΦ8/11	Φ 1						
Κόμβος	**7**	**4,37**	**ΣΣ:-z**	**5,86**	**ΣΣ:-z**	**2τμ. ΣΦ8/11**	**Φ 1**						

9.5.10 Έλεγχος διάτμησης κόμβων

Ελεγχος Διάτμησης Κόμβων [EC8-1 §5.5.2.3 & §5.5.3.3]

Κόμβ	Στύλος	bj	hjc	As_Ov	As_Un	Vc	vd_Max	Vjhd	<	Vjhd_lim	vd_min	Ash/hjw		Asvi
[/]	[/]	[m]	[m]	[cm²]	[cm²]	[kN]	[/]	[kN]		[kN]	[/]	[cm²/m]		[cm²]
13	K13	0,600	0,600	7,70	7,10	114,33	0,09	**287,25**	**<**	**2368,02**	0,03	0,00	(a)	0,00
14	K14	0,600	0,600	8,17	9,24	114,13	0,12	**793,93**	**<**	**2855,35**	0,06	14,12	(a)	5,65
15	K15	0,600	0,600	8,17	9,24	101,36	0,11	**806,70**	**<**	**2886,45**	0,06	14,41	(a)	5,76
16	K16	0,600	0,600	8,17	9,24	101,03	0,11	**807,03**	**<**	**2886,80**	0,06	14,41	(a)	5,77
17	K17	0,600	0,600	8,17	9,24	113,91	0,12	**794,15**	**<**	**2857,18**	0,06	14,24	(a)	5,69
18	K18	0,600	0,600	7,70	7,10	113,70	0,09	**287,88**	**<**	**2369,31**	0,03	0,00	(a)	0,00

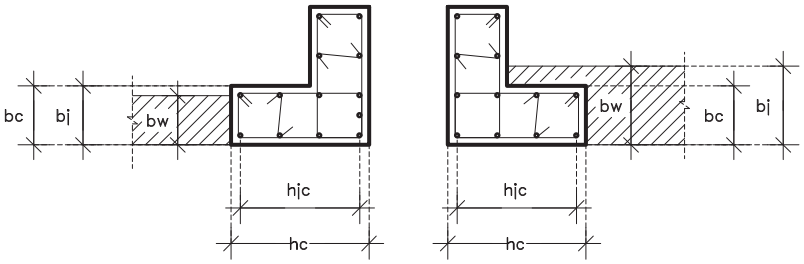
Διαγώνια θλίψη

Σε κόμβους κύριων δοκών – κύριων υποστυλωμάτων κατασκευών ΚΠ Υ πραγματοποιείται έλεγχος διαγώνιας θλίψης σκυροδέματος εντός του κόμβου και υπολογίζονται οι απαιτούμενοι συνδετήρες για την ανάληψη της τέμνουσας δύναμης του κόμβου. Βλ. «Έλεγχος διάτμησης κόμβου» στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός» και «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα».

bj το δρών πλάτος του κόμβου, το οποίο προσδιορίζεται σύμφωνα με τη σχέση EC8-1 (5.34):

όταν $b_c > b_w$ ***όταν*** $b_w > b_c$

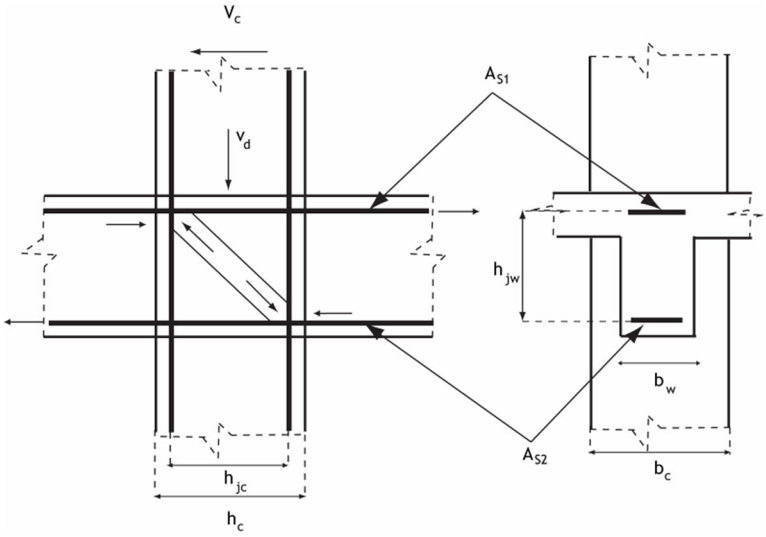
$b_j = min\{b_c, (b_w + 0{,}5 \cdot h_c)\}$ $b_j = min\{b_w, (b_c + 0{,}5 \cdot h_c)\}$



Σχήμα 9.23: *Κόμβος δοκού-υποστυλώματος. Διάσταση υποστυλώματος hc και δρών πλάτος του κόμβου bj.*

Για τον υπολογισμό των ***h*c** & ***b*j** βλέπε παράμετρο στις «Παραγωγές» - «Προσαρμογή δοκών υποστυλωμάτων» και Πίνακα 408.1 του προγράμματος

hjc η απόσταση μεταξύ των ακραίων στρώσεων οπλισμού του υποστυλώματος.



Σχήμα 9.24: *Κόμβος δοκού-υποστυλώματος, αναπαράσταση δεδομένων που εμπλέκονται στον έλεγχο διάτμησης κόμβου και περιγραφή της δημιουργίας λοξού θλιπτήρα σκυροδέματος εντός του κόμβου.*

Τέμνουσα διαστασιολόγησης V_{jhd} [EC8-1 §5.5.2.3(2)]

***V*jhd** η τέμνουσα δύναμη διαστασιολόγησης κόμβου, η οποία προκύπτει από την οριζόντια ισορροπία του άνω τμήματος του κόμβου. Συγκεκριμένα ισχύει:

Εσωτερικοί κόμβοι: $V_{jhd} = \gamma_{Rd} \cdot (A_{s_ov} + A_{s_un}) \cdot f_{yd} - V_C$

Εξωτερικοί κόμβοι: $V_{jhd} = \gamma_{Rd} \cdot A_{s_ov} \cdot f_{yd} - V_C$

Όπου:

***A*s_ov = *A*s1 και *A*s_un = *A*s2**

ο τοποθετημένος άνω και ο κάτω οπλισμός της δοκού αντίστοιχα. Βλ. §8.5.13 «Ράβδοι οπλισμού δοκού».

***V*c** η ελάχιστη κατ' απόλυτη τιμή σεισμική τέμνουσα δύναμη του άνω υποστυλώματος στην εξεταζόμενη διεύθυνση. Βλ. EC8-1 §5.5.2.3(1)A.

γ_{Rd} δηλώνει την υπεραντοχή και λαμβάνει τιμή 1,2. Βλ. «Δοκός > Σκυρόδεμα > γRd αρχής και τέλους (διάτμηση - συνάφεια & διάτμηση κόμβου)».

Έλεγχος διαγώνιας θλίψης σκυροδέματος [EC8-1 §5.5.3.3(2)]

Έλεγχος προκειμένου να ελεγχθεί η επάρκεια του διαγώνιου θλιπτήρα σε θλίψη είναι:

Εσωτερικοί κόμβοι:

$$V_{\text{jhd}} \le V_{\text{jhd,lim}} = \eta \cdot f_{\text{cd}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\nu_{\text{d,max}}}{\eta}} \cdot b_{\text{j}} \cdot h_{\text{jc}}$$

Εξωτερικοί κόμβοι:

$$V_{\text{jhd}} \le V_{\text{jhd,lim}} = 0.8 \cdot \eta \cdot f_{\text{cd}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\nu_{\text{d,max}}}{\eta}} \cdot b_{\text{j}} \cdot h_{\text{jc}}$$

Όπου:

$\nu_{d,max}$ μέγιστη ανηγμένη αξονική δύναμη του άνω υποστυλώματος από σεισμικούς συνδυασμούς (θλίψη θετική).

η = 0,6·(1-f_{ck}/250), f_{ck} σε MPa [EC2-1-1 (6.6)]

Οριζόντιος οπλισμός κόμβου

A_{sh}/h_{jw} Ο οριζόντιος οπλισμός κόμβου, ο οποίος υπολογίζεται βάσει δύο εναλλακτικών μεθόδων (***a***) και (***b***) και τελικά τοποθετείται ο ελάχιστος. Η τοποθέτηση του γίνεται ομοιόμορφα μέσα στο ύψος **h_{jw}** του κόμβου.

Α' Μέθοδος υπολογισμού– EC8-1 §5.5.3.3(3)

Σχετίζεται με την παροχή επαρκούς οπλισμού περίσφιγξης στον κόμβο, ώστε να περιοριστούν οι μέγιστες διαγώνιες εφελκυστικές τάσεις στο σκυρόδεμα σε f_{ctd}:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \ge \frac{\left(\frac{V_{jhd}}{b_j \cdot h_{jc}}\right)^2}{f_{ctd} + \nu_{d,\min} \cdot f_{cd}} - f_{ctd}$$

Όπου:

ν_{d_min} η ελάχιστη ανηγμένη αξονική δύναμη του άνω υποστυλώματος από σεισμικούς συνδυασμούς (θλίψη θετική).

f_{ctd}=$f_{ctk,\,0,05}/\gamma_c$ η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος. Βλ. EC2-1-1 πιν. 3.1.

Β' Μέθοδος υπολογισμού – EC8-1 §5.5.3.3(4)

Σχετίζεται με την παροχή επαρκούς οπλισμού ώστε να εξασφαλιστεί η ακεραιότητα του κόμβου μετά τη διαγώνια ρηγμάτωση.

Εσωτερικοί κόμβοι:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s_ov}+A_{s_un}) \cdot f_{ywd} \cdot (1\text{-}0.8 \cdot \nu_{d,min})$$

Όπου:

ν_{d_min} η ελάχιστη ανηγμένη αξονική δύναμη του **<u>άνω</u>** υποστυλώματος από σεισμικούς συνδυασμούς (θλίψη θετική).

Εξωτερικοί κόμβοι:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s_un} \cdot f_{ywd} \cdot (1\text{-}0.8 \cdot \nu_{d,min})$$

Όπου:

ν_{d_min} η ελάχιστη ανηγμένη αξονική δύναμη του **<u>κάτω</u>** υποστυλώματος από σεισμικούς συνδυασμούς (θλίψη θετική).

Σημείωση

Ο οριζόντιος οπλισμός κόμβου ***A*sh** συγκρίνεται από το πρόγραμμα με τον υπολογιζόμενο οπλισμό διάτμησης ή περίσφιγξης του υποστυλώματος και τελικά εφαρμόζεται σε όλο το μήκος του υποστυλώματος ο μεγαλύτερος. Βλ. §9.7.5.1 Έλεγχος έναντι τέμνουσας και στρέψης.

Κατακόρυφος οπλισμός κόμβου

$A_{sv,i}$ συνολικό εμβαδό των απαιτούμενων διαμήκων ράβδων του υποστυλώματος εγκάρσια στη διεύθυνση του οριζόντιου οπλισμού ***A*sh**, το οποίο υπολογίζεται από την σχέση EC8-1 (5.37):

$$A_{sv,i} \geq (2/3) \cdot A_{sh} \cdot (h_{jc}/h_{jw})$$

Πρόκειται για οπλισμό, ο οποίος θα τοποθετηθεί **ενδιάμεσα στις γωνιακές ράβδους** του υποστυλώματος και ο οποίος συχνά καλύπτεται από τον απαιτούμενο, λόγω κάμψης ή λόγω κανονισμού, ελάχιστο οπλισμό.

Σημείωση

Σε κάθε περίπτωση, ο μελετητής καλείται να ελέγξει εάν με τον τελικά τοποθετημένο οπλισμό εξασφαλίζεται η απαίτηση του κανονισμού.

9.5.11 Έλεγχος συνάφειας κόμβων

```
Ελεγχος Συνάφειας Κόμβων [ EC8-1 §5.6.2.2]
 Κόμβ Στύλος  hc  > hc_min  vd   ρ_un   ρ_max  dbL < dbL_max
```

[/]	[/]	[m]		[m]	[/]	[o/oo]	[o/oo]	[mm]		[mm]
1	K1	0,60	>	0,48	0,02	2,75	5,25	Φ18	<	Φ22,5
2	K2	0,60	>	0,55	0,04	5,50	8,00	Φ14	<	Φ15,3
3	K3	0,60	>	0,55	0,04	5,50	8,00	Φ14	<	Φ15,3
4	K4	0,60	>	0,55	0,04	5,50	8,00	Φ14	<	Φ15,3
5	K5	0,60	>	0,55	0,04	5,50	8,00	Φ14	<	Φ15,3
6	K6	0,60	>	0,48	0,02	2,75	5,25	Φ18	<	Φ22,5

Για την αποφυγή αστοχίας συνάφειας των ράβδων οπλισμού κύριων δοκών που διέρχονται από κόμβους δοκού-υποστυλώματος, η μέγιστη χρησιμοποιούμενη διάμετρος dbL περιορίζεται σύμφωνα με τη σχέση EC8-1 (5.50) της §5.6.2.2:

Εσωτερικοί κόμβοι $$\frac{d_{bL}}{h_c} \le \frac{7{,}5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0{,}8 \cdot \nu_d}{1 + 0{,}75 k_D \cdot \rho' / \rho_{max}}$$

Εξωτερικοί κόμβοι $$\frac{d_{bL}}{h_c} \le \frac{7{,}5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0{,}8 \cdot \nu_d)$$

Όπου:

***h*c:** η διάσταση του υποστυλώματος παράλληλα στον άξονα της δοκού. Βλ. Σχήμα 9.23. Για τον υπολογισμό του ***h*c** βλέπε «Παραγωγές» - «Προσαρμογή δοκών υποστυλωμάτων» - «Αυτόματος Υπολογισμός hc, bj» και Πίνακα 408.1.

ρs_un = ρ'

το ποσοστό του τοποθετημένου κάτω οπλισμού της δοκού. Βλ. «Ράβδοι οπλισμού δοκού»

ρ_max ο μέγιστος επιτρεπόμενος εφελκυόμενος οπλισμός, ο οποίος προκύπτει βάσει της σχέσης EC8-1 (5.11) για τον δεδομένο οπλισμό **ρ'**.

$$\rho_{max} = \rho' + \frac{0{,}0018}{\mu_\varphi \varepsilon_{sy,d}} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

γRd η υπεραντοχή των ράβδων οπλισμού της δοκού. Εν γένει λαμβάνεται 1,00 σε ΚΠ Μ και 1,20 σε ΚΠ Υ, ενώ υπάρχει δυνατότητα να καθοριστεί διαφορετικά μέσω της παραμέτρου «Δοκός» - «Σκυρόδεμα» - «γRd αρχής και τέλους (διάτμηση - συνάφεια & διάτμηση κόμβου)».

***k*D** συντελεστής, ο οποίος λαμβάνεται ίσος με 2/3 σε ΚΠ Μ και 1,0 σε ΚΠ Υ.

***ν*d** η ελάχιστη ανηγμένη αξονική δύναμη του υποστυλώματος σε σεισμικούς συνδυασμούς, η οποία σχετίζεται με τη δύναμη τριβής στον οπλισμό και γι'αυτό λαμβάνεται μόνο όταν είναι θλιπτική. Βλ. και [FARD09].

***d*bL** η μέγιστη διάμετρος του διαμήκους οπλισμού άνω ή κάτω πέλματος της δοκού που διατρέχει τον κόμβο.

$h_{c,min}$ η ελάχιστη απαιτούμενη διάσταση του υποστυλώματος ώστε να πληρούται ο έλεγχος για τη δεδομένη διάμετρο d_{bL}.

$d_{bL,max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη διάμετρος του διαμήκους οπλισμού της δοκού ώστε να πληρούται ο έλεγχος για τη δεδομένη διάσταση υποστυλώματος h_c.

Βλ. παράμετρο «Έλεγχος συνάφειας κόμβου» στο «Κτίριο» «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα».

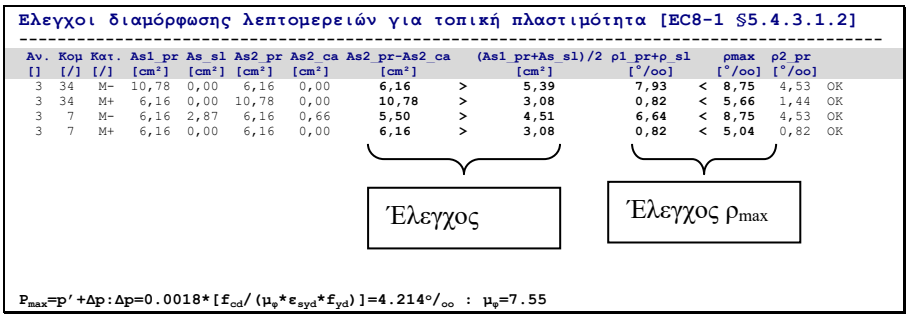
Παρατηρήσεις:

Ο έλεγχος σε εσωτερικούς κόμβους οδηγεί σε μεγαλύτερες απαιτούμενες διαστάσεις υποστυλωμάτων $h_{c,min}$ απ' ότι σε εξωτερικούς.

Ο έλεγχος εξαρτάται από:

- **Την κατηγορία πλαστιμότητας**, η οποία επηρεάζει τους συντελεστές γ_{Rd} και k_D. Σε κατασκευές ΚΠ Υ ο έλεγχος καταλήγει για την ίδια διάμετρο d_{bL} σε μεγαλύτερες διαστάσεις υποστυλώματος h_c κατά περίπου 10 έως 20cm συγκριτικά με την ΚΠ Μ. Ο έλεγχος δυσμενοποιείται περαιτέρω για ΚΠ Υ, εάν ληφθεί υπόψη ότι η ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρος είναι Φ14 (βλ. EC8-1 §5.5.3.1.3(5)Α) αντί π.χ. Φ12 για ΚΠ Μ.
- **Την πλαστιμότητα καμπυλοτήτων μφ** (μόνο σε εσωτερικούς κόμβους): Μεγαλύτερο μφ => μεγαλύτερο πλάτος υποστυλώματος. Το μφ προκύπτει μεγαλύτερο σε δύσκαμπτα δομήματα (π.χ. μονώροφα, διώροφα κ.λπ.) ή/και όταν χρησιμοποιείται μεγάλη βασική τιμή συντελεστή συμπεριφοράς qo. Βλ. EC8-1 §5.2.3.4 και «Πλαστιμότητα καμπυλοτήτων μφ».
- **Τον τοποθετημένο κάτω οπλισμό ρ'** (μόνο σε εσωτερικούς κόμβους): όσο μεγαλύτερο το ποσοστό, τόσο αυξάνεται η ελάχιστη απαιτούμενη διάσταση υποστυλώματος $h_{c,min}$.
- **Το vd**: μικρότερο vd => μεγαλύτερο πλάτος υποστυλώματος. Ο έλεγχος αποδεικνύεται καθοριστικός για τη διάσταση του υποστυλώματος στους υψηλότερους ορόφους με δεδομένη την ελάχιστη διάμετρο που θα χρησιμοποιηθεί στις δοκούς της κατασκευής (π.χ. Φ12 για ΚΠ Μ ή Φ14 για ΚΠ Υ), ενώ σε χαμηλότερους ορόφους (μεγαλύτερο ν_d) ενδέχεται να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μεγαλύτερες διάμετροι.

9.5.12 Έλεγχοι διαμόρφωσης λεπτομερειών για τοπική πλαστιμότητα



Στην ενότητα αυτή γίνονται στις κρίσιμες περιοχές κύριων δοκών έλεγχοι εξασφάλισης τοπικής πλαστιμότητας και συγκεκριμένα ο έλεγχος επάρκειας του θλιβόμενου οπλισμού As2 και του μέγιστου εφελκυόμενου οπλισμού ρmax. Βλ. EC8-1 ΚΠ Μ §5.4.3.1.2(4)(α) & (β) – ΚΠ Υ §5.5.3.1.3(4).

Οι εν λόγω έλεγχοι πραγματοποιούνται και κατά τον καθορισμό του απαιτούμενου θλιβόμενου οπλισμού As2_rq. Βλ. «§9.5.4 – Οπλισμοί κάμψης δοκού». Ο έλεγχος, όμως επαναλαμβάνεται αφού έχει ολοκληρωθεί η όπλιση της δοκού, όπου εμπλέκεται ο τοποθετημένος οπλισμός As_prov. Βλ. «Ράβδοι οπλισμού δοκού».

Κόμβ τα άκρα στήριξης δοκού, όπου πραγματοποιείται ο έλεγχος:

- Σε θέσεις, όπου στηρίζεται φυτευτό υποστύλωμα, οι οποίες θεωρούνται κρίσιμες περιοχές, επίσης γίνεται έλεγχος. Βλ. EC8-1 §5.4.3.1.2(2).
- Έμμεσες στηρίξεις κύριων δοκών εξαιρούνται από τον έλεγχο, αφού εκεί δεν αναμένεται σχηματισμός πλαστικής άρθρωσης.

Κατ. Κατεύθυνση ροπής (Αρνητική M- ή θετική M+), η οποία καθορίζει εάν ο οπλισμός του άνω και κάτω πέλματος είναι εφελκυόμενος ή θλιβόμενος.

9.5.12.1 Έλεγχος επάρκειας θλιβόμενου οπλισμού As2

Ο τοποθετημένος οπλισμός στη θλιβόμενη ζώνη As2_pr θα πρέπει να υπερβαίνει το άθροισμα του μισού τοποθετημένου εφελκυόμενου οπλισμού και του θλιβόμενου οπλισμού As2_ca που απαιτείται για την ισορροπία της διατομής στην ΟΚΑ.

$$As2_pr \geq ½\cdot(As1_pr + As_sl) + As2_ca$$

9.5.12.2 Έλεγχος μέγιστου εφελκυόμενου οπλισμού ρmax

Ο τοποθετημένος εφελκυόμενος οπλισμός πρέπει να είναι μικρότερος από τον μέγιστο ρmax, ο οποίος δίδεται για τον δεδομένο θλιβόμενο οπλισμό ρ2,pr (=ρ') από τη σχέση EC8-1 (5.11):

$$\rho_{1,pr} + \rho_{sl} \le \rho_{max} = \rho_{2,pr} + \frac{0,0018}{\mu_\varphi \varepsilon_{sy,d}} \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \rho_{2,pr} + \Delta\rho$$

A_{s1_pr}, ρ_{1_pr} και **A_{s2_pr}, ρ_{2_pr}**

ο τοποθετημένος εφελκυόμενος και θλιβόμενος οπλισμός, όπως ενεργοποιούνται σύμφωνα με την κατεύθυνση της ροπής. Βλ. §8.5.13 «Ράβδοι οπλισμού δοκού»

A_{s_sl} ο τυχόν συνεργαζόμενος εφελκυόμενος οπλισμός της πλάκας παράλληλα στη δοκό, ο οποίος στους παραπάνω ελέγχους προστίθεται στον **A_{s1_pr}.**

Αντίθετα, όταν ο οπλισμός της πλάκας βρίσκεται σε θλίψη, τότε βάσει της EC8-1 §5.4.3.1.2(4) δε λαμβάνεται υπόψη (δεν προστίθεται στον **A_{s2_pr}**). Βλ. παράμετρο «Σίδερα πλακών στους ελέγχους πλαστιμότητας» στο «Κτίριο» & στη «Δοκό» - «Σκυρόδεμα» και Πιν. 408 του προγράμματος.

Παρατηρήσεις:

- Τα ποσοστά οπλισμού **ρ**, που υπεισέρχονται στους παραπάνω ελέγχους είναι ανηγμένα στο πάχος του θλιβόμενου πέλματος της δοκού (b_w ή b_{eff}), όπως αυτό προκύπτει βάσει της φοράς της ροπής. Για το συνεργαζόμενο πλάτος b_{eff} βλ. EC2-1-1 §5.3.2.1.
- Προκειμένου να πληρούνται οι έλεγχοι, ενδέχεται να προστεθούν από το πρόγραμμα επιπλέον ράβδοι άνω ή κάτω. Στο τεύχος εμφανίζεται πάντα ο τελικός έλεγχος, ο οποίος έχει λάβει υπόψη και αυτόν τον τυχόν πρόσθετο οπλισμό.
- Ενδέχεται, παρά την προσθήκη επιπλέον θλιβόμενου οπλισμού, ο έλεγχος του μέγιστου εφελκυόμενου οπλισμού **ρ_{max}** να μην πληρούται. Αυτό συμβαίνει σε περιπτώσεις σημαντικού οπλισμού πλάκας **A_{s_sl}** ή/και μεγάλης απαίτησης πλαστιμότητας καμπυλοτήτων **μφ** (βλ. §9.2.3) (το οποίο συνεπάγεται μικρό **$\Delta\rho$**). Τα προηγούμενα, σε συνδυασμό με το δεδομένο ότι το **A_{s_sl}** δεν προσαυξάνει τον θλιβόμενο οπλισμό, οδηγούν σε αδυναμία τήρησης της ανισότητας του ρ_{max} ταυτόχρονα για M- και M+.
- Οι υπόλοιπες απαιτήσεις για τοπική πλαστιμότητα, π.χ. ο ελάχιστος διαμήκης οπλισμός, το μέγιστο βήμα συνδετήρων κ.λπ., υλοποιούνται σε άλλες ενότητες της διαστασιολόγησης. Βλ. §9.5.4 & §9.5.8.

9.5.13 Ράβδοι οπλισμού δοκού

Στην περίπτωση συνεχούς δοκού ο παρακάτω πίνακας αναφέρεται στις ράβδους οπλισμού που θα τοποθετηθούν σε κάθε άνοιγμα και στις στηρίξεις της δοκού.

Τα πρόσθετα σίδερα, άνω και κάτω, που υπολογίζονται στους κόμβους, είναι τα τελικά, δηλαδή προκύπτει ότι απαιτούνται, έχοντας λάβει υπόψη τα τυχόν σίδερα που έρχονται και από τα δύο γειτονικά ανοίγματα, δεξιά και αριστερά του κόμβου.

Αναγράφονται και οι απαιτούμενοι συνδετήρες, ο τυχόν απαιτούμενος για την αντιμετώπιση της στρέψης οπλισμός κορμού, καθώς και η απαιτούμενη από τον κανονισμό πύκνωση συνδετήρων στις στηρίξεις.

Ενοποίηση πρόσθετων οπλισμών

Το πρόγραμμα προσαυξάνει τον οπλισμό σε δοκούς (μικρότερες ή ίσες ενός δεδομένου μήκους), προκειμένου να αποφεύγεται το δυνατόν η χρήση πρόσθετων στις στηρίξεις. Η επιλογή αυτή γίνεται μέσω της παραμέτρου «Κτίριο > Οπλισμός > «Μέγιστο μήκος δοκού για ενοποίηση άνω πρόσθετου οπλισμού».

Ράβδοι σιδηρού οπλισμού :Δοκού Δ12

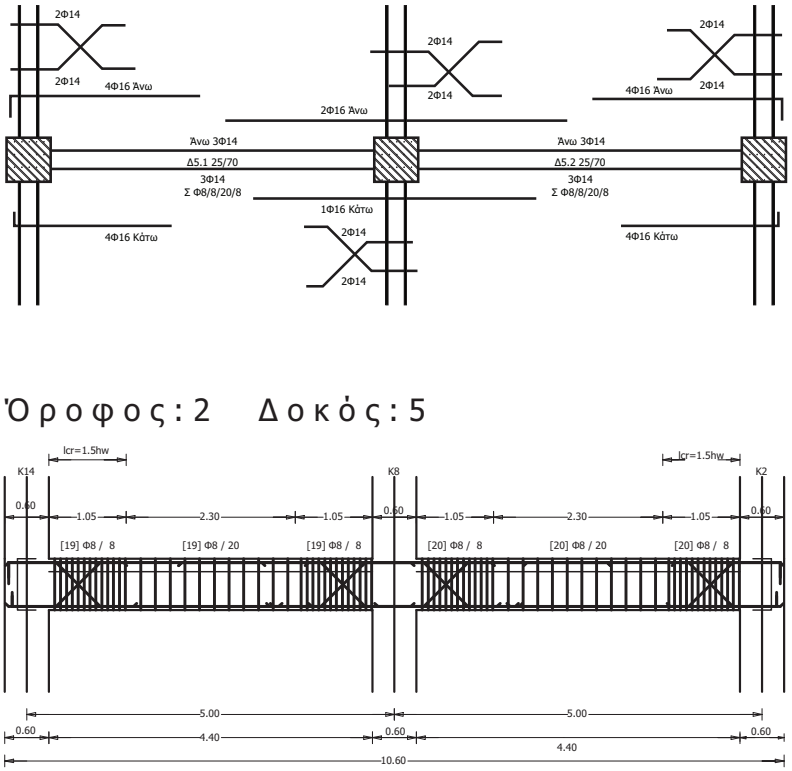
Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Ανοι 3	3(3)Φ14		2Φ14	
Κόμβ 34	1Φ14 1,45		5Φ14	2,45
Κόμβ 7	1Φ14 1,45		2Φ14	2,05

Συνδετήρες : 2τμ. ΣΦ8/12 Πύκνωση *Αρχή*:0,50m -2τμ. ΣΦ8/11 *Τέλος*:0,50m -2τμ. ΣΦ8/11

Ελάχιστη διάσταση (L) στήριξης για αγκύρωση βάσει EC2

Κόμβος 34 Για Φ14 (α) με άγκιστρο [EC2 πιν.8.1] L= 0,73m (β) τύμπανο D= 29Φ [EC2 §8.1] L= 0,18m

Κόμβος 7 Για Φ14 (α) με άγκιστρο [EC2 πιν.8.1] L= 0,73m (β) τύμπανο D= 29Φ [EC2 §8.1] L= 0,18m



Σχήμα 9.25: *Όπλιση δοκού δύο ανοιγμάτων: κάτοψη και ανάπτυγμα.*

9.5.14 Όπλιση τοιχώματος υπογείου

Οπλισμοί τοιχώματος υπογείου

Θέση	Msd	Κάτω	Άνω	Κατακόρυφα	Οριζόντια
[/]	[kNm]	[cm²]	[cm²]	[cm²]	[cm²]
Άνοιγμα	314,57	4,02	4,02	4,00	5,24

Ράβδοι σιδηρού οπλισμού : Δοκού Δ1

Θέση	Κάτω σε μήκος	Επάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	3 2(2)Φ16		2Φ16	

Θέση	Κάτω σε μήκος	Επάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	4 2(2)Φ16		2Φ16	

Θέση	Κάτω σε μήκος	Επάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	7 2(2)Φ16			2Φ16

Ειδικά σε δοκούς με είδος «Τοίχωμα υπογείου» ή «Πεδιλοδοκός - Τοίχωμα υπογείου», εκτός από τον άνω και κάτω διαμήκη οπλισμό, τοποθετούνται εσχάρες (#) στις παρειές τους. Στο σχέδιο, το πλήθος των οριζόντιων ράβδων της εσχάρας ανάγεται στο ύψος του τοιχώματος και εμφανίζεται με την οικεία μορφή «Οριζ. # Φ12/16, Κατακ. # Φ12/20». Οι διάμετροι του οπλισμού για τη δοκό αυτού του τύπου επιλέγονται από τις διαθέσιμες στην παράμετρο «Κτίριο» > «Οπλισμός» > «Διάμετροι πλευρικού οπλ. δοκών, τοιχ/των υπογείου & πέλματος πεδ/κων».

9.5.15 Προμέτρηση δοκού

```
Ποσότητες Σκυροδέματος Σιδήρου
--------------------------------------------------------------------------------
--------------------------------------------------------------------------------

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού
  Φ8     Φ14
 54,73 52,81  Μέτρα
 21,60 63,81 Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού
    Επιφάνεια ξυλοτύπου    [m²] 2,20 Βάρος σιδηρού οπλισμού  [Kg]    85,40
        Αφαιρούνται        [m²] 0,15   Ογκος Σκυροδέματος    [m3]     0,35
 Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου [m²] 2,05 Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ. [Kg/m3] 257,20
```

9.6 Πεδιλοδοκοί - Πέδιλα

9.6.1 Γενικά στοιχεία πεδιλοδοκού

Δοκός 1, Άνοιγμα 3, Όροφος -1

Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 21	Τέλος: 33	Μέλος: 66	ΣΠΕΜ = 1,00
Διατομή	Ανεστ. πλακοδοκός	Πεδιλοδοκός	Ακαμπτες απολήξεις	
Διαστάσεις	35/80/135/40/5,7 [cm]	Μήκος L=5,20m	Bl=0,05m	Br=0,15m
Υλικά	Σκυρόδεμα: C25/30	Χάλυβας: B500C	Συνδετήρες: B500C	
Κανονισμός	Πλαστιμότητα: ΚΠ Μ	Κύρια Δοκός	Ανακατανομή ροπών=ΟΧΙ	

9.6.2 Γενικά στοιχεία πεδίλου

Πέδιλο 5, Όροφος -1

Γενικά δεδομένα πεδίλου

Διαστάσεις	**Lx= 2,20m**	**Lz= 4,40m**	**h1= 1,00m**	**h2= 0,00m**	**Cx= 1,20m**	**Cz= 1,15m**
Υλικά	**Σκυρόδεμα: C20/25**		**Χάλυβας: B500C**		**Συνδετήρες: B500C**	
Κανονισμός	**Πλαστιμότητα: ΚΠ Μ**		**ΜΑΑΠ**			

9.6.3 Φέρουσα ικανότητα εδάφους

Φέρουσα ικανότητα RVd - Αντίσταση σε ολίσθηση RHd+Rpd

Φόρτ [/]	γRd*Ω [/]	eL [m]	eB [m]	Vd [kN]		RVd [kN]	Hd [kN]		RHd+Rpd [kN]
ΣΦ 1	1,00	0,05	0,05	2961,8	<	4315,8	88,6	<	9532,1
ΣΦ 2	1,00	0,05	0,05	2741,2	<	4356,3	65,2	<	9443,8
ΣΦ 3	1,00	0,05	0,05	2764,9	<	4306,1	89,7	<	9453,4
ΣΣ:+x	1,40	0,13	0,06	2656,8	<	3050,5	11,1	<	9313,5
ΣΣ:+x	1,40	0,19	0,11	2529,6	<	2685,3	95,9	<	9267,2
ΣΣ:+z	1,40	0,13	0,06	2641,7	<	3055,6	7,7	<	9308,0
ΣΣ:+z	1,40	0,18	0,12	2529,6	<	2681,6	99,3	<	9267,2
ΣΣ:-x	1,40	0,12	0,06	2629,4	<	3089,9	4,2	<	9303,5
ΣΣ:-x	1,40	0,17	0,11	2529,6	<	2704,9	102,9	<	9267,2
ΣΣ:-z	1,40	0,13	0,06	2630,7	<	3066,0	7,3	<	9304,0
ΣΣ:-z	1,40	0,18	0,11	2529,6	<	2691,9	99,7	<	9267,2

Μέγιστα αντοχής εδάφους

Φόρτ [/]	γRd*Ω [/]	eL [m]	eB [m]	Vd [kN]		RVd [kN]	Hd [kN]		RHd+Rpd [kN]
ΣΦ 1	1,00	0,05	0,05	2961,8	<	4315,8	88,6	<	9532,1
ΣΣ:-z	1,40	0,18	0,11	2529,6	<	2691,9	99,7	<	9267,2
ΣΣ:-z	1,40	0,18	0,11	2529,6	<	2691,9	99,7	<	9267,2

Έλεγχοι φέρουσας ικανότητας:

Φόρτ ο αριθμός του σεισμικού συνδυασμού (ΣΣ) ή του συνδυασμού φορτίσεων (ΣΦ), για τον οποίο έχει επιλεγεί έλεγχος στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ΟΚΑ) στον Πίνακα 816 του προγράμματος.

$\gamma_{Rd}\cdot\Omega$ ο συντελεστής ικανοτικής μεγέθυνσης, ο οποίος πολλαπλασιάζει τη σεισμική συνιστώσα των εντατικών μεγεθών των στοιχείων θεμελίωσης και προκύπτει ως εξής:

- **Πέδιλα**: υπολογίζεται βάση της EC8-1 §4.4.2.6(4), ενώ η τιμή που προκύπτει από το πρόγραμμα μπορεί να περιορίζεται από τον μελετητή μέσω της παραμέτρου «Πέδιλα γRd*Ω ≤ x. x=…» στον «Όροφο» - «Αντισεισμικός» και στο «Πέδιλο» - «Σκυρόδεμα».
- **Πεδιλοδοκοί**: λαμβάνεται από το πρόγραμμα ίσος με 1,40. Βλ. EC8-1 §4.4.2.6(8).

V_d, H_d η κατακόρυφη και οριζόντια δύναμη σχεδιασμού που προκύπτει για κάθε φόρτιση.

e_B, e_L εκκεντρότητες $e = M_{Ed}/V_d$. Στις πεδιλοδοκούς το **e_B** έχει πάντα την τιμή 0.

R_{Vd} είναι η υπολογιζόμενη τιμή της **φέρουσας ικανότητας** του εδάφους, η οποία υπολογίζεται είτε αναλυτικά βάσει του παραρτήματος Δ του EC7-1, είτε με την απλοποιημένη μεθοδολογία (χρήση σεπ). Βλ. παράμετρο «Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους» στο «Κτίριο» - «Έδαφος».

$R_{Hd} + R_{Pd}$

η συνολική αντίσταση σε ολίσθηση, η οποία προκύπτει ως άθροισμα της αντίστασης λόγω τριβής **R_{Hd}** και της παθητικής ώθησης **R_{Pd}.**

Η αντίσταση λόγω τριβής **R_{Hd}** υπολογίζεται ως εξής:

- Συνεκτικά-αργιλικά εδάφη: $R_{Hd} = (A' \cdot C_u)/\gamma_{R;h}$. EC7-1 §6.5.3(10)
- Μη συνεκτικά-κοκκώδη εδάφη: $R_{Hd} = (V'_d \cdot \tan\delta)/\gamma_{R;h}$

  όπου

  C_u η αστράγγιστη διατμητική αντοχή, η οποία δίδεται από την ομώνυμη παράμετρο στο «Κτίριο», στη «Δοκό» ή στο «Πέδιλο» > «Έδαφος».

  A' η ενεργός επιφάνεια του πεδίλου, η οποία προκύπτει από τις εκκεντρότητες **e_B, e_L** (βλ. παρακάτω σχήμα 8.17).

  δ η γωνία τριβής στη βάση του θεμελίου, η οποία εν γένει λαμβάνεται ίση με τη γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους φ.

$\gamma_{R;h}$ ο συντελεστής ασφαλείας έναντι ολίσθησης, ο οποίος λαμβάνεται από το πρόγραμμα ως εξής:

- Στατικά φορτία: $\gamma_{R;h} = 1.1$ (ΕΠ - EC7-1 Πιν. Α.5-ομάδα R2)
- Σεισμικά φορτία: $\gamma_{R;h} = 1.0$ (ΕΠ - EC8-5 §3.1(3))

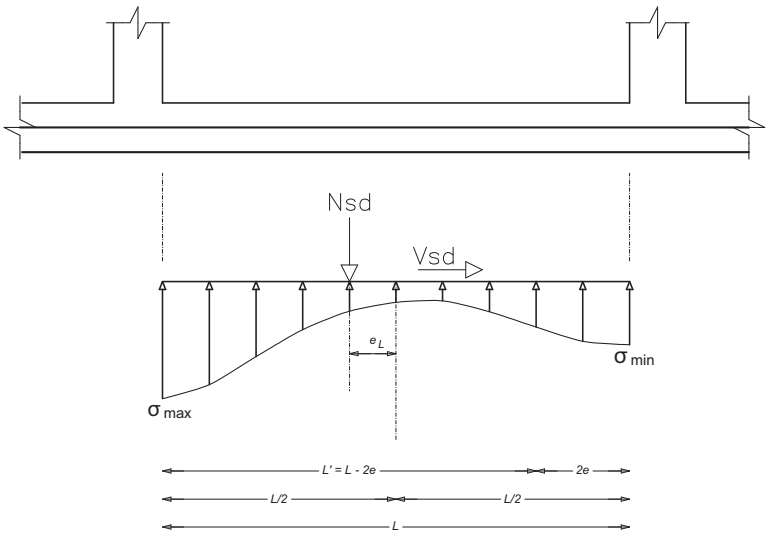
Η αντίσταση λόγω παθητικής ώθησης ***R*Pd** υπολογίζεται ως εξής:

$$R_{Pd} = ½ \cdot \gamma_{\varepsilon\delta} \cdot \lambda \cdot k_p \cdot D_{\theta\varepsilon\mu\varepsilon\lambda\acute{\iota}\omega\sigma\eta\varsigma}$$

όπου

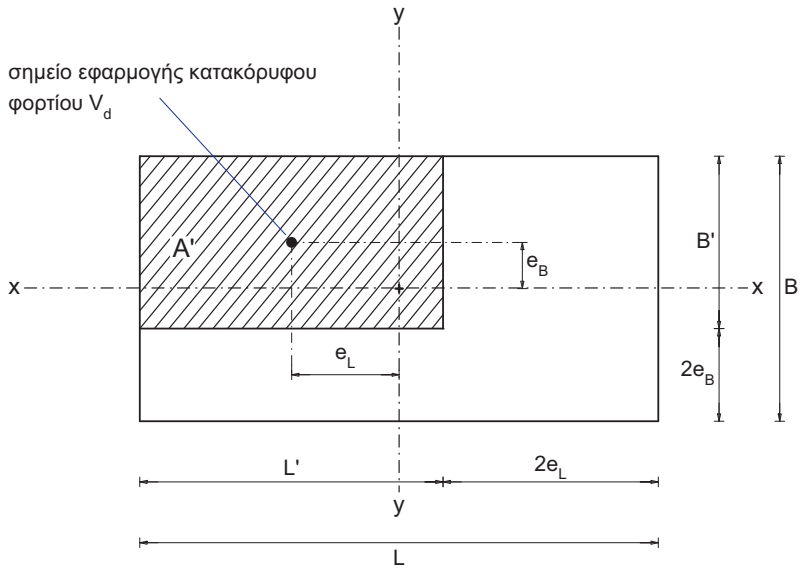
λ είναι το ποσοστό της πλήρους παθητικής ώθησης *k*p που δεχόμαστε ότι αναπτύσσεται (εν γένει λ=0,30, βλ. EC8-5 §5.3.2(3)Α).

D το «Βάθος θεμελίων», με το οποίο δηλώνεται το επιχωμένο ύψος (π.χ. περιμετρικά του συστήματος θεμελίωσης). Βλ. παράμετρο στον «Όροφο» - «Έδαφος».



Σχήμα 9.26: *Η εκκεντρότητα $e_L = M_{Ed} / V_d$ κατά τη διεύθυνση του μήκους ενός ανοίγματος της πεδιλοδοκού προκύπτει από την κατανομή των αντιδράσεων του εδάφους.*

Υπενθυμίζεται ότι η ενεργός επιφάνεια A' = B'·L' του θεμελίου, στην περίπτωση έκκεντρης φόρτισης, ορίζεται ως η μειωμένη επιφάνεια του θεμελίου, της οποίας το κέντρο βάρους είναι το σημείο στο οποίο εφαρμόζεται η συνισταμένη N των φορτίων. Το ενεργό πλάτος B' είναι ίσο με $B - 2 \cdot e_B$ και το ενεργό μήκος L' ίσο με $L - 2 \cdot e_L$ ($L \geq B$).



Σχήμα 9.27: *Πέδιλο διαστάσεων LxB, εκκεντρότητες φόρτισης e*L *και e*B *και ενεργός επιφάνεια σχεδιασμού Α'. Βλ. EC7-1 σχήμα Δ.1*

Για επαρκή φέρουσα ικανότητα εδάφους, θα πρέπει να ισχύουν και οι δύο ακόλουθες σχέσεις.

- $V_d \le R_{Vd}$ EC7-1 §6.5.2 Έλεγχος Φέρουσας Ικανότητας
- $H_d \le R_{Hd} + R_{Pd}$ EC7-1 §6.5.3 Έλεγχος Ολίσθησης

Σημείωση

Περίπτωση μη ικανοποίησης κάποιας από τις προηγούμενες ανισότητες επισημαίνεται στα μηνύματα λάθους του προγράμματος, αλλά και με το σύμβολο **!** στο τεύχος, στη στήλη, όπου συγκρίνεται η δράση με τη φέρουσα ικανότητα.

Παρατηρήσεις

Ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας του εδάφους εξαρτάται τόσο από την ποιότητα του εδάφους, όσο και από την εκκεντρότητα της φόρτισης και συνεπώς και από τις διαστάσεις των θεμελίων. Μεγάλες εκκεντρότητες αναμένονται σε σεισμικές φορτίσεις. Για να μειωθούν αυτές οι εκκεντρότητες ακολουθήστε τις πιο κάτω προτάσεις (κατά σειρά προτεραιότητας):

Ενέργειες για μείωση εκκεντρότητας πεδίλων η πεδιλοδοκών:

- **Αύξηση του ύψους των γειτονικών συνδετήριων δοκών**, ώστε να μειωθούν οι εκκεντρότητες των πεδίλων, καθώς τα συνδετήρια δοκάρια θα αναλάβουν μεγαλύτερο τμήμα της ροπής που εισάγεται στο σύστημα υποστύλωμα – πέδιλο – δοκός δια του υποστυλώματος.
- **Εισαγωγή ρεαλιστικού φορτίου επί των δοκών προσομοίωσης του πέδιλου**. Το φορτίο αυτό προέρχεται από το βάρος των υπερκειμένων γαιών και δρα ανακουφιστικά για τις εκκεντρότητες του πέδιλου και παραδοσιακά παραλειπόταν υπέρ της ασφάλειας.
- **Εισαγωγή ρεαλιστικού φορτίου επί των συνδετήριων δοκών** για τους λόγους που αναφέρθηκαν πιο πάνω, ενώ θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η EC2-1-1 §9.8.3(2).
- **Κατάλληλη αύξηση διαστάσεων των πεδίλων** (Ly, Lz). Με τον όρο κατάλληλη εννοείται η αύξηση εκείνη, η οποία αυξάνει την επιφάνεια έδρασης, ενώ παράλληλα διατηρεί σταθερή ή και μειώνει την κατασκευαστική εκκεντρότητα του έκκεντρου πέδιλου.
- Εκτίμηση της επιφόρτισης της δοκού προσομοίωσης πέδιλου λόγω των υπερκειμένων γαιών:

$$q[kN/m] = -\frac{\frac{1}{3}\cdot\left(h_\pi \cdot L_z\right)\cdot\frac{L_y}{2}\cdot\gamma_{\varepsilon\delta}}{\frac{L_y}{2}} = -\frac{1}{3}\cdot h_\pi \cdot L_z \cdot \gamma_{\varepsilon\delta}$$

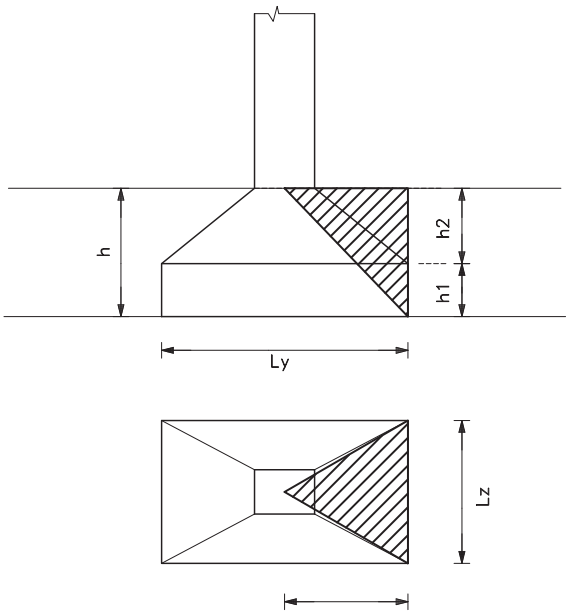
όπου:

h είναι το ύψος των υπερκειμένων γαιών, το οποίο θα είναι τουλάχιστον ίσο με το ύψος του πέδιλου (h_1+h_2),

L_y/2 είναι το μήκος της δοκού προσομοίωσης (για την περίπτωση κεντρικού πέδιλου είναι ίσο με το ημιπλάτος του πέδιλου),

L_z είναι το πλάτος του θεμελίου στην κάθετη διεύθυνση προς τον άξονα της δοκού προσομοίωσης του πέδιλου,

$\gamma_{\varepsilon\delta}$ το ειδικό βάρος των υπερκειμένων γαιών.



Σχήμα 9.28: *Ο όγκος του κώνου των υπερκείμενων γαιών που φορτίζει μία δοκό προσομοίωσης του πέδιλου.*

Παράδειγμα

Αν L_z = 1.60 m, h_π = 0.90 m και $\gamma_{\varepsilon\delta}$ = 18 kN/m^3, τότε

$$q = -\frac{1}{3} \cdot h_\pi \cdot L_z \cdot \gamma_{\varepsilon\delta} = -\frac{1}{3} \cdot 0.90 \cdot 1.60 \cdot 18 = -8.6 kN/m$$

Το φορτίο αυτό μπορεί να αυξηθεί λόγω άλλων μονίμων επιφορτίσεων, όπως είναι δάπεδα του ισογείου ή υπογείου (gros beton) και άλλες υπερκατασκευές (τοίχοι, κ.λπ.). Στον πιο πάνω τύπο ο όγκος των γαιών που επιφορτίζουν το πέδιλο έχει ληφθεί ως ο όγκος πυραμίδας, πράγμα που μπορεί να δώσει μικρότερες επιφορτίσεις, όταν το πέδιλο θεμελιώνεται βαθύτερα και οι υπερκείμενες γαίες έχουν μορφή κόλουρης πυραμίδας.

9.6.4 Εντατικά μεγέθη μελών επί ελαστικού εδάφους – έλεγχος επιτρεπόμενης τάσης

Εντατικά μεγέθη πεδιλοδοκού

	Αρχή [36]		Τέλος [19]		Αξονική	Στρέψη		Έδαφος			
Φόρτ	M	V	M	V	N	T	maxM	σ.εδ	minσ.εδ	maxσ.εδ	
[/]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	
Φ 1	13,78	-191,95	20,26	202,12	0,00	-1,72	-94,62	129,2	125,1	133,1	
Φ 2	3,65	-36,58	0,77	32,60	0,00	-0,28	-17,38	21,5	20,2	22,7	
Φ 3	1,50	-15,95	0,77	14,62	0,00	-0,11	-7,52	10,2	9,6	10,8	
Φ 4	2,15	-20,54	-0,08	17,84	0,00	-0,17	-9,83	11,2	10,6	11,8	
Φ 5	15,00	-204,53	21,00	213,94	0,00	-1,82	-100,55	136,8	132,8	140,3	
Σ Φ 1	24,08	-314,00	28,49	321,77	0,00	-2,74	-153,82	150,8	147,7	153,4	
Σ Φ 2	20,85	-283,05	28,49	294,79	0,00	-2,49	-139,03	139,5	135,8	142,7	
Σ Φ 3	21,83	-289,94	27,22	299,62	0,00	-2,58	-142,49	140,5	136,9	143,7	
ΣΣ:+x	80,78	52,00	155,98	354,08	0,00	-4,37	-222,83	29,8	-6,6	66,6	@
ΣΣ:+x	-50,77	-461,05	-113,97	73,80	0,00	-4,37	-67,14	243,7	213,0	273,2	
ΣΣ:+z	89,96	55,72	186,61	384,04	0,00	-4,19	-226,18	26,3	-10,8	63,7	@
ΣΣ:+z	-59,95	-464,77	-144,61	43,84	0,00	-4,19	-118,87	247,2	216,0	277,4	
ΣΣ:-x	91,07	50,91	199,62	430,10	0,00	-3,48	-219,86	16,3	-22,0	54,6	@
ΣΣ:-x	-61,07	-459,96	-157,62	-2,21	0,00	-3,48	-171,59	257,2	225,3	288,5	
ΣΣ:-z	78,75	48,88	158,22	399,35	0,00	-3,77	-216,39	19,1	-19,0	57,4	@
ΣΣ:-z	-48,75	-457,94	-116,22	28,54	0,00	-3,77	-124,19	254,4	222,4	285,6	
Σ Φ 4	17,43	-228,53	21,02	234,73	0,00	-2,00	-112,01	150,8	147,7	153,4	
Σ Φ 5	15,00	-204,53	21,00	213,94	0,00	-1,82	-100,55	136,8	132,8	140,3	

M, V, N, T

τα εντατικά μεγέθη. Οι σεισμικοί συνδυασμοί παράγονται με πολλαπλασιασμό της σεισμικής συνιστώσας με τον συντελεστή ικανοτικής μεγέθυνσης $\gamma_{Rd} \cdot \Omega$. Βλ. §9.6.3.

$\sigma_{εδ}$, min$\sigma_{εδ}$, max$\sigma_{εδ}$

η μέση, η ελάχιστη και η μέγιστη τάση εδάφους οι οποίες για στατικές φορτίσεις προκύπτουν από τα φορτία λειτουργίας (χωρίς συντελεστές ασφαλείας γ_E στα φορτία).

Η σύγκριση των αναπτυσσόμενων τάσεων εδάφους με τις επιτρεπόμενες εν γένει **δεν αποτελεί έλεγχο φέρουσας ικανότητας**. Τυπώνονται στο τεύχος ως επιπλέον πληροφόρηση, ώστε ο μελετητής να έχει μια πληρέστερη εικόνα της απόκρισης του συστήματος θεμελίωσης.

Σημείωση

Σύμβολα στη δεξιά στήλη:

@ σημαίνεται η '**αρνητική**' τάση εδάφους, η οποία δηλώνει την εμφάνιση χαίνοντος αρμού (τοπικό ανασήκωμα θεμελίου).

! συμβολίζεται η **υπέρβαση** των επιτρεπόμενων τάσεων εδάφους.

Ράβδοι οπλισμού πεδιλοδοκού

Ράβδοι σιδηρού οπλισμού : Δοκού Δ1

Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	3 6(6)Φ16		6Φ16	

Συνδετήρες : 2τμ. ΣΦ10/12 Πύκνωση *Αρχή:* *Τέλος:*

Οπλισμός πέλματος πεδιλοδοκού: 6,00cm² Ράβδοι οπλισμού πέλματος: Φ14/15,0

Ελάχιστη διάσταση (L) στήριξης για αγκύρωση βάσει EC2

Κόμβος 21 Για Φ16 (α) με άγκιστρο [EC2 πιν.8.1] L= 0,84m (β) τύμπανο D= 4.3Φ [EC2 §8.1] L= 0,21m

Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	4 6(6)Φ16		6Φ16	

Συνδετήρες : 2τμ. ΣΦ10/12 Πύκνωση *Αρχή:* *Τέλος:*

Οπλισμός πέλματος πεδιλοδοκού: 6,00cm² Ράβδοι οπλισμού πέλματος: Φ14/15,0

Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	5 6(6)Φ16		6Φ16	

Συνδετήρες : 2τμ. ΣΦ10/12 Πύκνωση *Αρχή:* *Τέλος:*

Οπλισμός πέλματος πεδιλοδοκού: 6,00cm² Ράβδοι οπλισμού πέλματος: Φ14/15,0

Ελάχιστη διάσταση (L) στήριξης για αγκύρωση βάσει EC2

Κόμβος 3 Για Φ16 (α) με άγκιστρο [EC2 πιν.8.1] L= 0,84m (β) τύμπανο D= 4.3Φ [EC2 §8.1] L= 0,21m

Στην πεδιλοδοκό, όπως και στη συνδετήρια δοκό, **όλη** η διάτμηση παραλαμβάνεται από **συνδετήρες.**

9.6.5 Ράβδοι οπλισμού πεδίλου

Ράβδοι σιδηρού οπλισμού Πεδίλου 3 Δ(14)

Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	1 23Φ12			

Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	2 23Φ12			

Ράβδοι σιδηρού οπλισμού Πεδίλου 3 Δ(15)

Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	1 23Φ12			

Θέση	Κάτω σε μήκος	Σπάνε στις θέσεις	Άνω σε μήκος	Πρ.λοξά θέσεις
Άνοι	2 23Φ12			

9.7 Διαστασιολόγηση υποστυλωμάτων

9.7.1 Γενικά στοιχεία υποστυλώματος

Υποστύλωμα 3, Όροφος 0

Γενικά δεδομένα

Κόμβοι	Αρχή: 3(-1)	Τέλος: 3(0)	Μέλος: 9
Διατομή	Ορθογωνική: 40/50 /d'=5,0		Υψος = 3,00 [m]
Υλικά	Σκυρόδεμα C25/30	Χάλυβας: B500C	Συνδετήρες: B500C
Κοντός= ΟΧΙ	Ητολ=0,00 - αs=3,11		
Κανονισμός	Πλαστιμότητα :ΚΠ Μ	Πλάστιμο τοίχωμα :Όχι	Κύριο Μέλος
ΣΠΕΜ	[X-X]= 1,00	[Z-Z]= 1,00	

9.7.2 Εντατικά μεγέθη υποστυλώματος

Τυπώνονται για τα άκρα του κάθε κατακόρυφου στοιχείου, ανά περίπτωση φόρτισης, τα αναπτυσσόμενα εντατικά μεγέθη. Όλα τα εντατικά μεγέθη αναφέρονται στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων και προσημαίνονται σύμφωνα με το σύστημα του δεξιόστροφου κοχλία.

Εντατικά μεγέθη

Α/Α	Αρχή 3(-1)				Τέλος 3(0)				Αξονική	Στρέψη
Φόρτ	My	Mz	Vy	Vz	My	Mz	Vy	Vz	N	T
[/]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Φ 1	**-29,73**	**36,16**	**-18,28**	**16,60**	**20,07**	**-18,67**	**-18,28**	**16,60**	**-438,99**	**0,00**
Φ 2	-7,16	5,74	-2,65	4,14	5,26	-2,21	-2,65	4,14	-88,99	0,00
Φ 3	-2,11	2,11	-0,91	1,14	1,31	-0,62	-0,91	1,14	-35,83	0,00
Φ 4	-5,04	3,64	-1,74	3,00	3,95	-1,60	-1,74	3,00	-53,15	0,00
Φ 5	-31,88	37,88	-19,07	17,84	21,65	-19,34	-19,07	17,84	-465,68	0,00
ΣΦ 1	**-50,88**	**57,43**	**-28,65**	**28,62**	**34,98**	**-28,53**	**-28,65**	**28,62**	**-726,11**	**0,00**
ΣΦ 2	**-43,31**	**51,98**	**-26,04**	**24,12**	**29,06**	**-26,13**	**-26,04**	**24,12**	**-646,38**	**0,00**
ΣΦ 3	-47,71	54,27	-27,29	26,91	33,01	-27,61	-27,29	26,91	-672,36	0,00
ΣΣ:+x	11,82	63,02	-4,76	45,61	61,26	1,66	-4,76	45,61	-234,38	0,00
ΣΣ:+x	-75,58	12,74	-33,39	-9,93	-17,97	-40,34	-33,39	-9,93	-696,99	0,00
ΣΣ:+z	9,37	61,76	-5,13	44,07	59,09	1,90	-5,13	44,07	-247,80	0,00
ΣΣ:+z	-73,13	14,01	-33,02	-8,39	-15,80	-40,58	-33,02	-8,39	-683,57	0,00
ΣΣ:-x	4,10	60,12	-5,25	40,75	54,40	2,10	-5,25	40,75	-272,18	0,00
ΣΣ:-x	-67,86	15,64	-32,90	-5,07	-11,10	-40,78	-32,90	-5,07	-659,19	0,00
ΣΣ:-z	10,14	63,01	-4,41	44,57	59,81	1,81	-4,41	44,57	-240,55	0,00
ΣΣ:-z	-73,91	12,76	-33,74	-8,89	-16,52	-40,48	-33,74	-8,89	-690,81	0,00
ΣΦ 4	-36,89	41,90	-20,93	20,74	25,33	-20,89	-20,93	20,74	-527,97	0,00
ΣΦ 5	-31,88	37,88	-19,07	17,84	21,65	-19,34	-19,07	17,84	-465,68	0,00

Φόρτ ο αριθμός της φόρτισης (Φ), του σεισμικού συνδυασμού (ΣΣ) ή του συνδυασμού στατικής φόρτισης (ΣΦ), ο οποίος έχει οριστεί στον Πίνακα 816 του προγράμματος για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ΟΚΑ).

My, Mz ροπή σχεδιασμού στον κόμβο **αρχής** (κάτω) και στον κόμβο **τέλους** (άνω).

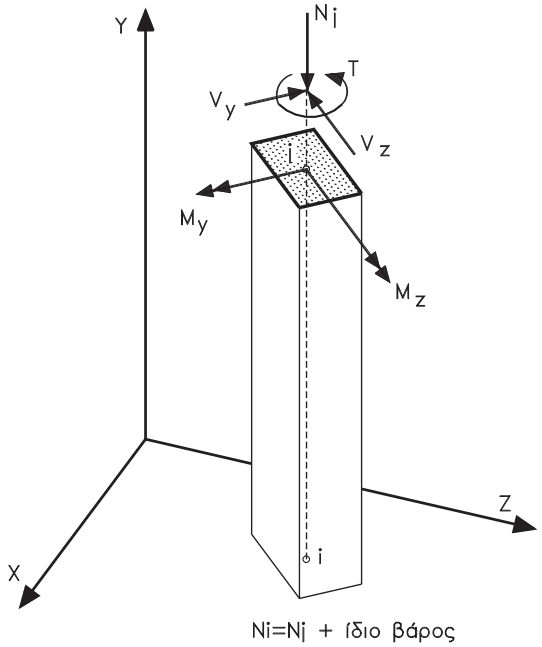
Vy, Vz τέμνουσα σχεδιασμού στον κόμβο **αρχής** (κάτω) και στον κόμβο **τέλους** (άνω).

N αξονική δύναμη του μέλους. Λαμβάνεται η μέση τιμή κόμβου αρχής και τέλους.

T στρέψη σχεδιασμού του μέλους.

Παρατήρηση

Στους σεισμικούς συνδυασμούς παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές για το κάθε εντατικό μέγεθος.



Σχήμα 9.29: *Εντατικά μεγέθη στην κεφαλή του υποστυλώματος.*

9.7.3 Οπλισμοί κάμψης υποστυλώματος

9.7.3.1 Διαξονική κάμψη

Φορτίσεις - Επάρκεια διατομής σε κάμψη (με Ικανοτικό σχεδιασμό σε κάμψη)

Φόρτ. [/]	νd [/]	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Ποσοστό Επάρκειας
ΣΦ 1	0,400	-1249,15	-17,00	0,48	262,77%
ΣΦ 2	0,345	-1076,68	-18,92	2,37	303,43%
ΣΦ 3	0,344	-1075,23	-14,67	-3,55	305,07%
ΣΦ 1	0,394	-1230,17	1,38	-10,73	266,71%
ΣΦ 2	0,338	-1057,69	7,55	-15,57	305,13%
ΣΦ 3	0,338	-1056,24	-6,55	-1,02	312,32%
ΣΣ 1	0,295	-921,73	73,94	18,25	263,18%
ΣΣ 1	0,177	-554,24	-98,68	-19,85	267,65%
ΣΣ 1	0,276	-861,25	116,29	-14,41	221,97%
ΣΣ 1	0,197	-614,72	-141,03	12,81	208,84%
ΣΣ 1	0,223	-695,43	8,93	-83,04	192,82%
ΣΣ 1	0,250	-780,54	-33,67	81,44	193,65%
ΣΣ 1	0,173	-540,18	52,25	10,02	448,36%
ΣΣ 1	0,290	-907,67	-52,11	-20,64	304,41%
ΣΣ 1	0,269	-840,03	-152,34	13,30	183,55%
ΣΣ 1	0,195	-607,82	138,69	-23,92	203,01%
ΣΣ 1	0,220	-687,65	-19,72	77,66	204,94%
ΣΣ 1	0,243	-760,20	19,86	-86,56	203,90%

Διαστασιολόγηση σε κάμψη πολυγωνικής διατομής

Αριθμ Επαν.	Ποσοστό επάρκειας	Κρίσιμη Ομάδα	νd [/]	Κρίσιμη Φόρτιση N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Συντελ. αύξησης	Ποσοστό οπλισμού
0	181,13%		0,243	-760,20	19,86	-86,56		0,82%
1	203,90%	1	0,243	-760,20	19,86	-86,56	0,596	1,14%

Ράβδοι Διατομής

Ομάδα Οπλισμού	Αριθμός Ράβδων	Οπλισμός [cm²]
1	6 Φ18	15,27
2	2 Φ14	3,08
3	2 Φ14	3,08
Σύνολα	10 Ράβδοι	21,43

Φόρτ ο αριθμός της φόρτισης (Φ), του σεισμικού συνδυασμού (ΣΣ) ή του συνδυασμού στατικής φόρτισης (ΣΦ)

Κόμβος ο άνω ή ο κάτω κόμβος, όπου πραγματοποιείται ο κάθε έλεγχος.

ν_d ανηγμένη αξονική δύναμη (= N_{Ed} / ($Ac \cdot fcd$)). Για κύρια υποστυλώματα το **ν_d** του σεισμικού συνδυασμού θα πρέπει να περιορίζεται ως εξής:

- ΚΠ Μ: $\nu_d \leq 0,65$ EC8-1 §5.4.3.2.1(3)A
- ΚΠ Υ: $\nu_d \leq 0,55$ EC8-1 §5.5.3.2.1(3)A

M_{EdY}, M_{EdZ}, N_{Ed}

οι ροπές και η αξονική δύναμη σχεδιασμού στους τοπικούς άξονες της διατομής. Για τον ορισμό των τοπικών αξόνων βλέπε Σχήμα 9.29.

Για κάθε κόμβο και κάθε διεύθυνση, εκτυπώνονται τα κατά Gupta ταυτόχρονα εντατικά μεγέθη σχεδιασμού. Για κάθε υποστύλωμα

εκτυπώνονται συνολικά 96 έλεγχοι (4 φορείς * 2 κόμβοι * 2 διευθύνσεις * 6 ταυτόχρονα εντατικά μεγέθη).

Οι έξι συνδυασμοί των ταυτόχρονων εντατικών μεγεθών ($M_{Ed,Y}$, $M_{Ed,Z}$, N_{Ed}) του κάθε κόμβου είναι οι εξής:

- $\mathbf{N_{max}}$, $M_{y ταυτ}$, $M_{z ταυτ}$
- $\mathbf{N_{min}}$, $M_{y ταυτ}$, $M_{z ταυτ}$
- $N_{ταυτ}$, $\mathbf{M_{ymax}}$, $M_{z ταυτ}$
- $N_{ταυτ}$, $\mathbf{M_{ymin}}$, $M_{z ταυτ}$
- $N_{ταυτ}$, $M_{y ταυτ}$, $\mathbf{M_{zmax}}$
- $N_{ταυτ}$, $M_{y ταυτ}$, $\mathbf{M_{zmin}}$

$\boldsymbol{\rho = As/Ac}$

το απαιτούμενο ποσοστό οπλισμού που λαμβάνεται ως το μέγιστο από το υπολογιζόμενο για την ισορροπία της διατομής και το κανονιστικά ελάχιστο, το οποίο δίδεται ως εξής:

Κύρια υποστυλώματα:	$\boldsymbol{\rho_{min}} = 1,0\%$	EC8-1- §5.4.3.2.2(1)A & §5.5.3.2.2(1)A
Υποστυλώματα ΧΑΠ και ΔΣΜ :	$\boldsymbol{\rho_{min}} = 0,2\%$	EC2-1-1 §9.5.2(2)

9.7.4 Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη

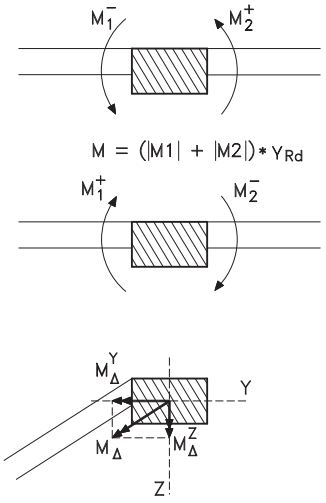
9.7.4.1 Συντελεστές ικανοτικού σχεδιασμού

Στις περιπτώσεις που πραγματοποιείται ικανοτικός σχεδιασμός κόμβων υποστυλωμάτων τυπώνεται ο παρακάτω πίνακας, στον οποίο παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για όλα τα υποστυλώματα της κατασκευής τα στοιχεία υπολογισμών της ικανοτικής ροπής σχεδιασμού *M*cd. Βλ. παράμετρο «Ικανοτικός » στο «Κτίριο» – «Σκυρόδεμα» και στο «Υποστύλωμα» – «Σκυρόδεμα» και §9.2.1 – «Έλεγχοι απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού ».

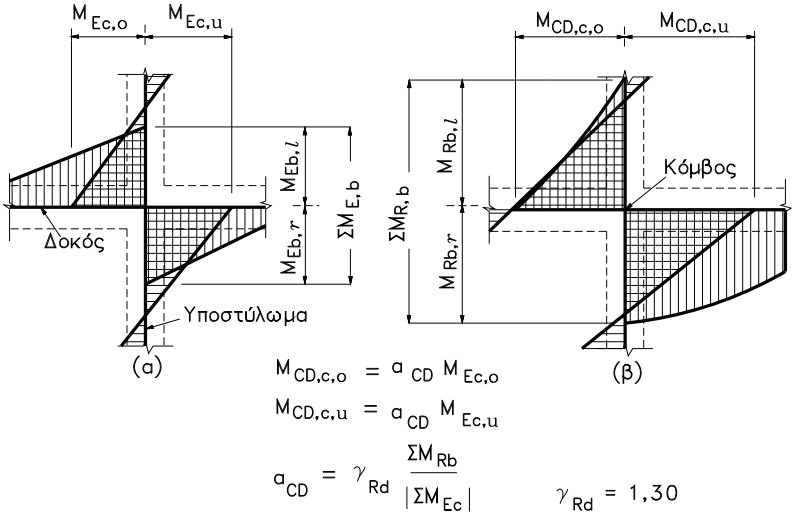
Διανομή Ροπών Αντοχής Δοκών στα Υποστυλώματα

Διανομή Ροπών Αντοχής Δοκών στα Υποστυλώματα - αCD=1.3*Σ(MRb)/Σ(MEc)

Op.	Κόμβος	Στύλος	Διεύθ.	Σ(MCDc)	1.3*Σ(MRb)	Σ(MEc)	αCD=MCDc/MEc	MEc_o	MEc_u	MCDc_o	MCDc_u
1	3	K3	+Y	312,25	312,25	94,75	3,30	61,86	32,89	203,86	108,40
			-Y	-289,78	-289,78	-94,75	3,06	-61,86	-32,89	-189,19	-100,60
			+z	181,17	181,17	169,11	1,07	105,31	63,80	112,82	68,35
			-z	-232,10	-232,10	-169,11	1,37	-105,31	-63,80	-144,53	-87,56



Σχήμα 9.30: *Ικανοτικός σχεδιασμός υποστυλωμάτων σε κάμψη, ροπές υπεραντοχής δοκών.*



Σχήμα 9.31: *Σχέση μεταξύ ροπών (δοκών και υποστυλωμάτων) σε έναν κόμβο. Ικανοτικός σχεδιασμός (EC8-1 §4.4.2.3(4)).*

$M_{Rb,l}$ $M_{Rb,r}$

Τελικές ροπές αντοχής των δοκών αριστερά (**l**) και δεξιά (**r**) του κόμβου του πλαισίου, με τη φορά που ενεργοποιούνται από τη σεισμική δράση.

M_{Ec_t}, M_{Ec_b}

Σεισμικές ροπές που αναπτύσσονται στο υπερκείμενο (top) και το υποκείμενο (bottom) υποστύλωμα.

$1.3\Sigma M_{Rb}$

Άθροισμα των ροπών υπεραντοχής των δοκών.

Σ(MCDc)

Άθροισμα των ροπών σχεδιασμού των υποστυλωμάτων.

$M_{CD,c,0}$ $M_{CD,c,u}$

Ικανοτικές ροπές σχεδιασμού του υπερκείμενου (**t**) και του υποκείμενου (**b**) υποστυλώματος.

α_{CD} Ισοδύναμος συντελεστής μεγέθυνσης της ροπής του υποστυλώματος, όπως προκύπτει από την ανάλυση ώστε να ληφθεί η ικανοτική ροπή σχεδιασμού.

γ_{Rd} Παίρνει τιμή ίση με 1,30. Συντελεστής ικανοτικής μεγέθυνσης κόμβου, ο οποίος μετατρέπει την υπολογιστική αντοχή των δοκών στην πιθανή μέγιστη τιμή της λαμβάνοντας υπόψη και την κράτυνση του χάλυβα.

Σε περίπτωση που απαιτείται **ικανοτικός σχεδιασμός**, τότε, για τον υπολογισμό έναντι διαξονικής κάμψης λαμβάνονται οι κατά τον Κανονισμό προσαυξημένες δρώσες ροπές, όπως φαίνεται στο Σχήμα 9.30, Σχήμα 9.31.

9.7.4.2 Ικανοτικός σχεδιασμός - συνδυασμοί διαστασιολόγησης

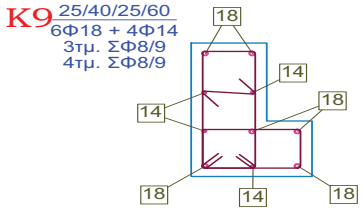
Συντελεστές Ικανοτικού σχεδιασμού

Κόμβος	Τοπ.Διευθ.	αCD_1	αCD_2
3(0)	Y	1,00	1,00
3(0)	Z	1,00	1,00
3(1)	Y	2,87	3,07
3(1)	Z	1,09	1,40

Οι ενδείξεις **Y** και **Z** αφορούν τους τοπικούς άξονες του υποστυλώματος, ενώ με τις ενδείξεις **1** και **2** σημαίνεται η εναλλασσόμενη φορά του σεισμικού φορτίου.

Στους πίνακες διαστασιολόγησης των υποστυλωμάτων παρουσιάζονται οι συντελεστές μεγέθυνσης της ροπής acd και οι συνδυασμοί διαστασιολόγησης, όπως προκύπτουν με κατάλληλη τροποποίηση των συνδυασμών ταυτόχρονων εντατικών μεγεθών (βλ. §9.7.3). Η τροποποίηση αυτή συνίσταται στην αντικατάσταση των μέγιστων και ελάχιστων τιμών της ροπής Mymax - Mymin και Mzmax - Mzmin του συνδυασμού με τις αντίστοιχες ικανοτικές acd·M, διατηρώντας τις ταυτόχρονες τιμές των άλλων δύο εντατικών μεγεθών.

Για την ακολουθούμενη μέθοδο όπλισης υποστυλώματος ορθογωνικής ή πολυγωνικής διατομής, καθώς και για την επεξήγηση των υποδιατομών και των ομάδων οπλισμού, βλ. §8.8. Η μορφή όπλισης φαίνεται στο Σχήμα 9.32.



Σχήμα 9.32: *Όπλιση υποστυλώματος διατομής τύπου Γ.*

9.7.5 Οπλισμός διάτμησης, στρέψης & περίσφιγξης

Τυπώνονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού του εγκάρσιου οπλισμού (συνδετήρες) των υποστυλωμάτων, ο οποίος περιλαμβάνει:

- Τον έλεγχο έναντι διάτμησης και στρέψης.
- Τον έλεγχο περίσφιγξης.
- Λαμβάνεται υπόψη ο υπολογιζόμενος οπλισμός για την εξασφάλιση της ακεραιότητας κόμβου δοκού-υποστυλώματος (βλ.§8.5.10 «Έλεγχος διάτμησης κόμβων»).

Ο έλεγχος υποστυλωμάτων τυχούσας διατομής, πραγματοποιείται για κάθε υποδιατομή χωριστά.

Οπλισμοί διάτμησης

Φορτ [/]	Δις [/]	VRdmax [kN]	VEd [kN]	TEd [kNm]	νd [/]	cotθ [/]	VRdc [kN]	Συνδετήρες Lκρ=0,50 [/ mm cm cm]	ωwd [/]
ΣΦ 1	Y	708,75	28,65	0,00	-0,22	2,50	158,76	3 τμ. Φ8/32 /14	0,18
ΣΦ 1	Z	729,00	28,62	0,00	-0,22	2,50	157,78	3 τμ. Φ8/36 /14	0,19
ΣΦ 2	Y	708,75	26,04	0,00	-0,19	2,50	156,10	3 τμ. Φ8/33 /14	0,18
ΣΦ 2	Z	729,00	24,12	0,00	-0,19	2,50	155,04	3 τμ. Φ8/36 /14	0,19
ΣΦ 3	Y	708,75	27,29	0,00	-0,20	2,50	158,76	3 τμ. Φ8/32 /14	0,18
ΣΦ 3	Z	729,00	26,91	0,00	-0,20	2,50	157,78	3 τμ. Φ8/36 /14	0,19
ΣΣ:+x	Y	708,75	36,97	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:+x	Z	729,00	104,22	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π
ΣΣ:+x	Y	708,75	44,02	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:+x	Z	729,00	112,91	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π
ΣΣ:+z	Y	708,75	39,19	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:+z	Z	729,00	102,71	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π
ΣΣ:+z	Y	708,75	46,90	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:+z	Z	729,00	108,80	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π
ΣΣ:-x	Y	708,75	43,52	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:-x	Z	729,00	98,71	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π
ΣΣ:-x	Y	708,75	52,64	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:-x	Z	729,00	100,65	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π
ΣΣ:-z	Y	708,75	38,41	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:-z	Z	729,00	102,97	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π
ΣΣ:-z	Y	708,75	45,32	0,00	-0,14	2,50	132,38	3 τμ. Φ8/36 /12	0,20 π
ΣΣ:-z	Z	729,00	111,05	0,00	-0,14	2,50	130,64	3 τμ. Φ8/36 /11	0,24 π

Μέγιστα οπλισμών διάτμησης

Φορτ	Δις	VRdmax	VEd	TEd	νd	cotθ	VRdc	Συνδετήρες Lκρ=0,50	ωwd

[/]	[/]	[kN]	[kN]	[kNm]	[/]	[/]	[kN]	[/	mm	cm	cm]	[/]	
ΣΣ:-x	Y	708,75	52,64	0,00	-0,14	2,50	0,00	3	τμ.	Φ8/36	/12	0,20	π
ΣΣ:+x	Z	729,00	112,91	0,00	-0,14	2,50	0,00	3	τμ.	Φ8/36	/11	0,24	π

Φόρτ. Ο αριθμός του συνδυασμού των σεισμικών φορτίσεων (ΣΣ) ή των στατικών φορτίσεων (ΣΦ) για τον οποίο ζητείται στον Πίν. 816 του προγράμματος έλεγχος στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ΟΚΑ).

Διεύθ. Η διεύθυνση Y ή Z στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων της διατομής (ή της υποδιατομής), παράλληλα στην οποία:

- Λαμβάνεται η τέμνουσα V_{ed}.
- Πραγματοποιείται ο έλεγχος περίσφιγξης.
- Τοποθετούνται τα σκέλη των συνδετήρων.

9.7.5.1 Έλεγχος έναντι τέμνουσας και στρέψης

***V*Ed, *T*Ed**

η τέμνουσα και στρέψη της ανάλυσης. Στους σεισμικούς συνδυασμούς κύριων υποστυλωμάτων λαμβάνεται η ικανοτική τέμνουσα, η οποία υπολογίζεται σύμφωνα με τις EC8-1 §5.4.2.3 ή §5.5.2.2. *Βλ.* Σχήμα 9.22.

Έλεγχος αστοχίας λοξού θλιπτήρα

$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$ [EC2-1-1 (6.9)]

$T_{Rd,max} = 2 \cdot \nu \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{ef,i} \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta$ [EC2-1-1 (6.30)]

όπου

$z = 0{,}9 \cdot d$ (προσεγγιστικά για υποστυλώματα) & $\alpha_{cw} = 1{,}0$

$\theta = 45^o$ (ώστε να μεγιστοποιείται η αντοχή)

A_k, $t_{ef,i}$ (βλ. σχ. EC2-1-1 6.11)

$$\nu_1 = \nu = 0{,}6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] \quad \& \; f_{ck} \text{ σε } Mpa$$

Ελέγχεται η αστοχία σε τέμνουσα (ή/και στρέψη) συγκρίνοντας τις ***V*Ed** και ***T*Ed** με την **αντοχή σε όρους σύνθλιψης του λοξού θλιπτήρα** σκυροδέματος ***V*Rd,max και *T*Rd,max**.

$$V_{Ed} / V_{Rd,max} + T_{Ed} / T_{Rd,max} \le 1{,}0 \qquad [EC2\text{-}1\text{-}1\ (6.29)]$$

Οπλισμός για την παραλαβή τέμνουσας & στρέψης

***V*Rdc** η αντοχή του υποστυλώματος σε τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης, η οποία υπολογίζεται από την σχέση EC2-1-1 (6.2) & (6.3)

$$V_{Rd,c} = [max\{C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} ; 0{,}035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}\} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

όπου:

$$C_{Rd,c} = 0,18/\gamma_c, \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \le 2,0 \ \ με\ d\ σε\ mm$$

$$k_1 = 0,15\ \&\ \sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2\ f_{cd}$$

Εάν ***V*****Ed > *V*Rdc**, τότε υπολογίζεται οπλισμός τέμνουσας ως εξής:

– υπολογίζεται η γωνία ***θ*** του λοξού θλιπτήρα:

$$\sin 2\theta = \frac{2 \cdot V_{Ed}}{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}} \ \ και\ 1,0 \le cot\theta \le 2,5$$

Ενώ στη περίπτωση κατασκευών στην Ελλάδα η συνεφαπτομένη cotθ ελέγχεται και με το επιπλέον όριο που εισάγεται στο Ελληνικό Εθνικό Προσάρτημα στον EC2-1-1 §2.7.

– υπολογίζεται η διατομή των συνδετήρων

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{z \cdot f_{ywd} \cot\theta}$$

Εάν ***V*****Ed ≤ *V*Rdc**, τότε δεν υπολογίζεται οπλισμός τέμνουσας και τοποθετείται μόνο ο ελάχιστος, ο οποίος προκύπτει απότις σχετικές διατάξεις των κανονισμών (βλ. επόμενα), ενώ το βήμα S περιορίζεται από την τιμή της παραμέτρου «Απόσταση συνδετήρων δοκών, υπ/των & άκρων τοιχωμάτων s_max » (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο» & στο «Υποστύλωμα» - «Οπλισμός».

cotθ η γωνία του λοξού θλιπτήρα, η οποία υπολογίζεται από την παραπάνω διαδικασία.

Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα μέσω της παραμέτρου «Συνεφαπτομένη γωνίας θλιπτήρα σκυρ/τος cotθ <= λ. λ=...» στο «Υποστύλωμα», να θέσει άνω όριο στο cotθ που θα χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο έμμεσα τον υπολογισμό του απαιτούμενου οπλισμού.

Συνδετήρες [τμ/Φ/S/Sκ]

τμ ο αριθμός των τμήσεων παράλληλα στην εξεταζόμενη διεύθυνση, ο οποίος καθορίζεται από την παράμετρο «Ελάχιστες τμήσεις συνδετήρων υποστυλωμάτων» και τη «Μέγιστη απόσταση εγκάρσια συγκρατούμενων ράβδων» στο «Κτίριο & στο «Υποστύλωμα» - «Οπλισμός».

Φ/Sκ/S η διάμετρος και η απόσταση των συνδετήρων εντός και εκτός κρίσιμης περιοχής Sk και S αντίστοιχα.

Κορμός ο τυχόν απαιτούμενος διαμήκης οπλισμός κορμού ***A*sl** λόγω στρέψης, ο οποίος προκύπτει από τη σχέση EC2-1-1 (6.28):

$$\frac{A_{sl}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2A_k} \cdot \frac{\cot\theta}{f_{yd}}$$

***l*cr** το **κρίσιμο ύψος** του υποστυλώματος εκατέρωθεν του κόμβου δοκού υποστυλώματος, το οποίο ορίζεται ως εξής:

ΚΠ Μ: ***l*cr** = max{ *h*c ; *l*cl/6 ; 0,45} EC8-1 §5.4.3.2.2(4)

ΚΠ Υ: ***l*cr** = max{ 1,5·*h*c ; *l*cl/6 ; 0,60} EC8-1 §5.5.3.2.2(4)

Στο κρίσιμο ύψος κύριων υποστυλωμάτων:

- Γίνεται έλεγχος περίσφιγξης και εξασφαλίζεται ελάχιστο ογκομετρικό ποσοστό συνδετήρων σύμφωνα με EC8-1 §5.4.3.2.2 & §5.5.3.2.2.
- Πραγματοποιείται πύκνωση συνδετήρων σύμφωνα με EC8-1 (5.18) & (5.32).

Το «Κρίσιμο ύψος άνω και κάτω» μπορεί να δοθεί και από τον μελετητή στην ομώνυμη παράμετρο στο «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα».

Οπλισμός περίσφιγξης

Ο οπλισμός περίσφιγξης του πυρήνα εφαρμόζεται σε **κύρια υποστυλώματα**, εφόσον η παράμετρος «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα» - «Εφαρμογή κανόνων περίσφιγξης» είναι στο «Αυτόματο».

***ω*wd** το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό οπλισμού περίσφιγξης, η επάρκεια του οποίου ελέγχεται ανεξάρτητα για κάθε διεύθυνση της διατομής σύμφωνα με τη σχέση EC8-1 (5.15):

$$\alpha\omega_{wd} \geq 30\mu_\varphi \nu_d \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0{,}035$$

όπου:

$$\omega_{wd} = \frac{\sum A_{swi} \cdot l_{swi}}{s \cdot b_o \cdot h_o} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

Τα ***A*sw,i** και ***l*sw,i** αντιστοιχούν στο εμβαδόν και στο μήκος των κλειστών συνδετήρων και του σιγμοειδή οπλισμού.

α η απόδοση της περίσφιγξης, η οποία δίδεται ως εξής:

$$\alpha = \alpha_s \cdot \alpha_n = (1 - s/2 \cdot b_o) \cdot (1 - s/2 \cdot h_o) \cdot [1 - \Sigma b_i^2/(6 \cdot b_o \cdot h_o)]$$

S το βήμα των συνδετήρων (Πίνακας 9.5).

μφ η απαιτούμενη πλαστιμότητα καμπυλοτήτων, η οποία τυπώνεται στους «Γενικούς ελέγχους δομήματος» του τεύχους (βλ. §9.2.3).

bc, bo η εξωτερική διάσταση και αντίστοιχα η διάσταση του πυρήνα της διατομής ή της υποδιατομής εγκάρσια στη διεύθυνση που πραγματοποιείται ο έλεγχος.

$\nu_d = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ η ανηγμένη θλιπτική αξονική δύναμη.

Ο έλεγχος περίσφιγξης πραγματοποιείται στις ακόλουθες **θέσεις**:

- **ΚΠΜ**: στη βάση (θεμελίωση του υποστυλώματος) με min_ω_{wd}=0,08. Βλ. EC8-1 §5.4.3.2.2(7)-(9).
- **ΚΠΥ**: σε όλους τους ορόφους, αλλά min_ω_{wd}=0,12 στο ισόγειο και min_ω_{wd}=0,08 στους υπόλοιπους ορόφους. Βλ. EC8-1 §5.5.3.2.2(8)-(10).

Μέγιστο βήμα συνδετήρων S

- Στις **κρίσιμες περιοχές κύριων υποστυλωμάτων** για την εξασφάλιση τοπικής πλαστιμότητας και την αποφυγή λυγισμού των διαμήκων ράβδων η μέγιστη απόσταση συνδετήρων ***S*** δε θα υπερβαίνει τις ακόλουθες τιμές:

	ΚΠ Μ $s=\min\{b_o/2;\ 175;\ 8\cdot d_{bL,min}\}$				**ΚΠ Υ** $s=\min\{b_o/3;\ 125;\ 6\cdot d_{bL,min}\}$			
bc,min (m)	*bo*/2 (m)	Φ14	Φ16	Φ18	*bo*/3 (m)	Φ14	Φ16	Φ18
		S (cm)				*S* (cm)		
0,25	*0,09*	9,0	9,0	9,0	*0,057*	5,7	5,7	5,7
0.30	*0,115*	11,2	11,5	11,5	*0,073*	7,3	7,3	7,3
0.35	*0,14*	11,2	12,8	14,0	*0,09*	8,4	9,0	9,0
>0.45	*>0,19*	11,2	12,8	14,4	*>0,12*	8,4	9,6	10,8

Πίνακας 9.5: *Μέγιστο βήμα συνδετήρων S (cm) στις κρίσιμες περιοχές κύριων υποστυλωμάτων και πλάστιμων τοιχωμάτων συναρτήσει της ελάχιστης διάστασης $b_{c,min}$ της διατομής (ή υποδιατομής) και της ελάχιστης διαμέτρου του διαμήκους οπλισμού $d_{bL,min}$ (λήφθηκε c_{nom}=3,0cm). Βλ. EC8-1 (5.18) & (5.32).*

- Εκτός κρίσιμων περιοχών και γενικά σε υποστυλώματα **χωρίς απαιτήσεις πλαστιμότητας** ή **δευτερεύοντα**:

$s=\min\{ b_c\ ;\ 400\ ;\ 20d_{bL,min} \}$ και 0,6·s σε περιοχές ματίσεων

[EC2-1-1 §9.5.3 & §9.6.4]

Βλ. «Απόσταση συνδετήρων δοκών, υπ/των & άκρων τοιχωμάτων s_max» (παράμετρος στο «Κτίριο» και στο «Υποστύλωμα» - «Οπλισμός»).

Σύμβολα στη δεξιά στήλη:

Σημείωση

π: Όταν στη δεδομένη διεύθυνση ο έλεγχος περίσφιγξης αποδεικνύεται κρίσιμος στον καθορισμό των συνδετήρων.

πκ: Όταν η μέγιστη απαίτηση συνδετήρων προέρχεται από τον έλεγχο διάτμησης κόμβου. Βλ. §9.5.10.

9.7.6 Ράβδοι σιδηρού οπλισμού υποστυλώματος

Μέγιστα οπλισμών - Διαξονική κάμψη με οπλισμό στις πλευρές

Ορ. [/]	ΜΑΧνd [/]	Φορ [/]	Γωνία Φορ [cm²]	Φορ [/]	Κρισ. Γωνίες	Πλε.Υ [cm²]	Φορ [/]	Πλε.Ζ [cm²]	Φορ [/]	Τμ-Συνδετ-Απο N τμ.[Σ Φ / s]	Φορ [/]
0	0,211	ΣΣ:+x			ΟΧΙ	10,00	ΣΦ 1	10,00	ΣΦ 1	3τμ. ΣΦ8/11	ΣΣ:+x
1	0,238	ΣΣ:+x			ΟΧΙ	10,00	ΣΦ 1	10,00	ΣΦ 1	3τμ. ΣΦ8/11	ΣΣ:+x
2	0,142	ΣΣ:+x			ΟΧΙ	11,03	ΣΣ:+x	11,54	ΣΣ:-z	3τμ. ΣΦ8/15	ΣΦ 1
3	0,045	ΣΣ:+x			ΟΧΙ	10,18	ΣΣ:+x	18,20	ΣΦ 1	3τμ. ΣΦ8/14	ΣΦ 1

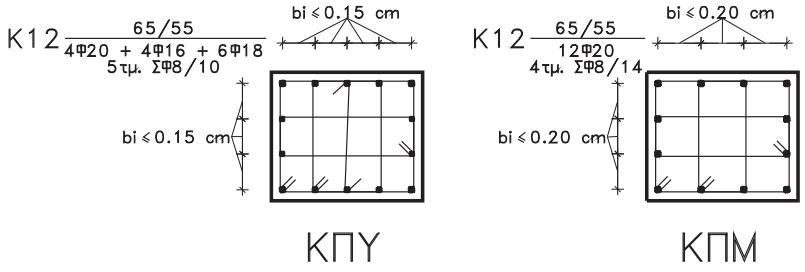
Ράβδοι οπλισμού ορόφου 0

Στις 4 γωνίες	Ανά πλευρά Υ(0,40)	Ανά πλευρά Ζ(0,50)	Συνδετήρες	Ομοιομ.	ρ[%]
4Φ18	+2Φ14	+3Φ16	3τμ. ΣΦ8/11	ΝΑΙ	1,42

Ράβδοι οπλισμού ορόφου 1

Στις 4 γωνίες	Ανά πλευρά Υ(0,40)	Ανά πλευρά Ζ(0,50)	Συνδετήρες	Ομοιομ.	ρ[%]
4Φ18	+2Φ14	+3Φ16	3τμ. ΣΦ8/11	ΝΑΙ	1,42

Αναγράφονται αναλυτικά τα σίδερα που προτείνονται ως οπλισμοί, η διεύθυνση κατά την οποία τοποθετούνται, καθώς και οι συνδετήρες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση της διάτμησης.



Σχήμα 9.33: *Η λεπτομέρεια όπλισης υποστυλώματος.*

9.8 Διαστασιολόγηση Τοιχωμάτων

9.8.1 Γενικά στοιχεία τοιχώματος

```
Υποστύλωμα  6, Όροφος 1
-------------------------------------------------------------------------------------------

Γενικά δεδομένα
-------------------------------------------------------------------------------------------
 Κόμβοι      Αρχή: 6(0)      Τέλος: 6(1)     Μέλος: 42
-------------------------------------------------------------------------------------------
 Διατομή     Γάμα 3: 25/205/25/45 /d'=5,0                              Υψος = 3,00 [m]
-------------------------------------------------------------------------------------------
 Υλικά       Σκυρόδεμα C25/30            Χάλυβας: B500C                Συνδετήρες: B500C
-------------------------------------------------------------------------------------------
 Κανονισμός  Πλαστιμότητα :ΚΠ Μ          Πλάστιμο Τοίχωμα: ΝΑΙ         Κύριο Μέλος
-------------------------------------------------------------------------------------------
 ΣΠΕΜ        [X-X]= 1,00     [Z-Z]= 1,00     ε = 1,50
```

Κρίσιμη περιοχή τοιχώματος

Μετρούμενο από το ορισμένο υψόμετρο ως βάση της οικοδομής, το ύψος της κρίσιμης περιοχής δίδεται από EC8-1 ΚΠΜ-§5.4.3.4.2(1) & ΚΠΥ-§5.5.3.4.5.(1):

$$\max\{l_w\ ;\ H_w/6\} \le \mathbf{h_{cr}} \le \begin{cases} \min\{2\cdot l_w\ ;\ h_S\} & \text{για} \le \text{6-ώροφο} \\ \min\{2\cdot l_w\ ;\ 2\cdot h_S\} & \text{για} > \text{6-ώροφο} \end{cases}$$

Το **υπόγειο τμήμα** τοιχωμάτων θεωρείται, επίσης, κρίσιμη περιοχή. Βλ. EC8-1 §5.8.1(3).

Όπου hs το το ύψος του ορόφου, π.χ. του ισογείου.

Σημείωση

Η βάση της κατασκευής καθορίζεται από τον μελετητή μέσω της παραμέτρου «Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός ηv & vd)».

9.8.2 Εντατικά μεγέθη τοιχώματος

Εντατικά μεγέθη

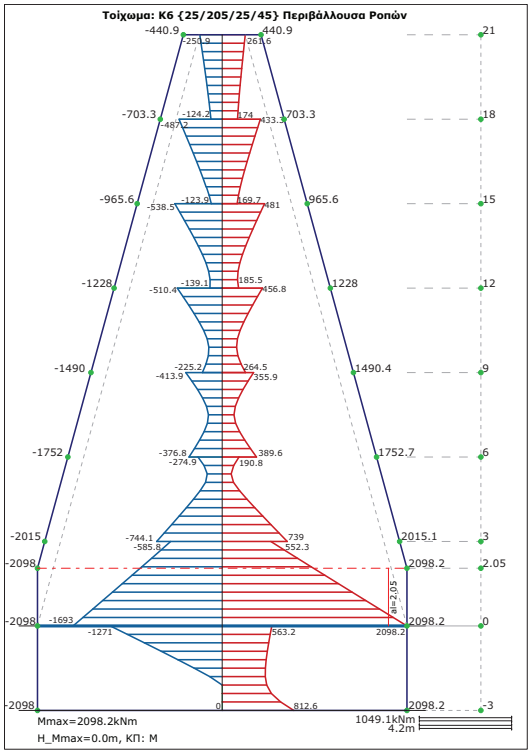
Α/Α	Αρχή	δ(0)			Τέλος	δ(1)			Αξονική	Στρέψη
Φόρτ	My	Mz	Vy	Vz	My	Mz	Vy	Vz	N	T
[/]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Φ 1	178,64	31,02	-26,25	-62,29	-8,21	-47,73	-26,25	-62,29	-1528,18	-0,05
Φ 2	47,28	8,67	-7,44	-19,41	-10,95	-13,67	-7,44	-19,41	-290,10	-0,01
Φ 3	28,32	6,92	-6,98	-12,46	-9,07	-14,03	-6,98	-12,46	-151,29	-0,01
Φ 4	18,96	1,74	-0,46	-6,95	-1,88	0,36	-0,46	-6,95	-138,81	0,00
Φ 5	192,83	33,62	-28,48	-68,11	-11,50	-51,83	-28,48	-68,11	-1615,21	-0,05
ΣΦ 1	312,08	54,88	-46,60	-113,20	-27,52	-84,93	-46,60	-113,20	-2498,19	-0,08
ΣΦ 2	283,65	52,27	-45,91	-102,78	-24,69	-85,47	-45,91	-102,78	-2289,97	-0,08
ΣΦ 3	269,60	44,50	-36,13	-94,50	-13,91	-63,89	-36,13	-94,50	-2271,25	-0,07
ΣΣ:+x	1360,03	95,48	1,96	516,87	336,96	-21,42	1,96	516,87	-1283,04	-0,95
ΣΣ:+x	-974,38	-28,23	-58,93	-516,87	-359,96	-82,24	-58,93	-516,87	-1947,38	-0,95
ΣΣ:+z	1320,22	92,51	0,61	516,87	322,24	-22,52	0,61	516,87	-1321,45	-1,24
ΣΣ:+z	-934,56	-25,26	-57,58	-516,87	-345,24	-81,13	-57,58	-516,87	-1908,97	-1,24
ΣΣ:-x	1292,99	98,64	3,16	516,87	312,64	-21,08	3,16	516,87	-1294,51	-1,17
ΣΣ:-x	-907,34	-31,39	-60,13	-516,87	-335,63	-82,58	-60,13	-516,87	-1935,91	-1,17
ΣΣ:-z	1318,63	100,46	3,61	516,87	320,47	-21,40	3,61	516,87	-1274,62	-1,25
ΣΣ:-z	-932,98	-33,21	-60,58	-516,87	-343,47	-82,26	-60,58	-516,87	-1955,80	-1,25
ΣΦ 4	225,92	39,69	-33,70	-81,69	-19,16	-61,39	-33,70	-81,69	-1818,28	-0,06
ΣΦ 5	192,83	33,62	-28,48	-68,11	-11,50	-51,83	-28,48	-68,11	-1615,21	-0,05
ΣΦ 6	225,92	39,69	-33,70	-81,69	-19,16	-61,39	-33,70	-81,69	-1818,28	-0,06

Για την επεξήγηση των συμβόλων, βλ. §9.7.2 – «Εντατικά μεγέθη υποστυλώματος».

9.8.3 Διαστασιολόγηση σε κάμψη

9.8.3.1 Περιβάλλουσα ροπών

Για λυγηρά πλάστιμα τοιχώματα ($h_w/l_w > 2$) σχεδιάζεται γραμμική περιβάλλουσα της ροπής $\boldsymbol{My}$ των σεισμικών συνδυασμών σύμφωνα με EC8-1 §5.4.2.4(4)A & 5 και Σχ. 5.3. Το διάγραμμα καμπτικών ροπών σχεδιασμού {$\boldsymbol{My}$} προκύπτει από κατακόρυφη μετατόπιση της περιβάλλουσας (μετατόπιση της εφελκυστικής δύναμης) κατά $\boldsymbol{a_l}$. Το $\boldsymbol{a_l}$ λαμβάνεται από το πρόγραμμα ίσο με $\boldsymbol{h_w}$. Βλ. EC2-1-1 §9.2.1.3.



Σχήμα 9.34: *Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού πλάστιμου τοιχώματος. Με έντονη οριζόντια γραμμή σημαίνεται η βάση της κατασκευής (υψόμετρο βάσης για υπολ. ην=0,0).*

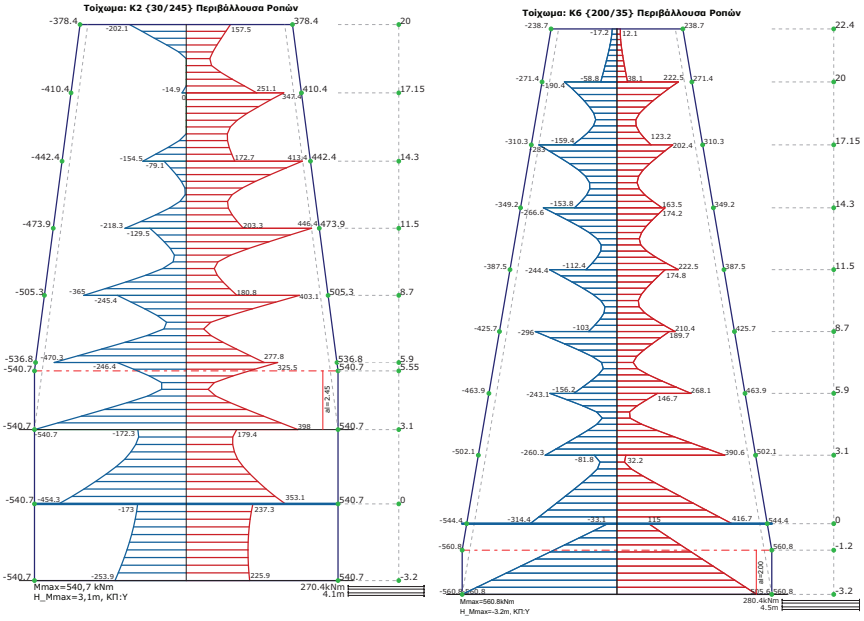
Παρατήρηση

Η γραμμική περιβάλλουσα σχεδιάζεται βάσει της μέγιστης ροπής, η οποία εν γένει εμφανίζεται στη «βάση» της κατασκευής (θέση οιονεί πάκτωσης του τοιχώματος). Η βάση αυτή, συνήθως, ταυτίζεται με την οροφή άκαμπτου υπογείου μορφής κιβωτίου.

Η μορφή της περιβάλλουσας εξασφαλίζει τη δημιουργία μιας μόνο πλαστικής άρθρωσης στη βάση του τοιχώματος και πρακτικά ελαστική συμπεριφορά στους ανώτερους ορόφους.

Εμφάνιση της μέγιστης ροπής **χαμηλότερα** από τη βάση της κατασκευής, π.χ. στη θέση θεμελίωσης του τοιχώματος, ενδέχεται να δηλώνει ότι το περιμετρικό τοίχωμα του υπογείου δεν είναι αρκετά δύσκαμπτο, π.χ. έχει πολλά ανοίγματα ή ότι δεν έχει προσομοιωθεί ρεαλιστικά η δυσκαμψία του.

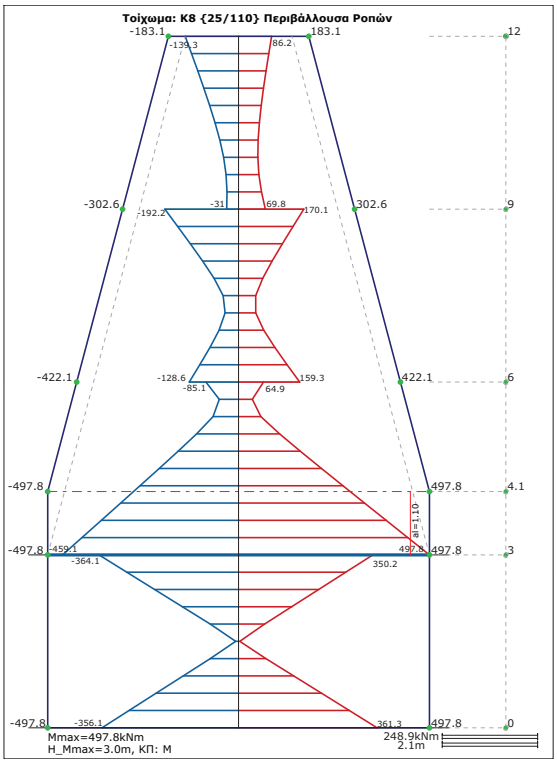
Η μέγιστη ροπή ενδέχεται να εμφανιστεί και **υψηλότερα** από την ορισμένη ως βάση του δομήματος θέση, π.χ. σε περιπτώσεις μικρών τοιχωμάτων ή έντονης μεταβολής της συνολικής ακαμψίας σε κάποιο όροφο ή σημαντικής στατικής συνιστώσας. Σε τέτοια τοιχώματα αποδεικνύεται εκ των πραγμάτων δύσκολο να ικανοποιηθεί η απαίτηση του κανονισμού για μοναδική πλαστική άρθρωση στη βάση.



Σχήμα 9.35: *Περιπτώσεις όπου η μέγιστη ροπή εμφανίζεται χαμηλότερα ή ψηλότερα από την ορισμένη ως βάση της κατασκευής (υψόμετρο H = 0).*

Μικρά τοιχώματα:

Δεδομένου ότι ο EC8 δε θέτει όριο στο ελάχιστο μήκος πλάστιμου τοιχώματος, μέλη διατομής 100/25 ή 120/30 κατατάσσονται στα τοιχώματα. Παρόλα αυτά, θεωρείται αμφίβολο εάν αυτά τα μέλη συμπεριφέρονται ουσιαστικά ως τοιχώματα, αφού σπάνια παρουσιάζουν διαγράμματα ροπών ή τεμνουσών της μορφής των σχ. 5.4 & 5.6 του EC8. Σε κάθε περίπτωση **προτείνεται** ο χαρακτηρισμός ως «Έλεγχος και όπλιση ως τοίχωμα=ΝΑΙ» ή «Έλεγχος και όπλιση ως τοίχωμα=Όχι» μετά από αξιολόγηση του διαγράμματος των ροπών.



Σχήμα 9.36: *Διάγραμμα ροπών 'μικρού' τοιχώματος, το οποίο προσιδιάζει περισσότερο σε διάγραμμα υποστυλώματος, παρά σε διάγραμμα καμπτικού προβόλου.*

Σημείωση

Σε κάθε περίπτωση, ένα κατακόρυφο μέλος ορισμένο από το πρόγραμμα ως «Έλεγχοι και όπλιση ως τοίχωμα» διαστασιολογείται από το πρόγραμμα βάσει περιβάλλουσας καμπτικών ροπών. Βλ. «Γενικά στοιχεία τοιχώματος» και παράμετρο στο «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα».

9.8.3.2 Συνδυασμοί διαστασιολόγησης σε κάμψη

Φορτίσεις - Επάρκεια διατομής σε κάμψη

Φόρτ. [/]	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Ποσοστό Επάρκειας	
ΣΦ 1	-2526,67	312,08	54,88	346,59%	
ΣΦ 2	-2318,45	283,65	52,27	376,32%	
ΣΦ 3	-2299,73	269,60	44,50	387,08%	
ΣΦ 1	-2469,71	-27,52	-84,93	341,75%	
ΣΦ 2	-2261,49	-24,69	-85,47	333,93%	
ΣΦ 3	-2242,77	-13,91	-63,89	393,26%	
ΣΣ:+z	-1930,06	-498,24	56,51	384,17%	
ΣΣ:+z	-1342,54	883,90	10,74	371,50%	
ΣΣ:+z	-1456,23	1360,03	59,99	228,17%	
ΣΣ:+z	-1816,37	-1360,03	7,25	256,36%	
ΣΣ:+z	-1522,15	-312,02	-25,26	555,36%	
ΣΣ:+z	-1750,45	697,67	92,51	341,13%	
ΣΣ:+z	-1300,35	175,49	-48,05	612,02%	
ΣΣ:+z	-1887,87	-198,49	-55,61	448,72%	
ΣΣ:+z	-1758,70	1305,92	-31,26	245,10%	
ΣΣ:+z	-1429,52	-1305,92	-72,39	217,09%	<-- κρίσιμος συνδυασμός
ΣΣ:+z	-1631,96	222,70	-81,13	440,73%	

Διαστασιολόγηση σε κάμψη πολυγωνικής διατομής

Αριθμ Επαν.	Ποσοστό επάρκειας	Κρίσιμη Ομάδα	Κρίσιμη N [kN]	Φόρτιση My [kNm]	Mz [kNm]	Συντελ. αύξησης	Ποσοστό οπλισμού
0	217,09%		-1429,52	-1305,92	-72,39		0,77%

Στους πίνακες διαστασιολόγησης (ή ελέγχου επάρκειας) των πλάστιμων τοιχωμάτων οι δύο συνδυασμοί ταυτόχρονων εντατικών μεγεθών (βλ. §9.7.2), για τους οποίους έχουμε Mymax ή Mymin, τροποποιούνται βάσει της περιβάλλουσας ροπών σχεδιασμού. Επιπλέον, για ΚΠ Υ δε λαμβάνεται η ταυτόχρονη αξονική δύναμη του σεισμικού συνδυασμού, αλλά η δυσμενέστερη. Βλ. EC8-1 §5.5.3.4.1(1)Α.

$\nu_d = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$

η ανηγμένη αξονική δύναμη. Για πλάστιμα τοιχώματα ελέγχεται εάν στους σεισμικούς συνδυασμούς υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός:

ΚΠ Μ: $\nu_d \leq 0{,}40$ EC8-1 §5.4.3.4.1(2)

ΚΠ Υ: $\nu_d \leq 0{,}35$ EC8-1 §5.5.3.4.1(2)

$\rho = A_s/A_c$

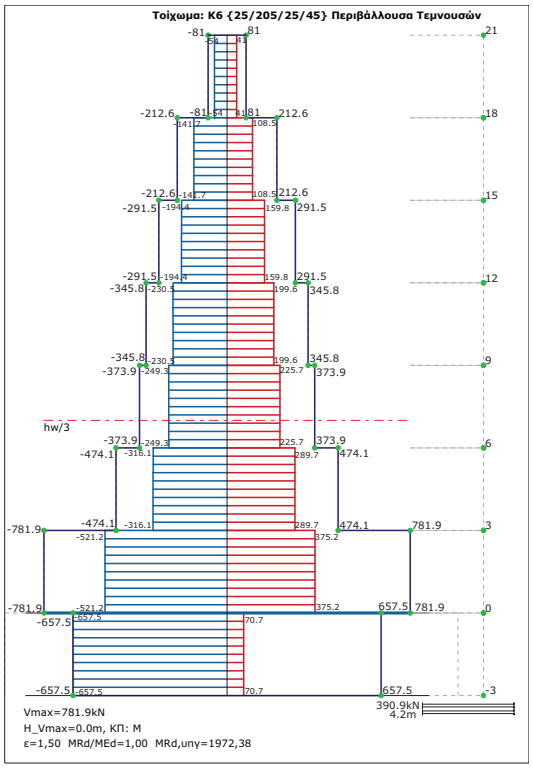
το απαιτούμενο ποσοστό οπλισμού ανηγμένο στο συνολικό εμβαδόν της διατομής, το οποίο λαμβάνεται ως το μέγιστο από το υπολογιζόμενο για την ισορροπία της διατομής και το κανονιστικά ελάχιστο, το οποίο δίδεται κατά περίπτωση ως εξής:

- Όταν διαμορφώνονται **ενισχυμένα άκρα** (κρυφές κολώνες), τότε στην περιοχή του άκρου είναι $\rho'_{v,min} = 0{,}5\%$. Βλ. EC8-1 §5.4.3.4.2(8) & §5.5.3.4.5(7). Βλ. §9.8.4.2.
- Για όπλιση με **απλή εσχάρα,** ο οπλισμός κάμψης κατανέμεται στα άκρα του τοιχώματος, ενώ το ποσοστό του σε κάθε περίπτωση υπερβαίνει το 0,5% της περιοχής αυτής.

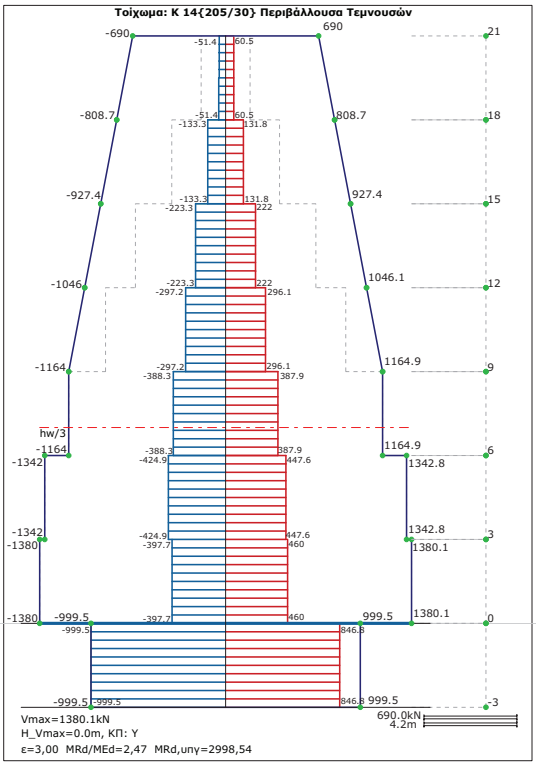
9.8.4 Διαστασιολόγηση σε τέμνουσα

9.8.4.1 Περιβάλλουσα τεμνουσών

Σε πλάστιμα τοιχώματα, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η αύξηση της τέμνουσας μετά την καμπτική διαρροή στη βάση, η τέμνουσα σχεδιασμού VEd λαμβάνεται από περιβάλλουσα, η οποία σχεδιάζεται βάσει της τέμνουσας της ανάλυσης V'Ed σύμφωνα με τις EC8-1 §5.4.2.4(7)-(8), §5.5.2.4.1(7)-(8) και §5.5.2.4.2.



Σχήμα 9.37: *Περιβάλλουσα τεμνουσών με ομοιόμορφη μεγέθυνση. Εφαρμογή για (α) ΚΠ Μ σε λυγηρά τοιχώματα (h_w/l_w>2) τοιχωματικών συστημάτων (65%< η_v) ή πλαισιωτών συστημάτων (η_v <35%) και (β) σε κοντά τοιχώματα (h_w/l_w≤2) ανεξάρτητα κατηγορίας πλαστιμότητας και στατικού συστήματος.*



Σχήμα 9.38: *Περιβάλλουσα τεμνουσών τύπου σχήματος 5.4 του EC8-1 . Εφαρμογή μόνο για λυγηρά τοιχώματα (h_w/l_w>2) (α) σε μεικτά συστήματα (35%<η_v<65%) ΚΠ Μ και (β) ανεξάρτητα στατικού συστήματος σε ΚΠ Υ.*

Στο υπόμνημα της περιβάλλουσας δίδεται:

ε ο συντελεστής μεγέθυνσης της τέμνουσας της ανάλυσης, ο οποίος προκύπτει κατά περίπτωση ως εξής:

ΚΠΜ:	$\varepsilon = 1{,}50$	§5.4.2.4(7)
ΚΠΥ:	$\varepsilon = q \cdot \sqrt{\left(\frac{\gamma_{Rd}}{q} \cdot \frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}\right)^2 + 0{,}1\left(\frac{S_e(T_C)}{S_e(T_1)}\right)^2} \le q$	(5.25)
ΚΠΥ - *Κοντά τοιχώματα* ($h_w/l_w \le 2$) :	$\varepsilon = \gamma_{Rd} \cdot (\frac{M_{Rd}}{M_{Ed}}) \le q$	§5.5.2.4.2(2)

***M*Rd/*M*Ed**

ο ελάχιστος λόγος της ροπής αντοχής προς την αντίστοιχη ροπή ανάλυσης στη βάση του τοιχώματος.

***γ*Rd** συντελεστής υπεραντοχής, ο οποίος λαμβάνει υπόψη τη σκλήρυνση του χάλυβα. Λαμβάνεται από το πρόγραμμα ίσος με 1,20.

***Se*(*T*C), *Se*(*T*1)**

τεταγμένη του ελαστικού φάσματος απόκρισης για τη χαρακτηριστική ιδιοπερίοδο Tc και τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο της κατασκευής στη διεύθυνση της τέμνουσας. Βλ. «Γενικοί έλεγχοι δομήματος» - §9.2.3.

***V*max, *H_V*max**

η μέγιστη τέμνουσα και το υψόμετρο στο οποίο εμφανίζεται.

***M*Rd,υπογ.**

η μέγιστη ροπή αντοχής στη βάση του τοιχώματος, βάσει της οποίας υπολογίζεται η τέμνουσα σχεδιασμού του υπόγειου τμήματος του τοιχώματος $V_{Ed} = M_{Rd,υπογ}/h_{υπογ}$. Βλ. EC8-1 §5.8.1(5).

hw/3 σημαίνεται με διακεκομμένη οριζόντια γραμμή το 1/3 του ύψους του τοιχώματος. Η θέση αυτή αφορά το σχεδιασμό περιβάλλουσας του τύπου που περιγράφεται στο σχήμα 5.4 του EC8-1. Βλ. Σχήμα 9.38.

Παρατήρηση

Η τιμή του συντελεστή ***ε*** που υπολογίζεται από το πρόγραμμα είναι δυνατόν να περιορίζεται από τον μελετητή (π.χ. σε τοιχώματα που ενσωματώνονται σε περιμετρικό τοίχωμα υπογείου) μέσω της παραμέτρου «Συντ. μεγέθυνσης τέμνουσας τοιχώματος ε <= μ. μ= ...» στο «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα».

9.8.4.2 Έλεγχος έναντι τέμνουσας – οπλισμός κορμού

Οπλισμοί διάτμησης

Φορτ [/]	Δις [/]	VRdmax [kN]	VEd [kN]	TEd [kNm]	νd [/]	cotθ [/]	VRdc [kN]	ρh [%]	Οριζον. mm/cm	ρv [%]	Κατακ. mm/cm	lc [m]	ρ'v [%]
ΣΦ 1	Z	1890,00	19,75	0,00	-0,12	2,50	293,64	0,27	Φ8 / 15	0,27	Φ8 / 15	0,38	0,25
ΣΦ 2	Z	1890,00	36,87	0,00	-0,11	2,50	275,99	0,27	Φ8 / 15	0,27	Φ8 / 15	0,38	0,25

ΣΦ 3	Z	1890,00	31,69	0,00	-0,11	2,50	281,52	0,27	Φ8 / 15	0,27	Φ8 / 15	0,38	0,25
ΣΣ:+x	Z	1890,00	981,35	0,00	-0,08	2,50	236,37	0,27	Φ8 / 15	0,27	Φ8 / 15	0,43	0,25 π
ΣΣ:+z	Z	1890,00	981,35	0,00	-0,08	2,50	236,37	0,27	Φ8 / 15	0,27	Φ8 / 15	0,43	0,25 π
ΣΣ:-x	Z	1890,00	981,35	0,00	-0,08	2,50	236,37	0,27	Φ8 / 15	0,27	Φ8 / 15	0,43	0,25 π
ΣΣ:-z	Z	1890,00	981,35	0,00	-0,08	2,50	236,37	0,27	Φ8 / 15	0,27	Φ8 / 15	0,43	0,25 π

Διεύθ. η (ισχυρή) διεύθυνση Z της διατομής του τοιχώματος στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων.

***V*Ed** η τέμνουσα σχεδιασμού, η οποία για στατικούς συνδυασμούς λαμβάνεται από τα αποτελέσματα της ανάλυσης, ενώ για πλάστιμα τοιχώματα και σεισμικούς συνδυασμούς προκύπτει από την περιβάλλουσα τεμνουσών.

Έλεγχος αστοχίας λοξού θλιπτήρα

VRd,max η αντοχή σε τέμνουσα της διατομής σε όρους σύνθλιψης του λοξού θλιπτήρα, η οποία δίδεται ως εξής:

- **Γενικά:**

$$V_{\mathrm{Rd,max}} = \frac{\alpha_{\mathrm{cw}} \cdot b_{\mathrm{wo}} \cdot z \cdot 0{,}6 \cdot \nu_1 \cdot f_{\mathrm{cd}}}{\cot\theta + \tan\theta} \quad \text{[EC2 (6.9)]}$$

- **Κρίσιμες περιοχές τοιχωμάτων ΚΠ Υ** (*σεισμικές φορτίσεις*):

  Βάσει EC8-1 §5.5.3.4.2

$$V_{\mathrm{Rd,max}} = 0{,}4\frac{\alpha_{\mathrm{cw}} \cdot b_{\mathrm{wo}} \cdot z \cdot 0{,}6 \cdot \nu_1 \cdot f_{\mathrm{cd}}}{\cot\theta + \tan\theta}$$

  Βάσει EC8-3 (A.15)

$$V_{\mathrm{R,max}} = \frac{0{,}85\left(1 - 0{,}06\min\left(5;\mu_{\Delta}^{pl}\right)\right)}{\gamma_{\mathrm{el}}}\left(1 + 1{,}8\min(0{,}15;\frac{N}{A_c f_c}\right)\cdot$$

$$\cdot\left(1 + 0{,}25\max(1{,}75;100\rho_{tot})\right)\left(1 - 0{,}2\min(2;\frac{L_V}{h_w}\right)\sqrt{f_c}\, b_w z$$

  όπου

  $\boldsymbol{\alpha_{cw}} = 1{,}0$ & $\boldsymbol{z} = 0{,}8 \cdot lw$ (βλ. EC8-1 §5.5.3.4.2)

  $\boldsymbol{\theta} = 45^o$ (ώστε να μεγιστοποιείται η αντοχή)

  $\boldsymbol{\nu_1}=\nu= 0{,}6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right]$ & f_{ck} σε Mpa

  $\boldsymbol{\mu_{\Delta pl}}$ η απαιτούμενη πλαστιμότητα σε όρους μετατοπίσεων.

  $\boldsymbol{\rho_{tot}}$ ο συνολικός διαμήκης οπλισμός της διατομής.

  $\boldsymbol{L_V/h_w} = \boldsymbol{\alpha_s} = \boldsymbol{M_{Ed}/(V_{Ed} \cdot h_w)}$ ο λόγος διάτμησης του μέλους.

Σημείωση

Σε κατασκευές ΚΠΥ ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει εάν το $V_{Rd,max}$ πλάστιμων τοιχωμάτων θα ληφθεί σύμφωνα με την απλοποιημένη και πιο συντηρητική μεθοδολογία του EC8-1 ή την αναλυτική του EC8-3. Βλ. παράμετρο «Απομείωση διατμητικής αντοχής Vrdmax τοιχώματος» στο «Υποστύλωμα»-«Σκυρόδεμα».

Οπλισμός κορμού για την παραλαβή τέμνουσας & στρέψης

V_{Rdc}, v_d βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων υποστυλώματος §9.7.5.

cotθ η συνεφαπτομένη του λοξού θλιπτήρα σκυροδέματος, η οποία υπεισέρχεται στον υπολογισμό του οπλισμού διάτμησης. Για πλάστιμα τοιχώματα ΚΠ Μ η cotθ προσδιορίζεται, όπως περιγράφεται στην §9.7.5, ενώ για ΚΠ Υ λαμβάνεται ίση με 1,00. Βλ. EC8-1 ΚΠ Μ-§5.4.3.4.1(1)Α και ΚΠ Υ-§5.5.3.4.3.

$\rho_h = A_{sh}/(b_{wo} \cdot s_h)$

το ποσοστό του απαιτούμενου **οριζόντιου** οπλισμού κορμού (εσχάρα), το οποίο για $V_{Ed} > V_{Rdc}$ υπολογίζεται κατά περίπτωση σύμφωνα με την ακόλουθη διαδικασία:

– **Γενικά:**

$$\rho_h = \frac{V_{Ed}}{z \cdot b_{WO} \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta} \quad \text{[EC2 (6.8)]}$$

– **Τοιχώματα ΚΠ Υ με $\alpha_s < 2{,}00$:**

$$\rho_h = \frac{V_{Ed} - V_{Rdc}}{0{,}75 \cdot f_{yd,h} \cdot b_{WO} \cdot \alpha_s \cdot l_w} \quad \text{[EC8-1 §5.5.3.4.3(3)]}$$

Ο **ελάχιστος** οριζόντιος οπλισμός είναι:

– **Γενικά:**

$A_{s,h,min} \geq \max\{\, 0{,}001 \cdot A_c \,;\, ¼ \cdot A_{sv,tot} \,\}$ & $s_h \leq 400\text{mm}$ [EC2 §9.6.3]

– **Τοιχώματα ΚΠ Υ** (επιπλέον απαιτήσεις):

$\rho_{h,min} \geq 0{,}002$ & $s_h \leq \min\{25 d_{bh}; 250\text{mm}\}$ [EC8-1 §5.5.3.4.5(13)&(15)]

$\rho_V = A_{sv}/(b_{wo} \cdot s_v)$

το ποσοστό του απαιτούμενου **κατακόρυφου** οπλισμού κορμού (εσχάρα), το οποίο υπολογίζεται ως εξής:

– **Γενικά:**

Εφαρμόζεται μόνο ο ελάχιστος οπλισμός:

– **Τοιχώματα ΚΠΥ με $\alpha_s < 2{,}00$**:

$$\rho_V = \frac{A_{SV}}{s_V \cdot b_{WO}} = \frac{A_{sh} \cdot z/s_h \cdot f_{yd,h} - \min N_{Ed}}{f_{yd,v} \cdot b_{WO} \cdot z} \text{ [EC8-1 §5.5.3.4.3(3)]}$$

Ο **ελάχιστος** κατακόρυφος οπλισμός είναι:

– **Γενικά:**

$A_{s,v,min} \geq 0{,}002 \cdot A_c$ & $s_v \leq \min\{3 \cdot b_{wo}; 400\text{mm}\}$ [EC2 §9.6.2]

– **Τοιχώματα ΚΠ Υ** (επιπλέον απαιτήσεις):

$\rho_{v,min} \geq 0{,}002$ & $s_v \leq \min\{25 d_{bh}; 250\text{mm}\}$ [EC8-1 §5.5.3.4.5(15)]

Οριζόν., **Κατακ**.

ο οπλισμός εσχάρας τοιχώματος σε mm/cm, που τελικά τοποθετείται σε κάθε παρειά.

9.8.4.3 Οπλισμός περίσφιγξης ενισχυμένων άκρων

Ενισχυμένα άκρα διαμορφώνονται:

ΚΠ Μ: Στις κρίσιμες περιοχές. Βλ. EC8-1 §5.4.3.4.4(3).

ΚΠ Υ: Στις κρίσιμες περιοχές, και στον αμέσως παραπάνω όροφο. Βλ. EC8-1 §5.5.3.4.5(3) & (11).

Παρατηρήσεις:

- Για τον ορισμό της κρίσιμης περιοχής πλάστιμων τοιχωμάτων βλ. §9.8.1.
- Στους ορόφους ψηλότερα από την κρίσιμη περιοχή η όπλιση των τοιχωμάτων πραγματοποιείται με απλή εσχάρα (χωρίς κρυφές κολώνες) (βλ. §9.8.5). Παρόλα αυτά, ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει «Κτίριο/Υποστύλωμα > Οπλισμός > Ενισχυμένα άκρα τοιχωμάτων = Ναι» σε όσους ορόφους επιθυμεί μέσω της παραμέτρου.

Η επάρκεια του οπλισμού περίσφιγξης ελέγχεται σύμφωνα την τη σχέση EC8-1 (5.20):

$$\alpha\omega_{wd} \geq 30\mu'_{\varphi}(\nu_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0{,}035$$

όπου:

ωwd το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό οπλισμού περίσφιγξης:

$$\omega_{wd} = \frac{\sum A_{swi} \cdot l_{swi}}{s \cdot b_O \cdot l_C} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

Τα $A_{sw,i}$ και $l_{sw,i}$ αντιστοιχούν στο εμβαδόν και στο μήκος των κλειστών συνδετήρων και του σιγμοειδή οπλισμού.

α η απόδοση της περίσφιγξης, η οποία δίδεται ως εξής:

$$\alpha = \alpha_s \cdot \alpha_n = (1\text{-}s/2\cdot b_o)\cdot(1\text{-}s/2\cdot l_c) \cdot [1\text{-}\Sigma b_i^2/(6\cdot b_o \cdot l_c)]$$

μ'_φ η τροποποιημένη πλαστιμότητα καμπυλοτήτων, η οποία προκύπτει απομειώνοντας τη βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς q_0 με τον μέγιστο λόγο M_{Ed}/M_{Rd} στη βάση του τοιχώματος. Ο λόγος M_{Ed}/M_{Rd} τυπώνεται στην περιβάλλουσα τεμνουσών, ενώ για την έκφραση υπολογισμού της μ_φ, βλ. §9.2.3.

b_c, b_o η εξωτερική διάσταση και αντίστοιχα η διάσταση του πυρήνα της διατομής ή της υποδιατομής εγκάρσια στη διεύθυνση που πραγματοποιείται ο έλεγχος.

S το βήμα των συνδετήρων. Οι μέγιστες τιμές βάσει κανονισμού δίδονται, όπως και στα υποστυλώματα (Πίνακας 9.5). Οι τιμές για το βήμα S τυπώνονται στο τεύχος στο κεφάλαιο «Ράβδοι οπλισμού υ».

ρ'_v το ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού που απαιτείται εντός του ενισχυμένου άκρου. Στη θέση αυτή τυπώνεται μόνο το ελάχιστο ποσοστό (=0,5%), (βλ. και §9.8.3.2) το οποίο συμψηφίζεται με τον απαιτούμενο οπλισμό κάμψης, ώστε να προκύψει ο τελικός οπλισμός άκρου.

l_c το μήκος των ενισχυμένων άκρων (κρυφές κολώνες) στα άκρα του τοιχώματος, το οποίο αντιστοιχεί στη διάσταση του συνδετήρα που περικλείει το ενισχυμένο άκρο. Βλ. **Σχήμα 9.41**. Υπολογίζεται βάσει της ΕC8-1 §5.4.3.4.2(6) για ΚΠΜ ή §5.5.3.4.5(6) για ΚΠΥ. Ο υπολογισμός αυτός βασίζεται στην απαίτηση περίσφιγξης του τμήματος της διατομής, στο οποίο δυνητικά η παραμόρφωση του σκυροδέματος θα υπερβεί το ε_{cu2}=0.0035.

$$l_C = x_u\cdot(1\text{-}\varepsilon_{cu2}/\varepsilon_{cu2,c})$$

όπου

$\varepsilon_{cu2,c}$ η τιμή της μέγιστης παραμόρφωσης του σκυροδέματος στην ακραία θλιβόμενη ίνα υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την επιρροή της περίσφιγξης:

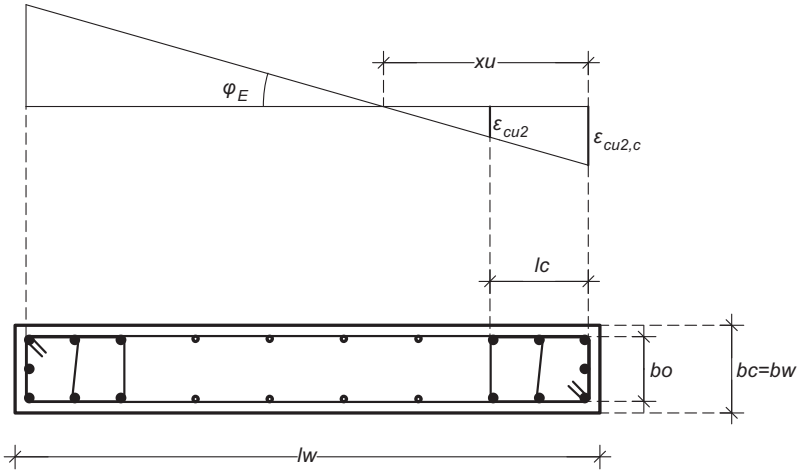
$\varepsilon_{cu2,c} = 0{,}0035+0{,}1\cdot\alpha\cdot\omega_{wd}$ και

$$a \cdot \omega_{wd} \geq 30 \cdot \mu_\phi \cdot (\nu_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{syd} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0{,}035$$

x_u το βάθος της θλιβόμενης ζώνης σε οριακή καμπυλότητα

$$x_u = (v_d + \omega_v) \cdot \frac{l_w \cdot b_c}{b_o}$$

Σε κάθε περίπτωση λαμβάνεται υπόψη από το πρόγραμμα το ελάχιστο μήκος l_C που δίδεται από τον κανονισμό, το οποίο είναι μεγαλύτερο από $0.15 l_W$ ή $1.5 \cdot b_W$.



Σχήμα 9.39: *Περισφιγμένο – ενισχυμένο άκρο τοιχώματος και παραμορφώσεις σε οριακή καμπυλότητα. EC8-1 σχήμα 5.8.*

Παρατηρήσεις:

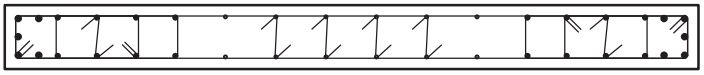
Επειδή το μήκος ***lc*** αυξάνεται όσο αυξάνει το μέγεθος της περίσφιγξης και το βάθος της θλιβόμενης ζώνης, αναμένεται το ***lc*** να **προκύπτει μεγάλο** όταν:

- Το βήμα ***S*** των συνδετήρων του ενισχυμένου άκρου είναι μικρό. (Πίνακας 9.5 του EC2-1). Δηλαδή σε τοιχώματα με μικρό πάχος ***bw***, το ***lc*** ενδέχεται να είναι μεγαλύτερο από ότι σε τοιχώματα μεγαλύτερου πάχους.
  - Διαμορφώστε τοιχώματα με πάχος ***bw*** τουλάχιστον ίσο με 0.30-0.35m
- Η ελάχιστη διαθέσιμη διάμετρος συνδετήρων που έχει δοθεί από τον μελετητή είναι μεγάλη με αποτέλεσμα το ογκομετρικό ποσοστό συνδετήρων ***ωwd*** να προκύπτει μεγάλο. Βλ. παράμετρο «Κτίριο» και «Υποστύλωμα» - «Οπλισμός» - «Διάμετροι οπλισμού διάτμησης δοκών & υπ/των».
  - Προτιμήστε Φ8.
- Οι διαθέσιμες διάμετροι της κατακόρυφης εσχάρας είναι μεγάλες ή/και οι απόσταση των κατακόρυφων ράβδων έχει δοθεί χαμηλή, με συνέπεια το

ογκομετρικό ποσοστό οπλισμού ω_v της εσχάρας να προκύπτει αυξημένο με συνακόλουθη αύξηση της θλιβόμενη ζώνης x_u.

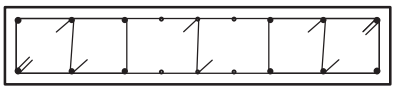
- Για τον οπλισμού κορμού προτιμήστε Φ8 και sv_max=0.20m. Βλ. παραμέτρους «Κτίριο» και «Υποστύλωμα» - «Οπλισμός».

- Η ανηγμένη αξονική του τοιχώματος ν_d είναι μεγάλη με αποτέλεσμα να αυξάνεται το βάθος της θλιβόμενης ζώνης x_u.
  - Αυξήστε το πάχος του τοιχώματος
- Επίσης μεγάλες διαστάσεις ενισχυμένων άκρων αναμένονται εν γένει σε τοιχώματα μεγάλου μήκους διότι πρακτικά η θλιβόμενη ζώνη x_u αυξάνεται ανάλογα με το μήκος l_w. Βλ. **Σχήμα 9.39** & **Σχήμα 9.40**.



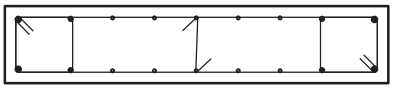
$l_c' > l_{c,min}$ = max{0,15·l_w; 1,15·b_w}

Κρίσιμες περιοχές σε τοιχώματα μεγάλου μήκους



: $l_c = l_{c,min}$=max{0,15·l_w; 1,15·b_w} (Ελάχιστα κανονισμού)

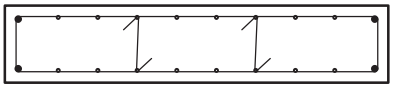
Γενιικά σε Κρίσιμες περιοχές



$l_c' < l_{c,min}$=max{0,15·l_w; 1,15·b_w}

ΚΠΜ και vd < 0,20 Κρίσιμες περιοχές

ΚΠΜ/ΚΠΥ: Εκτός κρίσιμων περιοχών



Χωρίς ενισχυμένα άκρα

Όταν «Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα > Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας» = Όχι (ΧΑΑΠ)

Σχήμα 9.40: Διαμόρφωση ενισχυμένων άκρων τοιχωμάτων.

Σημείωση

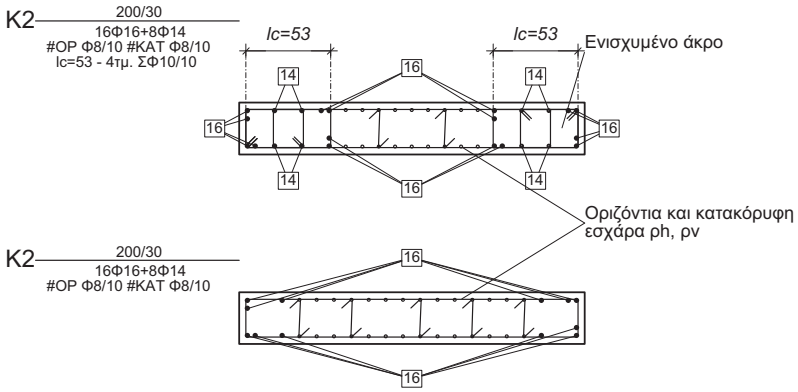
Παρότι μόνο στην κρίσιμη περιοχή διαμορφώνονται ενισχυμένα άκρα ελάχιστης διάστασης $l_{c,min}$, η οποία υπολογίζεται κανονιστικά, ενδέχεται να προκύπτουν ενισχυμένα άκρα ίδιας διάστασης (και όχι μειωμένης όπως φαίνεται στο **Σχήμα 9.40**) ακόμη και σε υψηλότερους ορόφους ιδιαίτερα σε περίπτωση ισχυρής έντασης ώστε ο αυξημένος οπλισμός κάμψης να μπορεί να διατάσσεται σε μεγαλύτερη περιοχή.

9.8.5 Ράβδοι οπλισμού τοιχώματος

Ράβδοι οπλισμού υποστυλώματος: K 3(0)

Διαμήκης οπλισμός	Συνδετήρες Εσχάρες	Σιγμοειδής Οπλισμός	Ομοιομ. οπλισμού	Ποσοστό επάρκειας	Ποσοστό οπλισμού	Θέση Ελέγχου
[/]	[/]	[/]	[/]	[%]	[%]	[-]
12Φ14	Ορ.#Φ8/20 - Κατ.#Φ8/20, lc= 45- 3τμ.ΣΦ8/9	14Φ8		161,73%	0,486%	Βάση στύλου

Στην περίπτωση του τοιχώματος δίνονται, επιπλέον, η εσχάρα που απαιτείται στις παρειές του τοιχώματος, οι διαστάσεις του ενισχυμένου άκρου («μήκος ενίσχυσης **lc**») και οι οπλισμοί τους, καθώς και οι τυχόν απαιτούμενοι σιγμοειδείς σύνδεσμοι.



Σχήμα 9.41: *Οπλισμός τοιχώματος κατά EC8. Στην κρίσιμη περιοχή διαμορφώνονται ενισχυμένα άκρα μήκους lc, ενώ υπάρχει δυνατότητα το τοίχωμα να οπλιστεί μόνο με εσχάρα. Βλ.* **Σχήμα 9.40**.

9.8.6 Προμέτρηση υποστυλώματος

Προμέτρηση υποστυλωμάτων ορόφου 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Kg B500C

Διαμ [mm]	Μήκος [m]	Βάρος [Kgr]
Φ8	2442,20	963,65
Φ10	443,50	273,45
Φ12	60,15	53,40
Φ14	74,45	89,95
Φ16	97,90	154,50
Φ18	612,05	1222,60
Φ20	245,25	604,80
Φ22	67,85	202,45

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m²]	150,95	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3564,80
Αφαιρούνται	[m²]	0,00	Ογκος Σκυροδέματος	[m3]	16,25
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m²]	150,95	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m3]	219,65

9.9 Αναλυτικά αποτελέσματα

9.9.1 Αναλυτικά αποτελέσματα υποστυλωμάτων

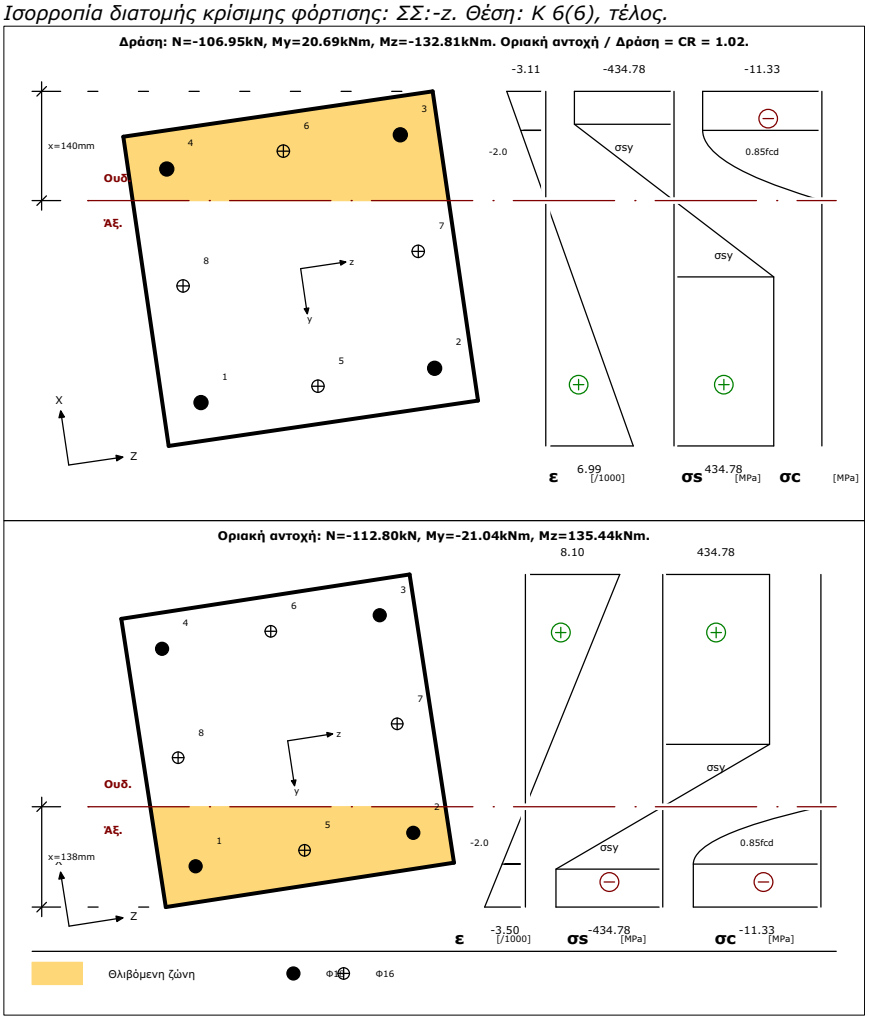
Στην αναλυτική εκτύπωση υποστυλωμάτων παρουσιάζεται ο υπολογισμός της αντοχής της διατομής για την κρίσιμη φόρτιση που προέκυψε κατά την ανάλυση. Στο Σχήμα 9.42 φαίνεται η ισορροπία των εσωτερικών δυνάμεων ενός υποστυλώματος τόσο για τις εξωτερικές δράσεις όσο και για την αντοχή του. Πιο συγκεκριμένα στο πάνω μέρος του σχήματος σχεδιάζεται η θλιβόμενη ζώνη και κατ' επέκταση ο ουδέτερος άξονας της διατομής για τις δεδομένες δράσεις της ανάλυσης, ενώ σημειώνονται επίσης οι θέσεις των θλιβόμενων και εφελκυόμενων ράβδων. Παράλληλα, το σχήμα της διατομής το συνοδεύουν τα διαγράμματα των παραμορφώσεων και των τάσεων σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμών καθ'ύψος. Έπειτα, για τη δεδομένη διεύθυνση του ουδέτερου άξονα υπολογίζεται η μέγιστη αντοχή της διατομής και τα αντίστοιχα διαγράμματα τάσεων και παραμορφώσεων σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμών καθ' ύψος. Ο υπολογισμός των εσωτερικών εντατικών μεγεθών αντοχής (αξονική δύναμη N_{Rd} και διαξονική ροπή M_{Rdy}, M_{Rdz}) προκύπτει με τους εξής υπολογισμούς:

$$N_{Rd} = \sum_{A} (\sigma_c)\, dA + \sum_{i=1}^{n\ ράβδων} \sigma_{si} \cdot A_i$$

$$M_{RdY} = \sum_{A} (\sigma_c \cdot z)\, dA + \sum_{i=1}^{n\ ράβδων} \sigma_{si} \cdot z_i \cdot A_i$$

$$M_{RdZ} = \sum_{A} (\sigma_c \cdot y)\, dA + \sum_{i=1}^{n\ ράβδων} \sigma_{si} \cdot y_i \cdot A_i$$

Ισορροπία διατομής κρίσιμης φόρτισης: ΣΣ:-z. Θέση: Κ 6(6), τέλος.



Σχήμα 9.42: Ισορροπία διατομής στην κρίσιμη φόρτιση

Οι επιμέρους όροι των παραπάνω σχέσεων αναλύονται στον παρακάτω πίνακα:

Ανάλυση εσωτερικών δυνάμεων αντοχής

Υλικό [/]	Διάμετρος Φ [mm]	Παραμόρφωση ε [/1000]	Τάση σ [MPa]	Nult [kN]	MultY [kNm]	MultZ [kNm]	Κρίσιμο υλικό [/]
ράβδος 3	18	6.68 !	434.78	110.64	-16.71	16.71	
ράβδος 4	18	5.51	434.78	110.64	16.71	16.71	
ράβδος 6	16	6.12	434.78	87.42	0.00	13.29	
ράβδος 7	16	2.89	434.78	87.42	-13.29	0.00	
ράβδος 8	16	1.71	342.05	68.77	10.45	0.00	
Σ(Εφελκ. ράβδων)				464.89	-2.83	46.70	
ράβδος 1	18	-2.08 !	-415.86	-105.82	-15.98	15.98	
ράβδος 2	18	-0.91	-181.97	-46.30	6.99	6.99	
ράβδος 5	16	-1.52	-303.94	-61.11	0.00	9.29	
Σ(Θλιβόμ. ράβδων)				-213.24	-8.99	32.26	
Σκυρόδεμα :		8.10 ... -3.50	0.00 ... -11.33	-364.45	-9.21	56.48	Σκυρόδεμα
Συνολικές				-112.80	-21.04	135.44	

Αναγράφονται για κάθε ράβδο οπλισμού (εφελκυόμενη/θλιβόμενη):

Φ Η διάμετρος της ράβδου

Παραμόρφωση ε

Η αξονική παραμόρφωση της ράβδου

Τάση σ Η αξονική τάση της ράβδου

N_{ult}, M_{ultY}, M_{ultZ}

Η συμβολή της ράβδου στην αξονική και τη ροπή αντοχής της διατομής

Επίσης, αναγράφονται για το σκυρόδεμα της διατομής:

Παραμόρφωση ε

Η μέγιστη εφελκυστική και θλιπτική παραμόρφωση των ακραίων ινών σκυροδέματος.

Τάση σ Η μέγιστη θλιπτική τάση της ακραίας ίνας σκυροδέματος, ενώ η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος αγνοείται

N_{ult}, M_{ultY}, M_{ultZ}

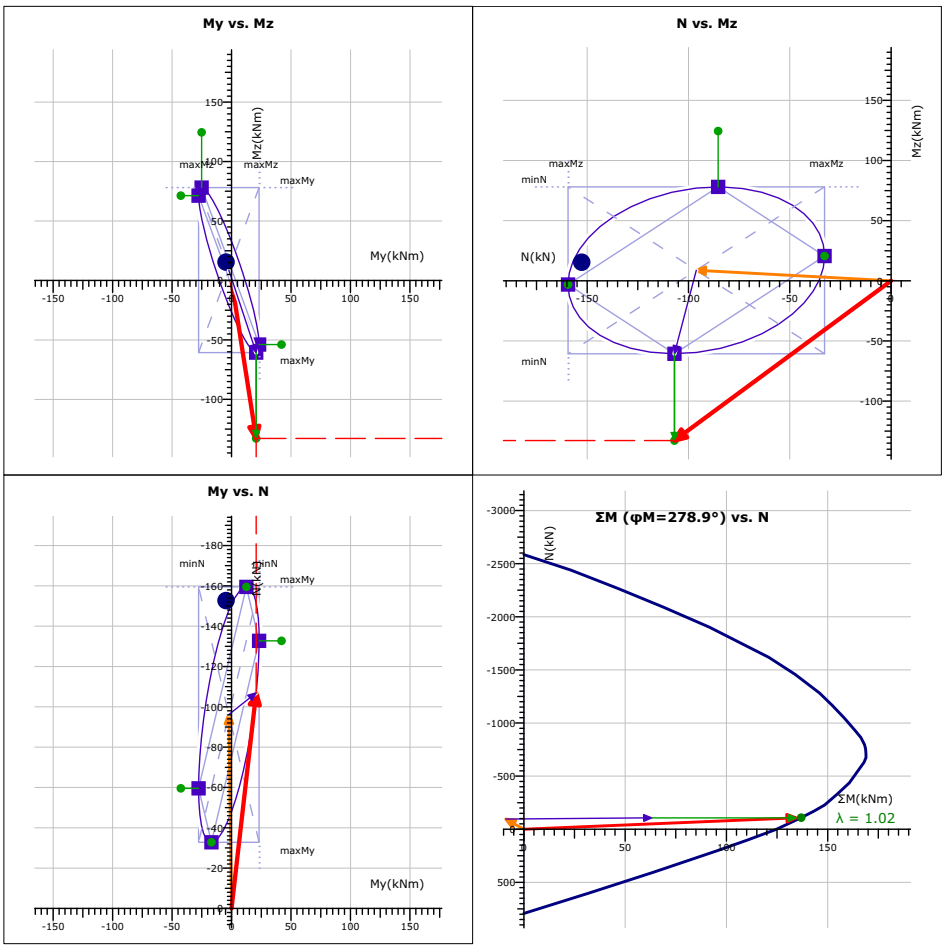
Η συμβολή του σκυροδέματος στην αξονική και τη ροπή αντοχής της διατομής

Παράλληλα αναγράφεται το κρίσιμο υλικό που φτάνει σε αστοχία, καθώς και η συνολική αντοχή της διατομής.

Τέλος, ο κρίσιμος λόγος ανεπάρκειας υπολογίζεται ως ο λόγος των διανυσμάτων δράσης προς συνολική αντοχή, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\lambda = \frac{\sqrt{N_{Ed}^2 + M_{EdY}^2 + M_{EdZ}^2}}{\sqrt{N_{Rd}^2 + M_{RdY}^2 + M_{RdZ}^2}}$$

Η ολική διαδικασία εύρεσης της αντοχής της διατομής και ο αντίστοιχος λόγος απεπάρκειας για το υποστύλωμα αποτυπώνεται στα παρακάτω διαγράμματα.



***Σχήμα 9.43**: Διαδικασία εύρεσης λόγου επάρκειας διατομής*

Το ελλειψοειδές της δράσης στο χώρο των τριών διαστάσεων (N-M_z-M_y) αποτυπώνεται στο επίπεδο με βάση τις τομές (N-M_z), (N-M_y), (M_y-M_z). Αρχικά έχουμε το διάνυσμα των στατικών φορτίων G+ψ_2Q (πορτοκαλί χρώμα). Στη συνέχεια γίνεται ο προσδιορισμός των ταυτόχρονων εντατικών μεγεθών της σεισμικής έντασης μέσω της έλλειψης Gupta, όπου και σημειώνονται τα ακραία ταυτόχρονα μεγέθη (N_{max}, M_y, M_z), (N_{min}, M_y, M_z), (N, $M_{y,max}$, M_z), (N, $M_{y,min}$, M_z), (N, M_y, $M_{z,max}$), (N, M_y, $M_{z,min}$),. Έπειτα, εφορμόζεται η ικανοτική θεώρηση προσδιορισμού της κρίσιμης έντασης. Συνεπώς, προκύπτει αύξηση των ροπών

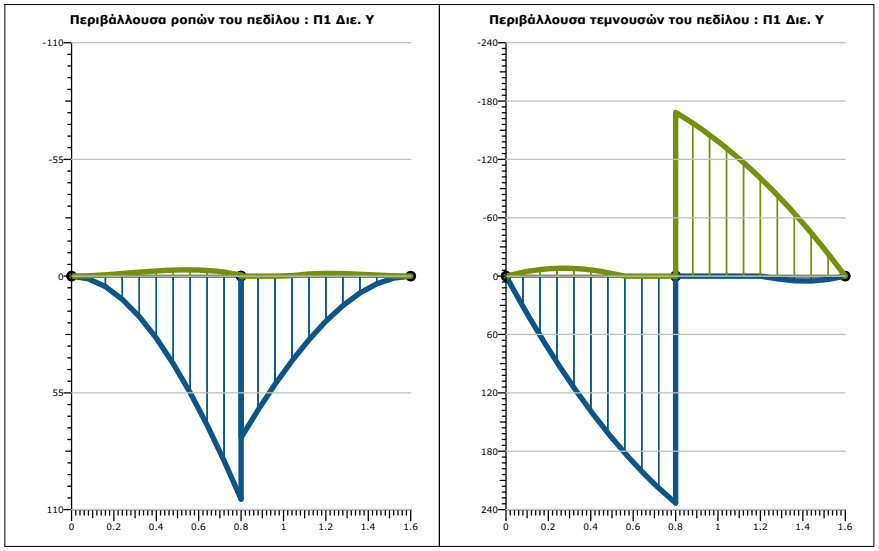
σχεδιασμού M_y, M_z με σταθερή αξονική δύναμη λόγω του ικανοτικού συντελεστή α_{CD}, οπότε στο αρχικό διάνυσμα της σεισμικής έντασης (μωβ χρώμα) προστίθεται το διάνυσμα της ικανοτικής έντασης (πράσινο χρώμα). Η πρόσθεση των τριών διανυσμάτων παρέχει το συνολικό διάνυσμα της έντασης σχεδιασμού (κόκκινο χρώμα), η προέκταση του οποίου τέμνει την καμπύλη αλληλεπίδρασης στο σημείο το οποίο ορίζει την αντοχή της διατομής για τη συγκεκριμένη κατεύθυνση του διανύσματος φόρτισης.

Σημείωση

Παράγοντες αύξησης της σεισμικής συνιστώσας, εκτός του ικανοτικού σχεδιασμού, είναι ο ορισμός από το χρήστη των ΣΠΕΜ (συντελεστών προσαύξησης εντατικών μεγεθών) σε κάθε διεύθυνση και οι συντελεστές 1/(1-θ) των φαινομένων 2ας τάξης.

9.9.2 Αναλυτικά αποτελέσματα πεδίλων

Στο **Σχήμα 9.44** σχεδιάζονται τα διαγράμματα ροπών και τεμνουσών κατά τη διεύθυνση Y του πεδίλου, ενώ ταυτόχρονα σημειώνονται σε πίνακα και οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές της ροπής και της τέμνουσας. Παρόμοια διαγράμματα τυπώνονται και κατά τη διεύθυνση Z του πεδίλου.

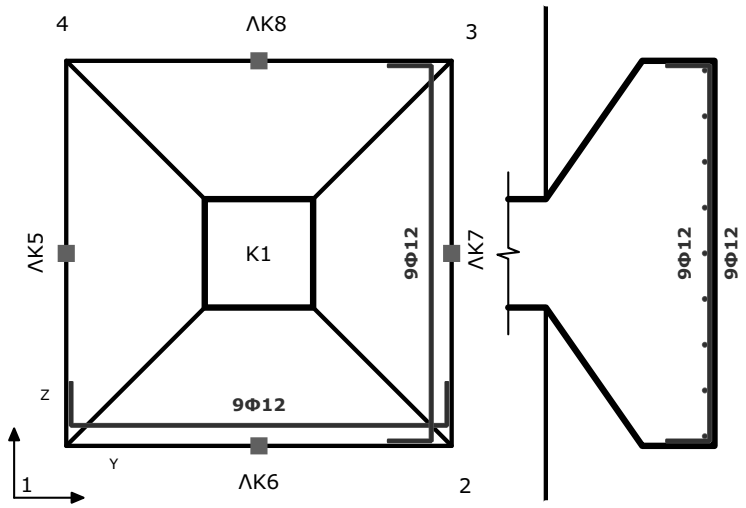


Σημείωση	Ελάχιστες - Μέγιστες ροπές	Σημείωση	Ελάχιστες - Μέγιστες τέμνουσες
Αρνητικές ροπές	Mz,max = -2.950kNm	**Αρνητικές τέμνουσες**	Vy,min = -168.415kN
Θετικές ροπές	Mz,min = 105.063kNm	**Θετικές τέμνουσες**	Vy,max = 233.238kN

Σχήμα 9.44: *Διαγράμματα ροπών και τεμνουσών κατά μήκος της διάστασης Y του πεδίλου*

Στη συνέχεια σχεδιάζεται το σκαρίφημα της κάτοψης και τομής του πεδίλου μαζί με την τοποθετούμενη εσχάρα οριζόντιου οπλισμού στη βάση του.

Κάτοψη και τομή



Σχήμα 9.45: *Κάτοψη και τομή πεδίλου και τοποθετούμενου οπλισμού*

Τυπώνεται ακόμα ο πίνακας για το δυσμενέστερο έλεγχο φέρουσας ικανότητας τουν εδάφους θεμελίωσης

Δυσμενέστερος έλεγχος τάσεων εδάφους

Φόρτ [/]	Γωνία 1 [kPa]	Τάσεις Γωνία 2 [kPa]	αιχμής Γωνία 3 [kPa]	Γωνία 4 [kPa]		σεπ [kPa]		Μέση τάση [kPa]		σεπ [kPa]	
1.00G+1.00Q	117.63	80.10	117.63	155.15	<	300.00		118.35	<	250.00	

Φορτ Ο κρίσιμος συνδυασμός φόρτισης για τον έλεγχο εδάφους θεμελίωσης

Τάσεις αιχμής Είναι οι τάσεις στις τέσσερις αιχμές του πεδίλου οι οποίες ορίζουν και το στερεό των τάσεων λόγω ελαστικού εδάφους κάτω από το πέδιλο

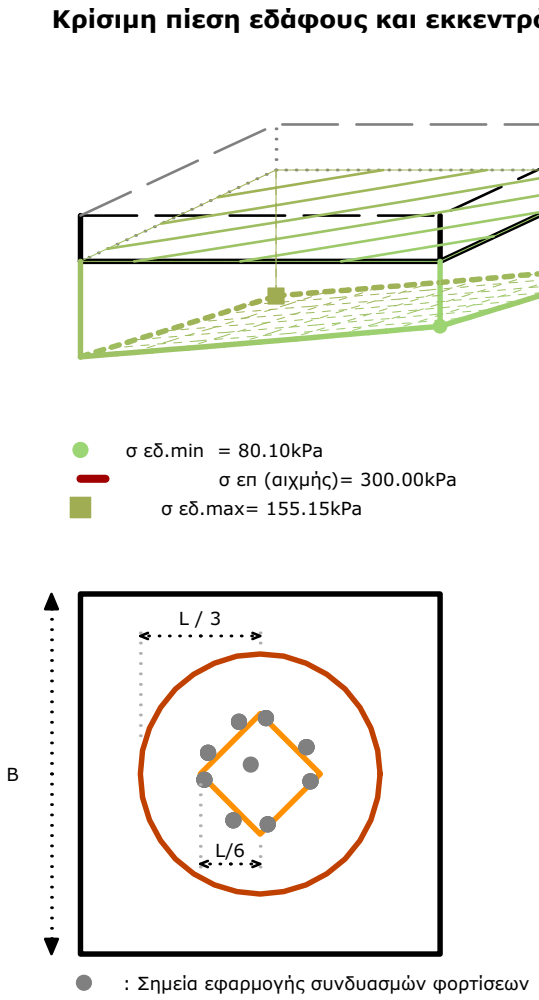
σεπ Είναι η επιτρεπόμενη τάση του εδάφους για έλεγχο με βάση την τάση αιχμής. Προκύπτει από τη $\sigma_{επ}$ που εισάγεται ως παράμετρος με πολλαπλασιασμό με συντελεστή 1.2.

Μέση τάση Είναι η συνολική κατακόρυφη δύναμη, που προκύπτει έπειτα από ολοκλήρωση των τάσεων, προς το συνολικό εμβαδόν του πεδίλου

σεπ Είναι η επιτρεπόμενη τάση του εδάφους για έλεγχο με βάση τη μέση τάση. Προκύπτει από τη $\sigma_{επ}$ που εισάγεται ως παράμετρος με πολλαπλασιασμό με συντελεστή 2 όταν πρόκειται για σεισμικός συνδυασμός ή 1 για τα στατικά φορτία.

Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται και σε 3D σχέδιο όπως φαίνεται στο **Σχήμα 9.46**. Στην πάνω εικόνα σχεδιάζεται το στερεό των τάσεων όπου επισημαίνονται η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή των τάσεων αιχμής. Στο κάτω σχήμα σχεδιάζονται σε κάτοψη τα εξής:

- Τα σημεία (γκρι χρώμα) εφαρμογής του ισοδύναμου θλιπτικού φορτίου για κάθε συνδυασμό φόρτισης του υποστυλώματος λόγω εκκεντρότητας e=M/N.
- Η ασφαλής περιοχή (πορτοκαλί χρώμα), (e<L/6) μέσα στην οποία όταν βρίσκεται το κατακόρυφο φορτίο δεν έχουμε την παρουσία **χαίνοντος αρμού** (ανασήκωμα πεδίλου) και εμφάνιση αρνητικών τάσεων.
- Η περιοχή έξω από την ασφαλή και μέσα στην έλλειψη (κόκκινο χρώμα) όπου η εκκεντρότητα βρίσκεται ανάμεσα στα όρια (L/6<e<L/3) όπου οι αρνητικές τάσεις ανακατανέμονται στο πέδιλο. (ειδοποίηση)
- Η περιοχή έξω από την έλλειψη όπου η εκκεντρότητα λαμβάνει τιμές (L/3<e<L/2) και υποδεικνύει μεγάλο χαίνοντα αρμό. (σφάλμα)
- Η περιοχή έξω από τις διαστάσεις του πεδίλου (e>L/2) όπου έχουμε ανασήκωμα όλου του πεδίλου και σημαντικά φαινόμενα 2ας τάξεως. (σφάλμα)



Σχήμα 9.46: *Κάτοψη και τομή πεδίλου και τοποθετούμενου οπλισμού*

9.10 Έλεγχοι φέρουσας τοιχοποιίας

9.10.1 Σύνοψη των διενεργούμενων ελέγχων (EC6-1-1, EC8-1, EC8-3)

Γενικό μέλος Υποστύλωμα

- Για νέα κτίρια, γίνονται όλοι οι έλεγχοι σε:
  - Αξονική δύναμη (EC6-1-1 §6.1)
  - διάτμηση (EC6-1-1 §6.2)
  - κάμψη εντός επιπέδου (EC6-1-1 §6.2)
  - κάμψη εκτός επιπέδου (EC6-1-1 §6.3)
- Για υφιστάμενα κτίρια, γίνονται ο καθολικός έλεγχος επάρκειας σε:
  - κάμψη και τέμνουσα εντός επιπέδου (EC8-3 §Γ.4.1.3)

9.10.2 Υπολογισμός αντοχής φέρουσας τοιχοποιίας

9.10.2.1 Γενικά δεδομένα πεσσού

Γενικά δεδομένα

Κόμβοι	Αρχή: 1(-1)	Τέλος: 1(0)	Μέλος: 1	
Διατομή	Ορθογωνική: D= 190, t= 50 [cm]			Υψος = 3,70 [m]
Υλικά	Τοιχοποιία		f_k = 4,20 [MPa]	f_{vk0} = 0,200 [MPa]
Κανονισμός	Πλαστιμότητα :ΚΠΜ		Άοπλη τοιχοποιία	Πρωτεύων τοίχος = Ναι
ΣΠΕΜ	[X]= 1,00	[Z]= 1,00		

Στα «Γενικά δεδομένα πεσσού» αναφέρονται γενικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου πεσσού που σχετίζονται με τη γεωμετρία του πεσσού, τις αντοχές των υλικών και την κατηγορία πλαστιμότητας. Ορισμένοι συμβολισμοί επεξηγούνται παρακάτω:

f_k Χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

– Θλιπτική αντοχή σχεδιασμού της τοιχοποιίας (EC6-1 §2.4.3)

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$$

Η χαρακτηριστική τιμή της θλιπτικής αντοχής σχεδιασμού είναι ως ακολούθως για σκαφοειδή και μη σκαφοειδή λιθοσώματα.

– τοιχοποιία με κονίαμα γενικής εφαρμογής ή με ελαφροκονίαμα (EC6 (3.2)

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7} \cdot f_m^{0.3}$$

– τοιχοποιία με κονίαμα λεπτής στρώσεως κατασκευασμένη από (EC6-1 (3.3))

- οπτοπλίνθους των Ομάδων 1 και 4
- ή λιθοσώματα πυριτικού ασβεστίου
- ή λιθοσώματα σκυροδέματος με αδρανή
- ή από αυτόκλειστους κυψελωτούς τσιμεντόλιθους

$$f_k = K \cdot f_b^{0.85}$$

– σε άλλη περίπτωση δηλαδή για τοιχοποιία από κονίαμα λεπτής στρώσεως και οπτόπλινθους των Ομάδων 2 και 3 ή τεχνητούς λίθους.

$$f_k = K \cdot f_b^{0.7}$$

f_{vk0} Διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας απουσία θλιπτικής αξονικής δύναμης

9.10.2.2 Εντατικά μεγέθη πεσσού

Εντατικά μεγέθη

Α/Α Φόρτ [/]	Αρχή My [kNm]	1(-1) Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Τέλος My [kNm]	1(0) Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Αξονική N [kN]	Στρέψη T [kNm]
G	-2,53	-0,17	0,14	2,79	4,46	0,18	0,14	2,79	-219,83	0,00
Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
[G+ψ2xQ]	-2,53	-0,17	0,14	2,79	4,46	0,18	0,14	2,79	-219,83	0,00
1.35G+1.50Q	-3,41	-0,23	0,19	3,77	6,01	0,24	0,19	3,77	-296,77	0,00
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	105,76	3,87	-3,23	-75,56	-83,14	-4,22	-3,23	-75,56	-168,19	0,00
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	105,76	3,87	-3,23	-75,56	-83,14	-4,22	-3,23	-75,56	-168,19	0,00
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	106,64	3,95	-3,30	-76,24	-83,95	-4,30	-3,30	-76,24	-169,11	0,00
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	106,64	3,95	-3,30	-76,24	-83,95	-4,30	-3,30	-76,24	-169,11	0,00
ΣΣ5: G+ψ2Q +0.3 (EI+emax) + (EII+emax)	37,86	8,31	-6,44	-29,83	-36,70	-7,78	-6,44	-29,83	-344,63	0,00
ΣΣ6: G+ψ2Q +0.3 (EI+emax) + (EII+emin)	37,86	8,31	-6,44	-29,83	-36,70	-7,78	-6,44	-29,83	-344,63	0,00
ΣΣ7: G+ψ2Q +0.3 (EI+emin) + (EII+emax)	38,13	8,34	-6,46	-30,03	-36,95	-7,80	-6,46	-30,03	-344,91	0,00
ΣΣ8: G+ψ2Q +0.3 (EI+emin) + (EII+emin)	38,13	8,34	-6,46	-30,03	-36,95	-7,80	-6,46	-30,03	-344,91	0,00

Φόρτ είδος της φόρτισης (Φ), στατικού συνδυασμού φορτίσεων (ΣΦ) και σεισμικών συνδυασμών (ΣΣ).

M_y και M_z

ροπές στα άκρα του πεσσού κατά τους δύο άξονες y(2) και z(3) αντίστοιχα.

V_y και V_z

τέμνουσες στα άκρα του πεσσού κατά τους δύο άξονες y(2) και z(3) αντίστοιχα.

N αξονική δύναμη του πεσσού

9.10.2.3 Έλεγχος άοπλου πεσσού – ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Ελεγχος άοπλου πεσσού - ΕΝΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Φόρ [/]	Κόμ [/]	ey/D [/]	ez/t [/]	Φz [/]	D' [m]	t' [m]	NEd [kN]	NRd [kN]	MEdy [kNm]	MRdy [kNm]	VEdZ [kN]	VRdz [kN]
1.35G+1.50Q	1(-1)	0,05	0,05	0,90	1,900	0,500	336,85	3591,00	3,41	292,99	3,77	183,68
1.35G+1.50Q	1(0)	0,05	0,05	0,90	1,900	0,500	256,70	3591,00	6,01	228,17	3,77	143,04
1.35G+1.50Q	H/2	0,05	0,05	0,90	1,900	0,500	296,77	3591,00	1,30	260,97	3,77	163,60
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	1(-1)	0,29	0,06	1,00	1,247	0,500	197,88	2660,00	105,76	171,90	75,56	113,43
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	1(0)	0,32	0,08	1,00	1,049	0,500	138,50	2660,00	83,14	123,70	75,56	88,38
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	H/2	0,05	0,05	1,00	1,900	0,500	168,19	2660,00	11,31	148,16	75,56	105,85
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	1(-1)	0,29	0,06	1,00	1,247	0,500	197,88	2660,00	105,76	171,90	75,56	113,43
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	1(0)	0,32	0,08	1,00	1,049	0,500	138,50	2660,00	83,14	123,70	75,56	88,38
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	H/2	0,05	0,05	1,00	1,900	0,500	168,19	2660,00	11,31	148,16	75,56	105,85
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	1(-1)	0,29	0,06	1,00	1,241	0,500	198,80	2660,00	106,64	172,63	76,24	112,91
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	1(0)	0,32	0,08	1,00	1,044	0,500	139,43	2660,00	83,95	124,47	76,24	88,98
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	H/2	0,05	0,05	1,00	1,900	0,500	169,11	2660,00	11,34	148,91	76,24	106,46
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	1(-1)	0,29	0,06	1,00	1,241	0,500	198,80	2660,00	106,64	172,63	76,24	112,91
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	1(0)	0,32	0,08	1,00	1,044	0,500	139,43	2660,00	83,95	124,47	76,24	88,98
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	H/2	0,05	0,05	1,00	1,900	0,500	169,11	2660,00	11,34	148,91	76,24	106,46

Φόρτ είδος της φόρτισης (Φ), στατικού συνδυασμού φορτίσεων (ΣΦ) και σεισμικών συνδυασμών (ΣΣ).

Κόμβος Η θέση ελέγχου (κεφαλή, πόδας ή στο μέσον).

e_y/D Ο λόγος της διαμήκους εκκεντρότητας προς το μήκος του πεσσού.

$$e_y = M_{Edy}/N_{Ed}$$

e_z/t Ο λόγος της εγκάρσιας εκκεντρότητας προς το πλάτος του πεσσού. Στην περίπτωση στατικών φορτίσεων στην εκκεντρότητα λόγω φόρτισης $M_{Ed,z}/N_{Ed}$ προστίθενται οι παρακάτω όροι:

$$e_z = M_{Ed,z}/N_{Ed} + e_{hez} + e_{init} \geq 0.05 \cdot t$$

$$e_{init} = h/450$$

Φ_z Ο μειωτικός συντελεστής της φέρουσας ικανότητας ο οποίος συνεκτιμά τις συνέπειες της λυγηρότητας και της εκκεντρότητας του φορτίου (Πίνακας Α1 και παράρτημα Β του Ευρωκώδικα 6). Για σεισμικές φορτίσεις είναι Φ_z=1, ενώ για στατικές:

$$\Phi_z = 1\text{-}2 \cdot e_z$$

D' το θλιβόμενο μήκος του πεσσού. Εξαρτάται από την εκκεντρότητα της φόρτισης στη διαμήκη διεύθυνση και υπολογίζεται ως εξής:

$$D' = D \quad \text{όταν } e_y \leq D/6$$

$$D' = 3 \cdot (0.5 - e_y/D) \cdot D \quad \text{όταν } D/6 < e_y < D/2$$

$$D' = 0.0 \rightarrow V_{Rdz} = 0.0 \quad \text{όταν } D/2 \leq e_y$$

t' το θλιβόμενο πλάτος του πεσσού. Εξαρτάται από την εκκεντρότητα της φόρτισης στην εγκάρσια διεύθυνση και υπολογίζεται ως εξής:

$$t' = t \quad \text{όταν } e_z \leq D/6$$

$$t' = 3\cdot(0.5 - e_z/t)\cdot t \quad \text{όταν } t/6 < e_z < t/2$$

$$t' = 0.0 \rightarrow V_{Rdy} = 0.0 \quad \text{όταν } t/2 \leq e_z$$

N_{Ed} Η αξονική δράση σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.

N_{Rd} Η τιμή σχεδιασμού του κατακόρυφου φορτίου αντοχής:

$$N_{Rd} = \Phi_z \cdot t \cdot D \cdot f_d$$

M_{Edy} Η καμπτική ροπή σχεδιασμού στη θέση ελέγχου εντός επιπέδου.

M_{Rdy} Η τιμή σχεδιασμού της καμπτικής ροπής αντοχής εντός επιπέδου:

$$M_{Rdy} = N_{Ed}\cdot D\cdot(1- 1.15\cdot v_d)/2$$

$$v_d = N_{Ed}/(D\cdot t\cdot f_d)$$

V_{Edz} Η τέμνουσα σχεδιασμού στη θέση ελέγχου εντός επιπέδου.

V_{Rdz} Η τιμή σχεδιασμού της τέμνουσας αντοχής εντός επιπέδου.

$$V_{Rdz} = f_{vd}\cdot D'\cdot t$$

Η διατμητική τάση σχεδιασμού υπολογίζεται ανάλογα με τις τιμές των ακόλουθων παραμέτρων

- «Πλήρωση κατακόρυφων αρμών» = Ναι

$$f_{vd} = min\{f_{vk0} + 0.4\cdot\sigma_d\ ;\ 0.065\cdot f_b\ \}/\gamma_m$$

- «Πλήρωση κατακόρυφων αρμών» = Όχι

$$f_{vd} = min\{0.5\cdot f_{vk0} + 0.4\cdot\sigma_d\ ;\ 0.045\cdot f_b\ \}/\gamma_m$$

- «Σκαφοειδή λιθοσώματα»= Ναι

$$f_{vd} = min\{g/t\cdot f_{vk0} + 0.4\cdot\sigma_d\ ;\ 0.045\cdot f_b\ \}/\gamma_m$$

Όπου: $\sigma_d = N_{Ed}/(D'\cdot t)$

Σημείωση

Το Fespa χρησιμοποιεί το σύμβολο **!** για να επισημάνει κάθε έλεγχο αντοχής (Ed < Rd) που δεν πληρούται.

9.10.2.4 Έλεγχος άοπλου πεσσού – ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Ελεγχος άοπλου πεσσού - ΕΚΤΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

Φόρ [/]	Κόμ [/]	ey/D [/]	ez/t [/]	D' [m]	t' [m]	NEd [kN]	MEdz [kN]	MRdz [kNm]	VEdY [kN]	VRdy [kN]
1.35G+1.50Q	1(-1)	0,05	0,05	1,900	0,500	336,85	0,23	7944,74	0,19	59,45
1.35G+1.50Q	1(0)	0,05	0,05	1,900	0,500	256,70	0,24	7938,06	0,19	46,30
1.35G+1.50Q	H/2	0,05	0,05	1,900	0,500	296,77	0,01	7941,40	0,19	52,95
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	1(-1)	0,29	0,06	1,247	0,500	197,88	3,87	5294,27	3,23	34,70
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	1(0)	0,32	0,08	1,049	0,500	138,50	4,22	5289,32	3,23	24,97
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	H/2	0,05	0,05	1,900	0,500	168,19	0,17	5291,79	3,23	29,91
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	1(-1)	0,29	0,06	1,247	0,500	197,88	3,87	5294,27	3,23	34,70
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	1(0)	0,32	0,08	1,049	0,500	138,50	4,22	5289,32	3,23	24,97
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	H/2	0,05	0,05	1,900	0,500	168,19	0,17	5291,79	3,23	29,91
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	1(-1)	0,29	0,06	1,241	0,500	198,80	3,95	5294,34	3,30	34,88
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	1(0)	0,32	0,08	1,044	0,500	139,43	4,30	5289,40	3,30	25,15
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	H/2	0,05	0,05	1,900	0,500	169,11	0,17	5291,87	3,30	30,09
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	1(-1)	0,29	0,06	1,241	0,500	198,80	3,95	5294,34	3,30	34,88
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	1(0)	0,32	0,08	1,044	0,500	139,43	4,30	5289,40	3,30	25,15
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	H/2	0,05	0,05	1,900	0,500	169,11	0,17	5291,87	3,30	30,09

Κόμβος Η θέση ελέγχου (κεφαλή, πόδας ή στο μέσον).

e_y/D Ο λόγος της διαμήκους εκκεντρότητας προς το μήκος του πεσσού.

e_z/t Ο λόγος της εγκάρσιας εκκεντρότητας προς το πλάτος του πεσσού.

D' το θλιβόμενο μήκος του πεσσού.

t' το θλιβόμενο πλάτος του πεσσού.

N_{Ed} Η αξονική δράση σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.

N_{Rd} Η τιμή σχεδιασμού του κατακόρυφου φορτίου αντοχής.

M_{Edz} Η καμπτική ροπή σχεδιασμού στη θέση ελέγχου εκτός επιπέδου.

M_{Rdz} Η τιμή σχεδιασμού της καμπτικής ροπής αντοχής εκτός επιπέδου.

$$M_{Rdz} = (f_{xk1}+\sigma_d)\cdot D\cdot t^2/6$$

V_{Edy} Η τέμνουσα σχεδιασμού στη θέση ελέγχου εκτός επιπέδου.

V_{Rdy} Η τιμή σχεδιασμού της τέμνουσας αντοχής εκτός επιπέδου.

9.10.2.5 Έλεγχος διαζωματικής/ οπλισμένης τοιχοποιίας σε κάμψη

Φορτίσεις - Επάρκεια διατομής σε κάμψη

Φόρτ [/]	Κόμβος [/]	vd [/]	NEd [kN]	MEdy [kNm]	MEdz [kNm]	λ=Ed/Rd [/]
1.35G+1.50Q	1(-1) +	-0,102	-341,54	-3,00	0,00	5,30
1.35G+1.50Q	1(-1) +	-0,102	-341,54	0,00	-0,22	5,34
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	1(-1) +	-0,059	-195,90	93,61	0,00	5,12
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	1(-1) +	-0,059	-195,90	0,00	3,90	8,34
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	1(-1) +	-0,059	-195,90	93,61	0,00	5,12
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	1(-1) +	-0,059	-195,90	0,00	3,90	8,34
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	1(-1) +	-0,059	-196,58	94,57	0,00	5,09
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	1(-1) +	-0,059	-196,58	0,00	4,00	8,29
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	1(-1) +	-0,059	-196,58	94,57	0,00	5,09
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	1(-1) +	-0,059	-196,58	0,00	4,00	8,29

Κόμβος Η θέση ελέγχου (κεφαλή, πόδας πεσσού).

v_d Η ανοιγμένη αξονική δύναμη του πεσσού για τη δεδομένη φόρτιση:

$$v_d = N_{Ed}/(D \cdot t \cdot f_d)$$

N_{Ed} Η αξονική δράση σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.

M_{Edy} Η καμπτική ροπή σχεδιασμού στη θέση ελέγχου εντός επιπέδου.

M_{Edz} Η καμπτική ροπή σχεδιασμού στη θέση ελέγχου εκτός επιπέδου.

λ=Ed/Rd

Ο λόγος ανεπάρκειας του πεσσού σε διαξονική κάμψη με αξονική δύναμη: (λ=δράση/αντοχή). Για λ<1 έχουμε επάρκεια του πεσσού. (βλέπε 9.10.3.2)

9.10.2.6 Έλεγχος διάτμησης διαζωματικής/ οπλισμένης τοιχοποιίας

Ελεγχος Διάτμησης οπλισμένου πεσσού

Φόρ [/]	Κόμ [/]	NEd [kN]	VRd1 [kN]	VRd2 [kN]	VEd [kN]	VRd [kN]
1.35G+1.50Q	2(-1)	405,62	270,07	517,08	1,16	787,15
1.35G+1.50Q	2(0)	321,25	270,07	494,76	1,16	764,83
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	2(-1)	324,80	270,07	570,05	91,79	840,13
ΣΣ1: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emax)	2(0)	262,30	270,07	551,04	91,79	821,11
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	2(-1)	324,80	270,07	570,05	91,79	840,13
ΣΣ2: G+ψ2Q + (EI+emax) +0.3 (EII+emin)	2(0)	262,30	270,07	551,04	91,79	821,11
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	2(-1)	325,06	270,07	570,13	92,62	840,21
ΣΣ3: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emax)	2(0)	262,56	270,07	551,12	92,62	821,19
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	2(-1)	325,06	270,07	570,13	92,62	840,21
ΣΣ4: G+ψ2Q + (EI+emin) +0.3 (EII+emin)	2(0)	262,56	270,07	551,12	92,62	821,19

Κόμβος Η θέση ελέγχου (κεφαλή, πόδας πεσσού).

N_{Ed} Η αξονική δράση σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.

V_{Rd1} Η διατμητική αντοχή της άοπλης τοιχοποιίας:

$$V_{Rd1} = f_{vd} \cdot t \cdot D$$

V_{Rd2} Η διατμητική αντοχή των οριζόντιων ράβδων οπλισμού.

$$V_{Rd2} = 0.9 \cdot A_{sw} \cdot f_{yd}$$

V_{Ed} Η τέμνουσα σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.

V_{Rd} Η συνολική διατμητική αντοχή. Ανάλογα με το είδος της τοιχοποιίας (διαζωματική/οπλισμένη) υπολογίζεται ως εξής:

– Διαζωματική

$$V_{Rd} = t \cdot D \cdot \frac{f_{wt,k}}{\gamma_M} \cdot \left(\frac{h}{2l}\right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2l}\right)^2 + \frac{\gamma_m \cdot N_{Ed}}{A_e \cdot f_{wt,k}} + 1}$$

Όπου

$f_{wt,k}$ είναι η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας

$A_e = A_w + \frac{E_c}{E_w} A_c$ είναι η ισοδύναμη διατομή της τοιχοποιίας

– Οπλισμένη

$$V_{Rd} = V_{Rd1} + V_{Rd2}$$

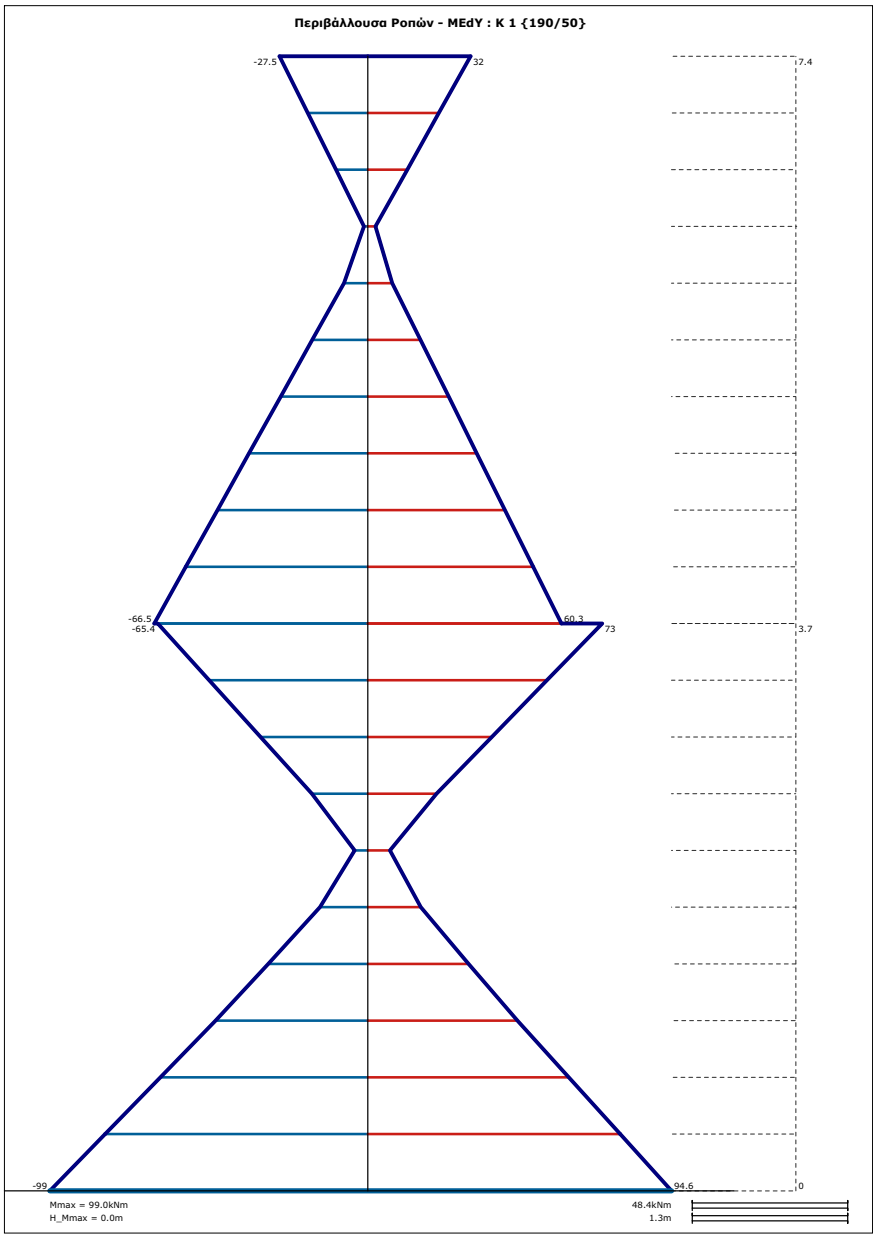
Επιπλέον έλεγχος (αποφυγή αστοχίας του λοξού θλιπτήρα)

$$(V_{Rd1} + V_{Rd2})/(t \cdot D) \leq 2.0\ Mpa$$

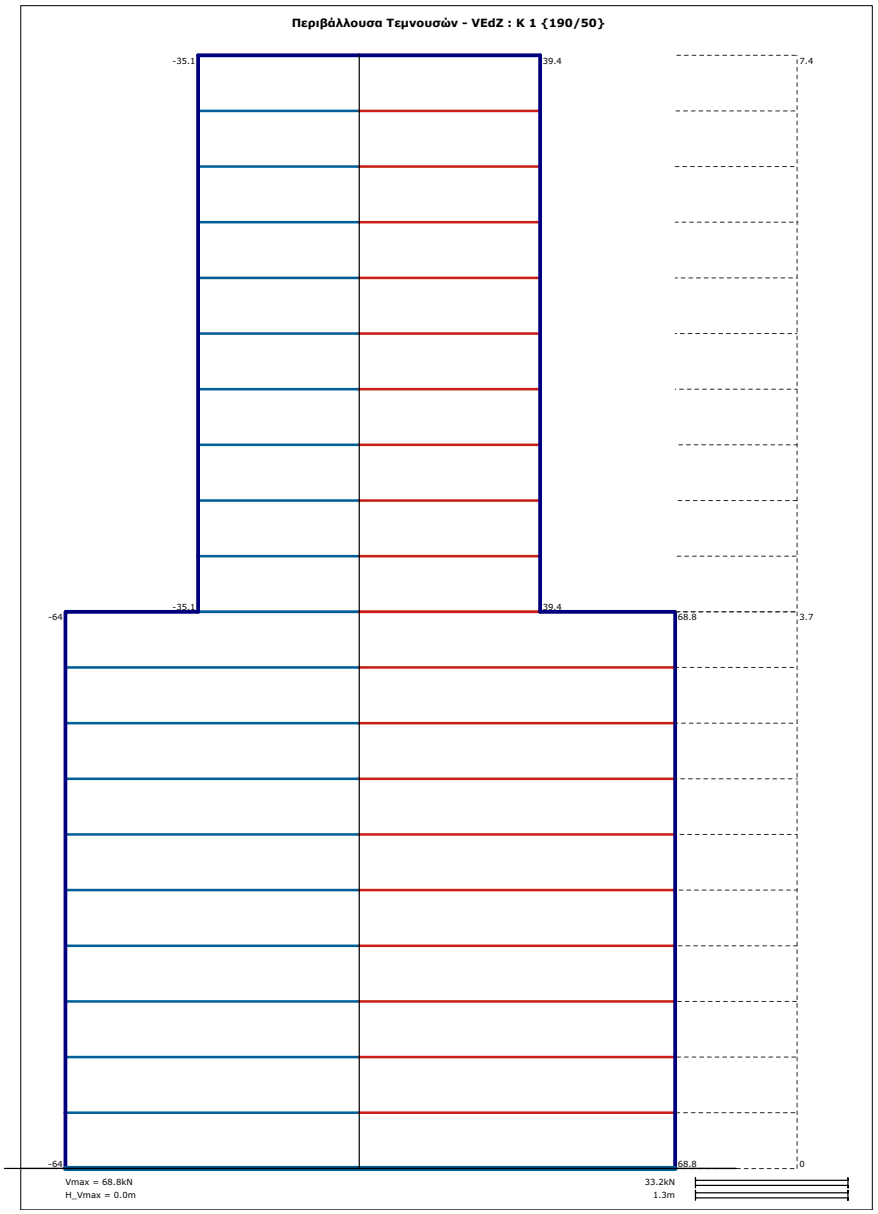
9.10.3 Αναλυτικά αποτελέσματα

9.10.3.1 Διαγράμματα καθ' ύψος

Τυπώνονται τα διαγράμματα της περιβάλλουσας των δράσεων σχεδιασμού της ροπής εντός επιπέδου M_{Edy}, ροπής εκτός επιπέδου M_{Edz} και τέμνουσα εντός επιπέδου V_{Edz}.



Σχήμα 9.47: Διάγραμμα περιβάλλουσας ροπών εντός επιπέδου M_{Edy}



Σχήμα 9.48: Διάγραμμα περιβάλλουσας τεμνουσών εντός επιπέδου V_{Edz}

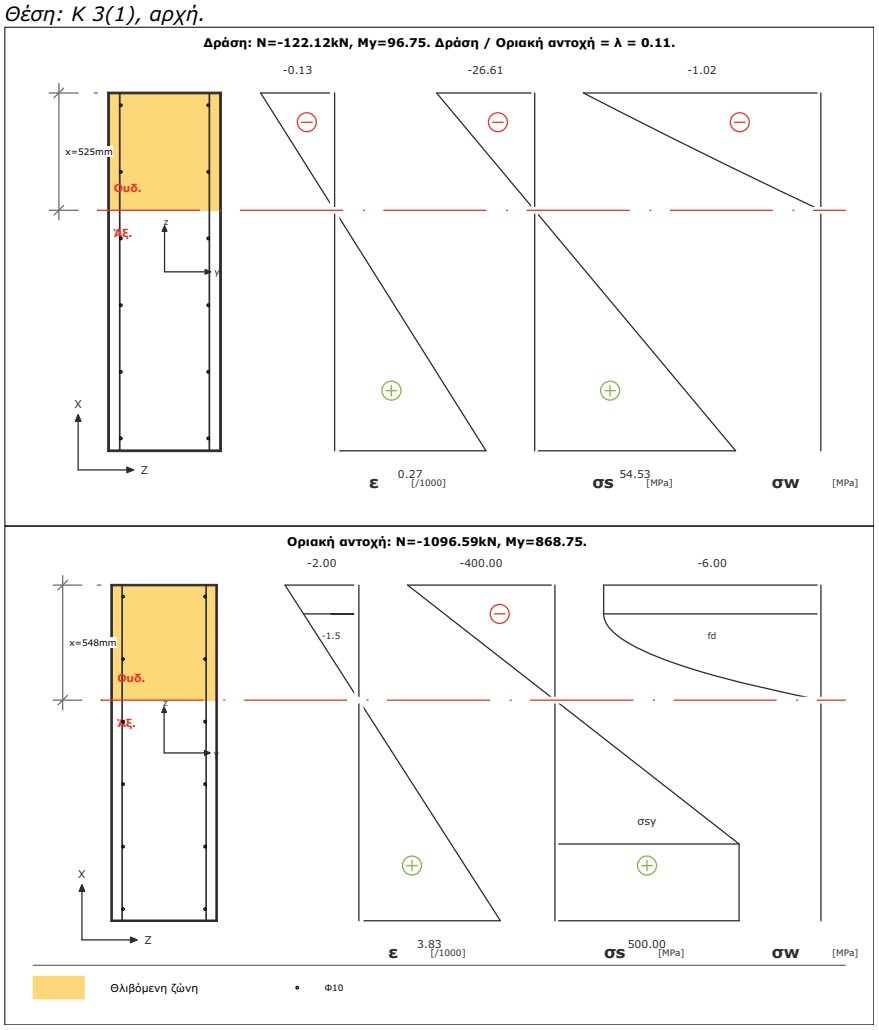
9.10.3.2 Ισορροπία διατομής στην κρίσιμη φόρτιση

Στην αναλυτική εκτύπωση παρουσιάζεται ο υπολογισμός της αντοχής της διατομής για την κρίσιμη φόρτιση που προέκυψε κατά την ανάλυση. Στο παρακάτω Σχήμα 9.49 φαίνεται η ισορροπία των εσωτερικών δυνάμεων τόσο για τις εξωτερικές δράσεις όσο και για την αντοχή του. Πιο συγκεκριμένα στο πάνω μέρος του σχήματος σχεδιάζεται η θλιβόμενη ζώνη και κατ' επέκταση ο ουδέτερος άξονας της διατομής για την κρίσιμη δράση της ανάλυσης, ενώ σημειώνονται επίσης οι θέσεις των θλιβόμενων και εφελκυόμενων ράβδων. Παράλληλα, το σχήμα της διατομής το συνοδεύουν τα διαγράμματα των παραμορφώσεων και των τάσεων τοιχοποιίας, σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμών καθ' ύψος. Έπειτα, υπολογίζεται η μέγιστη αντοχή της διατομής και τα αντίστοιχα διαγράμματα τάσεων και παραμορφώσεων καθ' ύψος. Ο υπολογισμός των εσωτερικών εντατικών μεγεθών αντοχής για κάμψη εντός επιπέδου (αξονική δύναμη N_{Rd} και ροπή M_{Rdy}) προκύπτει με τους εξής υπολογισμούς:

$$N_{Rd} = \sum_{A} (\sigma_w)\, dA + \sum_{i=1}^{n\ ράβδων} \sigma_{si} \cdot A_i$$

$$M_{RdY} = \sum_{A} (\sigma_w \cdot z)\, dA + \sum_{i=1}^{n\ ράβδων} \sigma_{si} \cdot z_i \cdot A_i$$

Ισορροπία διατομής κρίσιμης φόρτισης: ΣΣ11: G+ψ2Q + (EI+emin) -0.3 (EII+emax), ε
Θέση: Κ 3(1), αρχή.



Σχήμα 9.49: Ισορροπία διατομής στην κρίσιμη φόρτιση

Οι επιμέρους όροι των παραπάνω σχέσεων αναλύονται στον παρακάτω πίνακα:

Ανάλυση εσωτερικών δυνάμεων αντοχής

Υλικό [/]	Διάμετρος Φ [mm]	Παραμόρφωση ε [/1000]	Τάση σ [MPa]	Nult [kN]	MultY [kNm]	MultZ [kNm]	Κρίσιμο υλικό [/]
ράβδος 5	10	0.37	74.82	5.88	-0.88	1.15	
ράβδος 6	10	0.37	74.82	5.88	-0.88	-1.15	
ράβδος 7	10	1.46	292.17	22.95	3.42	4.47	
ράβδος 8	10	1.46	292.17	22.95	3.42	-4.47	
ράβδος 9	10	2.55	500.00	39.27	17.55	7.66	
ράβδος 10	10	2.55	500.00	39.27	17.55	-7.66	
ράβδος 11	10	3.63	500.00	39.27	29.26	7.66	
ράβδος 12	10	3.63 !	500.00	39.27	29.26	-7.66	
Σ(Εφελκ. ράβδων)				214.73	98.71	0.00	
ράβδος 1	10	-1.80 !	-359.88	-28.27	21.06	-5.51	
ράβδος 2	10	-1.80	-359.88	-28.27	21.06	5.51	
ράβδος 3	10	-0.71	-142.53	-11.19	5.00	-2.18	
ράβδος 4	10	-0.71	-142.53	-11.19	5.00	2.18	
Σ(Θλιβόμ. ράβδων)				-78.92	52.12	0.00	
Τοιχοποιία :		3.83 ... -2.00	0.00 ... -6.00	-1232.40	717.92	0.00	Τοιχοποιία
Συνολικές				-1096.59	868.75	0.00	

Σημείωση
!: υποδηλώνει max/min παραμόρφωση.

Αναγράφονται για κάθε ράβδο οπλισμού (εφελκυόμενη/θλιβόμενη):

Φ: Η διάμετρος της ράβδου

Παραμόρφωση ε:

Η αξονική παραμόρφωση της ράβδου

Τάση σ: Η αξονική τάση της ράβδου

N_{ult}, M_{ultY}, M_{ultZ}:

Η συμβολή της ράβδου στην αξονική και τη ροπή αντοχής της διατομής

Επίσης, αναγράφονται για την τοιχοποιία και το σκυρόδεμα:

Παραμόρφωση ε:

Η μέγιστη εφελκυστική και θλιπτική παραμόρφωση των ακραίων ινών της διατομής.

Τάση σ: Η μέγιστη θλιπτική τάση της ακραίας ίνας, ενώ η εφελκυστική αντοχή αγνοείται

N_{ult}, M_{ultY}, M_{ultZ}:

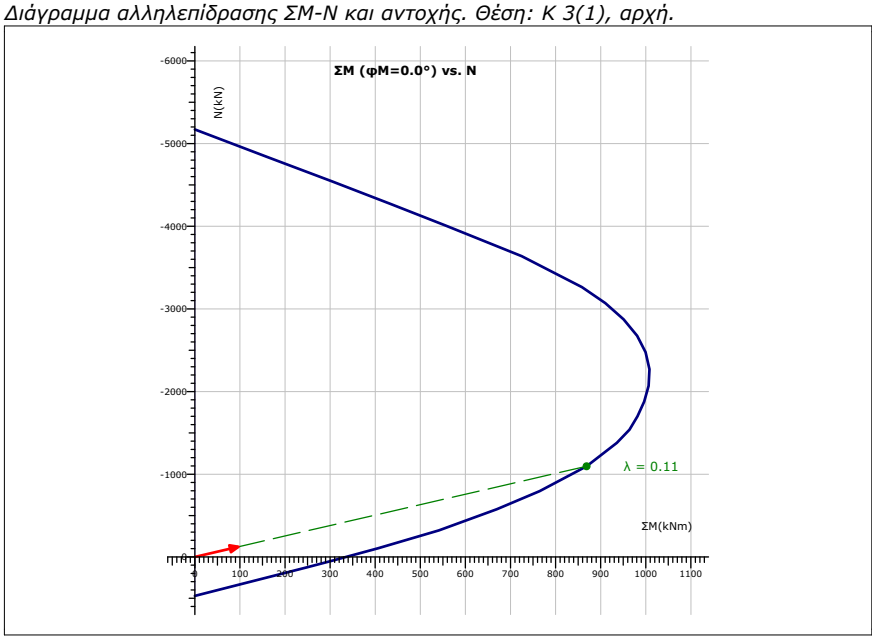
Η συμβολή της τοιχοποιίας και του σκυροδέματος στην αξονική και τη ροπή αντοχής της διατομής

Παράλληλα αναγράφεται το κρίσιμο υλικό που φτάνει σε αστοχία, καθώς και η συνολική αντοχή της διατομής.

Τέλος, ο κρίσιμος λόγος ανεπάρκειας (συντελεστής ασφαλείας) υπολογίζεται ως ο λόγος των διανυσμάτων δράσης προς αντοχής, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\lambda = \frac{\sqrt{N_{Ed}^2 + M_{EdY}^2}}{\sqrt{N_{Rd}^2 + M_{RdY}^2}}$$

Διάγραμμα αλληλεπίδρασης ΣΜ-Ν και αντοχής. Θέση: Κ 3(1), αρχή.



Σχήμα 9.50: Εποπτικός έλεγχος επάρκειας διατομής οπλισμένου πεσσού.

Τέλος, τυπώνεται το διάγραμμα αλληλεπίδρασης για κάμψη εντός επιπέδου με αξονική δύναμη ΣΜ-Ν για τον οπλισμένο πεσσό , καθώς επίσης και το διάνυσμα της κρίσιμης δράσης (κόκκινο χρώμα). Η προέκταση του διανύσματος τέμνει την καμπύλη αλληλεπίδρασης και στο σημείο τομής ορίζεται ο λόγος ανεπάρκειας ως ο λόγος των μέτρων των διανυσμάτων της δράσης προς την αντοχή.

Σημείωση

Στην περίπτωση της διαζωματικής τοιχοποιίας αγνοείται η επίδραση του σκυροδέματος των διαζωμάτων στην καμπτική αντοχή του πεσσού (EC6-1 §6.9.1-2).

Το ίδιο ισχύει και για τον μονόπλευρο μανδύα λόγω ελλιπούς συνάφειας του σκυροδέματος με την τοιχοποιία, καθώς και για τον αμφίπλευρο μανδύα για κάμψη εκτός επιπέδου.

9.10.4 Έλεγχος επάρκειας πεσσών κατά EC8-1

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων ανεπάρκειας λ άοπλων πεσσών κατά EC8-1

Ονομα [/]	Διατομή [/]	Φόρτιση [/]	Θέση [/]	ey/D [/]	ez/t [/]	Φz [/]	D' [m]	t' [m]	λN [/]	λMy [/]	λVz [/]	λMz [/]	λVy [/]
K 2(1)	200/50	ΣΣ11	H/2	0,05	0,05	1,00	2,00	0,50	0,06	0,05	0,98	0,01	0,00
K 3(1)	160/50	ΣΣ11	H/2	0,05	0,05	1,00	1,60	0,50	0,07	0,02	0,95	0,00	0,01
K 4(1)	210/50	ΣΣ27	H/2	0,05	0,05	1,00	2,10	0,50	0,04	0,09	0,99	0,01	0,01
K 5(1)	50/580	ΣΣ13	H/2	0,05	0,05	1,00	5,80	0,50	0,04	0,06	0,48	0,00	0,03
K 6(0)	50/320	ΣΣ7	6(0)	0,10	0,05	1,00	3,20	0,50	0,08	0,22	0,70	0,02	0,05
K 6(1)	50/320	ΣΣ7	H/2	0,09	0,05	1,00	3,20	0,50	0,03	0,18	0,95	0,00	0,05
K 7(1)	50/420	ΣΣ29	H/2	0,07	0,05	1,00	4,20	0,50	0,03	0,14	0,61	0,01	0,03
K 8(0)	50/480	ΣΣ23	8(0)	0,05	0,05	1,00	4,80	0,50	0,10	0,01	0,64	0,05	0,02
K 8(1)	50/480	ΣΣ23	H/2	0,06	0,05	1,00	4,80	0,50	0,04	0,11	0,47	0,01	0,06
K 10(0)	260/50	ΣΣ17	10(0)	0,18	0,05	1,00	2,51	0,50	0,14	0,43	0,67	0,06	0,03

λ_N ο λόγος ανεπάρκειας για αξονική δύναμη:

$$\lambda_N = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}$$

λ_{My}, λ_{Vz} οι λόγοι ανεπάρκειας για κάμψη και διάτμηση εντός επιπέδου:

$$\lambda_{My} = \frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}},\ \lambda_{Vz} = \frac{V_{Edz}}{V_{Rdz}}$$

λ_{Mz}, λ_{Vy} οι λόγοι ανεπάρκειας για κάμψη και διάτμηση εκτός επιπέδου:

$$\lambda_{Mz} = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}},\ \lambda_{Vy} = \frac{V_{Edy}}{V_{Rdy}}$$

9.10.5 Έλεγχος επάρκειας πεσσών κατά EC8-3

9.10.5.1 Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων ανεπάρκειας λ άοπλων πεσσών

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων ανεπάρκειας (λ) άοπλων πεσσών κατά EC8-3 (Γ.4.2)

Ονομα [/]	Διατομή [/]	Φόρτιση [/]	Θέση [/]	Vsd [kN]	Vf [kN]	Vv [kN]	Έλεγχος από	λi [/]	Ai [cm2]
K 2(1)	200/50	ΣΣ11	H/2	50,47	51,45	93,97	κάμψη	0,98	10000
K 3(1)	160/50	ΣΣ11	H/2	33,15	34,75	75,18	κάμψη	0,95	8000
K 4(1)	210/50	ΣΣ27	H/2	34,28	34,64	98,67	κάμψη	0,99	10500
K 5(1)	50/580	ΣΣ7	5(0)	139,74	560,36	272,51	τέμνουσα	0,51	29000
K 6(0)	50/320	ΣΣ13	6(-1)	122,07	278,80	145,35	τέμνουσα	0,84	16000
K 6(1)	50/320	ΣΣ7	H/2	62,56	65,61	150,35	κάμψη	0,95	16000
K 7(1)	50/420	ΣΣ29	H/2	92,21	150,39	197,33	κάμψη	0,61	21000
K 8(0)	50/480	ΣΣ23	8(-1)	191,09	397,42	203,06	τέμνουσα	0,94	24000

Όνομα Το όνομα του άοπλου πεσσού.

Διατομή

Οι διαστάσεις της διατομής του πεσσού

Φόρτιση

Είδος της κρίσιμης φόρτισης (Φ), στατικού συνδυασμού φορτίσεων (ΣΦ) ή σεισμικών συνδυασμών (ΣΣ).

Θέση Η θέση καθ' ύψος του πεσσού όπου σημειώθηκε ο κρίσιμος έλεγχος επάρκειας (βάση, κορύφή, ή στο μέσον πεσσού).

V_{sd} Η δρώσα τέμνουσα εντός επιπέδου της κρίσιμης φόρτισης

V_f Η ικανοτική διατμητική αντοχή εντός επιπέδου του πεσσού που προκύπτει με βάση την κάμψη:

$$v_d = \frac{N_{Ed}}{D \cdot t \cdot \frac{f_m}{CF}}$$

$$V_f = \frac{D \cdot N_{Ed}}{2 \cdot H_0} \cdot \left(1 - 1.15 \cdot v_d\right)$$

V_v Η διατμητική αντοχή εντός επιπέδου του πεσσού που προκύπτει με βάση τη διάτμηση:

$$f_{vd} = \min\left[\left(\frac{f_{vm0}}{CF \cdot \gamma_m} + 0.4 \cdot \frac{N_{Ed}}{D' \cdot t}\right),\ 0.065 \cdot \frac{f_b}{CF \cdot \gamma_m}\right]$$

$$V_v = f_{vd} \cdot D' \cdot t$$

Έλεγχος από

$V_f < V_v$: Ο πεσσός ελέγχεται από κάμψη
$V_f > V_v$: Ο πεσσός ελέγχεται από τέμνουσα

λ_i Ο λόγος ανεπάρκειας του άοπλου πεσσού:

$$\lambda_i = \frac{V_{sd}}{\min\left(V_f,\ V_v\right)}$$

A_i Το εμβαδόν της διατομής του πεσσού

Σημείωση

Όταν $\lambda_i>1$ για μεμονωμένους πεσσούς δε σημαίνει κατ' ανάγκη την καθολική ανεπάρκεια του κτιρίου, καθώς ο έλεγχος φέρουσας ικανότητας κατά EC8-3 πραγματοποιείται σε όρους συνολικής τέμνουσας ορόφων. Συνεπώς, το τελικό συμπέρασμα επάρκειας ή ανεπάρκειας του κτιρίου εξάγεται από τον πίνακα: Συγκεντρωτικός πίνακας καθολικών λόγων ανεπάρκειας (λ) ανά όροφο.

9.10.5.2 Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων ανεπάρκειας λ οπλισμένων πεσσών/ υποστυλωμάτων

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων ανεπάρκειας λ οπλισμένων πεσσών/υποστυλωμάτων κατά EC8-3

Ονομα [/]	Διατομή [/]	Τύπος [/]	λNM [/]	λV [/]	Έλεγχος από	λi [/]	Ai [cm2]	Διεύθυνση [/]
K 1(0)	190/50	Διαζωματική τοιχοποιία	0,29	0,16	κάμψη	0,29	9500	X
K 2(0)	200/50	Τοιχοποιία με μανδύα	0,17	0,12	κάμψη	0,17	10000	X
K 3(0)	160/50	Τοιχοποιία με μανδύα	0,33	0,15	κάμψη	0,33	8000	X
K 4(0)	210/50	Τοιχοποιία με μανδύα	0,24	0,17	κάμψη	0,24	10500	X
K 5(0)	50/580	Διαζωματική τοιχοποιία με μανδύα	0,13	0,11	κάμψη	0,13	29000	Z
K 7(0)	50/420	Διαζωματική τοιχοποιία με μανδύα	0,18	0,17	κάμψη	0,18	21000	Z

Όνομα Το όνομα του οπλισμένου/ενισχυμένου πεσσού ή υποστυλώματος.

Διατομή

Οι διαστάσεις της διατομής του πεσσού

Τύπος Το είδος του μέλους, αν δηλαδή είναι πεσσός από φέρουσα τοιχοποιία ή υποστύλωμα από Ο/Σ και το είδος της ενίσχυσης του πεσσού (κατασκευή διαζωμάτων, μανδύα από Ο/Σ ή συνδυασμό τους)

λ_{NM} Ο λόγος ανεπάρκειας του μέλους από διαξονική κάμψη με αξονική δύναμη

λ_V Ο λόγος ανεπάρκειας του μέλους σε διάτμηση

Έλεγχος από

$\lambda_{NM}< \lambda_v$: Ο πεσσός ελέγχεται από κάμψη
$\lambda_{NM}> \lambda_v$: Ο πεσσός ελέγχεται από τέμνουσα

λ_i Ο τελικός λόγος ανεπάρκειας του μέλους:

$$\lambda_i = \min\left(\lambda_{NM},\ \lambda_V\right)$$

A_i Το εμβαδόν της διατομής του μέλους

Διεύθυνση

Η κύρια διεύθυνση του πεσσού στην οποία συμμετέχει στον καθορισμό του καθολικού ελέγχου ανά όροφο

9.10.5.3 Συγκεντρωτικός πίνακας καθολικών λόγων ανεπάρκειας (λ) ανά όροφο

Συγκεντρωτικός πίνακας καθολικών λόγων ανεπάρκειας λ ανά διεύθυνση και όροφο κατά EC8-3 (Γ.4.1.3)

Όροφος [/]	ΣAi [cm2]	Σ(Ai)Z [cm2]	Σ(Ai)X [cm2]	Σ(Ai/λi) [cm2]	Σ(Ai/λi)Z [cm2]	Σ(Ai/λi)X [cm2]	λ (ορόφου) [/]	λZ (ορόφου) [/]	λX (ορόφου) [/]
0	212300	108000	104300	716819	456163	260656	0,30	0,24	0,40
1	212300	108000	104300	346671	208254	138417	0,61	0,52	0,75

$$\lambda_{\text{ορόφου}} = \frac{\sum_i A_i}{\sum_i (A_i/\lambda_i)} \qquad \lambda_{Z,\text{ορόφου}} = \frac{\sum_i (A_i)_Z}{\sum_i (A_i/\lambda_i)_Z} \qquad \lambda_{X,\text{ορόφου}} = \frac{\sum_i (A_i)_X}{\sum_i (A_i/\lambda_i)_X}$$

$$\lambda = \frac{\text{Δράση}}{\text{Αντοχή}} = \frac{Ed}{Rd} = \rho_{EC8\text{-}3} = \lambda_{\text{ΚΑΝΕΠΕ}} = \frac{\text{Απαίτηση}}{\text{Ικανότητα}} = \frac{D}{C}$$

Όροφος

Ο όροφος του κτιρίου στον οποίο γίνεται ο έλεγχος επάρκειας

ΣA_i Το άθροισμα των εμβαδών των πεσσών του ορόφου

$\Sigma(A_i)Z$

Το άθροισμα των εμβαδών των πεσσών του ορόφου κατά τη διεύθυνση Z

$\Sigma(A_i)X$

Το άθροισμα των εμβαδών των πεσσών του ορόφου κατά τη διεύθυνση X

$\Sigma A_i/\lambda_i$ Το άθροισμα των λόγων εμβαδού προς λόγου ανεπάρκειας των πεσσών του ορόφου

$\Sigma(A_i/\lambda_i)Z$

Το άθροισμα των λόγων εμβαδού προς λόγου ανεπάρκειας των πεσσών του ορόφου κατά τη διεύθυνση Z

$\Sigma(A_i/\lambda_i)X$

Το άθροισμα των λόγων εμβαδού προς λόγου ανεπάρκειας των πεσσών του ορόφου κατά τη διεύθυνση X

λ (ορόφου)

Ο τελικός καθολικός λόγος ανεπάρκειας του ορόφου. Η απόδειξη του περιγράφεται παρακάτω:

– Σύμφωνα με την παράγραφο Γ.4.1.3 του EC8-3 ο λόγος ανεπάρκειας σε όρους δυνάμεων για κάθε όροφο δίνεται από τη σχέση:

$$\lambda_{ορόφου} = \frac{V_b}{\sum V_{R_i}}$$

Όπου V_b είναι η δρώσα τέμνουσα στη στάθμη του ορόφου και ΣV_{Ri} είναι το άθροισμα των διατμητικών αντοχών των πεσσών του ορόφου.

– Η αντοχή σε τέμνουσα του εκάστοτε πεσσού προκύπτει συναρτήσει του λόγου ανεπάρκειας λ_i από τη σχέση:

$$V_{Ri} = \frac{V_{Ei}}{\lambda_i}$$

– Η συνολική δρώσα τέμνουσα V_b κατανέμεται στους επιμέρους πεσσούς αναλογικά ως προς το εμβαδόν τους. Συνεπώς η τέμνουσα του μεμονωμένου πεσσού προκύπτει:

$$V_{Ei} = \frac{A_i}{\sum A_i} \cdot V_b$$

– Ο λόγος επάρκειας του ορόφου μπορεί να εκφραστεί με βάση τις δύο προηγούμενες εκφράσεις ως εξής:

$$\lambda_{ορόφου} = \frac{V_b}{\sum V_{R_i}} = \frac{V_b}{\sum \left[\frac{A_i}{\sum A_i \cdot \lambda_i} \cdot V_b \right]} = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{\lambda_i}}$$

λZ (ορόφου)

Ο τελικός καθολικός λόγος ανεπάρκειας του ορόφου κατά τη διεύθυνση Z

λX (ορόφου)

Ο τελικός καθολικός λόγος ανεπάρκειας του ορόφου κατά τη διεύθυνση X

9.11 Συγκεντρωτικός πίνακας οπλισμών δοκών

Πίνακας οπλισμών δοκών ορόφου 0

[/] Δοκός	b [cm]	h [cm]	ΑΝΩ Αρχή	ΑΝΩ Άνοι	ΑΝΩ Τέλος	ΚΑΤΩ Αρχή	ΚΑΤΩ Άνοι	ΚΑΤΩ Τέλος	Οπλισ Πλευρά	Συνδετήρες Άνοιγμα	Συνδετήρες Κρίσιμοι
Δ2.3	25	50	4Φ14	2Φ14		1Φ14	3Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ2.4	25	50		2Φ14			3Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ2.5	25	50	2Φ18	2Φ14	2Φ14	5Φ14	6Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ3.1	25	50		3Φ16		1Φ14	2Φ14	1Φ16		2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ4.1	25	70		3Φ14			4Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ4.2	25	70		3Φ14	2Φ14		4Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ5.1	25	70	5Φ14	2Φ14		3Φ14	3Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ5.2	25	70		2Φ14	3Φ14		3Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ8.1	20	50		2Φ14			2Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ8.2	20	50		2Φ14			2Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ9.1	30	50		3Φ14		1Φ14	4Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ12.3	30	50	2Φ14	2Φ14	2Φ14		3Φ14	3Φ14		2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ13.1	25	50	3Φ18	2Φ14		1Φ14	3Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ15.1	25	50		3Φ14	2Φ14		4Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11
Δ16.1	25	40	1Φ14	2Φ14			2Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/9
Δ17.1	30	50	6Φ14	2Φ14		2Φ14	3Φ14			2τμ. ΣΦ8/12	2τμ. ΣΦ8/11

9.12 Συγκεντρωτικός πίνακας οπλισμών υποστυλωμάτων

Πίνακας Οπλισμών Υποστυλωμάτων

Πίνακας Οπλισμών Κατακορύφων μελών

α/α	Ορ.	Διατομή	Οπλισμοί	Εσχάρες - Συνδετήρες
Κ6	Ορ.0	25/200	16Φ20+4Φ20+4Φ16	Ορ.#Φ8/12 - Κατ.#Φ8/15 -4τμ. ΣΦ8/10
Κ6	Ορ.1	25/200	16Φ20+4Φ20+4Φ14	Ορ.#Φ8/15 - Κατ.#Φ8/15 -4τμ. ΣΦ8/10
Κ6	Ορ.2	25/200	16Φ18+4Φ18	Ορ.#Φ8/15 - Κατ.#Φ8/15
Κ6	Ορ.3	25/200	12Φ18+4Φ18	Ορ.#Φ8/15 - Κατ.#Φ8/15
Κ7	Ορ.0	120/30	+10Φ18	7τμ. ΣΦ8/9
Κ7	Ορ.1	120/30	+10Φ18	7τμ. ΣΦ8/11
Κ7	Ορ.2	120/30	+10Φ18	7τμ. ΣΦ8/11
Κ7	Ορ.3	120/30	+10Φ18	7τμ. ΣΦ8/11
Κ9	Ορ.0	25/150	8Φ18+4Φ18+4Φ18	Ορ.#Φ8/15 - Κατ.#Φ8/15 -4τμ. ΣΦ8/10
Κ9	Ορ.1	25/150	8Φ18+4Φ18+4Φ18	Ορ.#Φ8/15 - Κατ.#Φ8/15 -4τμ. ΣΦ10/10
Κ9	Ορ.2	25/150	8Φ18+4Φ18	Ορ.#Φ8/15 - Κατ.#Φ8/15
Κ9	Ορ.3	25/150	8Φ20+4Φ20	Ορ.#Φ8/15 - Κατ.#Φ8/15

9.13 Έλεγχοι κοντού υποστυλώματος

Εκτυπώνεται πίνακας στον οποίο φαίνεται ποια υποστυλώματα χαρακτηρίζονται ως «κοντά» και ποια όχι, καθώς και η μέθοδος εξασφάλισής τους.

Πίνακας Κοντών Υποστυλωμάτων

Υποστύλωμα	Όροφος	Διατομή	MEd/VEd	h[m]	αs	Κοντό	Εξασφάλιση
10	0	30/30	1,57	0,30	5,22	ΟΧΙ	
11	0	25/40/25/40	1,52	0,40	3,80	ΟΧΙ	
11	1	25/40/25/40	1,51	0,40	3,78	ΟΧΙ	
11	2	25/40/25/40	1,50	0,40	3,74	ΟΧΙ	
11	3	25/40/25/40	1,49	0,40	3,72	ΟΧΙ	
11	4	25/40/25/40	1,62	0,40	4,06	ΟΧΙ	
12	0	25/40/25/40	1,52	0,40	3,79	ΟΧΙ	
12	1	25/40/25/40	1,46	0,40	3,65	ΟΧΙ	
12	2	25/40/25/40	1,48	0,40	3,70	ΟΧΙ	
12	3	25/40/25/40	1,48	0,40	3,71	ΟΧΙ	
12	4	25/40/25/40	1,63	0,40	4,08	ΟΧΙ	
13	0	40/50	0,95	0,50	1,90	ΝΑΙ ΜΕ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ	
13	1	40/50	1,47	0,40	3,68	ΟΧΙ	
13	2	40/50	0,90	0,50	1,80	ΝΑΙ ΜΕ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ	
13	3	40/50	1,63	0,50	3,25	ΟΧΙ	

h η μέγιστη διάσταση της διατομής του υποστυλώματος παράλληλα στην τέμνουσα V_{Ed}

αs ο λόγος διάτμησης $\alpha_S = M_{Ed}/(V_{Ed} \cdot h)$. Τα εντατικά μεγέθη M_{Ed} και V_{Ed} λαμβάνονται από το δυσμενέστερο σεισμικό συνδυασμό.

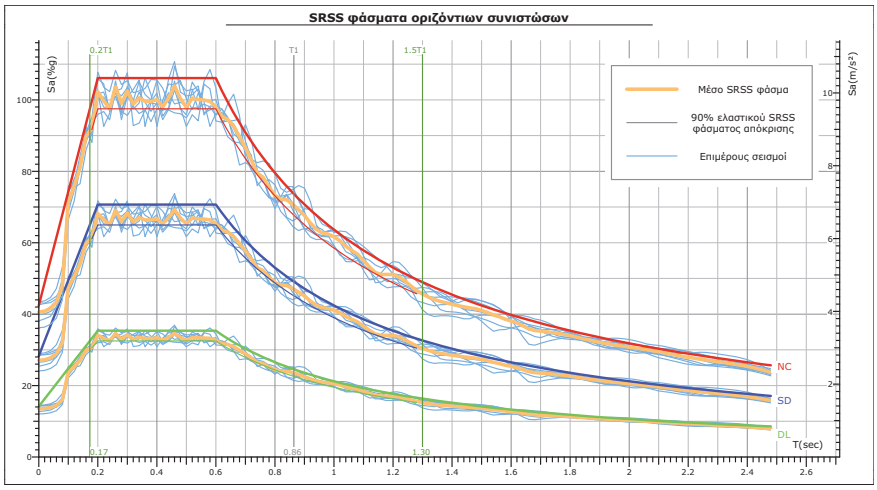
Κοντό χαρακτηρίζεται αυτό το οποίο έχει λόγο διάτμησης α_S μικρότερο ή ίσο της τιμής που έχει ορίσει ο μελετητής στην παράμετρο «Κτίριο» - «Σκυρόδεμα» - «Λόγος διάτμησης για έλεγχο κοντού υποστ/τος, as<=k. k=…».

Εξασφάλιση η μέθοδος εξασφάλισης του κοντού υποστυλώματος από αστοχία. Προβλέπονται δύο μέθοδοι: (α) με Ικανοτικό σχεδιασμό υποστυλωμάτων σε κάμψη, (β) με προσαύξηση εντατικών μεγεθών.

9.14 Αποτελέσματα δυναμικής ανάλυσης χρονοϊστορίας

9.14.1 Μέσα φάσματα απόκρισης και έλεγχος κλιμάκωσης

Παρουσιάζεται ο έλεγχος κλιμάκωσης σύμφωνα με EC8-2 §3.2.3 για τις οριζόντιες και την κατακόρυφη συνιστώσα. Στο ***Σχήμα 9.51*** φαίνονται τα εξής:

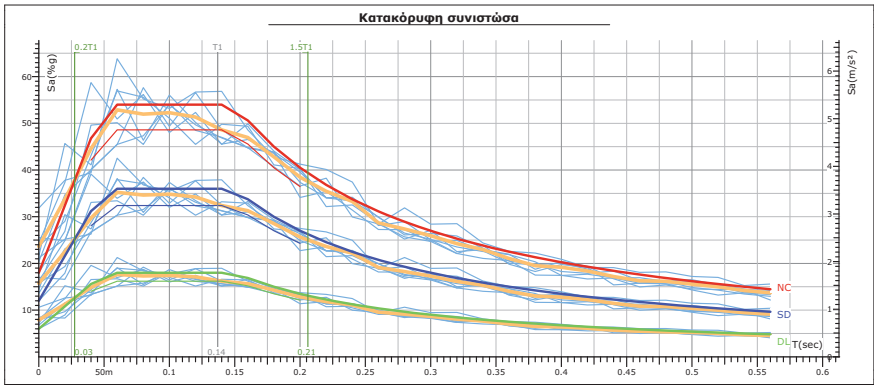


Σχήμα 9.51*: Κλιμάκωση οριζόντιων συνιστωσών σεισμικών διεγέρσεων*

- Τα SRSS των τριών ελαστικών φασμάτων της κάθε στάθμης επιτελεστικότητας.
- Με έντονη πορτοκαλί γραμμή τυπώνεται ο μέσος όρος των SRSS φασμάτων των σεισμικών διεγέρσεων που έχουν επιλυθεί.
- Η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του φορέα και τα όρια κλιμάκωσης (0.2T1-1.5T1).
- Με διακεκομένη γραμμή σημειώνεται το 130% $(= \sqrt{2} \cdot 0.9)$ του ελαστικού φάσματος κάθε στάθμης, την οποία πρέπει να υπερβαίνει το μέσο φάσμα των σεισμών στο εύρος περιόδων (0.2T1-1.5T1).
- Με γαλάζιες γραμμές τυπώνονται τα SRSS των φασμάτων κάθε σεισμικής διέγερσης.

- Στον πίνακα τυπώνεται για κάθε στάθμη η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος T1, η ελάχιστη τιμή της φασματικής επιτάχυνσης ανάμεσα στα όρια κλιμάκωσης και η ιδιοπερίοδος T_{cr} όπου αυτή σημειώθηκε.

Η κλιμάκωση των κατακόρυφων συνιστωσών παρουσιάζεται στο ***Σχήμα 9.52***



Σχήμα 9.52*: Κλιμάκωση κατακόρυφων συνιστωσών σεισμικών διεγέρσεων*

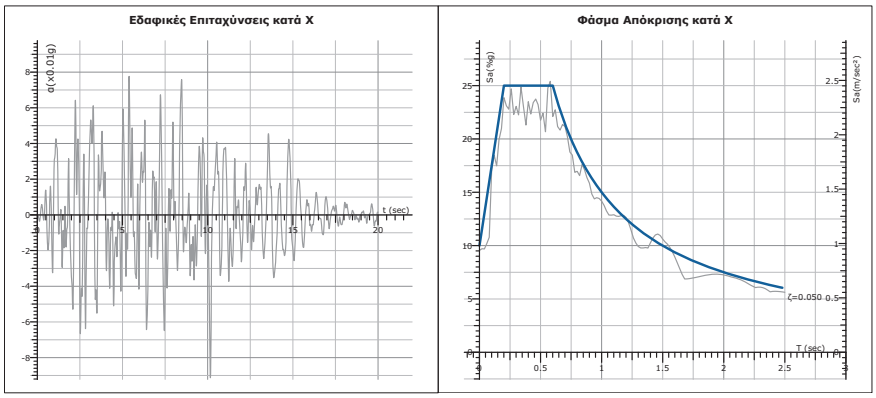
Η διαφορά με την κλιμάκωση οριζόντιων συνιστωσών έγκειται στο γεγονός ότι η κλιμάκωση γίνεται με βάση το κατακόρυφο ελαστικό φάσμα του EC8-1 με όριο κλιμάκωσης το 90% των φασματικών επιταχύνσεων σε εύρος κατακόρυφων ιδιοπεριόδων $0.2T1_v$-$1.5T1_v$.

Σημείωση

Στην περίπτωση που γίνονται 2 αναλύσεις με/χωρίς τοιχοπληρώσεις, τότε στα διαγράμματα κλιμάκωσης σημειώνονται οι 2 θεμελιώδης ιδιοπερίοδοι T1, T1(Τ/Π) του γυμνού και του τοιχοπληρωμένου φορέα αντίστοιχα. Σε αυτή την περίπτωση το κάτω όριο κλιμάκωσης αντιστοιχεί σε 0.2T1(Τ/Π) ενώ το άνω όριο σε 1.5T1.

9.14.2 Επιταχ/φήματα και φάσματα απόκρισης

Για κάθε μία σεισμική διέγερση που ορίστηκε τυπώνονται (***Σχήμα 9.53***) για κάθε διεύθυνση και στάθμη επιτελεστικότητας τα αντίστοιχα επιταχυνσιογραφήματα και φάσματα απόκρισης για απόσβεση ζ=5%.



Σχήμα 9.53*: Επιταχυνσιογράφημα και αντίστοιχο φάσμα της σεισμικής διέγερσης*

Παράλληλα, για φυσικούς σεισμούς παρουσιάζεται το αρχικό και το κλιμακούμενο φάσμα απόκρισης.

Ταυτόχρονα υπολογίζονται από το πρόγραμμα και τυπώνονται ορισμένες σεισμολογικές παράμετροι (***Σχήμα 9.54***).

Κατεύθυνση [/]	Διάρκεια [sec]	Συντελεστής κλιμάκωσης [/]	Σημαντική Διάρκεια [sec]	Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση PGA [g]	Ένταση Arias Ia [m/sec]	Μέση Τετραγωνική Ρίζα RMS [m/sec^2]	Χαρακτηριστική Ένταση Ic [m/sec^2]	Συσσωρευμένη Απόλυτη Ταχύτητα CAV [m/sec]	Φασματική Ένταση Housner SI [m]
X	20.00	-	10.62	0.134	0.333	0.323	0.819	4.556	0.674
Z	20.00	-	9.81	0.134	0.330	0.321	0.813	4.389	0.653
Y	20.00	-	9.30	0.105	0.119	0.193	0.379	2.522	0.109

Σχήμα 9.54*: Σεισμολογικές παράμετροι σεισμικών διεγέρσεων.*

PGA (Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση) Η μέγιστη τιμή της επιτάχυνσης της δεδομένης σεισμικής συνιστώσας.

Ia (Ένταση Arias) Είναι ανάλογη του τετραγώνου των εδαφικών επιταχύνσεων κατά τη συνολική διάρκεια του σεισμογραφήματος.

$$I_a = \frac{\pi}{2g}\int_0^{t_{tot}} \left[a_g(t)\right]^2 dt$$

RMS (Μέση τετραγωνική ρίζα) Είναι το ολοκλήρωμα των τετραγώνων των εδαφικών επιταχύνσεων διαιρεμένες με τη συνολική διάρκεια του σεισμογραφήματος.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{t_{tot}}\int_0^{t_{tot}} \left[a_g(t)\right]^2 dt}$$

Ic (Χαρακτηριστική ένταση) Είναι δείκτης της δομικής βλάβης εξαιτίας της μέγιστης μετακίνησης και της απορροφούμενης υστερητικής ενέργειας.

$$I_c = \left(RMS\right)^{3/2} \cdot \sqrt{t_{tot}}$$

CAV (Συσσωρευμένη απόλυτη ταχύτητα) Είναι η ολοκλήρωση των απόλυτων τιμών των επιταχύνσεων σε όλη τη διάρκεια του σεισμογραφήματος

$$CAV = \int_0^{t_{tot}} \left|a_g(t)\right| dt$$

SI (Φασματική ένταση Housner) Είναι η ένταση που σχετίζεται με το φάσμα ταχυτήτων για περιόδους που αφορούν τις συνήθεις κατασκευές (0.1-2.5 sec).

$$SI = \int_{0.1}^{2.5} PSV(\xi = 0.05, T)dT$$

Σημαντική Διάρκεια Είναι το εύρος του χρόνου στο οποίο συσσωρεύεται το 90% της έντασης Arias (5%-95%). Πρακτικά αναφέρεται στη διάρκεια του ισχυρού τμήματος της σεισμικής διέγερσης, όπου αναμένεται να παρουσιαστούν και οι μέγιστοι λόγοι επάρκειας.

9.14.3 Προϋποθέσεις εφαρμογής ελαστικής δυναμικής ανάλυσης

Οι έλεγχοι προϋποθέσεων εφαρμογής πραγματοποιούνται με τις ελαστικές εντάσεις των μελών που προκύπτουν από την ανάλυση με m_i=1 για τη μέθοδο m ή q=1 για τη μέθοδο q. Η σεισμική επιτάχυνση με την οποία ελέγχονται οι προϋποθέσεις είναι εκείνη που αντιστοιχεί σε πιθανότητα επαναφοράς 10% στα 50 έτη.

Έλεγχος μορφολογικής κανονικότητας [ΚΑΝ.ΕΠΕ. 5.5.1.2.γ]

Όροφος k	Υψόμετρο	λk	λk/λk-1		Όριο	λk/λk+1		Όριο
[/]	[m]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]	[/]
1	3.00	1.83	-	-	-	1.24	<	1.50
2	6.00	2.28	1.24	<	1.50	1.21	<	1.50
3	9.00	1.88	1.21	<	1.50	1.43	<	1.50
4	12.00	1.32	1.43	<	1.50	1.17	<	1.50
5	15.00	1.13	1.17	<	1.50	1.17	<	1.50
6	18.00	0.96	(λk<1)	-	-	(λk<1)	-	-
7	20.50	1.13	1.18	<	1.50	-	-	-

Σχήμα 9.55*: Έλεγχος καμπτοδιατμητικώς ασθενούς ορόφου*

Αρχικά παρουσιάζεται ο έλεγχος μορφολογικής κανονικότητας (ΚΑΝΕΠΕ §5.5.1.2(γ)). Στον πίνακα που τυπώνεται (***Σχήμα 9.55***) παρουσιάζεται ο έλεγχος ύπαρξης καμπτοδιατμητικώς ασθενούς ορόφου. Δηλαδή εξετάζεται ότι το κτίριο δεν περιλαμβάνει όροφο του οποίου ο μέσος δείκτης ανεπάρκειας $Σλ_k$ υπερβαίνει

το 150% του μέσου δείκτη ανεπάρκειας ενός γειτονικού (υποκείμενου ή υπερκείμενου) ορόφου, όπου :

$$\overline{\lambda_k} = \frac{\sum_1^n \lambda_i V_{si}}{\sum_1^n V_{si}}$$

$\boldsymbol{\lambda_i}$ Ο δείκτης επάρκειας του κύριου μέλους i στον όροφο n

$\mathbf{V_{si}}$ Η τέμνουσα του κύριου μέλους i στον όροφο n

Ο έλεγχος για τον όροφο i δεν απαιτείται να εξετάζεται όταν $\Sigma\lambda_k<1$

Παράλληλα πρέπει να εξεταστούν και τα κριτήρια §5.5.1.2(α), §5.5.1.2(β) και §5.5.1.2(δ) του ΚΑΝΕΠΕ.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας προϋποθέσεων εφαρμογής της ελαστικής δυναμικής ανάλυσης (ΚΑΝΕΠΕ §5.6.1). Το κριτήριο αναφέρει ότι η ελαστική δυναμική ανάλυση επιτρέπεται όταν προκύπτει λ≤2.5 για όλα τα κύρια μέλη ή για ένα ή περισσότερα από αυτά προκύπτει λ>2.5 και το κτίριο είναι μορφολογικά κανονικό.

Έλεγχος προϋποθέσεων εφαρμογής [ΚΑΝ.ΕΠΕ. 5.6.1]

Όροφος k	Υψόμετρο	Υποστ.	Υποστ.	Δοκοί	Δοκοί	Σύνολο	Σύνολο
[/]	[m]	[λ<=2.5]	[λ>2.5]	[λ<=2.5]	[λ>2.5]	[λ<=2.5]	[λ>2.5]
1	3.00	17 | 85.0%	3 | 15.0%	29 | 51.8%	27 | 48.2%	46 | 60.5%	30 | 39.5%
2	6.00	17 | 85.0%	3 | 15.0%	35 | 64.8%	19 | 35.2%	52 | 70.3%	22 | 29.7%
3	9.00	17 | 85.0%	3 | 15.0%	37 | 68.5%	17 | 31.5%	54 | 73.0%	20 | 27.0%
4	12.00	20 | 100.0%	0 | 0.0%	34 | 63.0%	20 | 37.0%	54 | 73.0%	20 | 27.0%
5	15.00	20 | 100.0%	0 | 0.0%	35 | 63.6%	20 | 36.4%	55 | 73.3%	20 | 26.7%
6	18.00	19 | 100.0%	0 | 0.0%	33 | 62.3%	20 | 37.7%	52 | 72.2%	20 | 27.8%
7	20.50	5 | 100.0%	0 | 0.0%	8 | 100.0%	0 | 0.0%	13 | 100.0%	0 | 0.0%
Σύνολα	-	115 | 92.7%	9 | 7.3%	211 | 63.2%	123 | 36.8%	326 | 71.2%	132 | 28.8%

Σχήμα 9.56*: Έλεγχος προϋποθέσεων εφαρμογής ελαστικής δυναμικής ανάλυσης*

Συνεπώς όταν ικανοποιείται ο έλεγχος μορφολογικής κανονικότητας, τότε είναι στην κρίση του μελετητή αν το πλήθος των μελών για τα οποία ισχύει λ>2.5 είναι αρκούντως μικρό ώστε να εγκρίνεται η ελαστική δυναμική ανάλυση. Ο πίνακας στο ***Σχήμα 9.56*** αναφέρει τα ποσοστά των δοκών και υποστυλωμάτων που ισχύει λ>2.5 ώστε να διευκολύνεται η απόφαση του μελετητή.

Αντίθετα, όταν δεν ισχύει ο έλεγχος μορφολογικής κανονικότητας τότε αν έστω για ένα κύριο μέλος ισχύει λ>2.5, τότε η ελαστική δυναμική ανάλυση δεν εγκρίνεται. Σε αυτή την περίπτωση, η ελαστική δυναμική ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρόλα αυτά για τους σκοπούς μόνο της αποτίμησης υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν ουσιώδεις βλάβες. Στην περίπτωση αυτή ο συντελεστής γ_{Sd} αυξάνεται κατά 0.15 «(Κτίριο > Δράσεις > Ενιαίος συντ οιωνεί μόνιμων δράσεων γ_{sd}*$\gamma_{g,q}$ (Αποτίμηση)).»

9.15 Αποτελέσματα αποτίμησης Φέρουσας Ικανότητας

9.15.1 Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας δοκών υπό στατικά φορτία

9.15.1.1 Έλεγχος τάσεων εδάφους σε πέδιλα και πεδιλοδοκούς

Εντατικά μεγέθη δοκού προσομοίωσης πεδίλου και πεδιλοδοκού

Εντατικά μεγέθη πεδιλοδοκού

	Αρχή	[34]	Τέλος	[3]	Αξονική	Στρέψη		Έδαφος		
Φόρτ	M	V	M	V	N	T	maxM	σ.εδ	minσ.εδ	maxσ.εδ
[/]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
ΣΦ 1	55,67	-172,69	142,17	264,91	0,00	23,01	-32,38	195,3	189,1	202,0
ΣΦ 2	55,67	-172,69	142,17	264,91	0,00	23,01	-32,38	195,3	189,1	202,0
ΣΦ 3	55,67	-172,69	142,17	264,91	0,00	23,01	-32,38	195,3	189,1	202,0
ΣΦ 4	49,70	-156,41	130,74	242,99	0,00	21,34	-29,55	177,9	172,3	183,9
ΣΦ 5	49,70	-156,41	130,74	242,99	0,00	21,34	-29,55	177,9	172,3	183,9
ΣΦ 6	49,70	-156,41	130,74	242,99	0,00	21,34	-29,55	177,9	172,3	183,9

Για πέδιλα και συγκεκριμένα για δοκούς προσομοίωσης πεδίλου, καθώς και για πεδιλοδοκούς και για όλους τους συνδυασμούς στατικών δράσεων εμφανίζονται αποτελέσματα ελέγχου τάσεων εδάφους. Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται είναι οι εξής:

Στατικά φορτία: (π.χ. G+Q)	Μέση αναπτυσσόμενη τάση	$\sigma_{εδ}$	$\leq \sigma_{επ}$
	Τάση αιχμής	$\max\sigma_{εδ}$	$\leq 1.2\cdot\sigma_{επ}$

Για τους συνδυασμούς, για τους οποίους στον πίνακα 816 ζητείται έλεγχος τάσεων (π.χ. G + Q) εφόσον δεν ικανοποιείται έστω μια εκ των δυο ανισώσεων, τότε εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος. Βλ. και «Κτίριο, Δοκός, Πέδιλο > Έδαφος > Επιτρεπόμενη τάση σεπ» §4.1.1.15.

9.15.1.2 Γενικά δεδομένα

Δοκός 2, Άνοιγμα 5, Όροφος 0

Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι Αρχή: 10 Τέλος: 11 Μέλος: 26 ΣΠΕΜ = 1,00

Διατομή Πλακοδοκός Ανωδομής Άκαμπτες απολήξεις

Διαστάσεις 25/50/110/18/5,2 [cm] Μήκος lcl=1,42m Bl=0,01m Br=0,01m

---

Μέσες Αντοχές fcm:25,00 [MPa] fym:500,0 [MPa] fywm:500,0 [MPa] Νέο μέλος Κύριο

Αντοχές - Έλεγχοι λειτουργικότητας **Αντοχές - Έλεγχοι στη Ο.Κ. αστοχίας**

---

fc:25,00 [MPa] fy:500,0 [MPa] fc:16,67[MPa] fy:434,8[MPa] fyw:434,8[MPa]

```
εcc:-2,00/00     εcu:-3,50/00 εsu:20,00/00
-------------------------------------------------------------------------------------------
Συντελεστές r                rM = M*/M :1,00    rV =VR*/VR:1,00
```

Για τα βασικά γεωμετρικά και τοπολογικά δεδομένα βλ. 9.5.1.

Μέσες αντοχές *f*cm, *f*ym, *f*ywm

Οι μέσες αντοχές **υφιστάμενων υλικών** όπως προκύπτουν π.χ. από έλεγχο δοκιμίων. Βλ. Υλικά – Αποτίμηση §4.1.1.7.

Αφορά υφιστάμενα μέλη, καθώς και μέλη ενισχυόμενα με ινοπλισμένα πολυμερή (FRP) ή ρητίνες.

Χαρακτηριστικές αντοχές *f*ck, *f*yk, *f*ywk

Οι χαρακτηριστικές αντοχές **νέων ή πρόσθετων υλικών** όπως προδιαγράφονται στην μελέτη.

Αφορά νέα μέλη (π.χ. τα στοιχεία της προσθήκης) και ενισχυόμενα μέλη με μανδύα σκυροδέματος.

Χαρακτηρισμός μελών: Νέο / Υφιστάμενο / Ενισχυόμενο.
Βλ. ομώνυμη παράμετρο στο «Κτίριο, Υποστύλωμα, Δοκός» §4.1.1.7.

Αντοχές - Έλεγχοι στη Ο.Κ. αστοχίας

Τυπώνονται οι αντοχές των υλικών για έλεγχο σε όρους δυνάμεων, οι οποίες δίδονται στις καρτέλες «Υποστύλωμα, Δοκός > Υλικά – Αποτίμηση» ή αντίστοιχα στους πίνακες 215 και 415.

Αντοχές - Έλεγχοι στη Ο.Κ. Λειτουργικότητας

Οι αντοχές των υλικών για έλεγχο στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας λαμβάνονται αυτόματα από το πρόγραμμα σύμφωνα με όσα προβλέπονται στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. πίνακας Π4.1 για έλεγχο σε όρους δυνάμεων, λαμβάνοντας υπόψη όσα αναφέρονται στον EC2-1-1 §2.4.2.4(2) σχετικά με τους συντελεστές ασφαλείας γ_c και γ_s.

9.15.1.3 Οπλισμοί στις θέσεις ελέγχου

Υπάρχοντες οπλισμοί στις θέσεις ελέγχου

Θέση	Αρχή	Άνοιγμα	Τέλος
Πάνω [cm²]	15,27	7,63	13,92
Πλάκα [cm²]	-	-	-
Κάτω [cm²]	15,71	15,71	15,71
Συνδετήρες [cm²/m]	9,14	-	9,14
Λοξός Οπλισμός [cm²/m]	0,00	-	0,00

Οι οπλισμοί που δίδονται μέσω της καρτέλας «Δοκός > Ράβδοι άκρου & ανοίγματος» §4.6.1.7 ή στον πίνακα 414.

Πλάκα Ο συνεργαζόμενος οπλισμός της πλάκας, ο οποίος εμφανίζεται και στον πίνακα 408. Εισάγεται σε μορφή cm²/m, αλλά εδώ τυπώνεται πολλαπλασιασμένος με 4·*h*f σύμφωνα με τις πρόνοιες της EC8-1 5.4.3.1.1. Βλ. και παραμέτρους στο «Κτίριο και στην Δοκό > Σκυρόδεμα > Αυτόματη απόδοση οπλισμού πλακών στις δοκούς & Σίδερα πλακών προσμετρούνται στον οπλισμό δοκού».

9.15.1.4 Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας σε κάμψη

Μέγιστα αποτίμησης φέρουσας ικανότητας σε κάμψη

Φόρτιση [/]	Κόμβος [/]	NEd [kN]	MEd [kNm]	δ [/]	δlim [/]	M'Ed=δ*MEd [kNm]	MRd [kNm]	λ [/]
ΣΦ 6	10	128,09	-256,72	0,94	0,70	-241,51	-242,01	1,00
ΣΦ 1	0	156,05	149,96	-	-	178,80	271,86	0,66
ΣΦ 6	11	128,09	-240,49	0,91	0,70	-218,30	-218,80	1,00

Για τους συνδυασμούς στατικών δράσεων του πίνακα 816, για τους οποίους ζητείται έλεγχος στην Οριακή κατάσταση αστοχίας, οι δοκοί ελέγχονται σε κάμψη και αξονική δύναμη με περιορισμένη ανακατανομή.

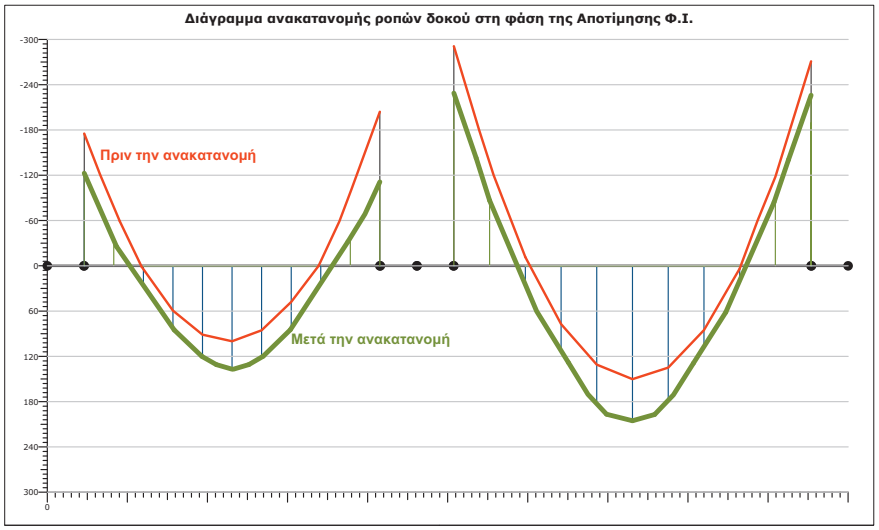
Η **ανακατανομή** των ροπών συνίσταται στον υποβιβασμό των ροπών στηρίξεων με αντίστοιχη αύξηση των ροπών ανοίγματος σύμφωνα με τους περιορισμούς ως προς το βάθος της θλιβόμενης ζώνης της EC2-1-1 §5.5(4).

$\boldsymbol{\delta} = M'_{Ed}/M_{Ed}$ ο λόγος της ροπής στήριξης μετά την ανακατανομή προς την ροπή πριν την ανακατανομή.

δlim το κάτω όριο του λόγου δ, το οποίο προκύπτει από την σχέση EC2-1-1 (5.10):

$$\delta \geq 0,44+1,25\cdot\chi_u \geq 0,70$$

όπου **χu** το βάθος της θλιβόμενης ζώνης μετά την ανακατανομή.
Το ποσοστό της ανακατανομής μπορεί να περιοριστεί εισάγοντας στην παράμετρο «Δοκός > Σκυρόδεμα > Συντ. ανακατανομής» τιμές μεγαλύτερες του 0.70.



Σχήμα 9.57: *Ανακατανομή ροπών στηρίξεων σε φάση Αποτίμησης Φέρουσας Ικανότητας.*

M_{Rd} η ροπή αντοχής για την δεδομένη αξονική δύναμη λαμβάνοντας υπόψη τον συνεργαζόμενο οπλισμό της πλάκας για την φορά ροπής που αυτός εφελκύεται, αλλά και τον θλιβόμενο οπλισμό.

$\lambda = M'_{Ed}/M_{Rd}$ ο λόγος επάρκειας, που ορίζεται ως το κλάσμα της ανακατανεμημένης ροπής προς την ροπή αντοχής.

9.15.1.5 Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας σε διάτμηση

Μέγιστα αποτίμησης φέρουσας ικανότητας σε διάτμηση

Φόρτιση [/]	Κόμβος [/]	VEd [kN]	VRds [kN]	VRdMax [kN]	cotΘ [/]	λ [/]
ΣΦ 1	10	300,59	345,94	345,94	2,16	0,87
ΣΦ 3	11	-293,68	345,94	345,94	2,16	0,85

Ο έλεγχος αφορά την Οριακή Κατάσταση Αστοχίας. Για τον υπολογισμό των V_{Rds}, V_{Rdmax} και cotθ βλ. §9.5.8.

9.15.1.6 Ο. Κ. Λ: Περιορισμός Τάσεων

Ο. Κ. Λειτουργικότητας: Περιορισμός Τάσεων [EC2-1-1 §7.2]

Φορτ [/]	Κόμβ [/]	MEd [kNm]	NEd [kN]	As1_pr [cm²]	As2_pr [cm²]	σc [MPa]	< k1*fc [MPa]	σs [MPa]	< k3*fy [MPa]	Προσθ.1 [/]	Προσθ.2 [/]
ΣΦ 7	0	19,68	44,73	6,16	3,08	0,4	< 13,5	84,1	< 432,4	.	.
ΣΦ 7	34	19,68	44,73	6,16	7,70	0,0	< 13,5	0,0	< 432,4	.	.
ΣΦ 7	3	-16,92	44,73	6,16	12,32	0,0	< 13,5	0,0	< 432,4	.	.

Ο έλεγχος πραγματοποιείται με τον δεδομένο οπλισμό. Για περισσότερα βλ. §9.3.3

9.15.1.7 Ο. Κ. Λ: Συνθήκη απαλλαγής αναλυτικού υπολογισμού βέλους

Ο. Κ. Λειτουργικότητας: Συνθήκη απαλλαγής αναλυτικού υπολογισμού βέλους [EC2-1-1 §7.4]

l [m]	d [m]	K [/]	Θέση [/]	ρ0 [‰]	ρ1_ca [‰]	ρ2_ca [‰]	l/d [/]	< (l/d)lim [/]
1,42	0,55	1,30	0	4,564	0,217	0,000	2,6	< 200,0

Ο έλεγχος πραγματοποιείται με τον δεδομένο οπλισμό. Για περισσότερα βλ. §9.3.3.

9.15.2 Ανελαστική ανάλυση (pushover)

9.15.2.1 Υπολογισμός ιδιομορφικής κατανομής

Πίνακας μαζών ανά ιδιομορφή και αθροίσματα.

Ιδιομορφή [/]	X-διεύθ. [%]	Y-διεύθ. [%]	Z-διεύθ. [%]	X-ολική [%]	Y-ολική [%]	Z-ολική [%]
1	82.378	0.000	0.000	82.378	0.000	0.000
2	13.199	0.000	0.000	95.576	0.000	0.000

Εφόσον ζητηθεί «Κτίριο > Αποτίμηση > Α' ή Β' Κατανομή φόρτισης > Ιδιομορφική», τότε αναζητείται η ιδιομορφή με την μεγαλύτερη δρώσα μάζα στην κάθε κύρια διεύθυνση της κατασκευής X και Z. Βλ. §0. Η κατανομή των οριζόντιων φορτίων καθ' ύψος της κατασκευής θα βασίζεται στο προφίλ της 1ης ιδιομορφής (βλ. Σχήμα 4.35).

Το άνυσμα της πρώτης ιδιομορφής Φ υπεισέρχεται στον υπολογισμό του συντελεστή μετατροπής Γ των μεγεθών της μάζας m, δύναμης F και μετακίνησης d της κατασκευής στα αντίστοιχα μεγέθη του ισοδύναμου μονοβάθμιου ταλαντωτή m^*, F^*, d^* και αντίστροφα. Βλ. EC8-1 παράρτημα Β.

$$\Gamma = \frac{m^*}{\sum m_i \cdot \Phi_i^2}$$

9.15.2.2 Ανελαστικές αναλύσεις, λόγοι υπεραντοχής

Ανελαστικές αναλύσεις, λόγοι υπεραντοχής

Ανάλυση	Κατεύθυνση - Κατανομή Φόρτισης	Βήματα	Μέγ. Μετ. [m]	Λόγος Υπεραντοχής αu/α1
1	(1) 0° +(30%) 90° +eX +eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	3.84
2	(2) 0° +(30%) 90° -eX +eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	3.62
3	(3) 0° +(30%) 90° +eX -eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	3.86
4	(4) 0° +(30%) 90° -eX -eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	3.62
5	(5) 0° -(30%) 90° +eX +eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	4.20
6	(6) 0° -(30%) 90° -eX +eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	3.90
7	(7) 0° -(30%) 90° +eX -eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	3.91
8	(8) 0° -(30%) 90° -eX -eZ, Ομοιόμορφη	100	0.30	3.86
9	(9) 0° +(30%) 90° +eX +eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	3.74
10	(10) 0° +(30%) 90° -eX +eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	3.56
11	(11) 0° +(30%) 90° +eX -eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	3.53
12	(12) 0° +(30%) 90° -eX -eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	3.57
13	(13) 0° -(30%) 90° +eX +eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	4.31
14	(14) 0° -(30%) 90° -eX +eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	4.34
15	(15) 0° -(30%) 90° +eX -eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	4.34
16	(16) 0° -(30%) 90° -eX -eZ, Ιδιομορφική	100	0.30	4.33

Κατεύθυνση – Κατανομή φόρτισης

Σχετικά με την κατεύθυνση της φόρτισης και τις τυχηματικές εκκεντρότητες βλ. **Σχήμα** 4.30, ενώ για τις κατανομές φόρτισης βλ. Σχήμα 4.35.

Μέγιστη μετατόπιση

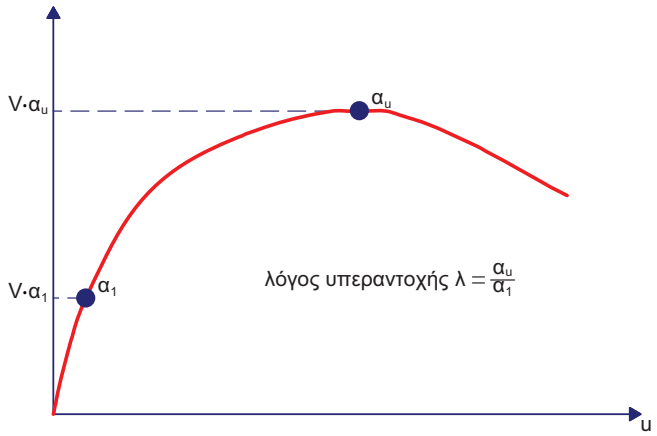
Η μέγιστη μετατόπιση στην οποία ολοκληρώθηκε η ανάλυση. Εφόσον πραγματοποιηθεί το σύνολο των βημάτων που δίδεται στην παράμετρο «Επίλυση > Αποτίμηση > Ελάχιστος αριθμός βημάτων», τότε η μετατόπιση αυτή θα είναι ίση με το γινόμενο της τιμής που δίδεται στην παράμετρο «Επίλυση > Αποτίμηση > Μέγιστη μετατόπιση (% ύψους του κτιρίου)» επί το ύψος του κτιρίου $\boldsymbol{h}$. Βλ.§5.2.1.2.

Λόγος υπεραντοχής αu/α1

Αφορά, εν γένει, τον σχεδιασμό νέων κατασκευών με ελαστική ανάλυση και χρήση ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς $\boldsymbol{q}$, ο οποίος, σύμφωνα με EC8-1 §5.2.2.2 και §6.3.2 πρέπει να επαληθεύεται με ανελαστική ανάλυση (pushover).

$\boldsymbol{\alpha_1}$: τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστούν τα οριζόντια φορτία $\boldsymbol{V}$, ώστε να διαρρεύσει κάποιο μέλος της κατασκευής καμπτικά.

α_u : τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστούν τα οριζόντια φορτία ***V***, ώστε να δημιουργηθεί ικανός αριθμός πλαστικών αρθρώσεων, ο οποίος θα οδηγήσει σε μηχανισμό τοπικής ή ολικής κατάρρευσης.



Σχήμα 9.58: *Καμπύλη αντίστασης κατασκευής. Ο λόγος υπεραντοχής αu/α1 προκύπτει από το κλάσμα της τέμνουσας βάσης της στιγμή της 1ης καμπτικής διαρροής* V*1 και της δημιουργίας μηχανισμού κατάρρευσης* V*u.*

Η **μέγιστη** τιμή του συντελεστή που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί στη μελέτη είναι:

- για σκυρόδεμα $(\alpha_u/\alpha_1)_{max} = 1,5$. Βλ. §5.2.2.2(8).
- για χάλυβα $(\alpha_u/\alpha_1)_{max} = 1,6$. Βλ. §6.3.2(6).

9.15.2.3 Προϋπόθεση εφαρμογής ανάλυσης Pushover

Σύμφωνα με τον ΚΑΝΕΠΕ §5.7.2(α) η ανελαστική ανάλυση εφαρμόζεται σε κτίρια όπου η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών δεν είναι σημαντική. Για τον έλεγχο της προϋπόθεσης αυτής απαιτείται μια αρχική δυναμική ελαστική ανάλυση με το ελαστικό φάσμα του EC8-1 όπου θα συνεκτιμώνται οι ιδιομορφές οι οποίες συνεισφέρουν τουλάχιστον το 90% της συνολικής μάζας. Κατόπιν θα γίνεται δεύτερη δυναμική ελαστική ανάλυση με βάση μόνο την πρώτη ιδιομορφή (σε κάθε διεύθυνση). Η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών μπορεί να θεωρείται ότι είναι σημαντική όταν η τέμνουσα σε κάθε όροφο που προκύπτει από την πρώτη ανάλυση υπερβαίνει το 130% εκείνης από τη δεύτερη ανάλυση. Τα παραπάνω παρουσιάζονται στο παρακάτω ***Σχήμα 9.59***:

Προϋπόθεση εφαρμογής ανάλυσης Pushover

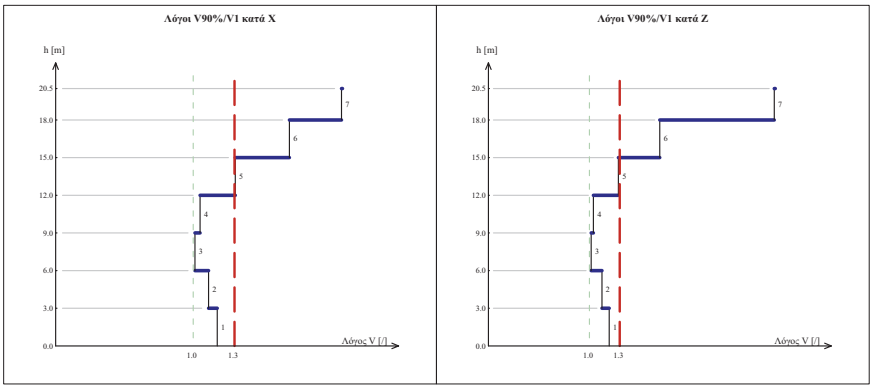
(Έλεγχος επιρροής ανώτερων ιδιομορφών, ΚΑΝΕΠΕ §5.7.2)

Κατεύθυνση X

Όροφος i	Υψόμετρο	Vi για ιδιομορφές με ΣΜ>90%	Vi της δεσπόζουσας ιδιομορφής	Λόγος V90%/V1		Όριο
[/]	[m]	[kN]	[kN]	[/]	[/]	[/]
7	20.50	0.14730E+03	0.70914E+02	2.08	>	1.3
6	18.00	0.17920E+04	0.10551E+04	1.70	>	1.3
5	15.00	0.27665E+04	0.21190E+04	1.31	>	1.3
4	12.00	0.30978E+04	0.29523E+04	1.05	<	1.3
3	9.00	0.35943E+04	0.35512E+04	1.01	<	1.3
2	6.00	0.43343E+04	0.39004E+04	1.11	<	1.3
1	3.00	0.47304E+04	0.40269E+04	1.17	<	1.3

Κατεύθυνση Z

Όροφος i	Υψόμετρο	Vi για ιδιομορφές με ΣΜ>90%	Vi της δεσπόζουσας ιδιομορφής	Λόγος V90%/V1		Όριο
[/]	[m]	[kN]	[kN]	[/]	[/]	[/]
7	20.50	0.20810E+03	0.73526E+02	2.83	>	1.3
6	18.00	0.18367E+04	0.10826E+04	1.70	>	1.3
5	15.00	0.27771E+04	0.21574E+04	1.29	<	1.3
4	12.00	0.31031E+04	0.29850E+04	1.04	<	1.3
3	9.00	0.36322E+04	0.35709E+04	1.02	<	1.3
2	6.00	0.43983E+04	0.39109E+04	1.12	<	1.3
1	3.00	0.48288E+04	0.40378E+04	1.20	<	1.3



***Σχήμα 9.59**: Ελεγχος ανώτερων ιδιομορφών ανάλυσης Pushover*

Όταν σε οποιονδήποτε όροφο και διεύθυνση ο λόγος τεμνουσών υπερβαίνει το 1.3 τότε το κτίριο είναι ευαίσθητο σε ανώτερες ιδιομορφές. Τότε, μάζι με την ανελαστική ανάλυση Pushover θα πρέπει να εφορμόζεται παράλληλα μια συμπληρωματική δυναμική ελαστική ανάλυση (μέθοδος m ή q) ανεξαρτήτως προϋποθέσεων εφαρμογής. Στην περίπτωση αυτή, διεξάγονται όλοι οι έλεγχοι και με τις δύο μεθόδους, ενώ επιτρέπεται μια αύξηση κατά 25 % των τοπικών δεικτών m ή του καθολικού δείκτη q αντίστοιχα.

9.15.3 Λόγοι επάρκειας (pushover)

9.15.3.1 Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων & δοκών

Υποστυλώματα

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Υποστυλωμάτων

Μέλος	Κ/Δ	λDL Αρχής	λDL Τέλους	λSD Αρχής	λSD Τέλους	λNC Αρχής	λNC Τέλους	λ VRy	λ VRz
K1(-1)	KM	0.19	0.11	0.06	0.05	0.06	0.06	0.00	0.17

K1(0)	ΚΜ	0.32	0.10	0.19	0.04	0.24	0.07	0.00	0.39
K1(1)	ΚΜ	0.08	0.10	0.16	0.15	0.18	0.21	0.00	0.17
K1(2)	ΔΜ	0.07	0.09	0.14	0.17	0.16	0.23	0.00	0.13
K1(3)	ΚΜ	0.10	0.14	0.07	0.19	0.09	0.25	0.00	0.05

Δοκοί

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Δοκών

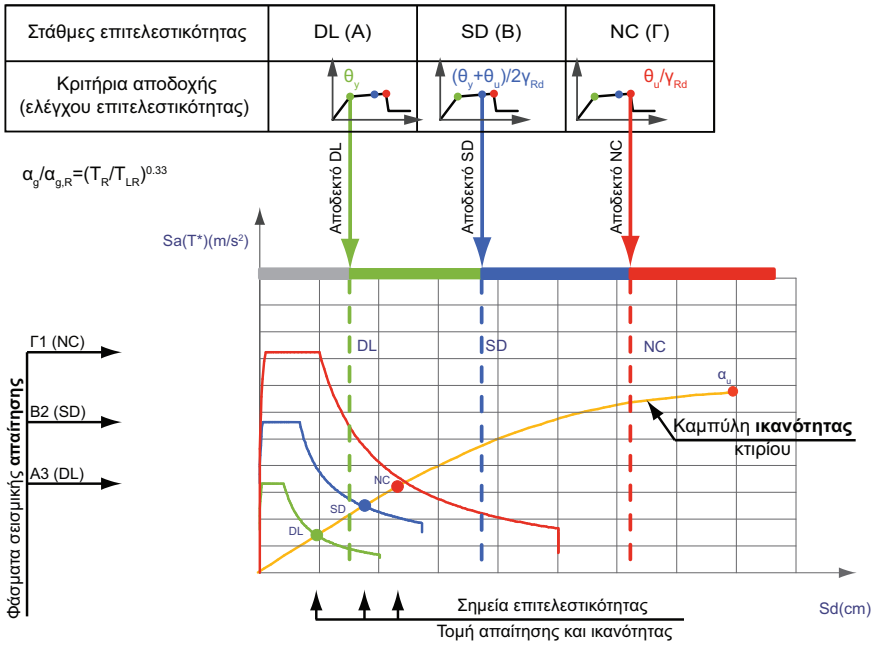
Μέλος	Κ/Δ	λDL Αρχής	λDL Τέλους	λSD Αρχής	λSD Τέλους	λNC Αρχής	λNC Τέλους	λ VRy Αρχής	λ VRy Τέλους
Δ5.5(-1)	ΚΜ	0.12	0.27	0.01	0.10	0.01	0.12	0.11	0.10
Δ7.1(-1)	ΚΜ	0.13	0.42	0.04	0.02	0.05	0.02	0.08	0.25
Δ7.2(-1)	ΚΜ	0.56	0.43	0.03	0.05	0.04	0.05	0.34	0.30
Δ8.1(-1)	ΔΜ	0.54	0.20	0.06	0.06	0.07	0.04	0.39	0.28

Λόγοι επάρκειας $\lambda = \theta/\theta_{lim}$ και $\lambda = V/V_R$

Το κριτήριο συμμόρφωσης σε όρους γωνίας στροφής – χορδής θ ή τέμνουσας δύναμης συνίσταται στη μη υπέρβαση των ορίων που αντιστοιχούν στην κάθε στάθμη επιτελεστικότητας. Τα όρια αυτά καθώς και η γραφική απεικόνιση της διαδικασίας ελέγχου επιτελεστικότητας φαίνονται στο ***Σχήμα 9.60***. Για τις στάθμες Α, Β, Γ που ελέγχονται στην μελέτη και για μετατόπιση ίση με την αντίστοιχη στοχευόμενη υπολογίζονται οι λόγοι $\lambda = \theta/\theta_{lim}$ και $\lambda = V/V_R$. Εφόσον λ ≤ 1.00, τότε το κριτήριο θεωρείται ότι ικανοποιείται, διαφορετικά θα πρέπει να εξεταστούν μέθοδοι ενίσχυσης. Βλ. και Έλεγχος επιτελεστικότητας §►.

Σημείωση

Ο λόγος επάρκειας έναντι διάτμησης υπολογίζεται μόνο στη μέγιστη στάθμη επιτελεστικότητας που ελέγχεται στην μελέτη. Βλ. ΕC8-3 §Α.3.3.2.



Σχήμα 9.60*: Διαδικασία ελέγχου επιτελεστικότητας βάσει των κριτηρίων της κάθε στάθμης.*

Κ/Δ: ***Κ****ύριο / **Δ**ευτερεύον μέλος.* Παρουσιάζεται στον πίνακα η διάκριση διότι:

- Για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων στις στάθμες επιτελεστικότητας **Β** - Σημαντικών Βλαβών (SD) και **Γ** – Οιονεί κατάρρευση (NC) ισχύουν **διαφορετικά** κριτήρια επιτελεστικότητας. Συγκεκριμένα, τα δευτερεύοντα μέλη επιτρέπεται να υποστούν μεγαλύτερες μετακινήσεις και βλάβες απ' ότι τα πρωτεύοντα στοιχεία. Βλ. ΕC8-3 §3.2.2. & §Α.3.2.3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.3.1.

- Εφαρμόζονται διαφορετικοί συντελεστές ασφαλείας υλικών για **έλεγχο τεμνουσών**. Το αποτέλεσμα είναι οι αντοχές των υλικών και κατ' επέκταση και οι αντιστάσεις (τέμνουσα) να προκύπτουν μεγαλύτερες στα δευτερεύοντα μέλη απ' ότι στα πρωτεύοντα. Βλ. ΕC8-3 §2.2.1 και ΚΑΝ.ΕΠΕ. πιν. Π4.1

- Επιπλέον, εφόσον ο έλεγχος βασίζεται αποκλειστικά στις πρόνοιες του ΚΑΝ.ΕΠΕ., τότε ειδικά οι δευτερεύουσες δοκοί απαλλάσσονται από τον έλεγχο των σχετικών κριτηρίων που ισχύουν για τις στάθμες Β & Γ. Βλ. ΚΑΝ.ΕΠΕ. §9.Α(4).
  Σε τέτοια περίπτωση ο μελετητής επιλέγει Κτίριο > Φάσμα – Pushover > Στάθμες επιτελεστικότητας SD & NC > 1η υπέρβαση

ορίου επιτελεστικότητας σε υποστύλωμα ή κύρια δοκό». Εφόσον στην ανάλυση έχουμε υπέρβαση των κριτηρίων SD (Β) ή NC (Γ) σε δευτερεύουσα δοκό, τότε εμφανίζεται ειδοποίηση και όχι σφάλμα.

Βλ. ακόμη «Υποστύλωμα > Σκυρόδεμα > Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας» & «Δοκός > Σκυρόδεμα > Δοκός προσομοίωσης μυκητοειδούς πλάκας».

9.15.3.2 Λόγοι επάρκειας πεσσών & υπερθύρων

Πεσσοί

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας πεσσών φέρουσας τοιχοποιίας

Μέλος, διευθ., Κύριο / Δευτ. Σ. Μ.	Τύπος	DL λ	SD λ	NC λ
K1(0), εντός επιπέδου, κ K1(0), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.65 (V) 0.93	0.07 (V) 0.08	0.25 (V) 0.16
K1(1), εντός επιπέδου, κ K1(1), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.68! (M) 0.31	0.05 (M) 0.00	0.43 (M) 0.01
K2(0), εντός επιπέδου, κ K2(0), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.73 (V) 0.61	0.05 (V) 0.05	0.22 (V) 0.08
K2(1), εντός επιπέδου, κ K2(1), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.48 (V) 0.41	0.02 (V) 0.01	0.14 (V) 0.03
K28(0), εντός επιπέδου, κ K28(0), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.95! (V) 0.45	0.06 (V) 0.02	0.36 (V) 0.11
K29(0), εντός επιπέδου, κ K29(0), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.76 (M) 0.31	0.05 (M) 0.01	0.31 (M) 0.12
K39(0), εντός επιπέδου, κ K39(0), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.73 (V) 0.74	0.07 (V) 0.05	0.38 (V) 0.24
K41(1), εντός επιπέδου, κ K41(1), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	2.59! (V) 0.46	0.02 (V) 0.03	0.65 (V) 0.12
K44(1), εντός επιπέδου, κ K44(1), εκτός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.04! (V) 0.47	0.02 (V) 0.02	0.35 (V) 0.09

(M): Η διατμητική ικανότητα του πεσσού εντός επιπέδου ελέγχεται από κάμψη.
(V): Η διατμητική ικανότητα του πεσσού εντός επιπέδου ελέγχεται από τέμνουσα.
(T): Ο πεσσός αστοχεί λόγω εφελκυσμού.
(C): Ο κρίσιμος έλεγχος του πεσσού είναι σε θλιπτικό αξονικό.

Τύπος. Αναγράφεται ο τύπος της τοιχοποιίας που έχει δοθεί (άοπλη, διαζωματική, ενισχυμένη, διαζωματική ενισχυμένη)

Λόγοι επάρκειας $\lambda = \theta/\theta_{lim}$

Το κριτήριο συμμόρφωσης σε όρους γωνίας στροφής – χορδής θ συνίσταται στη μη υπέρβαση των ορίων που αντιστοιχούν στην κάθε στάθμη επιτελεστικότητας. Τα όρια αυτά καθώς και η γραφική απεικόνιση της διαδικασίας ελέγχου επιτελεστικότητας παρουσιάζονται στα αναλυτικά αποτελέσματα. Εφόσον $\lambda \leq 1.00$, τότε το κριτήριο θεωρείται ότι ικανοποιείται, διαφορετικά θα πρέπει να εξεταστούν μέθοδοι ενίσχυσης. Ο έλεγχος πραγματοποιείται ανεξάρτητα για εντός και εκτός επιπέδου δράση. Στον εντός επιπέδου έλεγχο, δίπλα από την τιμή του λόγου ανεπάρκειας λ, σημειώνεται και ο κρίσιμος μηχανισμός αστοχίας:

- (M): Όταν κρίσιμη είναι η ροπή
- (V): Όταν κρίσιμη είναι η τέμνουσα
- (T): Όταν προκύπτει αστοχία σε εφελκυσμό

– (C): Όταν προκύπτει αστοχία λόγω υπέρβασης της μέγιστης θλιπτικής αντοχής.

Υπέρθυρα

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας υπέρθυρων φέρουσας τοιχοποιίας

Μέλος, Κύριο / Δευτ. Σ. Μ.	Τύπος	DL λ	SD λ	NC λ
Δ1.3(0), κ	Άοπλη	-	1.14! (V)	0.86 (V)
Δ1.7(0), κ	Άοπλη	-	0.95 (V)	0.84 (V)
Δ1.8(0), κ	Άοπλη	-	0.88 (V)	0.92 (V)
Δ1.9(0), κ	Άοπλη	-	0.75 (V)	0.74 (V)
Δ1.13(0), κ	Άοπλη	-	1.32! (V)	0.99 (V)
Δ2.3(0), κ	Άοπλη	-	0.59 (V)	0.45 (V)
Δ2.4(0), κ	Άοπλη	-	0.45 (V)	0.34 (V)
Δ3.1(0), κ	Άοπλη	-	0.64 (V)	0.48 (V)
Δ4.3(0), κ	Άοπλη	-	0.94 (V)	0.71 (V)
Δ4.7(0), κ	Άοπλη	-	0.84 (V)	0.63 (V)

Τύπος. Αναγράφεται ο τύπος του υπέρθυρου που έχει δοθεί (άοπλο, ενισχυμένο υπέρθυρο)

Λόγοι επάρκειας $\lambda = \theta/\theta_{lim}$

Το κριτήριο συμμόρφωσης σε όρους γωνίας στροφής – χορδής θ συνίσταται στη μη υπέρβαση των ορίων που αντιστοιχούν στην κάθε στάθμη επιτελεστικότητας. Τα όρια αυτά καθώς και η γραφική απεικόνιση της διαδικασίας ελέγχου επιτελεστικότητας παρουσιάζονται στα αναλυτικά αποτελέσματα. Εφόσον $\lambda \leq 1.00$, τότε το κριτήριο θεωρείται ότι ικανοποιείται, διαφορετικά θα πρέπει να εξεταστούν μέθοδοι ενίσχυσης. Ο έλεγχος των υπερθύρων δεν πραγματοποιείται στη στάθμη DL (draft EC8-3 2023, §11.5.1.2.2). Στον έλεγχο, δίπλα από την τιμή του λόγου ανεπάρκειας λ, σημειώνεται και ο κρίσιμος μηχανισμός αστοχίας:

– (M): Όταν κρίσιμη είναι η ροπή

– (V): Όταν κρίσιμη είναι η τέμνουσα

Συνολική Φ.Ι.

Συνολική Φ.Ι. φορέα φέρουσας τοιχοποιίας

Στάθμη Επιτελεστικότητας [/]	Διεύθ. [/]	Κρίσιμη ανάλυση [/]	Στοχευόμενη μετακίνηση dt* [cm]	Οριακή ικανότητα μετακίνησης dc* [cm]	Λόγος επάρκειας λ = dt* / dc*
DL	X	0°+30%·90°, Ομοιόμορφη	0.15	0.74	0.21
	Z	90°+30%·0°,Ιδιομορφική	0.18	1.03	0.18
SD	X	180°+30%·90°, Ομοιόμορφη	0.76	1.68	0.45
	Z	270°+30%·0°,Ιδιομορφική	1.04	2.03	0.51
NC	X	180°+30%·90°, Ομοιόμορφη	0.76	2.25	0.34
	Z	270°+30%·0°,Ιδιομορφική	1.04	2.71	0.39

Διευθ. Η διεύθυνση του κτιρίου X, Z στην οποία πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος.

Κρίσιμη ανάλυση. Η διεύθυνση της Pushover κατά την οποία προέκυψε ο συνολικός κρίσιμος λόγος ανεπάρκειας.

Στοχευόμενη μετακίνηση dt* (cm). Η στοχευόμενη μετακίνηση του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος στην κρίσιμη ανάλυση.

Οριακή ικανότητα μετακίνησης dc* (cm)

Είναι η μετακίνηση του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος που ορίζει την ικανότητα του κτιρίου ανάλογα με την εκάστοτε στάθμη ως εξής (EC8-3, §Γ.4.1):

- NC: Είναι η μετακίνηση που αντιστοιχεί στο σημείο της καμπύλης ικανότητας όπου η συνολική τέμνουσα βάσης παρουσιάζει πτώση 20% σε σχέση με τη μέγιστη τιμή της (σημείο α_u)
- SD: Είναι η μετακίνηση που αντιστοιχεί στα ¾ της οριακής μετακίνησης της στάθμης NC.
- DL: Είναι η μετακίνηση που αντιστοιχεί στο σημείο διαρροής της διγραμμικής καμπύλης του κτιρίου.

Σημείωση

Η συνολική φέρουσα ικανότητα του κτιρίου πρέπει να ελέγχεται μόνο στην περίπτωση δύσκαμπτων διαφραγμάτων, έτσι ώστε ο φορέας να είναι ικανός να ανακατανέμει τις απώλειες έντασης λόγω αστοχιών στο σύνολό του. Τότε, το κτίριο μπορεί να ελέγχεται σε συνολικούς όρους, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα ότι κανένα μεμονωμένο μέλος δεν εμφανίζει λ>1.5 στην εξεταζόμενη στάθμη (draft EC8-3 2023, §11.5.1.4.1).

9.15.3.3 Έλεγχοι στοιχείων θεμελίωσης

Έλεγχοι εκκεντροτήτων και τάσεων πεδίλων

Έλεγχοι εκκεντροτήτων και τάσεων πεδίλων

Στοιχείο [/]	eL/L [/]	eb/b [/]	κ [/]	μ [/]	?	σmax [kPa]	< 1.2*2*σεπ [kPa]	σav [kPa]	< 2*σεπ [kPa]
Π 1(-2)	0.077	0.210	0.050	0.288	κ<1/9	382.7	< 480.0	328.5	< 400.0
Π 2(-2)	0.022	0.198	0.040	0.220	κ<1/9	330.1	< 480.0	292.3	< 400.0
Π 3(-2)	0.011	0.082	0.007	0.093	λ<1/6	271.7	< 480.0	188.2	< 400.0
Π 4(-2)	0.088	0.001	0.008	0.089	λ<1/6	276.6	< 480.0	169.9	< 400.0

Έλεγχοι εκκεντροτήτων και τάσεων πεδιλοδοκών

Έλεγχοι Εκκεντροτήτων και τάσεων πεδιλοδοκών

Στοιχείο [/]	e/L	?	σmax [kPa]	< 1.2*2*σεπ [kPa]	σav [kPa]	< 2*σεπ [kPa]
ΠΔ 1(-2)	0.128	<1/6	277.3	< 480.0	225.3	< 400.0
ΠΔ 2(-2)	0.129	<1/6	232.3	< 480.0	204.6	< 400.0
ΠΔ 3(-2)	0.150	<1/6	245.9	< 480.0	217.0	< 400.0
ΠΔ 4(-2)	0.109	<1/6	245.9	< 480.0	179.1	< 400.0

Εκκεντρότητα. Ο έλεγχος περιορισμού της εκκεντρότητας διατυπώνεται με τις ακόλουθες συνθήκες και παρουσιάζεται γραφικά στο ***Σχήμα 9.61***.

Πέδιλα

$$\xi = \frac{e_L}{L} + \frac{e_B}{B} \le \frac{1}{6}$$ *περιορισμένη εκκεντρότητα.*

$$\frac{e_L}{L} + \frac{e_B}{B} > \frac{1}{6} \text{ και } \left(\frac{e_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{e_B}{B}\right)^2 \le \frac{1}{9}$$ *μεγάλη εκκεντρότητα.*

$$\kappa = \left(\frac{e_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{e_B}{B}\right)^2 > \frac{1}{9}$$ *Υπερβολική εκκεντρότητα*

Πεδιλοδοκοί

Στην περίπτωση γραμμικών στοιχείων, όπως οι πεδιλοδοκοί, οι παραπάνω ανισώσεις διαμορφώνονται ως εξής:

$$\frac{e_L}{L} \le \frac{1}{6}$$ *περιορισμένη εκκεντρότητα.*

$$\frac{e_L}{L} > \frac{1}{6} \text{ και } \frac{e_L}{L} \le \frac{1}{3}$$ *μεγάλη εκκεντρότητα.*

$$\frac{e_L}{L} > \frac{1}{3}$$ *Υπερβολική εκκεντρότητα*

Σημείωση

Η υπερβολική εκκεντρότητα πρέπει να αποτρέπεται ιδιαίτερα σε μεμονωμένα πέδιλα. Βλ. και EC7-1 §6.5.4. Σε εσχάρες θεμελίωσης αποτελούμενες από πεδιλοδοκούς ή πέδιλα και συνδετήριες δοκούς υπάρχει δυνατότητα ανακατανομής της έντασης και συνεπώς απώλεια επαφής με το έδαφος σε περιορισμένο αριθμό στοιχείων δεν θεωρείται κρίσιμη κατάσταση.

Ο μελετητής δεν ειδοποιείται για την υπερβολική εκκεντρότητα, αλλά μόνο για την ακραία κατάσταση απομείωσης της ενεργού επιφάνειας έδρασης σε τέτοιο βαθμό, που πρακτικά ισοδυναμεί με ανασήκωμα του πεδίλου.

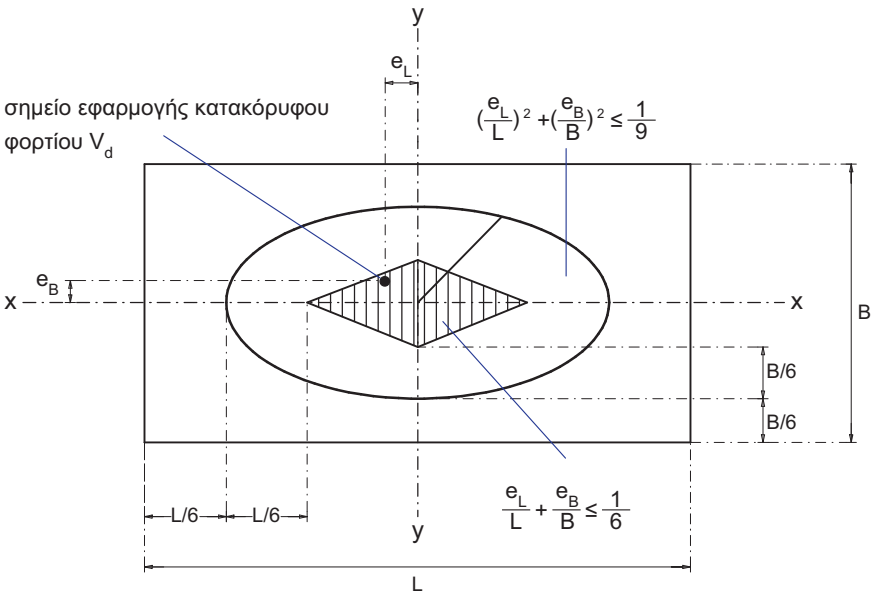
Τάσεις εδάφους. Υπολογίζονται και τυπώνονται η μέση τάση και η τάση αιχμής στα πέδιλα και στις πεδιλοδοκούς για κάθε φόρτιση. Ειδοποίηση εμφανίζεται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

Για την μέγιστη επιτελεστικότητα (π.χ. NC)	Μέση αναπτυσσόμενη τάση	σ.εδ	≤ 2·σεπ
	Τάση αιχμής	maxσ.εδ	≤ 1.2·2·σεπ

Σημείωση

Ο έλεγχος επιτρεπόμενων τάσεων δεν προβλέπεται στους σύγχρονους κανονισμούς π.χ. EC7 ή DIN 1054. Αντί αυτού ελέγχεται η Φέρουσα Ικανότητα έδρασης. Βλ. επόμενα.

Βλ. και «Κτίριο, Δοκός, Πέδιλο > Έδαφος > Επιτρεπόμενη τάση σεπ» §4.1.1.15.



***Σχήμα 9.61**: Όρια επιτρεπόμενης εκκεντρότητας σε πέδιλο.*

Έλεγχοι Φέρουσας Ικανότητας Εδάφους

Έλεγχοι Φέρουσας Ικανότητας Εδάφους [EC7-1 §6.5.2]

Στοιχείο [/]	Vd [kN]	<	VRd [kN]	A' [m2]
ΠΔ 1(-2)	2157.2	<	3599.3	9.00
ΠΔ 2(-2)	1283.0	<	2346.5	5.87
ΠΔ 3(-2)	2515.6	<	4586.6	11.47
ΠΔ 4(-2)	1594.9	<	4928.2	12.32

Για την μέγιστη στάθμη επιτελεστικότητας που εξετάζεται στην μελέτη πραγματοποιείται έλεγχος φέρουσας ικανότητας έδρασης σύμφωνα με EC7-1 §6.5.2 ακολουθώντας την απλοποιημένη μέθοδο, η οποία βασίζεται στην γνώση της επιτρεπόμενης τάσης σεπ στη **στάθμη θεμελίωσης**.

***V*d** Η συνολική δύναμη έδρασης του πεδίλου ή της πεδιλοδοκού.

***V*Rd** Η φέρουσα ικανότητα έδρασης, η οποία υπολογίζεται ως εξής:

$$V_{\text{Rd}} = \frac{FS \cdot \sigma_{\text{επ}}}{\text{A}' \cdot \gamma_{\text{R;V}}}$$

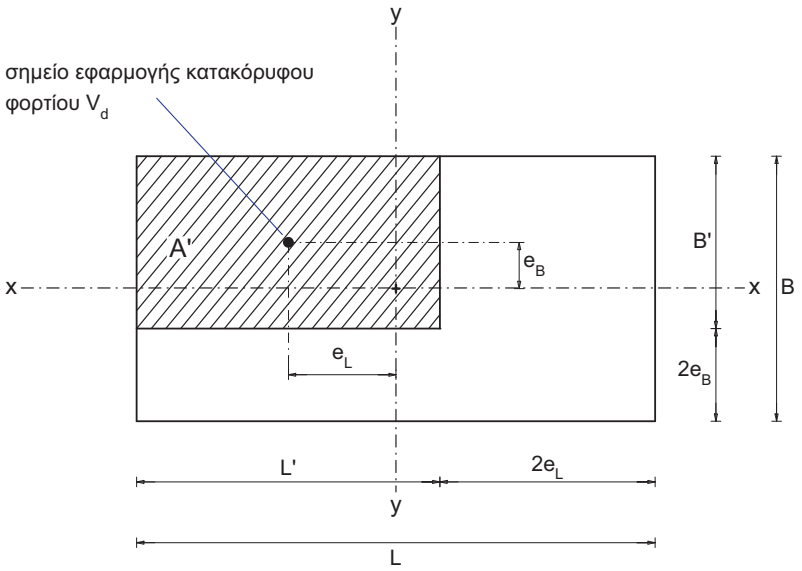
Όπου

σεπ: Η τιμή της επιτρεπόμενης τάσης του εδάφους $\sigma_{\text{επ}}$ στη στάθμη θεμελίωσης υπό τα φορτία λειτουργίας (G+Q), η οποία δίδεται στην παράμετρο «Κτίριο, Πέδιλο, Δοκός > Έδαφος > Επιτρεπόμενη τάση σεπ»

A' = *B'* · *L'* η ενεργός επιφάνεια της θεμελίωσης βλ. ***Σχήμα 9.62***. Οι ενεργές διαστάσεις *B' και L'* υπολογίζονται βάσει των εκκεντροτήτων: ***B'*** = *B*-2·*e*B και ***L'*** = *L*-2·*e*L. Στην περίπτωση πεδιλοδοκού λαμβάνεται *B'* = *b*eff.

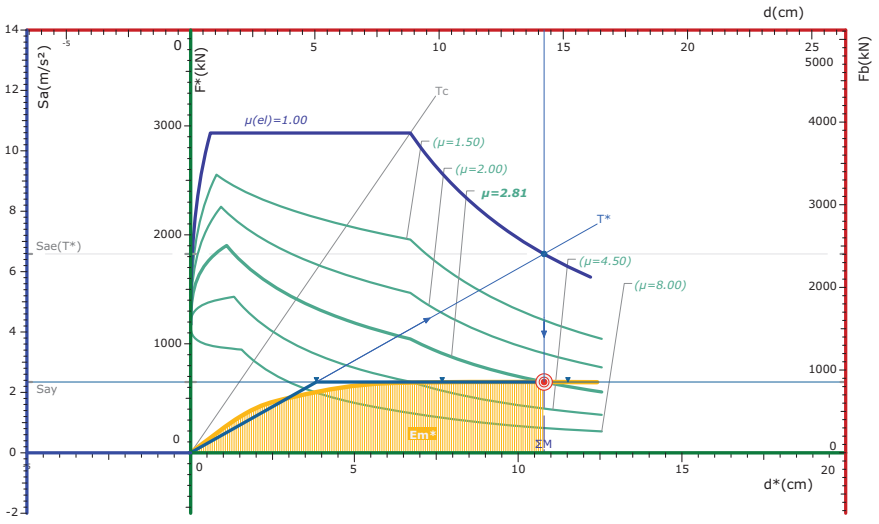
FS ο ενιαίος συντελεστής ασφαλείας, με τον οποίο ανάγεται το εισακτέο δεδομένο της επιτρεπόμενης τάσης σεπ υπό τα φορτία λειτουργίας (G+Q) σε μέγεθος κατάλληλο για υπολογισμό της αντίστασης στην Οριακή Κατάσταση Αστοχίας. Βλ. §3.1 της αιτιολογικής έκθεσης του Εθνικού Προσαρτήματος του EC7-1. Λαμβάνεται από το πρόγραμμα FS=2.0.

$\gamma_{R;V}$ Ο συντελεστής ασφαλείας, ο οποίος για έλεγχο σε σεισμικά φορτία λαμβάνεται από το πρόγραμμα $\gamma_{R;V}$ = 1.0. Βλ. EC8-5 §3.1(3).



Σχήμα 9.62: *Πέδιλο διαστάσεων LxB, εκκεντρότητες φόρτισης eL και eB και ενεργός επιφάνεια σχεδιασμού A'. Βλ. EC7-1 σχήμα Δ.1*

9.15.4 Διαγράμματα Απαίτησης-Ικανότητας



Σχήμα 9.63: *Διάγραμμα ικανότητας και απαίτηση σε όρους ελαστικού φάσματος.*

Στ. Επιτελεστικότητας		Στοχευόμενη Μετατόπιση (EC8)				Λόγος υπεραντοχής
		Μονοβάθμιου		Κατασκευής		
[/]	ag [g]	Sd [cm]	Sa [m/s2]	d [cm]	P [KN]	αu/α1
DL	0.097	3.83	1.3	3.83	405.1	3.04
SD	0.128	5.18	1.7	5.18	543.6	
NC	0.240	9.77	2.9	9.77	919.6	

Στο ***Σχήμα 9.63*** παρουσιάζεται γραφικά η διαδικασία εύρεσης της στοχευόμενης μετακίνησης όπως τυπώνεται στο Τεύχος του προγράμματος στο φάκελο «Διαγράμματα Απαίτησης – Ικανότητας». Στο σχήμα συνυπάρχουν 3 συστήματα αξόνων:

1. F_b (KN) – d (cm): Αναφέρεται στο **πολυβάθμιο** σύστημα σε όρους τένουσας βάσης - μετακίνησης κόμβου ελέγχου.

2. F^* (KN) – d^* (cm): Αναφέρεται στο **μονοβάθμιο** σύστημα σε όρους ισοδύναμης με το πολυβάθμιο οριζόντιας δύναμης – ισοδύναμης μετακίνησης.

3. S_a (m/s^2) – d^* (cm): Αναφέρεται στο **μονοβάθμιο** σύστημα σε όρους φασματικής επιταχυνσης – ισοδύναμης μετακίνησης.

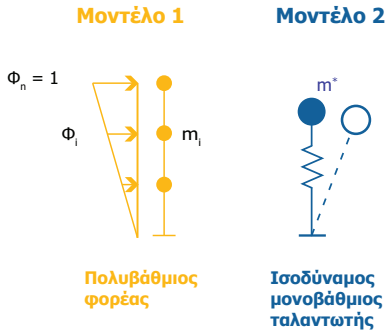
Για κάθε φόρτιση παρουσιάζεται σε κοινό διάγραμμα η αρχική καμπύλη αντίστασης, η ιδεατή διγραμμική ή τετραγραμμική καμπύλη ανάλογα με την ύπαρξη και την επιρροή των τοιχοπληρώσεων και τα ανελαστικά φάσματα απόκρισης. Ακόμα εμφανίζεται γραφικά η βηματική διαδικασία υπολογισμού της στοχευόμενης μετακίνησης και η επάρκεια ή όχι του κτιρίου. Το πλεονέκτημα των πολλαπλών αξόνων έγκειται στην άμεση διαθεσιμότητα τόσο της ικανότητας όσο και της σεισμικής απαίτησης της συνολικής πολυβάθμιας κατασκευής.

9.15.4.1 Μετατροπή του πολυβάθμιου συστήματος σε σύστημα ενός βαθμού ελευθερίας

Το διάγραμμα **F_b-d** του πολυβάθμιου ταλαντωτή μετατρέπεται σε καμπύλη επιτάχυνσης - μετατόπισης ***Sa-d**** για το ισοδύναμο σύστημα ενός βαθμού ελευθερίας. Ο προσδιορισμός της στοχευόμενης μετατόπισης ΣΜ για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας πραγματοποιείται βάσει του διαγράμματος *Sa-Sd* σύμφωνα με την μεθοδολογία που επιλέγεται στην παράμετρο «Κτίριο > Αποτίμηση > Υπολογισμός στοχευόμενης μετακίνησης» .

Οι δυο μεθοδολογίες που προτείνονται βασίζονται στην απόκριση του ισοδύναμου μονοβάθμιου ταλαντωτή, για τον οποίο η αντίστοιχη καμπύλη αντίστασης προκύπτει ως εξής:

Αναγκαία είναι η μετατροπή της απόκρισης του πολυβάθμιου συστήματος στην αντίστοιχη ενός ισοδύναμου μονοβάθμιου (Σχήμα 9.64).



Σχήμα 9.64: *Μετατραπή πολυβάθμιου συστήματος σε ισοδύναμο μονοβάθμιο ταλαντωτή.*

Οι σχέσεις που συνδέουν το μονοβάθμιο με το αντίστοιχο πολυβάθμιο σύστημα είναι:

$$F^* = \frac{F_b}{\Gamma},\ d^* = \frac{d}{\Gamma}$$

Όπου

Γ ο συντελεστής μετατροπής που δίνεται από την ακόλουθη σχέση [EC8- (B.3)]:

$$\Gamma = \frac{m^*}{\sum m_i \Phi_i^2}$$

$m^* = \sum m_i \Phi_i$ η μάζα του ισοδύναμου συστήματος **ενός βαθμού ελευθερίας**

d**, *F* η μετατόπιση και η ισοδύναμη δύναμη του **μονοβάθμιου συστήματος**

d, Fb η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου και η συνολική τέμνουσα βάσης του **πολυβάθμιου συστήματος**

Προκειμένου να γίνει η σύγκριση των απαιτούμενων με τις διαθέσιμες μετακινήσεις καταρτίζεται φασματικό διάγραμμα επιταχύνσεων – μετακινήσεων (ADRS).

Για τη μετατροπή του διαγράμματος δύναμης – μετακίνησης της Pushover χρησιμοποιούνται οι σχέσεις:

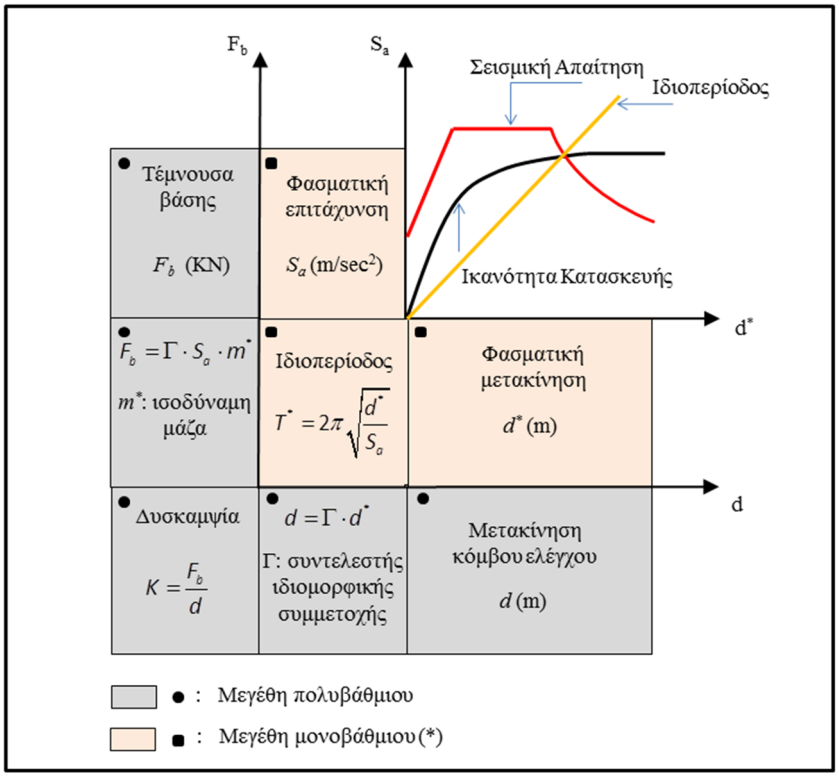
$$S_\alpha = \frac{F_b}{\Gamma \cdot m^*} = \frac{F^*}{m^*}$$

$$d^* = \frac{d}{\Gamma}$$

Για τη μετατροπή του ελαστικού φάσματος απαίτησης από μορφή επιτάχυνσης - περιόδων S_a - T σε μορφή επιτάχυνσης – μετακινήσεων S_a - d^* χρησιμοποιείται η σχέση:

$$d^* = S_e(T) \cdot \left[\frac{T}{2\pi}\right]^2$$

Στο **Σχήμα 9.65** συνοψίζεται η διαδικασία μετατροπής της καμπύλης ικανότητας του κτιρίου σε φάσμα ικανότητας.

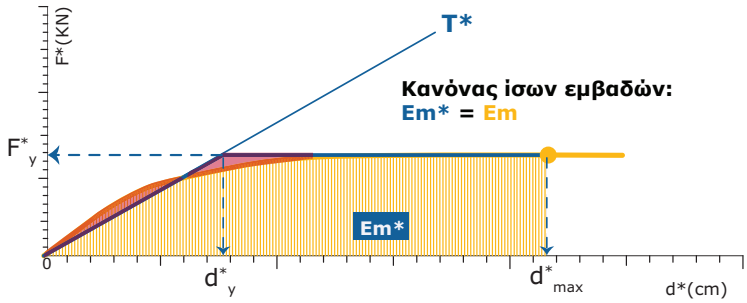


Σχήμα 9.65: Μετατροπή μεγεθών από το πολυβάθμιο σύστημα για τη δημιουργία του διαγράμματος ADRS.

Μέθοδος EC8-1, παράρτημα Β

Σύμφωνα με το Παράρτημα Β του EC8-1 η διγραμμική καμπύλη ικανότητας προκύπτει από την καμπύλη δύναμης – μετακίνησης (F_b-d) της Pushover με την ακόλουθη μέθοδο (**Σχήμα 9.66**):

- Ο μετελαστικός κλάδος είναι οριζόντιος.
- Ως φορτίο διαρροής F^*_y λαμβάνεται το φορτίο το οποίο απαιτείται για να δημιουργηθεί μηχανισμός κατάρρευσης.
- Ως μετακίνηση διαρροής d^*_y λαμβάνεται εκείνη που παράγει ίσα εμβαδά κάτω από τη φασματική καμπύλη πολυβαθμίου συστήματος και τη διγραμμική καμπύλη.



Σχήμα 9.66: *Προσδιορισμός της διγραμμικής καμπύλης ικανότητας του ισοδύναμου μονοβάθμιου ταλαντωτή.*

$$d^*_y = 2\cdot\left(d^*_m - \frac{E^*_m}{F^*_y}\right)$$

Όπου

d^*_m η μετακίνηση μέχρι την οποία γίνεται η θεώρηση ίσων εμβαδών

Η ιδιοπερίοδος T^* του ιδεατού πλήρως ελαστοπλαστικού συστήματος ενός βαθμού ελευθερίας προκύπτει από την ελαστική δυσκαμψία της ιδεατής καμπύλης [EC8-1 (B.7)]:

$$T^* = 2\pi\sqrt{\frac{d^*_y}{S_{ay}}} = 2\pi\sqrt{\frac{m^*\cdot d^*_y}{F^*_y}}$$

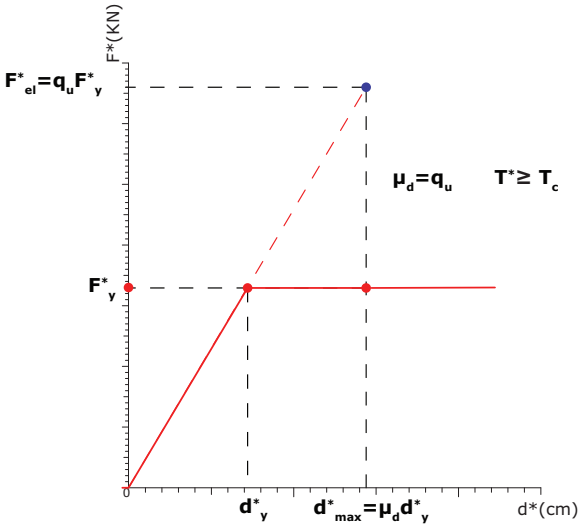
Ορίζονται επίσης για μονοβάθμιο σύστημα οι δείκτες πλαστιμότητας μ_d και συμπεριφοράς q_u:

$$\mu_d = \frac{d^*_{max}}{d^*_y},\ q_u = \frac{F^*_{el}}{F^*_y}$$

Όπου:

d^*_{max}	η μέγιστη μετατόπιση του συστήματος
d^*_y	η μετατόπιση διαρροής του συστήματος
F^*_{el}	η μέγιστη δύναμη που μπορεί να παραλάβει το μονοβάθμιο σύστημα αν αποκρινόταν στο σεισμό ελαστικά

Καθώς στις μεγάλες περιόδους $T^*>T_c$ ελαστικές και ανελαστικές κατασκευές αποκρίνονται με την ίδια μετατόπιση, ισχύουν τα παρουσιαζόμενα στο Σχήμα 9.67.



Σχήμα 9.67: *Ισοδυναμία των δεικτών πλαστιμότητας και συμπεριφοράς με θεώρηση ίσων μετακινήσεων.*

Ισχύει:

$$\mu_d = q_u, \qquad T^* \geq T_c$$

$$\mu_d = 1 + (q_u - 1)\cdot\frac{T_c}{T^*}, \qquad T^* < T_c$$

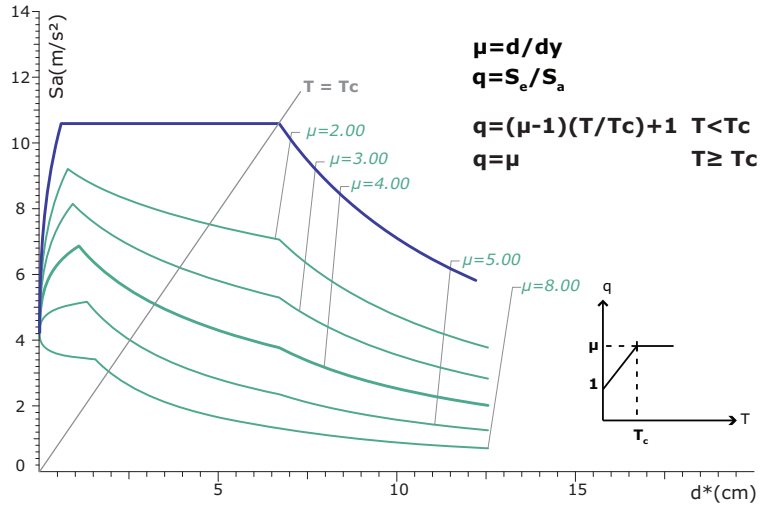
Υπολογισμός απαιτούμενης περίσφιγξης

Από τον απαιτούμενο δείκτη πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων μ_d, υπολογίζεται η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας σε όρους καμπυλοτήτων $\mu_{1/r}$ ως εξής (ΚΑΝΕΠΕ §8.2.3.δ):

$$\frac{\mu_{1/r} - 1}{\mu_d - 1} = 3$$

Με βάση το δείκτη $\mu_{1/r}$ μπορεί να υπολογιστεί η απαίτηση περίσφιγξης, είτε χαλύβδινη (μεταλλικός κλωβός), είτε με ΙΟΠ ινών άνθρακα/γυαλιού (ΚΑΝΕΠΕ §8.2.3).

Επίσης, Με βάση το ελαστικό φάσμα απαίτησης S_e μπορούν να παραχθούν τα ανελαστικά φάσματα απαίτησης S_a (Σχήμα 9.68).



Σχήμα 9.68: *Ανελαστικά φάσματα επιταχύνσεων.*

Οι τετμημένες και οι αντίστοιχες τεταγμένες της καμπύλης προκύπτουν για διάφορες τιμές περιόδων T ως εξής (Σχήμα 9.69):

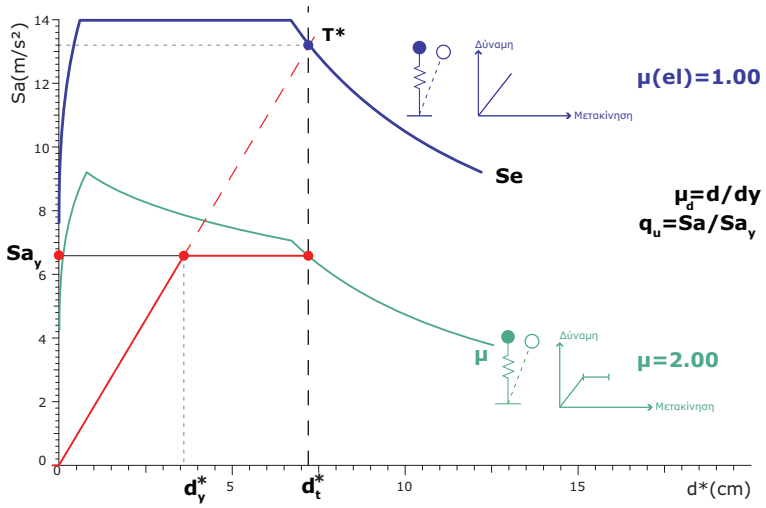
$$S_a(T) = \frac{S_e(T)}{q_u}$$

$$d^* = \frac{\mu_d}{q_u} \cdot S_e(T) \cdot \left[\frac{T}{2\pi}\right]^2 = \mu_d \cdot \left[\frac{T}{2\pi}\right]^2 \cdot S_a(T)$$

Όπου:

$$q_u = \mu_{\rm d}, \qquad \mathrm{T} \geq \mathrm{T}_C$$

$$q_u = (\mu_{\rm d} - 1)\cdot\frac{T}{T_C} + 1, \qquad \mathrm{T} < \mathrm{T}_C$$



Σχήμα 9.69: *Φασματική ικανότητα και σεισμική απαίτηση της κατασκευής.*

Σε κάθε σημείο της καμπύλης ικανότητας αντιστοιχεί ένας μονοβάθμιος ταλαντωτής με ιδιοπεριόδο $\boldsymbol{T_{ικαν}^*}$, όπως καθορίζεται από την απαίτηση των ίσων εμβαδών.

Σε κάθε σημείο της καμπύλης του ανελαστικού φάσματος απαίτησης αντιστοιχεί ένας μονοβάθμιος ταλαντωτής με ιδιοπερίοδο $\boldsymbol{T_{απαιτ}^*}$, όπως καθορίζεται από την απαίτηση πλαστιμότητας μ.

Το σημείο επιτελεστικότητας (στοχευόμενης μετακίνησης) είναι το σημείο στο οποίο συμπίπτουν οι δύο ταλαντωτές ($\boldsymbol{T_{ικαν}^* = T_{απαιτ}^*}$).

Τελικά, η στοχευόμενη μετατόπιση d_t^* προκύπτει ως εξής:

$$d_t^* = S_e(T^*)\cdot\left[\frac{T^*}{2\pi}\right]^2, \qquad T^* \geq T_c$$

$$d_t^* = S_e(T^*)\cdot\left[\frac{T^*}{2\pi}\right]^2\cdot C_1, \qquad T^* < T_c$$

Όπου:

$$q_u = \frac{S_e(T^*)}{F_y^* / m^*} \geq 1.0, \qquad \mu_d = 1 + (q_u - 1) \cdot \frac{T_c}{T^*} > q_u$$

$$C_1 = \frac{\mu_d}{q_u}$$

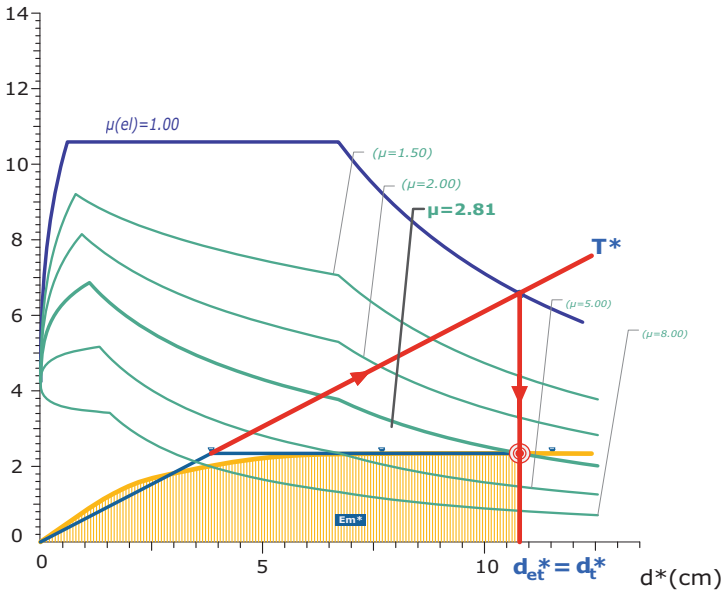
q_u=q_π=R ο δείκτης (παράγων) πλαστιμότητας που εκφράζεται σε όρους παραμόρφωσης [ΚΑΝ.ΕΠΕ. Παράρτημα 4.2 & §5.7.4.2, EC8-1 (B.11)]

μ_d ο δείκτης απαιτούμενης πλαστιμότητας μετακινήσεων (EC8-1 §5.2.3.4(3), ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.7.4.2)

C_1 ο λόγος ανελαστικών παραμορφώσεων

Παρατήρηση: Οι διάφορες ονομασίες για το λόγο ελαστικής απαίτησης αφορούν διαφορετικούς κανονισμούς. Έτσι, η ονομασία q_u συναντάται στον EC8-1, q_π στον ΚΑΝ.ΕΠΕ ενώ R στους Αμερικάνικους κανονισμούς της FEMA.

Τα παραπάνω παρουσιάζονται εποπτικά στο Σχήμα 9.70.



Σχήμα 9.70: *Προσδιορισμός στοχευόμενης μετακίνησης.*

Βηματική διαδικασία

Εάν η στοχευόμενη μετακίνηση d^*_t όπως προσδιορίζεται πιο πάνω διαφέρει σημαντικά από τη μέγιστη μετακίνηση του μονοβαθμίου d^*_{max} (Σχήμα 9.66), πρέπει να εφαρμοστεί βηματική διαδικασία στην οποία υπολογίζεται πάλι το διγραμμικό διάγραμμα όπου πλέον αντί της d^*_{max} χρησιμοποιείται η d^*_t (και η αντίστοιχη F^*_y) .

Μεθοδολογία ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.7.4.2

Το ισοδύναμο ελαστικό μονοβάθμιο σύστημα, το οποίο έχει ιδιοπερίοδο ίση με τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο του κτιρίου, υπόκειται στη σεισμική δράση σχεδιασμού, διορθωμένη κατάλληλα ώστε να προκύπτει η αντίστοιχη μετακίνηση του ελαστοπλαστικά αποκρινόμενου κτιρίου.

$$\delta t = C_0 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot (Te^2 / 4\pi^2) \cdot Se(Te)$$

όπου:

***T*e & *S*e(Te):** Η θεμελιώδης (ή ισοδύναμη) ιδιοπερίοδος της κατασκευής και η αντίστοιχη ελαστική φασματική επιτάχυνση.

***C*0**: Συντελεστής που συσχετίζει τη φασματική μετακίνηση του ισοδύναμου ελαστικού φορέα με την πραγματική μετακίνηση □δt της κορυφής του ελαστο-πλαστικά αποκρινόμενου φορέα.

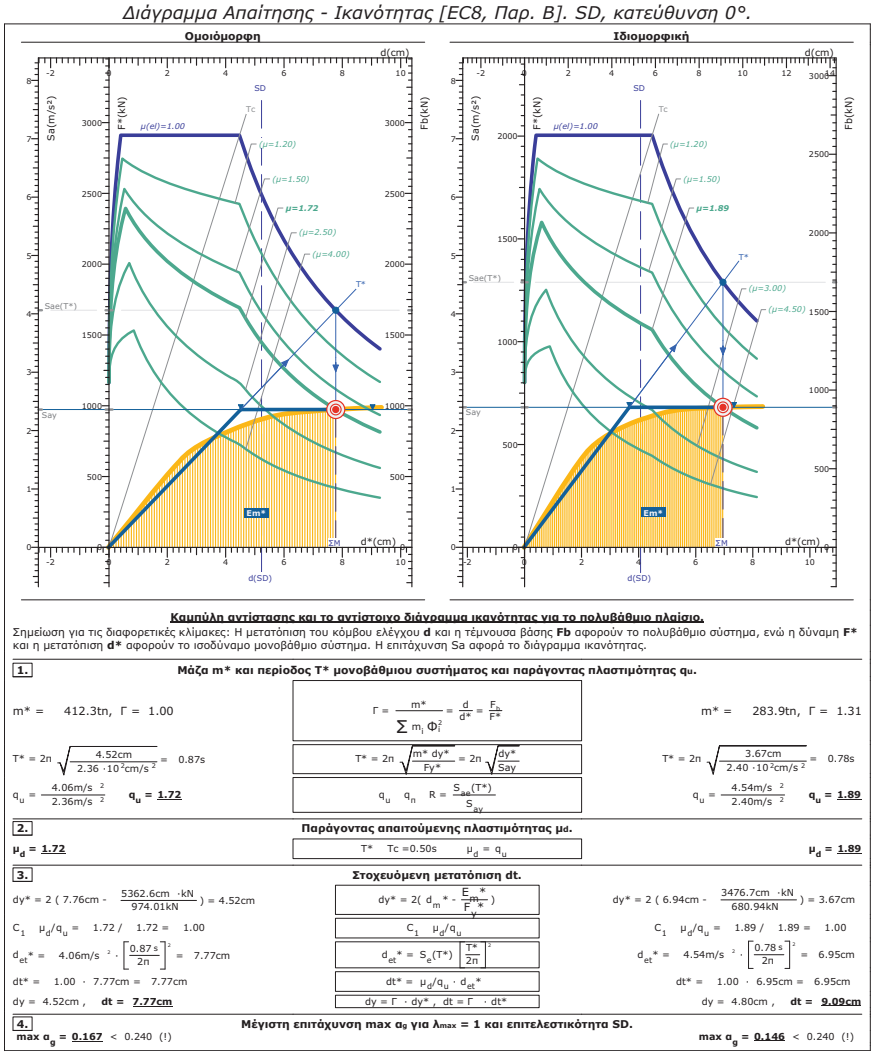
***C*1:** Στην συνήθη περίπτωση που στην εξεταζόμενη διεύθυνση η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος της κατασκευής ***T*e** είναι μεγαλύτερη από την χαρακτηριστική περίοδο του φάσματος ***T*C** λαμβάνεται ***C*1**=1.0, διαφορετικά ακολουθείται η διαδικασία της §5.5.5.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

***C*2:** *Συν*τελεστής που λαμβάνει υπόψη την επιρροή του σχήματος του βρόχου υστέρησης. Για την κατάταξη της κατασκευής σε τύπου 1 ή τύπου 2 σύμφωνα με τον πίνακα Σ5.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. αξιολογείται από το πρόγραμμα η καμπύλη αντίστασης.

***C*3:** Λαμβάνεται ίσος με 1.0, επειδή τα φαινόμενα Ρ-Δ λαμβάνονται υπόψη αναλυτικά κατά την επίλυση. Βλ. παράμετρο «Κτίριο > Αποτίμηση > Φαινόμενα 2ης τάξης (Ρ-Δ)».

Τέλος, τυπώνεται αναλυτικά η εφαρμογή του τυπολογίου που περιγράφηκε στις προηγούμενες παραγράφους όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 9.71

Διάγραμμα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 9.71: *Εκτύπωση διαγραμμάτων απαίτησης-ικανότητας και συνοδευόμενων υπολογισμών στο Τεύχος.*

9.15.4.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Απαίτησης - Ικανότητας

Παράλληλα με την αναλυτική εκτύπωση των διαγραμμάτων και των υπολογισμών για κάθε επιτελεστικότητα και διεύθυνση φόρτισης, στο «Τεύχος > Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας > Συγκεντρωτικά αποτελέσματα > Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Απαίτησης – Ικανότητας» παρατίθενται συνοπτικά τα

δυσμενέστερα αποτελέσματα για κάθε στάθμη όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 9.72.

Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Απαίτησης - Ικανότητας των 32 αναλύσεων

Στάθμη επιτελεστικότητας SD

1. Στοχευόμενη μετακίνηση dt

X:	+3.1cm	0°+30%·90° -eZ, Τριγωνική	Z:	+4.2cm	90°+30%·0° -eX, Τριγωνική
	-3.1cm	180°-30%·270° +eZ, Τριγωνική		-4.3cm	270°-30%·180° +eX, Τριγωνική

2. Στοχευόμενη πλαστιμότητα (για ανασχεδιασμό)

Περίοδος μονοβάθμιου συστήματος	T^*(s) =	0.95	
Συντελεστής συμπεριφοράς πλαστιμότητας	q_U(=$q_η$) =	1.00	
Παράγοντας στοχευόμενης πλαστιμότητας	**max $μ_d$** =	**1.00**	270°-30%·180° -eX, Τριγωνική

3. Διαθέσιμος συντελεστής συμπεριφοράς q (για αποτίμηση)

Πλαστιμότητας q_u (=$q_η$) και υπεραντοχής q_s (=q_U)	q_u =	1.00	q_s =	1.00	
Διαθέσιμος συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς	**min q** =	$q_U \cdot q_s$	=	**1.00**	0°+30%·90° +eZ, Ομοιόμορφη

4. Επιρροή ανελαστικής συμπεριφοράς, *[ΚΑΝΕΠΕ, §5.7.4.2]*

Λόγος ανελαστικών μετατοπίσεων	**max C_1** =	$μ_d$ / q_u	
	= 1.00 / 1.00 =	**1.00**	270°-30%·180° -eX, Τριγωνική

5. Ικανότητα επιτάχυνσης για λmax = 1

	max $α_g$(SD) =	**0.008**	90°+30%·0° -eX, Τριγωνική

6. Στόχοι αποτίμησης, *[ΚΑΝΕΠΕ, §2.2.1]*

	max$α_g$ / $α_{gR}$ = (max T_R / T_{LR})$^{1/k}$ =	maxT_R = (max $α_g$ / $α_{gR}$)^k·T_{LR}			*[EC8-2 (A.3)]*
Περίοδος επαναφοράς SD	**maxT_R(SD)** = (0.008/0.240)$^{3.0}$· 475 =	**0 έτη**	<	73 !	
		P = 1 - $e^{-T_i/\max T_R}$			*[EC8-1§2.1(1)]*
Πιθανότητα υπέρβασης SD σε 50 έτη	**P(SD)** = 1 - $e^{-50/0}$ =	**100.00%**	>	50% !	

Δεν ικανοποιείται κανένας στόχος του Πίνακα 2.1 του ΚΑΝΕΠΕ.

Σχήμα 9.72: *Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Απαίτησης – Ικανότητας στο Τεύχος.*

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα που τυπώνονται είναι:

Η στοχευόμενη μετακίνηση dt

Η στοχευόμενη πλαστιμότητα (για ανασχεδιασμό)

Τυπόνεται ο λόγος της μέγιστης μετακίνησης του μονοβαθμίου συστήματος d^*_{max} προς τη μετακίνηση διαρροής $d^*_{y.}$

Ο διαθέσιμος συμτελεστής συμπεριφοράς q

Τυπώνονται οι διαθέσιμοι συντελεστές πλαστιμότητας q_u, υπεραντοχής q_s, καθώς και ο καθολικός συμτελεστής συμπεριφοράς. Οι τιμές αυτές μπορούν να εισαχθούν ως δεδομένο για την εκτέλεση της ελαστικής δυναμικής μεθόδου q και m.

Ο λόγος της ανελαστικής προς την ελαστική μετατόπισης C_1

Η ικανότητα επιτάχυνσης για $λ_{max}$=1

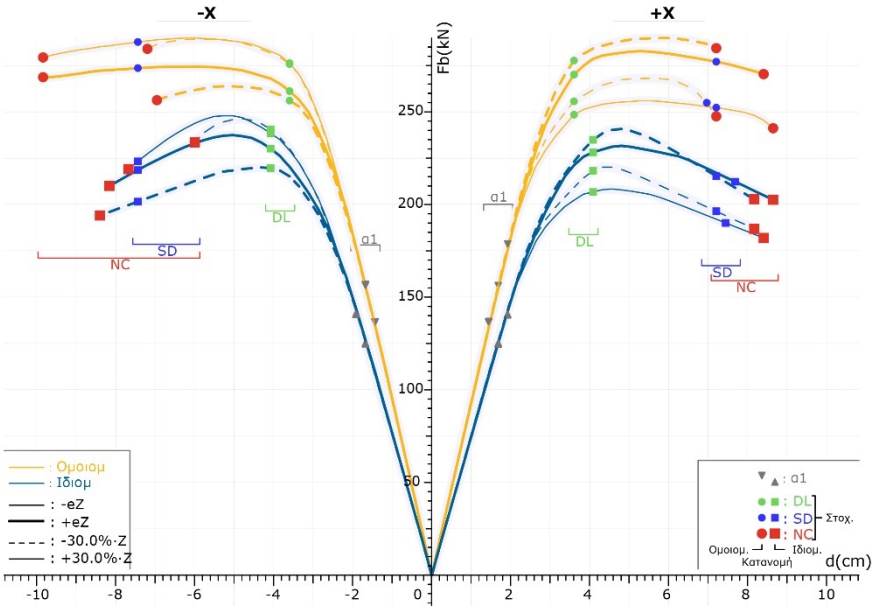
Υπολογίζεται ο μέγιστος σεισμικός συντελεστείς που αντέχει το κτίριο χωρίς την υπέρβαση της αντίστοιχης στάθμης επιτελεστικότητας.

Η ικανότητα επιτάχυνσης για $λ_{max}$

Με βάση το μέγιστο σεισμικό συντελεστή υπολογίζεται η πιθανότητα εμφάνισης του στη συμβατική περίοδο ζωής του κτιρίου και έπειτα συγκρίνεται με την αντίστοιχη πιθανότητα εμφάνισης του σεισμικού συντελεστή της στάθμης επιτελεστικότητας.

9.15.4.3 Συγκεντρωτικά διαγράμματα F-d

Τέλος, τυπώνονται για κάθε διεύθυνση συνοπτικά στη θέση «Τεύχος > Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας > Συγκεντρωτικά αποτελέσματα > Συγκεντρωτικά διαγράμματα F-d» όλες οι καμπύλες αντίστασης Pushover για κάθε συνδυασμό φόρτισης.



Σχήμα 9.73: *Συγκεντρωτικά διαγράμματα F-d στο Τεύχος.*

Ταυτόχρονα, σημειώνονται πάνω στις καμπύλες οι στοχευόμενες μετατοπίσεις της κάθε στάθμης επιτελεστικότητας καθώς και το σημείο a_1 όπου σημειώνεται η πρώτη διαρροή κυρίου μέλους. Συνεπώς, παρουσιάζεται το εύρος των τιμών των στοχευόμενων μετακινήσεων για κάθε στάθμη.

9.15.4.4 Θέσεις υπέρβασης επιτελεστικότητας

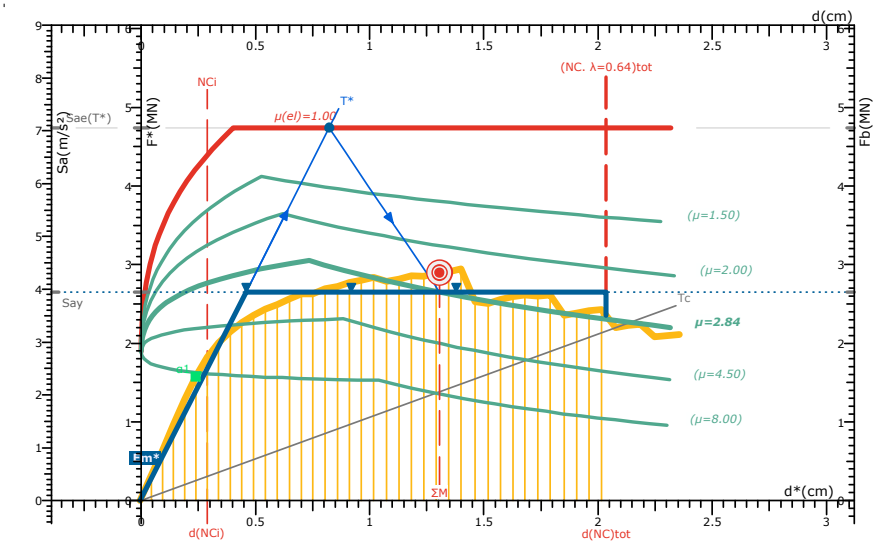
Θέσεις υπέρβασης επιτελεστικότητας

Στάθμη	Μονοβάθμιο		Κατασκευή	
[/]	Sd [cm]	Sa [m/s2]	d [cm]	P [KN]
DL	2.50	2.0	3.30	840.94
SD	4.25	3.3	5.62	1049.38
NC	7.50	4.2	9.91	1130.83

Στο διάγραμμα απαίτησης – ικανότητας ADRS με κατακόρυφες διακεκομμένες γραμμές σημαίνεται η μετατόπιση, για την οποία συμβαίνει σε κάποιο μέλος η

πρώτη υπέρβαση κάθε μιας από τις στάθμες επιτελεστικότητας. Στην περίπτωση όπου έχει δοθεί στην παράμετρο «Κτίριο > Φάσμα - Pushover > Στάθμες επιτελεστικότητας DL ή SD ή NC > Υπέρβαση ορίου σε n υποστυλώματα, τότε για την στάθμη αυτή η κατακόρυφη γραμμή θα εμφανιστεί στην θέση όπου n υποστυλώματα θα έχουν υπερβεί το κριτήριο που αφορά την συγκεκριμένη στάθμη επιτελεστικότητας.

9.15.4.5 Φέρουσα Τοιχοποιία



Σχήμα 9.74: *Διάγραμμα απαίτησης – ικανότητας φέρουσας τοιχοποιίας*

Σε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία η εξιδανικευμένη διγραμμική καμπύλη προκύπτει με βάση το Ιταλικό εθνικό προσάρτημα NTC-18, ώστε να είναι κατάλληλη να περιγράψει τους φθίνοντες κλάδους πτώσης αντοχής. Η μέθοδος διγραμμικοποίησης είναι η εξής:

- Το σημείο διαρροής υπολογίζεται με βάση το κανόνα των ίσων εμβαδών.
- Ο πρώτος ελαστικός κλάδος τέμνει τη μη γραμμική καμπύλη στο 70% της μέγιστης τέμνουσας βάσης V_{max}.
- Ο 2ος οριζόντιος κλάδος επεκτείνεται μέχρι τη μετακίνηση *du*, η οποία αντιστοιχεί στο σημείο που παρατηρείται πτώση 20% στη μέγιστη τέμνουσα βάσης V_{max}.

Στο διάγραμμα σημειώνεται επίσης με χοντρή διακεκομμένη κόκκινη γραμμή και το σημείο αντιστοιχεί στη συνολική ικανότητα του κτιρίου στη στάθμη NC (EC8-

3 §Γ.3.3(2)). Η μετακίνηση της συνολικής ικανότητας, ανάλογα με τη στάθμη ορίζεται:

- NC: Είναι η μετακίνηση που αντιστοιχεί στο σημείο της καμπύλης ικανότητας όπου η συνολική τέμνουσα βάσης παρουσιάζει πτώση 20% σε σχέση με τη μέγιστη τιμή της (σημείο au)
- SD: Είναι η μετακίνηση που αντιστοιχεί στα ¾ της οριακής μετακίνησης της στάθμης NC.
- DL: Είναι η μετακίνηση που αντιστοιχεί στο σημείο διαρροής της διγραμμικής καμπύλης του κτιρίου.

Τυπώνεται ακόμα η τιμή της μετακίνησης στο σημείο αυτό και ο συνολικός λόγος ανεπάρκειας που υπολογίζεται από το λόγο της στοχευόμενης μετακίνησης προς τη συνολική ικανότητα μετακίνησης.

9.15.5 Διαγράμματα αντοχής δοκών

9.15.5.1 Γενικά δεδομένα

Δοκός 1, Άνοιγμα 3, Όροφος 0

Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 34	Τέλος: 3	Μέλος: 183	ΣΠΕΜ = 1,00
Διατομή	Πλακοδοκός	Ανωδομής	Άκαμπτες απολήξεις	
Διαστάσεις	25/60/105/16/4,7 [cm]	Μήκος lcl=1,42m	Bl=0,15m	Br=0,20m
Μέσες Αντοχές	fcm:25,00 [MPa]	fym:575,0 [MPa]	fywm:575,0 [MPa]	Υφιστάμενο μέλος Κύριο
	Αντοχές – Έλεγχος Παραμορφώσεων		**Αντοχές – Έλεγχος Δυνάμεων**	
	fc-S:20,83[MPa]	fy-S:479,2[MPa]	fc:13,89[MPa]	fy:416,7[MPa] fyw:416,7[MPa]
	εcc:-2,00‰	εcu:-3,50‰	εsu:100,0‰	Lv:0,71 [m] γel:1,50
Συντελεστές r	rM = M*/M:1,00	rdy=θy*/θy:1,00	rdu=θu*/θu:1,00	rV=VR*/VR:1,00

Βλ. Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας δοκών υπό στατικά φορτία §9.15.1.2.

Αντοχές - Έλεγχοι παραμορφώσεων

Οι αντοχές των υλικών για έλεγχο στην ανελαστική ανάλυση σε όρους γωνίας στροφής – χορδής $\boldsymbol{\theta}$, οι οποίες δίδονται στις καρτέλες «Υποστύλωμα, Δοκός > Υλικά – Αποτίμηση» ή αντίστοιχα στους πίνακες 215 και 415.

Αντοχές - Έλεγχοι δυνάμεων

Οι αντοχές των υλικών για έλεγχο τέμνουσας στην ανελαστική ανάλυση. Δίδονται στις καρτέλες «Υποστύλωμα, Δοκός > Υλικά – Αποτίμηση» ή αντίστοιχα στους πίνακες 215 και 415.

εcc, εcu: Η παραμόρφωση διαρροής και αστοχίας του σκυροδέματος, δεδομένα τα οποία για δοκούς λαμβάνονται από το πρόγραμμα βάσει του πίνακα 3.1 του EC2-1-1.

εsu: Η οριακή παραμόρφωση του χάλυβα οπλισμού, η οποία δίδεται ξεχωριστά για νέα και υφιστάμενα υλικά από τις παραμέτρους «Κτίριο, Υποστύλωμα, Δοκός > Υλικά – Αποτίμηση > Αυτόματος υπολογισμός αντοχών

Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση. Οι αντοχές fc_θ, fc_F, fy_θ, fy_F κλπ υπολογίζονται σε κάθε περίπτωση με αλλαγή των fck, fm, fyk, fym κλπ.

Οριακή παραμόρφωση οπλισμού esu».

Συντελεστές μηχανικών χαρακτηριστικών ***r***: Οι μειωτικοί –συνήθως– συντελεστές με τους οποίους πολλαπλασιάζονται τα χαρακτηριστικά σημεία του σκελετικού διαγράμματος Μ-θ και η αντοχή σε διάτμηση. Για περισσότερα βλ. «Κτίριο, Υποστύλωμα, Δοκός > Υλικά – Αποτίμηση > Ενισχύσεις με μεταλλικό κλωβό

Ποιότητα χάλυβα

Είναι η ποιότητα του δομικού χάλυβα των μεταλλικών γωνιακών και ελασμάτων του μεταλλικού κλωβού.

Τάση διαρροής [fy] [MPa]

Είναι η τάση διαρροής των μεταλλικών μελών του κλωβού.

Μέτρο ελαστικότητας E [KN/m2]

Είναι το μέτρο ελαστικότητας των μεταλλικών μελών του κλωβού.

Λόγος συντελεστών προστιθέμενων υλικών **γ'm/γm (ΚΑΝ.ΕΠΕ. 4.5.3.2.α)**

Δεν είναι διαθέσιμη στην παρούσα έκδοση.

Συντελεστές r μηχανικών χαρακτηριστικών».

9.15.5.2 Ράβδοι οπλισμού

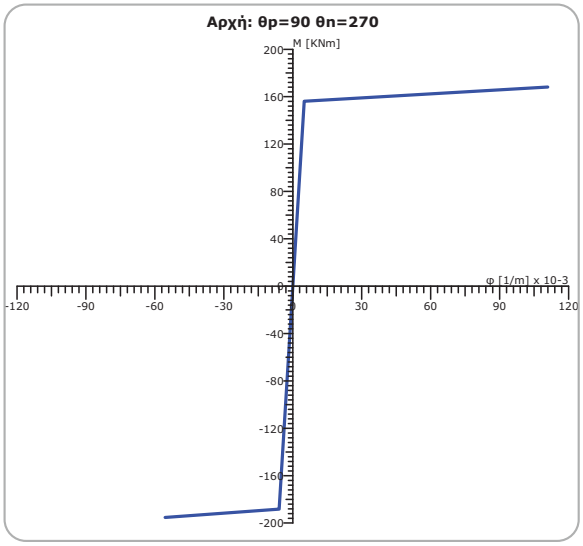
Ράβδοι οπλισμού

Είδος	Αρχή	Τέλος
Διαμήκης Άνω	7,70 cm²	6,16 cm²
Από πλάκα	0,13 cm²	3,52 cm²
Διαμήκης Κάτω	6,16 cm²	12,32 cm²
Συνδετήρες	8,38 cm²/m	8,38 cm²/m
Λοξός Οπλισμός	3,08 cm²	0,00 cm²

Βλ. 9.15.1.3

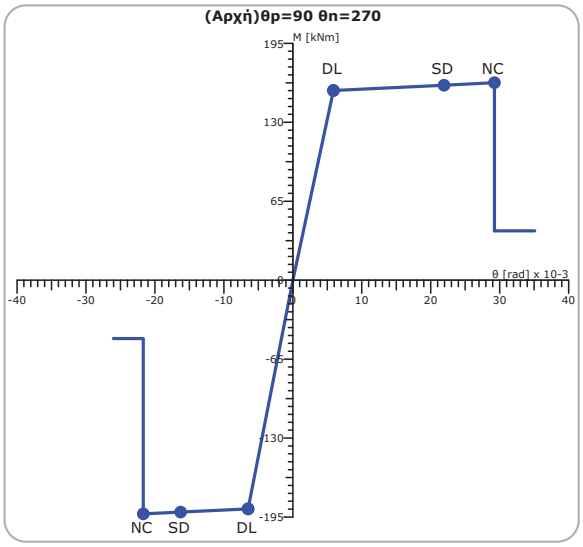
9.15.5.3 Καμπύλες Αντοχής

Σκελετικά διαγράμματα Ροπών – καμπυλοτήτων



Σχήμα 9.75: Σκελετικά διαγράμματα Ροπών – Καμπυλοτήτων δοκού.

Σκελετικά διαγράμματα Ροπών – γωνιών στροφής χορδής



Σχήμα 9.76: Σκελετικά διαγράμματα Ροπών – Γωνιών στροφής χορδής δοκού.

Πίνακας Ροπών – γωνιών στροφής χορδής

Αρχή:										
Γωνία	Γενικά στοιχεία			Ροπή [kNm]			Γωνία Στροφής Χορδής [rad]		
[deg]	N[kN]	EI_{eff}/EI_{gross}	μθ	DL	SD	NC	DL	SD	NC
90 (Mz+)	0,0	2,6%	4,97	156,1	160,5	162,5	5,89E-03	2,19E-02	2,92E-02
270 (Mz-)	0,0	2,8%	3,34	-188,3	-190,9	-192,4	-6,50E-03	-1,63E-02	-2,17E-02

Βλ. υποστυλώματα §9.15.6.3

9.15.5.4 Διατμητική αντοχή

Αρχή: Διατμητική Αντοχή EC2-1-1 §6.2.3					
cotθz	VRsz	Vrmaxz	cotθy	Vrsy	VRmaxy
[/]	[kN]	[kN]	[/]	[kN]	[kN]
-	-	-	1,38	451,7	451,7

Διατμητική Αντοχή VR: Διεύθυνση Y						
	Πριν την καμπτική διαρροή			Μετά την καμπτική διαρροή		
N	VRc	VR	VRmax	μΔ,pl	VR	VRmax
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[/]	[kN]	[kN]
0,00	60,1	451,7	-	4,01	289,8	-

Βλ. υποστυλώματα §9.15.6.4

9.15.6 Διαγράμματα αντοχής υποστυλωμάτων

9.15.6.1 Γενικά δεδομένα

Υποστύλωμα : K9(0)

Γενικά δεδομένα

Διατομή Ορθογωνική:50/30, Μήκος=3,00[m] Lv_y:2,69[m] Lv_z:1,55[m] Μέλος: 42
d'=5,0

Μέσες Αντοχές fcm:25,00[MPa] fym:575,0[MPa] fywm:575,0 [MPa] Υφιστάμενο μέλος: Κύριο

Περ. Μάτισης lo: 2,00[m] loymin:0,57[m] fyL: 479,2 [MPa] k=ft/fy: 1,00

Αντοχές – Ελεγχος Παραμορφώσεων **Αντοχές – Ελεγχος Δυνάμεων**

---

fc:20,83[MPa] fy:479,2[MPa] fyw:479,2[MPa] fc:13,89[MPa] fy:416,7[MPa] fyw:416,7[MPa]

Περίσφιγξη : Ναι fcc:25,84[MPa] fccV:18,09[MPa] εsu:100,0‰ εcc:-4,4‰ εcu:-20,80‰

Συντελεστές r rM = M*/M:1,00 rdy=θy*/θy:1,00 rdu=θu*/θu:1,00 rV=VR*/VR:1,00

Βλ. Δοκούς §9.15.5.1.

lo: Το Μήκος υπερκάλυψης lo (παράθεσης) των οπλισμών στην βάση του υποστυλώματος, το οποίο δίδεται στην καρτέλα «Υποστύλωμα > Αποτίμηση».

$$l_{oy,min} = l_{b,min} = 0.3 \cdot d_b \cdot f_y / \sqrt{f_c}$$

Το οριακό μήκος παράθεσης. Εάν $l_o < l_{oy,min}$, τότε ο υπολογισμός της παραμόρφωσης διαρροής θ_y αναπροσαρμόζεται σύμφωνα με τις προβλέψεις της EC8-3 §A3.2.4(3) ή όμοια ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.1(δ) και §7.2.2(δ).

fcc, εcc, εcu:

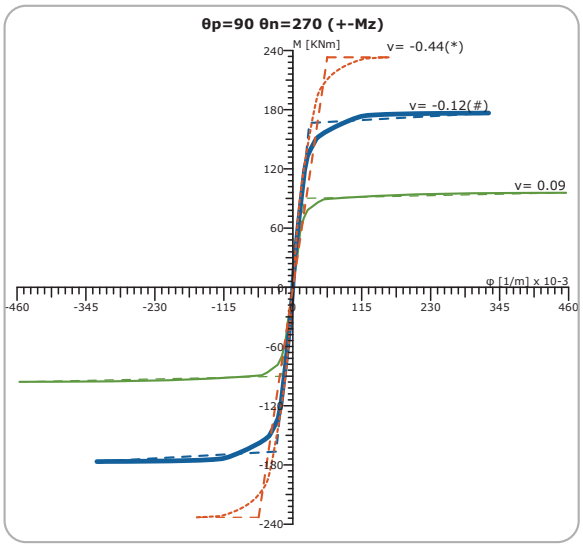
Βλ. επόμενα σχετικά με Περίσφιγξη.

9.15.6.2 Ράβδοι οπλισμού

Ράβδοι οπλισμού		
Είδος	Αρχή	Τέλος
Διαμήκης	4Φ16+6Φ18 (23,31 cm²)	4Φ16+6Φ18 (23,31 cm²)
Συνδετήρες	Z:2τμ.Φ10/10.0, Y:3τμ.Φ10/10.0	Z:2τμ.Φ10/10.0, Y:3τμ.Φ10/10.0

9.15.6.3 Καμπύλες Αντοχής

Διαγράμματα Ροπών – καμπυλοτήτων



Σχήμα 9.77: Σκελετικά διαγράμματα Ροπών – Καμπυλοτήτων υποστυλώματος υπολογισμένα για 3 αξονικές δυνάμεις.

Η απόκριση της διατομής για αλληλεπίδραση **διαξονικής κάμψης και αξονικής δύναμης (My-Mz-N)** προσεγγίζεται συντάσσοντας διαγράμματα Ροπών – Καμπυλοτήτων Μ-φ για ένα φάσμα αξονικών δυνάμεων σύμφωνα με το Σχήμα 9.77 καλύπτοντας ταυτόχρονα ανά 30° την αλληλεπίδραση My-Mz. Στις καμπύλες Μ-φ αποτυπώνονται με ακρίβεια οι θέσεις απόθλιψης του σκυροδέματος, η διαδοχική διαρροή των ράβδων οπλισμού και του σκυροδέματος και τελικά η αστοχία της διατομής. Οι καμπύλες αυτές μετατρέπονται σε

ισοδύναμες διγραμμικές με προσδιορισμό της θέσης διαρροής της διατομής My-φy σύμφωνα με ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.2(β). Τα διαγράμματα Μ-φ εμφανίζονται στο τεύχος εάν επιλεγεί «Επίλυση > Αποτελέσματα > Όχι

Δεν θα εμφανιστούν καμπύλες αντοχών Μ-Ν και Μ-θ, ούτε οι συνοδευτικοί τους πίνακες («Τεύχος > Διαγράμματα αντοχής μελών > Υποστυλωμάτων»).

► **Μόνο πίνακες**

Θα εμφανιστούν μόνο οι πίνακες αντοχών των Μ-Ν και Μ-θ.

► **Διαγράμματα στις διευθύνσεις y & z**

Θα εμφανιστούν οι καμπύλες αντοχών ανά 90ο επί του επιπέδου της διατομής (4 διαγράμματα ανά διατομή) και οι συνοδευτικοί τους πίνακες.

► **Διαγράμματα ανά 30ο**

Θα εμφανιστούν οι καμπύλες αντοχών ανά 30ο επί του επιπέδου της διατομής (12 διαγράμματα ανά διατομή) και οι συνοδευτικοί τους πίνακες.

Διαγράμματα αλληλεπίδρασης My-Mz & Ροπών – Καμπυλοτήτων Μ-φ = Ναι». Βλ. §5.2.1.5.

Περίσφιγξη

Η επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής λαμβάνεται υπόψη εφόσον αυτό επιλεγεί στην καρτέλα «Κτίριο, Υποστύλωμα > Αποτίμηση».

Η επίδραση της περίσφιγξης $\alpha \cdot \rho_{SX}$ υπεισέρχεται στον υπολογισμό του νόμου συμπεριφοράς του σκυροδέματος σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις. Βλ. EC8-3 §A.3.2.2(8)(β).

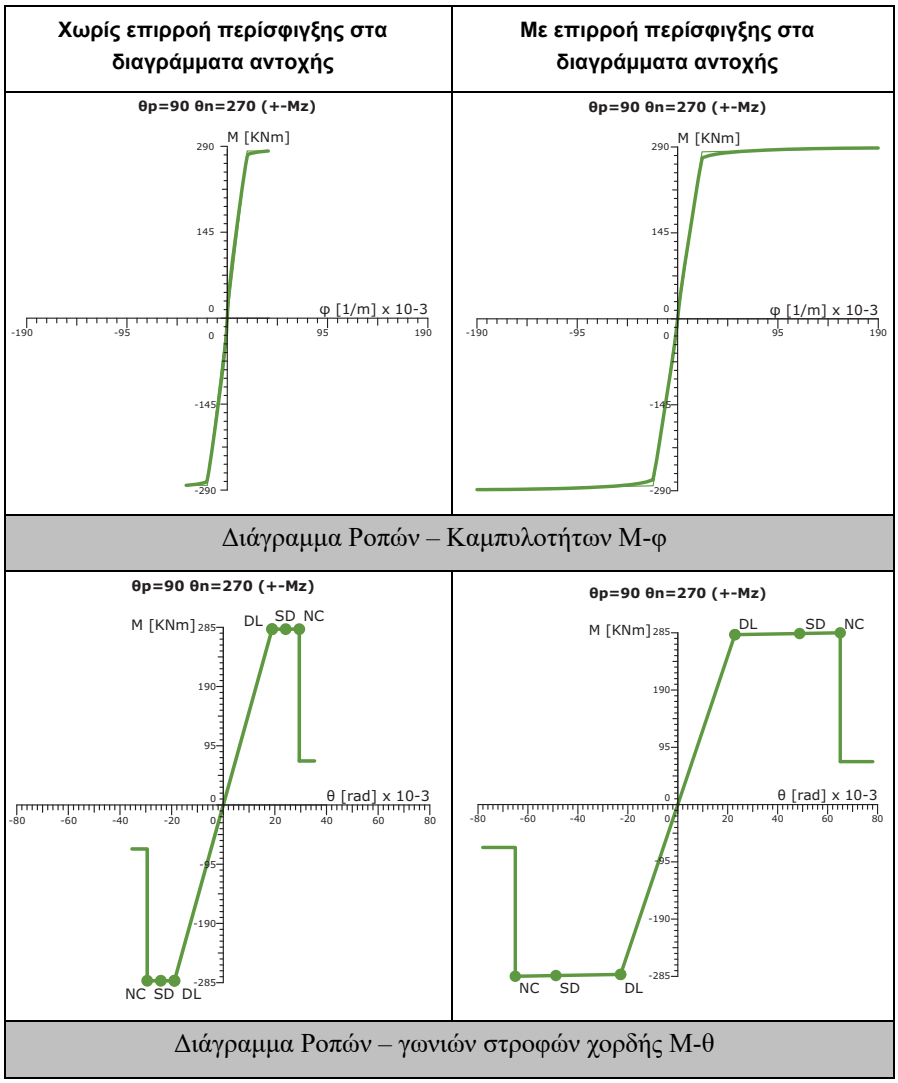
$$f_{cc} = f_c \left[1 + 3{,}7 \left(\frac{\alpha \rho_{sx} f_{yw}}{f_c} \right)^{0{,}86} \right]$$

$$\varepsilon_{cc} = \varepsilon_{c2} \left[1 + 5 \left(\frac{f_{cc}}{f_c} - 1 \right) \right] \qquad \varepsilon_{cu} = 0{,}004 + 0{,}5 \frac{a \rho_{sx} f_{yw}}{f_{cc}}$$

Σε διαφορετική περίπτωση, οι τιμές των παραπάνω μεγεθών που χρησιμοποιούνται για την σύνταξη των διαγραμμάτων Ροπών – Καμπυλοτήτων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.1 του EC2-1-1.

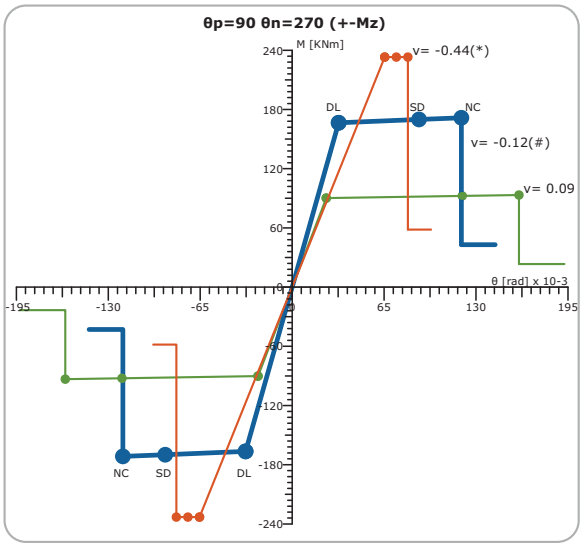
Από τις παραπάνω σχέσεις γίνεται φανερό πως η επιρροή της περίσφιξης, εφόσον αυτή είναι ουσιαστική, συνεπάγεται αυξημένη αντοχή σκυροδέματος f_{cc} και παραμορφώσεις διαρροής ε_{cc} και αστοχίας ε_{cu}. Το αποτέλεσμα είναι, όπως φαίνεται και από το **Σχήμα 9.78**, πως η οριακή καμπυλότητα $\boldsymbol{\varphi}_u$ και συνακόλουθα

η οριακή ικανότητα γωνίας στροφής – χορδής θu που προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη την περίσφιγξη ενδέχεται να είναι σημαντικά μεγαλύτερη συγκριτικά με την παραδοχή χωρίς την επιρροή περίσφιγξης. Βλ. EC8-3 (Α.4).



Σχήμα 9.78: Επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής υποστυλώματος.

Σκελετικά διαγράμματα Ροπών – γωνιών στροφής χορδής



Σχήμα 9.79: Σκελετικά διαγράμματα Ροπών – γωνιών στροφής χορδής υποστυλώματος υπολογισμένα για 3 αξονικές δυνάμεις.

Αποτελέσματα διαγραμμάτων Μ-θ, αλλά και Μ-φ ανά 30º παρουσιάζονται στο τεύχος εάν επιλεγεί «Επίλυση > Αποτελέσματα > Διαγράμματα αλληλεπίδρασης Μ-Ν & Ροπών – Στροφών Μ-θ = Διαγράμματα ανά 30º ». Βλ. §5.2.1.5.

Στάθμες DL/SD/NC:

Οι στάθμες επιτελεστικότητας σε όρους γωνίας στροφής χορδής για το μέλος

$\theta_{DL} = \theta_y$ Το όριο διαρροής της διατομής – Όριο Περιορισμού Βλαβών (Α)

$\theta_{SD} = (\theta_u+\theta_y)/2\cdot\gamma_{Rd}$ όριο Σημαντικών Βλαβών (Β)

$\theta_{NC} = \theta_u/\gamma_{Rd}$ όριο Οιονεί Κατάρρευσης (Γ)

Όπου:

θ_u η οριακή τιμή της συνολικής ικανότητας στροφής της χορδής, η οποία υπολογίζεται σύμφωνα με EC8-3 §Α3.2.2 ή ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.4.1.

θ_y η γωνία στροφής χορδής διαρροής στο άκρο του μέλους, η οποία υπολογίζεται σύμφωνα με EC8-3 §Α3.2.4 ή ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.2.

δοκοί και υποστυλώματα:

$$\theta_y = \phi_y \frac{L_V + a_V z}{3} + 0{,}0013\left(1 + 1{,}5\frac{h}{L_V}\right) + 0{,}13\phi_y \frac{d_b f_y}{\sqrt{f_c}}$$

τοιχώματα ορθογωνικής διατομής, διατομής μορφής T ή με εσοχές:

$$\theta_y = \phi_y \frac{L_V + a_V z}{3} + 0{,}002\left(1 - 0{,}125\frac{L_V}{h}\right) + 0{,}13\phi_y \frac{d_b f_y}{\sqrt{f_c}}$$

Όπου:

Ο **1ος** όρος εκφράζει την συμβολή των καμπτικών παραμορφώσεων.

Ο **2ος** όρος εκφράζει τις μέσες διατμητικές παραμορφώσεις.

Ο **3ος** όρος εκφράζει την ολίσθηση στην αγκύρωση ράβδων (βλ. παράμετρο στο «Κτίριο, Υποστύλωμα, Δοκός > Αποτίμηση > Ολίσθηση στην αγκύρωση ράβδων δοκού και υποστυλώματος (Αρχή/Τέλος)».

φy: η καμπυλότητα στην διαρροή

LV: το μήκος διάτμησης ή, αλλιώς, η απόσταση του σημείου μηδενισμού των ροπών μετρούμενη από το άκρο του μέλους. Βλ. και Γενικά δεδομένα §9.15.6.1.

H: το ύψος της διατομής

αv = 1.0 εάν η διατμητική διαρροή προηγείται της καμπτικής, διαφορετικά ***αv*** = 0.0.

***z*:** Ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων

db: Η μέση διάμετρος του εφελκυόμενου οπλισμού.

fc, fy: Οι αντοχές σκυροδέματος και χάλυβα για έλεγχο σε όρους παραμορφώσεων όπως εισάγονται στις καρτέλες «Κτίριο, Υποστύλωμα, Δοκός > Υλικά – Αποτίμηση». Βλ. §4.1.1.7. Βλ. και Γενικά δεδομένα §9.15.6.1.

Πίνακας Ροπών – γωνιών στροφής χορδής

Γωνία	Γενικά στοιχεία			Ροπή [kNm]			Γωνία Στροφής Χορδής [rad]		
[deg]	N[kN]	EI_{eff}/EI_{gross}	μθ	DL	SD	NC	DL	SD	NC
	172,8	8,4%	4,4	168,8	170,3	171,0	7,40E-03	2,43E-02	3,24E-02
	-475,7(#)	13,7%	1,6	313,1	314,9	316,7	8,43E-03	1,10E-02	1,35E-02
0	-1123,2	16,0%	1,0	407,5	407,5	407,5	9,37E-03	9,40E-03	9,43E-03
	-1770,6(*)	26,8%	1,3	439,0	439,0	439,0	6,04E-03	6,80E-03	7,55E-03
	-2751,2	28,2%	1,3	346,7	348,7	350,7	4,53E-03	5,10E-03	5,67E-03
	172,8	8,6%	1,6	148,4	151,2	154,0	8,80E-03	1,15E-02	1,42E-02
	-475,7(#)	16,1%	1,2	273,5	274,3	275,0	8,63E-03	9,29E-03	9,95E-03
30	-1123,2	25,8%	1,3	358,1	358,1	358,1	7,07E-03	7,95E-03	8,83E-03
	-1770,6(*)	32,6%	1,3	383,3	383,3	383,3	5,99E-03	6,73E-03	7,48E-03

	-2751,2	32,7%	1,3	283,1	287,0	290,8	4,41E-03	4,96E-03	5,51E-03
	172,8	9,8%	1,2	111,2	112,8	114,4	1,18E-02	1,32E-02	1,46E-02
	-475,7(#)	22,1%	1,3	190,1	191,3	192,5	8,97E-03	1,01E-02	1,12E-02
60	-1123,2	31,2%	1,3	240,9	240,9	240,9	8,05E-03	9,05E-03	1,01E-02
	-1770,6(*)	36,9%	1,3	249,3	249,5	249,7	7,04E-03	7,92E-03	8,80E-03
	-2751,2	34,4%	1,3	186,3	190,0	193,8	5,65E-03	6,36E-03	7,07E-03
	172,8	11,8%	2,7	76,7	77,8	78,6	1,61E-02	3,22E-02	4,30E-02
	-475,7(#)	20,1%	1,5	146,2	146,9	147,5	1,81E-02	2,30E-02	2,79E-02
90	-1123,2	31,1%	1,3	191,7	191,7	191,7	1,53E-02	1,72E-02	1,91E-02
	-1770,6(*)	41,3%	1,3	205,1	205,1	205,1	1,23E-02	1,39E-02	1,54E-02
	-2751,2	44,9%	1,3	160,6	161,8	163,0	8,89E-03	1,00E-02	1,11E-02
	172,8	9,8%	1,2	111,2	112,8	114,4	1,18E-02	1,32E-02	1,46E-02
	-475,7(#)	22,1%	1,3	190,1	191,3	192,5	8,97E-03	1,01E-02	1,12E-02
120	-1123,2	31,2%	1,3	240,9	240,9	240,9	8,05E-03	9,05E-03	1,01E-02
	-1770,6(*)	36,9%	1,3	249,3	249,5	249,7	7,04E-03	7,92E-03	8,80E-03
	-2751,2	34,4%	1,3	186,3	190,0	193,8	5,65E-03	6,36E-03	7,07E-03

Οι στάθμες επιτελεστικότητας των μελών σε όρους Ροπών γωνιών στροφής – χορδής M-θ παρουσιάζονται και σε πινακοποιημένη μορφή. Εάν είναι επιθυμητή μόνο αυτή η μορφή παρουσίασης τότε θα πρέπει να επιλεγεί «Επίλυση > Αποτελέσματα > Διαγράμματα αλληλεπίδρασης M-N & Ροπών – Στροφών M-θ = Μόνο πίνακες». Βλ. §5.2.1.5.

Γωνία: Η γωνία στην οποία φορτίζεται η διατομή υπό την επίδραση διαξονικής κάμψης. Βλ. Σχήμα 8.12.

9.15.6.4 Διατμητική αντοχή

Διατμητική Αντοχή EC2-1-1 §6.2.3

cotθz [/]	VRsz [kN]	Vrmaxz [kN]	cotθy [/]	Vrsy [kN]	VRmaxy [kN]
1,89	500,1	500,1	2,02	445,4	445,4

Σύμφωνα με EC8-3 §A3.3.1 η διατμητική αντοχή δεν μπορεί να λαμβάνεται μικρότερη από την αντοχή που προκύπτει από EC2-1-1 §6.2.3. Βλ. και §9.7.5.1.

***V*R,ds - Διατμητική αντοχή μέλους με οπλισμό διάτμησης**. EC2-1-1 (6.8)

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{yw} \cot\theta$$

***V*R,dmax - Διατμητική αντοχή μέλους σε όρους σύνθλιψης της διαγωνίου**. EC2-1-1 (6.9)

$$V_{Rd,max} = a_{cw} b_w z \nu_1 f_c / (\cot\theta + \tan\theta)$$

θ είναι η γωνία που σχηματίζει ο θλιπτήρας με το διαμήκη άξονα του υπό εξέταση μέλους:

$$\sin\theta = \sqrt{\frac{A_{sw} f_{yw}}{a_{cw} b_w \nu_1 f_c s}}, \quad 1 \le \cot\theta \le 2{,}5$$

Διατμητική Αντοχή VR: Διεύθυνση Z						
	Πριν την καμπτική διαρροή			Μετά την καμπτική διαρροή		
N	VRc	VR	VRmax	μΔ,pl	VR	VRmax
[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[/]	[kN]	[kN]
332,54	25,8	500,1	-	8,44	219,9	-
-451,88(#)	127,0	500,1	-	8,12	269,1	-
-1710,43(*)	127,0	500,1	-	1,13	445,0	-

***V*R - Διατμητική αντοχή μέλους υπό ανακυκλιζόμενη φόρτιση**. EC8-3 (A.12), ΚΑΝ.ΕΠΕ. (7Γ.1)

$$V_{\mathrm{R}} = \frac{1}{\gamma_{\mathrm{el}}}\left[\frac{h-x}{2L_{\mathrm{V}}}\min\left(N;\,0{,}55A_{\mathrm{c}}f_{\mathrm{c}}\right)+\left(1-0{,}05\min\left(5;\,\mu_{\Delta}^{\mathrm{pl}}\right)\right)\cdot\right.$$
$$\left.\cdot\left[0{,}16\max(0{,}5;\,100\rho_{\mathrm{tot}})\left(1-0{,}16\min\left(5;\frac{L_{\mathrm{V}}}{h}\right)\right)\sqrt{f_{\mathrm{c}}}A_{\mathrm{c}}+V_{\mathrm{w}}\right]\right]$$

***V*R,max - Διατμητική αντοχή κορμού τοιχώματος υπό ανακυκλιζόμενη φόρτιση σε όρους σύνθλιψης του κορμού**. EC8-3 (A.15), ΚΑΝ.ΕΠΕ. (7Γ.4)

$$V_{\mathrm{R,max}} = \frac{0{,}85\left(1-0{,}06\min\left(5;\,\mu_{\Delta}^{pl}\right)\right)}{\gamma_{\mathrm{el}}}\cdot\left(1+1{,}8\min(0{,}15;\frac{N}{A_c f_c}\right)\cdot$$
$$\cdot\left(1+0{,}25\max(1{,}75;\,100\rho_{tot})\right)\cdot\left(1-0{,}2\min(2;\frac{L_{\mathrm{V}}}{h}\right)\cdot\sqrt{f_{\mathrm{c}}}\cdot b_{\mathrm{w}}\cdot z$$

***V*R,max - Διατμητική αντοχή «κοντού» υποστυλώματος υπό ανακυκλιζόμενη φόρτιση σε όρους σύνθλιψης της διαγωνίου**. EC8-3 (A.16), ΚΑΝ.ΕΠΕ. (7Γ.5)

Για υποστυλώματα με λόγο διάτμησης $\alpha_{\mathrm{s}} = L_{\mathrm{V}}/h \leq 2{,}0$ είναι

$$\mathrm{V_{R,max}} = \frac{4/7\left(1.00-0.02\min\left(5,\mu_{\Delta}^{\mathrm{pl}}\right)\right)}{\gamma_{\mathrm{el}}}\cdot\left(1.00+1.35\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A_c f_c}}\right)\cdot$$
$$\left(1+0.45\left(100\rho_{\mathrm{tot}}\right)\right)\cdot\sqrt{\min\left(40,\mathrm{f_c}\right)}\mathrm{b_w z}\sin 2\delta$$

όπου:

$\boldsymbol{\mu_{\Delta}^{\mathrm{pl}} = \mu_{\theta}^{\mathrm{pl}} = (\theta_{\mathrm{u}}-\theta_{\mathrm{y}})/\theta_{\mathrm{y}}}$ ο συντελεστής πλαστιμότητας, ο οποίος εκφράζει το πλαστικό μέρος της απαίτησης πλαστιμότητας σε όρους γωνίας στροφής χορδής.

= 0,00 για τον υπολογισμό της διατμητικής αντοχή τοιχώματος πριν από την καμπτική διαρροή.

Εεισάγεται στον τύπο ο συντελεστής πλαστιμότητας σε όρους στροφών χορδής λόγω κάμψης προκειμένου να ληφθεί υπόψη η μείωση της διατμητικής αντοχής λόγω της ανακυκλιζόμενης φόρτισης.

γ_{el} = 1,15 για πρωτεύοντα σεισμικά στοιχεία και 1,00 για δευτερεύοντα

f_c, f_y, f_{yw} Οι αντοχές των υλικών για έλεγχο σε όρους δυνάμεων όπως αυτές δίδονται στις καρτέλες «Κτίριο, Υποστύλωμα, δοκός > Υλικά αποτίμηση» και στους πίνακες 215 και 415. Βλ. §4.1.1.7. και Γενικά δεδομένα §9.15.6.1.

h είναι το ύψος της διατομής (D σε κυκλικές διατομές)

x είναι το ύψος της θλιβόμενης ζώνης της διατομής

N είναι η αξονική δύναμη της διατομής

L_V μήκος διάτμησης

δ Αφορά την διατμητική αντοχή κοντού υποστυλώματος. Πρόκειται για την γωνία μεταξύ της διαγωνίου και του άξονα του «κοντού» υποστυλώματος ($\tan\delta = h/2L_V$)

A_c είναι η επιφάνεια της διατομής, η οποία λαμβάνεται ίση με
= $b_w \cdot d$ για *ορθογωνική* διατομή κορμού πάχους b_w και στατικού ύψους d
= $\pi \cdot D_c^2/4$ για *κυκλικές* διατομές (όπου $D_c = D\text{-}2\cdot c\text{-}2\cdot d_{bw}$ είναι η διάμετρος του πυρήνα σκυροδέματος εσωτερικά των σπείρων διαμέτρου d_{bw}

c_{nom} είναι η επικάλυψη σκυροδέματος.

ρ_{tot} είναι το συνολικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού

V_w είναι η συνεισφορά του εγκάρσιου οπλισμού στην διατμητική αντοχή:

$V_w = \rho_w \cdot f_{yw} \cdot b_w \cdot z$ (EC8-3 (A.13), ΚΑΝ.ΕΠΕ. (7Γ.2)) για ορθογωνική διατομή κορμού πάχους b_w

$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{yw} \frac{\pi}{2}(D - 2c)$ (EC8-3 (A.14), ΚΑΝ.ΕΠΕ. (7Γ.3)) για κυκλικές διατομές

όπου:

ρ_w είναι το ποσοστό του εγκάρσιου οπλισμού

A_{sw} είναι η επιφάνεια της διατομής ενός κυκλικού συνδετήρα

s είναι η απόσταση μεταξύ των συνδετήρων

z μήκος του εσωτερικού μοχλοβραχίονα,

9.15.7 Λόγοι επάρκειας (χρονοϊστορία)

9.15.7.1 Λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων & δοκών

Για κάθε φορέα με και χωρίς τοιχοπληρώσεις ανεξάρτητα, αναγράφονται τα εξής:

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Υποστυλωμάτων

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λel (10% / 50)	DL λ	DL m	SD λ	SD m	NC λ	NC m		DL	SD λV	NC
K 1(0), κάτω, κ	0.63	0.48	1.00	0.45	1.94	0.45	2.60	y:	0.10	0.19	0.24
K 1(0), άνω, κ	0.51	0.33	1.00	0.34	1.78	0.32	2.36	z:	0.11	0.21	0.26
K 1(1), κάτω, κ	0.52	0.33	1.00	0.35	1.41	0.35	1.82	y:	0.16	0.29	0.37
K 1(1), άνω, κ	0.53	0.32	1.00	0.32	1.40	0.32	1.80	z:	0.16	0.30	0.38
K 1(2), κάτω, κ	0.86	0.50	1.00	0.37	2.10	0.36	2.79	y:	0.13	0.25	0.32
K 1(2), άνω, κ	0.95	0.54	1.00	0.43	2.18	0.42	2.90	z:	0.09	0.16	0.21
K 2(0), κάτω, κ	0.75	0.40	1.00	0.39	1.88	0.39	1.91	y:	0.17	0.31	0.39
K 2(0), άνω, κ	0.99	0.55	1.00	0.42	1.77	0.41	2.28	z:	0.04	0.08	0.10
K 2(1), κάτω, κ	1.16	0.65	1.00	0.41	3.22	0.38	4.35	y:	0.22	0.42	0.56
K 2(1), άνω, κ	1.10	0.62	1.00	0.39	3.23	0.37	4.31	z:	0.01	0.03	0.03

Σχήμα 9.80*: Πίνακας λόγων επάρκειας υποστυλωμάτων*

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ.Μ. Αναγράφεται το όνομα του μέλους, αν είναι κύριο (κ) ή δευτερεύον (δ) και το άκρο στο οποίο αναφέρονται οι λόγοι επάρκειας. Η διάκριση των μελών εξηγείται στην παράγραφο §9.15.3.

Ελαστικοί λόγοι επάρκειας λ_{el}. Αναγράφονται οι κρίσιμοι ελαστικοί λόγοι επάρκειας σε κάμψη που αντιστοιχούν σε σεισμικοί επιτάχυνση με πιθανότητα επαναφοράς 10%/50 έτη. Χρησιμοποιούνται στις προϋποθέσεις εφαρμογής της δυναμικής ανάλυσης (βλέπε 9.14.3). Επίσης, σημειώνεται ο μέγιστος λόγος επάρκειας κάθε ορόφου που χαρακτηρίζει το πλέον εύτρωτο μέλος του ορόροφου.

Λόγοι επάρκειας σε κάμψη λ. Αναγράφονται οι κρίσιμοι λόγοι επάρκειας σε κάμψη λ για όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας που έχουν επιλεγεί. Υπολογίζονται σε όρους εντατικών μεγεθών από την παρακάτω σχέση (ΚΑΝΕΠΕ §9.3.2):

$$\lambda = \frac{S_G + \frac{S_E}{m}}{R_d}$$

όπου

- S_G το αντίστοιχο εντατικό μέγεθος που προκύπτει από την ανάλυση με τα στατικά φορτία του συνδυασμού των $G+\psi_2 Q$
- S_E το αντίστοιχο σεισμικό εντατικό μέγεθος που προκύπτει από την ανάλυση με σεισμό.

- R_d η αντοχή του μέλους σε όρους δυνάμεων. Για τη μέθοδο m υπολογίζεται με βάση τις μέσες τιμές των υλικών, ενώ για τη μέθοδο q με τις χαρακτηριστικές.
- m ο τοπικός δείκτης συμπεριφοράς όπως έχει προκύψει από την τρέχουσα χρονική στιγμή που σημειώνεται ο κρίσιμος λόγος λ. Στη μέθοδο q τη θέση του m λαμβάνει ο ενιαίος δείκτης συμπεριφοράς q που έχει οριστεί.

Τοπικός δείκτης συμπεριφοράς m. Προκύπτει ως εξής:

$$m = \frac{\theta_i}{\theta_y}$$

όπου

- θ_i η γωνία στροφής χορδής της εκάστοτε επιτελεστικότητας για την τρέχουσα αξονική δύναμη και γωνία ροπων που ασκείται.
- θ_y η αντίστοιχη γωνία στροφής χορδής στη διαρροή.

Σημείωση

Για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας, στη μέθοδο q οι τοπικοί δείκτες συμπεριφοράς m είναι ίσοι με τον καθολικό δείκτη συμπεριφοράς q που έχει οριστεί.

Λόγοι επάρκειας σε διάτμηση λ_V. Αναγράφονται οι κρίσιμοι λόγοι επάρκειας σε διάτμηση λ_V για όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας που έχουν επιλεγεί. Υπολογίζονται για κάθε κύρια διεύθυνση του μέλους y,z σε όρους εντατικών μεγεθών από την παρακάτω σχέση (ΚΑΝΕΠΕ §9.3.2):

$$\lambda = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}$$

όπου

- $V_{sd} = min(V_{Ed,E}, V_{Cd})$
- V_{Cd} είναι η τέμνουσα που προκύπτει με βάση τις αρχές του ικανοτικού σχεδιασμού όταν στα άκρα του μέλους αναπτυχθούν οι ροπές υπεραντοχής του και
- $V_{Ed,E}$ είναι η ελαστική σεισμική τέμνουσα που προκύπτει από ανάλυση με $m_i=1$ ή $q=1$.

– V_{Rd} η τέμνουσα αντοχής του μέλους υπολογιζόμενη για τα κύρια στοιχεία με τις χαρακτηριστικές τιμές των αντοχών τους, ενώ για τα δευτερεύοντα με τις μέσες τιμές των αντοχών τους

Σημείωση

Όταν έχουν επιλεγεί 3-6 σεισμοί τότε οι κρίσιμοι λόγοι επάρκειας είναι οι δυσμενέστεροι όλων. Αντίθετα όταν έχουν επιλεγεί 7 ή περισσότεροι, οι λόγοι επάρκειας προκύπτουν ως ο μέσος όρος των μεγίστων του κάθε σεισμού. Σε αυτή την περίπτωση τα συναφή εντατικά μεγέθη αφορούν το σεισμό εκείνο του οποίου ο λόγος επάρκειας βρίσκεται κοντύτερα στον μέσο όρο.

9.15.7.2 Λόγοι επάρκειας πεσσών

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας πεσσών φέρουσας τοιχοποιίας

Μέλος, διευθ., Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	Τύπος	DL λ	DL m	SD λ	SD m	NC λ	NC m
K1(0), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.08! (V)	1.00	0.66 (V)	1.78	1.19! (V)	2.36
K1(0), εκτός επιπέδου, κ		0.70	1.00	0.44	1.50	0.60	2.00
K1(1), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.33! (V)	1.00	0.97 (V)	1.78	1.40! (V)	2.36
K1(1), εκτός επιπέδου, κ		0.07	1.00	0.06	1.50	0.10	2.00
K2(0), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.90 (V)	1.00	0.65 (V)	1.78	0.95 (V)	2.36
K2(0), εκτός επιπέδου, κ		0.33	1.00	0.28	1.50	0.46	2.00
K2(1), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.77 (V)	1.00	0.52 (V)	1.78	0.82 (V)	2.36
K2(1), εκτός επιπέδου, κ		0.26	1.00	0.31	1.21	0.52	1.61
K3(0), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.08! (V)	1.00	0.70 (V)	1.78	1.05! (V)	2.36
K3(0), εκτός επιπέδου, κ		0.37	1.00	0.31	1.50	0.52	2.00
K3(1), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	0.83 (V)	1.00	0.60 (M)	1.45	1.08! (M)	1.92
K3(1), εκτός επιπέδου, κ		0.50	1.00	0.50	1.33	0.73	1.76
K4(0), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.21! (V)	1.00	0.72 (V)	1.78	1.33! (V)	2.36
K4(0), εκτός επιπέδου, κ		0.52	1.00	0.33	1.50	0.42	2.00
K4(1), εντός επιπέδου, κ	Άοπλη	1.34! (V)	1.00	0.94 (V)	1.78	1.43! (V)	2.36
K4(1), εκτός επιπέδου, κ		0.31	1.00	0.26	1.50	0.44	2.00

(M): Η διατμητική ικανότητα του πεσσού εντός επιπέδου ελέγχεται από κάμψη.
(V): Η διατμητική ικανότητα του πεσσού εντός επιπέδου ελέγχεται από τέμνουσα.
(T): Ο πεσσός αστοχεί λόγω εφελκυσμού
(C): Ο κρίσιμος έλεγχος του πεσσού είναι σε θλιπτικό αξονικά.

Σχήμα 9.81*: Πίνακας λόγων επάρκειας πεσσών*

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ.Μ. Αναγράφεται το όνομα του μέλους, αν είναι κύριο (κ) ή δευτερεύον (δ) και το είδος ελέγχου που πραγματοποιείται (εντός/εκτός επιπέδου).

Τύπος. Αναγράφεται το είδος της τοιχοποιίας (άοπλη, ενισχυμένη, διαζωματική, διαζωματική ενισχυμένη)

Λόγοι επάρκειας λ. Αναγράφονται ξεχωριστά για εντός και εκτός επιπέδου οι κρίσιμοι λόγοι επάρκειας λ για όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας που έχουν επιλεγεί. Υπολογίζονται σε όρους τέμνουσας από την παρακάτω σχέση (ΚΑΔΕΤ §9.3.2):

$$\lambda = \frac{V_G + \frac{V_E}{m}}{V_{Rd}}$$

όπου

- V_G η τέμνουσα που προκύπτει από την ανάλυση με τα στατικά φορτία του συνδυασμού των $G+\psi_2 Q$
- V_E η τέμνουσα που προκύπτει από την ανάλυση με σεισμό.
- V_{Rd} η διατμηρική αντοχή του πεσσού. Για τη μέθοδο m υπολογίζεται με βάση τις μέσες τιμές των υλικών, ενώ για τη μέθοδο q με τις χαρακτηριστικές.
- m ο τοπικός δείκτης συμπεριφοράς όπως έχει προκύψει από την τρέχουσα χρονική στιγμή που σημειώνεται ο κρίσιμος λόγος λ. Στη μέθοδο q τη θέση του m λαμβάνει ο ενιαίος δείκτης συμπεριφοράς q που έχει οριστεί.

Στην εντός επιπέδου δράση, δίπλα από την τιμή του λόγου λ τυπώνεται και ο κρίσιμος μηχανισμός αστοχίας

- (M): Όταν κρίσιμη είναι η ροπή
- (V): Όταν κρίσιμη είναι η τέμνουσα
- (T): Όταν προκύπτει αστοχία σε εφελκυσμό
- (C): Όταν προκύπτει αστοχία λόγω υπέρβασης της μέγιστης θλιπτικής αντοχής.

Τοπικός δείκτης συμπεριφοράς m. Προκύπτει ως εξής:

$$m = \frac{\theta_i}{\theta_y}$$

όπου

- θ_i η γωνία στροφής χορδής της εκάστοτε επιτελεστικότητας
- θ_y η αντίστοιχη γωνία στροφής χορδής στη διαρροή.

Σημείωση

Για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας, στη μέθοδο q οι τοπικοί δείκτες συμπεριφοράς m είναι ίσοι με τον καθολικό δείκτη συμπεριφοράς q που έχει οριστεί.

Όταν έχουν επιλεγεί 3-6 σεισμοί τότε οι κρίσιμοι λόγοι επάρκειας είναι οι δυσμενέστεροι όλων. Αντίθετα όταν έχουν επιλεγεί 7 ή περισσότεροι, οι λόγοι επάρκειας προκύπτουν ως ο μέσος όρος των μεγίστων του κάθε σεισμού. Σε αυτή την περίπτωση τα συναφή εντατικά μεγέθη αφορούν το σεισμό εκείνο του οποίου ο λόγος επάρκειας βρίσκεται κοντύτερα στον μέσο όρο.

9.15.7.3 Συνολική Φέρουσα Ικανότητα

Συνολική Φ.Ι. φορέα φέρουσας τοιχοποιίας

Στάθμη Επιτελεστικότητας [/]	Διεύθ. [/]	Τέμνουσα βάσης Vb [KN]	Συνολική διατμητική αντοχή ΣVRd [KN]	Λόγος επάρκειας λ = Vb / ΣVRd
DL	X	1345.9	2439.1	0.55
	Z	1533.3	2705.7	0.57
SD	X	1782.2	2462.7	0.72
	Z	2030.4	2751.8	0.74
NC	X	3339.5	2456.4	1.36!
	Z	3804.4	2734.7	1.39!

Σημείωση: Στις στάθμες SD και NC ο συνολικός έλεγχος Φ.Ι. γίνεται με τα πλήρως ελαστικά εντατικά μεγέθη για q=1.

Διευθ. Η διεύθυνση του κτιρίου X, Z στην οποία πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος.

Τέμνουσα βάσης Vb [kN]. Η συνολική ελαστική τέμνουσα βάσης ανά διεύθυνση και επιτελεστικότητα.

Συνολική διατμητική αντοχή ΣVRd [kN]. Το άθροισμα των αντοχών των πεσσών $V_{Rd}=min\ (V_f, V_v)$ στη βάση του κτιρίου

Σημείωση

Στον ΚΑΔΕΤ §9.2.1, ο συνολικός έλεγχος φέρουσας ικανότητα ελέγχεται στη στάθμη DL (q=1). Στο FespaT η λογική αυτή του ελέγχου έχει επεκταθεί προαιρετικά και στις στάθμες SD, NC άλλα επίσης για q=1. Γίνεται, δηλ., η υπόθεση ότι, εφόσον ο συνολικός έλεγχος καλύπτει για τον σεισμικό συντελεστή της SD ή NC την DL, τότε θα καλύπτει και τις ίδιες τις στάθμες SD και NC.

9.15.8 Συγκεντρωτικοί λόγοι επάρκειας

9.15.8.1 Συγκεντρωτικοί λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων & δοκών

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Υποστυλωμάτων

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	DL λ	DL m	SD λ	SD m	NC λ	NC m		DL	SD λV	NC
K 1(0), κ, κάτω	0.52 [XI-τπ]	1.00	0.86 [XI-τπ]	1.13	1.27! [PO]	-	y:	0.24 [PO]	0.44 [PO]	0.69 [XI-τπ]
K 1(0), κ, άνω	0.44 [PO]	-	0.63 [XI-τπ]	1.28	0.87 [XI-τπ]	1.50	z:	0.38 [XI-τπ]	0.75 [XI-τπ]	1.32! [XI-τπ]
K 1(1), κ, κάτω	0.47 [PO]	-	0.53 [XI-τπ]	1.46	0.61 [XI-τπ]	1.89	y:	0.36 [PO]	0.54 [PO]	0.63 [XI-τπ]
K 1(1), κ, άνω	0.56 [PO]	-	0.70 [XI-τπ]	1.26	0.91 [XI-τπ]	1.41	z:	0.28 [PO]	0.45 [XI-τπ]	0.78 [XI-τπ]
K 1(2), κ, κάτω	0.53 [XI-τπ]	1.00	0.58 [XI-τπ]	1.54	0.67 [XI-τπ]	1.85	y:	0.42 [PO]	0.57 [PO]	0.67 [PO]
K 1(2), κ, άνω	0.60 [PO]	-	0.64 [XI-τπ]	1.18	0.79 [XI-τπ]	1.32	z:	0.18 [PO]	0.23 [XI-τπ]	0.38 [XI-τπ]
K 2(0), κ, κάτω	0.39 [XI-τπ]	1.00	0.52 [XI-τπ]	1.42	0.67 [XI-τπ]	1.81	y:	-	-	-
K 2(0), κ, άνω	0.34 [XI-τπ]	1.00	0.42 [XI-τπ]	1.52	0.52 [XI-τπ]	2.16	z:	0.36 [PO]	0.58 [PO]	0.99 [XI-τπ]
K 2(1), κ, κάτω	0.28 [XI-τπ]	1.00	0.30 [XI-τπ]	1.69	0.36 [XI-τπ]	2.15	y:	-	-	-
K 2(1), κ, άνω	0.33 [XI-τπ]	1.00	0.36 [XI-τπ]	1.59	0.45 [XI-τπ]	2.03	z:	0.26 [PO]	0.43 [PO]	0.49 [PO]
K 2(2), κ, κάτω	0.18 [XI-τπ]	1.00	0.23 [XI-τπ]	1.31	0.30 [XI-τπ]	1.64	y:	-	-	-
K 2(2), κ, άνω	0.27 [XI-τπ]	1.00	0.26 [XI-τπ]	2.07	0.31 [XI-τπ]	2.47	z:	0.10 [PO]	0.18 [PO]	0.37 [PO]

Σχήμα 9.82: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα λόγων επάρκειας όλων των αναλύσεων

Για κάθε μέλος παρουσιάζονται οι κρίσιμοι λόγοι επάρκειας όλων των αναλύσεων που έχουν προηγηθεί. Για να συγκεντρωθούν όλα τα αποτελέσματα θα πρέπει η παράμετρος «Επίλυση > Αποτίμηση > Διαγραφή προηγούμενων αναλύσεων αποτίμησης» να είναι «Όχι» (βλέπε §5.2.1.2). Στην περίπτωση που κρίσιμη ανάλυση προκύψει η ελαστική, τότε σημειώνεται και ο αντίστοιχος τοπικός δείκτης συμπεριφοράς m. Τα είδη των αναλύσεων σημειώνονται ως εξής:

[XI-τπ] Ανάλυση χρονοϊστορίας χωρίς τοιχοπληρώσεις

[XI+τπ] Ανάλυση χρονοϊστορίας με τοιχοπληρώσεις

[PO] Ανελαστική ανάλυση Pushover

> **Σημείωση**
>
> Υπάρχει ενδεχόμενο ο κρισιμότερος λόγος επάρκειας να προκύψει από την ανάλυση με στατικά φορτία του συνδυασμού G+ψ2Q. Η περίπτωση αυτή σημειώνεται στον πίνακα με (*).

9.15.8.2 Δυσμενέστες εντάσεις υποστυλωμάτων & δοκών

Σημειώνονται τα εντατικά μεγέθη που δρουν στο άκρο του εκάστοτε μέλους τη στιγμή που ασκείται ο κρίσιμος λόγος επάρκειας.

Μέλος [/]	Άκρο [/]	Κρίσιμη Ανάλυση	NG [kN]	NE [kN]	NRd [kN]	Διεύθ. ροπής	MG [kNm]	ME [kNm]	MRd [kNm]
K 1(0)	Αρχή	XI-τπ	-183.23	44.74	-1008.50	y	0.62	2.14	9.34
						z	-19.60	-10.31	-61.49
	Τέλος	XI-τπ	-176.48	44.57	-1420.00	y	-4.02	-3.43	-18.50
						z	6.45	12.28	58.33
K 1(1)	Αρχή	PO	-115.44	-31.50	-	y	6.77	20.11	-
						z	6.73	6.48	-
	Τέλος	PO	-108.69	-31.50	-	y	-6.28	-20.15	-
						z	-6.80	-5.14	-
K 1(2)	Αρχή	XI-τπ	-42.06	-15.68	-338.88	y	7.70	-0.63	6.31
						z	3.19	20.55	48.70
	Τέλος	XI-τπ	-35.31	10.20	-256.87	y	-8.75	-7.42	-23.81
						z	-0.39	19.70	39.60
K 2(0)	Αρχή	XI-τπ	-287.28	49.44	-1750.30	y	-0.27	2.82	6.81
						z	-0.54	-23.12	-58.61
	Τέλος	XI-τπ	-280.53	49.30	-1675.10	y	0.43	-2.35	-4.02
						z	2.53	31.44	61.92

Σχήμα 9.83: Συγκεντρωτικές δυσμενέστερες εντάσεις υποστυλωμάτων

NG, MG

Είναι τα εντατικά μεγέθη που ασκούνται στο αντίστοιχο άκρο μέλους λόγω των στατικών φορτίων του συνδυασμού $G+\psi_2 Q$. Η στατική ροπή MG αναφέρεται για κάθε διεύθυνση φόρτισης y/z.

NE, ME

Είναι τα ελαστικά σεισμικά εντατικά μεγέθη που ασκούνται στο αντίστοιχο άκρο μέλους.

NRd, MRd

Είναι η αντοχή σε αξονική και σε ροπή κάμψης αντίστοιχα για κάθε άκρο και διεύθυνση y/z στην ανάλυση Χρονοϊστορίας τη στιγμή που ασκούνται τα NE, ME.

9.15.9 Κατάταξη σε βασική σεισμική κλαση

Στην 3η αναθεώρηση του ΚΑΝΕΠΕ δίνονται δύο επιλογές για τον προσδιορισμό της σεισμικής απαίτησης στο σχεδιασμό και τον έλεγχο ενισχύσεων.

1. Το κτίριο να ικανοποιεί τον ελάχιστο στο του πίνακα ΠΑ.2.1. του ΚΑΝΕΠΕ, εν προκειμένω τη στάθμη Γ1 (Αποφυγή κατάρρευσης για 10% στα 50 χρόνια). Η απαίτηση αυτή ίσχυε και στον προηγούμενο ΚΑΝΕΠΕ του 2017.
2. Το υφιστάμενο κτίριο, αφού καταταγεί σε βασική σεισμική κλάση σύμφωνα με τον πίνακα 2.1 του ΚΑΝΕΠΕ, στη συνέχεια να ενισχυθεί τόσο ώστε να ικανοποιεί μία τουλάχιστον σεισμική κλάση. Η εναλλακτική αυτή απαίτηση εισάγεται πρώτη φορά στην 3η αναθεώρηση του ΚΑΝΕΠΕ 2022.

Μέγιστα λόγων επάρκειας βασικών σεισμικών κλάσεων - Έλεγχος Ροπής

Σεισμική κλάση	Σεισμική επιτάχυνση κλάσης [g]	Κρίσιμο μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Κρίσιμος λόγος Επάρκειας
B4+	0.040	K8(1)	Κύριο	0.66
B3	0.056	K10(0)	Κύριο	0.76
B3+	**0.072**	**K10(0)**	**Κύριο**	**0.88**
B2	0.096	K10(0)	Κύριο	1.07!
B2+	0.120	K10(0)	Κύριο	1.35!
B1	0.160	K10(0)	Κύριο	1.92!
B1+	0.208	K10(0)	Κύριο	2.76!
B0	0.288	K7(0)	Κύριο	4.29!

Μέγιστα λόγων επάρκειας βασικών σεισμικών κλάσεων - Έλεγχος διάτμησης

Σεισμική κλάση	Σεισμική επιτάχυνση κλάσης [g]	Κρίσιμο μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Κρίσιμος λόγος Επάρκειας
B4+	0.040	Δ6.1(0)	Κύριο	0.70
B3	0.056	Δ6.1(0)	Κύριο	0.71
B3+	**0.072**	**Δ6.1(0)**	**Κύριο**	**0.72**
B2	0.096	K15(0)	Κύριο	0.77
B2+	0.120	K15(0)	Κύριο	0.93
B1	0.160	K15(0)	Κύριο	0.96
B1+	0.208	K15(1)	Κύριο	0.97
B0	0.288	K15(1)	Κύριο	0.97

Μέγιστα λόγων επάρκειας βασικών σεισμικών κλάσεων - Έλεγχος διάτμησης κόμβου

Σεισμική κλάση	Σεισμική επιτάχυνση κλάσης [g]	Κρίσιμος κόμβος	Τύπος αστοχίας	Κρίσιμος λόγος Επάρκειας
B4+	0.040	K8(0)	Εφελκυσμός	0.89
B3	0.056	K8(0)	Εφελκυσμός	0.95
B3+	**0.072**	**K8(0)**	**Εφελκυσμός**	**0.98**
B2	0.096	K14(0)	Εφελκυσμός	1.11!
B2+	0.120	K14(0)	Εφελκυσμός	1.27!
B1	0.160	K14(0)	Εφελκυσμός	1.33!
B1+	0.208	K14(0)	Εφελκυσμός	1.34!
B0	0.288	K14(0)	Εφελκυσμός	1.34!

Σημειώσεις
(!): Οριζόντια εδαφική επιτάχυνση αναφοράς $a_{g,ref}$=0.160g
(!): Το κτίριο κατατάσσεται στη βασική σεισμική κλάση: **B3+** (ΚΑΝ.ΕΠΕ. πίνακας 2.1) σύμφωνα με την ανάλυση Pushover
(!): Κριτήριο κατάταξης στη βασική σεισμική κλάση: Έλεγχος διάτμησης κόμβου, με λόγο επάρκειας λ= 0.98
(!): Ποσοστό εξάντλησης σεισμικής κλάσης: 15%, με a_{g_max}~=0.076g

Τυπώνονται τα αποτελέσματα των σεισμικών κλάσεων. Τα αποτελέσματα χωρίζονται σε 3 κατηγορίες ελέγχων (έλεγχος ροπής, τέμνουσας και διάτμησης κόμβου). Για κάθε κατηγορία ελέγχου τυπώνονται αποτελέσματα για όλες τις σεισμικές κλάσεις από τη χαμηλότερη B4+ έως την υψηλότερη B0. Αναλυτικότερα, τυπώνονται η σεισμική επιτάχυνση της κλάσης, ο μεγαλύτερος λόγος επάρκειας που προκύπτει σε κάθε ποιο κύριο ή δευτερεύον μέλος.

Συνοδευτικά τυπώνονται 4 σημειώσεις:

[1] Η εδαφική σεισμική επιτάχυνση αναφοράς με βάση την οποία διαμορφώνονται και οι επιμέρους επιταχύνσεις των σεισμικών κλάσεων.

[2] Η κρίσιμη σεισμική κλάση κατάταξης με βάση τα 3 κριτήρια ελέγχου.

[3] Το κριτήριο ελέγχου από το οποίο προέκυψε η σεισμική κλάση.

[4] Το ποσοστό εξάντλησης της σεισμικής κλάσης και μία εκτίμηση της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης που αντέχει το κτίριο. Καθώς οι σεισμικές κλάσεις αναφέρονται σε ένα εύρος επιταχύνσεων, το ποσοστό εξάντλησης είναι ένας δείκτης που ποσοτικοποιεί σε ποιο σημείο του εύρους βρίσκεται το κτίριο.

Παρατήρηση

- Σε περίπτωση που πραγματοποιηθούν αναλύσεις Pushover και χρονοϊστορίας, υπολογίζεται η κρισιμότερη σεισμική κλάση όλων των αναλύσεων και τυπώνονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα, κατ' αντιστοιχία με τους λόγους επάρκειας (Τεύχος >).
- Οι σεισμικές κλάσεις υπολογίζονται και τυπώνονται και για κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία κατά ΚΑΔΕΤ.
- Όταν εξετάζεται μικτό κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα και φέρουσα τοιχοποιία, υπολογίζονται σεισμικές κλάσεις για τα 2 υλικά ξεχωριστά.

9.15.10 Αναλυτικά αποτελέσματα αποτίμησης Ο/Σ

9.15.10.1 Αναλυτικά αποτελέσματα ελέγχου διάτμησης κόμβων

Παρουσιάζεται ο έλεγχος επάρκειας σε διάτμηση κόμβων σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. §7.2.5. Ο έλεγχος πραγματοποιείται τόσο στη μέθοδο Pushover όσο και Χρονοϊστορίας και τυπώνεται στο Τεύχος σύμφωνα με το παρακάτω Σχήμα 9.84

Κόμβ	Ένταση			Διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση				Διαγώνια θλίψη	
Διεύ	vtop	Vhj	τjh	άοπλου κόμβου		οπλισμένου κόμβου		τju	λju
Επιτ	[/]	[kN]	[MPa]	τc [MPa]	λc1	τc [MPa]	λc2	[MPa]	
K2(0)	fc=20.4Mpa, fct=2.6Mpa, fyw=333.3Mpa								
y	pjh=1.82‰	bj=45.0cm, hc=42.0cm, hb=47.6cm - Δοκοί: **Δ13.1(0)**							
DL	0.09	127.4	0.67	3.39	0.20	3.77	0.18	19.37	0.03
SD	0.09	127.4	0.67	3.39	0.20	3.77	0.18	19.37	0.03
NC	0.09	127.4	0.67	3.39	0.20	3.77	0.18	19.37	0.03
K5(0)	fc=19.9Mpa, fct=2.6Mpa, fyw=333.3Mpa								
z	pjh=1.76‰	bj=55.0cm, hc=42.0cm, hb=52.6cm - Δοκοί: **Δ3.1(0)**							
DL	0.18	653.2	2.83	3.98	0.71	4.41	0.64	18.04	0.16
SD	0.18	653.2	2.83	3.98	0.71	4.41	0.64	18.04	0.16
NC	0.18	653.2	2.83	3.98	0.71	4.41	0.64	18.04	0.16
K6(0)	fc=20.8Mpa, fct=2.6Mpa, fyw=333.3Mpa								
y	pjh=2.06‰	bj=47.5cm, hc=47.0cm, hb=47.6cm - Δοκοί: **Δ13.1(0), Δ15.1(0)**							
DL	0.18	165.2	0.74	4.04	0.18	4.54	0.16	-	-
DL	0.20	168.6	0.76	-	-	-	-	18.59	0.04
SD	0.18	165.2	0.74	4.04	0.18	4.54	0.16	-	-
SD	0.20	168.6	0.76	-	-	-	-	18.59	0.04
NC	0.18	165.2	0.74	4.04	0.18	4.54	0.16	-	-
NC	0.20	168.6	0.76	-	-	-	-	18.59	0.04
z	pjh=2.00‰	bj=55.0cm, hc=62.0cm, hb=52.6cm - Δοκοί: **Δ3.2(0), Δ3.3(0)**							
DL	0.09	559.7	1.64	3.38	0.49	3.79	0.43	19.83	0.08
SD	0.09	559.7	1.64	3.38	0.49	3.79	0.43	19.83	0.08
NC	0.09	559.7	1.64	3.38	0.49	3.79	0.43	19.83	0.08

Σχήμα 9.84: Αναλυτική εκτύπωση ελέγχου διάτμησης κόμβου

Κόμβ, Διεύ, Επιτ

Είναι ο προσδιορισμός του κόμβου σύμφωνα με το άνω άκρο του στύλου που συντρέχει σε αυτόν, η διεύθυνση που εξαιτάζεται και η αντίστοιχη επιτελεστικότητα ελέγχου

f_{ccV}, f_{ct}, f_{yw}

Είναι η θλιπτική αντοχή του περισφιγένου πυρήνα του κόμβου, η εφελκυστική αντοχή του κόμβου και η τάση διαρροής των συνδετήρων για τους ελέγχους σε όρους δυνάμεων.

h_c, h_b

Είναι το ύψος διατομής του υποστυλώματος και το ύψος της δοκού αντίστοιχα.

b_j

Είναι πλάτος του κόμβου, το οποίο μπορεί να λαμβάνεται ως το ελάχιστο των $\max(b_c, b_w)$ και $\min(b_c, b_w)+h_c/2$, με b_c, b_w το πλάτος του υποστυλώματος και της δοκού σε οριζόντια διεύθυνση κάθετα στο h_c.

vtop

Είναι η ανηγμένη αξονική δύναμη του υπερκείμενου υποστυλώματος.

V_{jh}

Είναι η οριζόντια τέμνουσα δύναμη που εισάγει το υποστύλωμα στον κόμβο και είναι ίση με τη διαφορά των ροπών του υποστυλώματος πάνω και κάτω από τον κόμβο διαιρεμένη με το ύψος της διατομής της δοκού h_b.

τ_{jh}

Είναι η αντίστοιχη μέση διατμητική τάση στον πυρήνα του κόμβου.η ανηγμένη αξονική δύναμη του υπερκείμενου υποστυλώματος.

τ_c

Είναι η αντοχή του άοπλου ή οπλισμένου κόμβου λόγω διαγώνιας εφελκυστικής ρηγμάτωσης στον πυρήνα του κόμβου.

λ_c

Είναι ο λόγος επάρκειας λόγω διαγώνιας εφελκυστικής ρηγμάτωσης και ισούται με το λόγο τ_{jh} προς τ_c.

τ_{ju}

Είναι η αντοχή του κόμβου λόγω διαγώνιας θλίψης στον πυρήνα του κόμβου.

λ_{ju}

Είναι ο λόγος επάρκειας λόγω διαγώνιας θλίψης στον κόμβο και ισούται με το λόγο τ_{jh} προς τ_{ju}.

9.15.10.2 Αναλυτικά αποτελέσματα χρονοϊστορίας υποστυλωμάτων σε κάμψη

Παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία υπολογισμού του κρίσιμου λόγου επάρκειας κάθε μέλους και επιτελεστικότητας. Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και στα δύο άκρα του μέλους θα πρέπει να επιλεγεί αναλυτική εκτύπωση αποτελεσμάτων «(Επίλυση > Αποτελέσματα > Λεπτομέρεια αποτελεσμάτων επίλυσης μελών σκυροδέματος)»

[ΚΑΝ.ΕΠ.Ε. §4.7.1] Όριο λόγω qu(=qη): $m_{SD} < \frac{\lambda_{el,SD,max}}{\lambda_{el,SD,i}} \cdot \mu_\delta \cdot 1.15 = \frac{1.70}{0.86} 1.55 \cdot 1.15 = 3.49$

$m_{SD} = \frac{\theta_{SD}}{\theta_y} = \frac{13.62 \cdot 10^{-3} rad}{12.05 \cdot 10^{-3} rad} = 1.13$

διαθ m_{SD} = <u>1.13</u>

$Mz_{Sd} = Mz_G + \frac{Mz_E}{m_{SD}} = 0.9 + \frac{87.2}{1.13} = 78.0$, $\mu_{\theta SD} = \lambda_{SD} \cdot m_{SD} = 0.76 \cdot 1.13$ **στοχ. $\mu_{\theta SD}$ = <u>0.86</u>** (για ανασχεδ.)

$$\lambda_{SD} = \frac{\sqrt{My_{Sd}^2 + Mz_{Sd}^2}}{\sqrt{My_{Rd}^2 + Mz_{Rd}^2}} = \frac{\sqrt{(-32.7)^2 + (78.0)^2}}{\sqrt{(-42.5)^2 + (102.1)^2}}$$

λ_{SD} = <u>0.76</u>

Σχήμα 9.85*: Διαδικασία υπολογισμού λόγου επάρκειας υποστυλώματος*

Τα βήματα υπολογισμού του κρίσιμου λόγου επάρκειας του μέλους (***Σχήμα 9.85***) είναι τα εξής:

- Υπολογισμός τοπικού δείκτη συμπεριφοράς m ως ο λόγος της γωνίας στροφής χορδής θ_i της εκάστοτε επιτελεστικότητας προς την αντίστοιχη γωνία στη διαρροή θy:

$$m = \frac{\theta_i}{\theta_y}$$

- Περιορισμός του δείκτη συμπεριφοράς m σύμφωνα με την τιμή του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς q (ΚΑΝΕΠΕ §8.2.3(δ)).
  - Υπολογίζεται ο δείκτης πλαστιμότητας $q_\pi \equiv q_u$ ως ο λόγος του καθολικού δείκτη q προς το δείκτη υπεραντοχής $q_υ$

$$q_\pi = \frac{q}{q_o}$$

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας μ_δ του δομήματος σε όρους μετακινήσεων.

$$\mu_\delta = \begin{cases} q_\pi & T > T_C \\ 1 + \left(\frac{T_C}{T}\right)(q_\pi - 1) & T < T_C \end{cases}$$

- Υπολογίζεται το όριο του m σύμφωνα με τη σχέση:

$$m_{\max} \le \frac{\lambda_{el,SD,\max}}{\lambda_{el,SD,i}} \cdot \mu_\delta \cdot k$$

όπου

  - $\lambda_{el,SD,max}$ χαρακτηρίζει το πλέον εύτρωτο μέλος του κάθε όροφου και είναι ο μέγιστος λόγος επάρκειας για ελαστική ανάλυση (q=1) για το σεισμό της στάθμης SD.
  - $\lambda_{el,SD,i}$ είναι ο λόγος επάρκειας για ελαστική ανάλυση του τρέχοντος μέλους για στάθμη SD.
  - k είναι ο συντελεστής απόκλισης που έχει οριστεί στην παράμετρο «(Κτίριο > Αποτίμηση > Μέγιστη τιμή συντελεστών m. m,max<q*k, k=)»

■ Ο τελικός τοπικός δείκτης συμπεριφοράς αντιπροσωπεύει και τη διαθέσιμη πλαστιμότητα του μέλους.

$$m_{\delta\iota\alpha\theta} = m = \min\left[m, m_{\max}\right]$$

■ Υπολογίζονται οι δρώσες ροπές:

$$M_{Sd} = M_G + \frac{M_E}{m}$$

όπου M_G η ροπή λόγω τον στατικών φορτίων και M_E η σεισμική ροπή από την ελαστική ανάλυση (q=1)

■ Υπολογίζεται ο λόγος επάρκειας λ.

$$\lambda = \frac{S_d}{R_d} = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = \frac{\sqrt{M_{y,Sd} + M_{z,Sd}}}{\sqrt{M_{y,Rd} + M_{z,Rd}}}$$

- Τέλος, υπολογίζεται η απαίτηση σε πλαστιμότητα για το μέλος μ_θ:

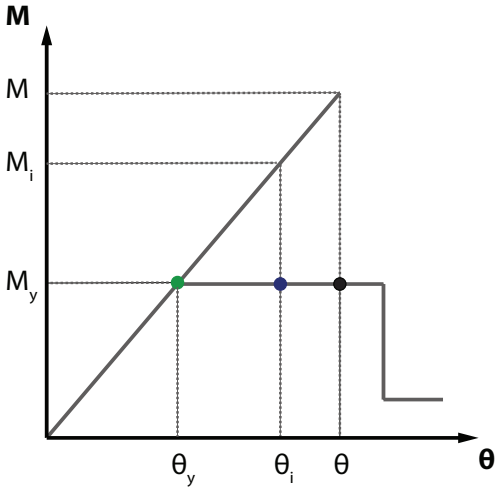
$$\mu_\theta = \frac{\theta}{\theta_y} = \frac{\theta}{\theta_i} \cdot \frac{\theta_i}{\theta_y} \approx \lambda \cdot m$$

όπου

θ η τρέχουσα γωνία στροφής χορδής που αναπτύχθηκε

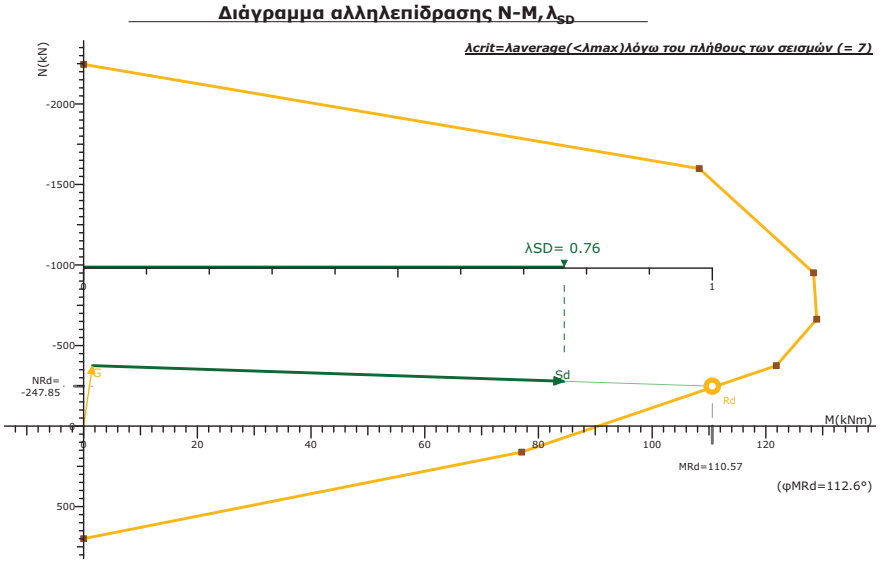
θ_i η γωνία στροφής χορδής της στάθμης επιτελεστικότητας προς εξέταση, π.χ. θ_{SD}, θ_{NC}

θ_y η γωνία στροφής χορδής στη διαρροή



Σχήμα 9.86*: Υπολογισμός απαίτησης σε πλαστιμότητα μθ*

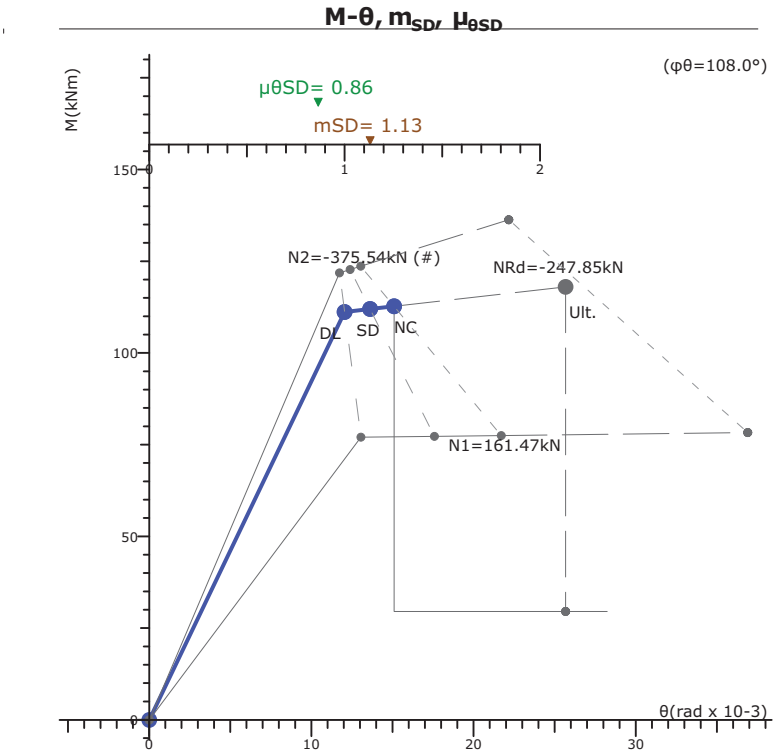
Η διαδικασία υπολογισμού αναπαριστάνεται γραφικά σε 3 διαγράμματα:



Σχήμα 9.87*: Διάγραμμα αλληλεπίδρασης N-M*

Διάγραμμα αλληλεπίδρασης N-M Είναι η κατακόρυφη τιμή της χωρικής καμπύλης αλληλεπίδρασης «κρεμμυδιού» τη χρονική στιγμή που υπολογίζεται ο κρίσιμος λόγος επάρκειας. Στο διάγραμμα αποτυπώνονται τα εξής:

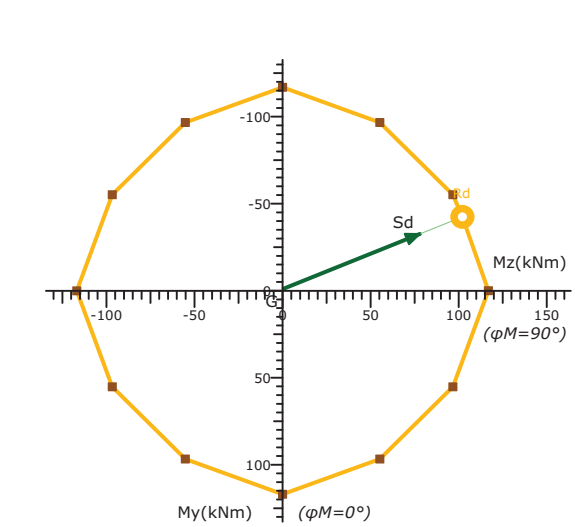
- Η γωνία των ροπών φM_{Rd} στην οποία αναφέρεται η κατακόρυφη τομή του διαγράμματος αλληλεπίδρασης N-M.
- Το διάνυσμα δράσης **G** των στατικών φορτίων
- Το διάνυσμα δράσης των σεισμικών φορτίων $\mathbf{S_d}$, διαιρεμένων με τον δείκτη συμπεριφοράς m ή q.
- Η ροπή και η αξονική αντοχή M_{Rd} και N_{Rd} αντίστοιχα. Προκύπτουν από την τομή της ευθείας που ορίζει το διάνυσμα $\mathbf{S_d}$ με την καμπύλη αντίστασης.
- Η τιμή του λόγου επάρκειας λ και η σήμανση αστοχίας ή επάρκειας.
- Ο τρόπος που προέκυψε ο κρίσιμος λόγος επάρκειας ανάλογα με το πλήθος των σεισμών (μέσος όρος των μεγίστων ή μέγιστος των μεγίστων κάθε σεισμού) και ο σεισμός από τον οποίο προέκυψε.



Σχήμα 9.88: Υπολογισμός τοπικού δείκτη συμπεριφοράς m

M-θ, m, μ_θ Παρουσιάζεται ο υπολογισμός της τιμής του τοπικού δείκτη συμπεριφοράς m (διαθέσιμη πλαστιμότητα μέλους) και της στοχευόμενης πλαστιμότητας μ_θ. Στο διάγραμμα αποτυπώνονται τα εξής:

- Το τρέχον διάγραμμα M-θ που προκύπτει με γραμμική παρεμβολή για την αντίστοιχη αξονική αντοχή N_{Rd} και γωνία φθ.
- Ο τοπικός δείκτης συμπεριφοράς m της εκάστοτε επιτελεστικότητας. Ο δείκτης m χαρακτηρίζει τη διαθέσιμη πλαστιμότητα του μέλους.
- Η στοχευόμενη πλαστιμότητα του μέλους μ_θ.



***Σχήμα 9.89**: Διάγραμμα αλληλεπίδρασης My-Mz*

Διαγράμματα αλληλεπίδρασης My-Mz Είναι η οριζόντια τιμή της χωρικής καμπύλης αλληλεπίδρασης «κρεμμυδιού» τη χρονική στιγμή που υπολογίζεται ο κρίσιμος λόγος επάρκειας. Στο διάγραμμα αποτυπώνονται τα εξής:

- Το διάνυσμα δράσης **G** των στατικών φορτίων
- Το διάνυσμα δράσης των σεισμικών φορτίων $\mathbf{S_d}$, διαιρεμένων με τον δείκτη συμπεριφοράς m ή q.
- Το σημείο τομής της ευθείας που ορίζει το διάνυσμα $\mathbf{S_d}$ με την καμπύλη αντίστασης.

9.15.10.3 Αναλυτικά αποτελέσματα χρονοϊστορίας υποστυλωμάτων σε διάτμηση

Έλεγχος έναντι τέμνουσας υποστυλωμάτων

Μέλος Κ/Δ	Δι.ε.	λcr	Mrd1 [KNm]	Mrd2 [KNm]	VEd,E [KN]	Vsd [KN]	VRd [KN]	Σεισμός t sec
Κ 9(0)	Y	0.26	242.09	-282.02	-146.03	-146.03 "E"	557.53	4- 7.18
Κύριο	Z	0.54	683.44	-485.41	-330.04	-330.04 "E"	613.28	6- 4.38
Κ 9(1)	Y	0.41	-237.38	243.33	193.59	230.74 "C"	557.53	3- 3.78
Κύριο	Z	0.55	-482.14	462.35	339.45	339.45 "E"	613.28	4- 5.14
Κ 9(2)	Y	0.42	-328.66	332.69	230.65	230.65 "E"	553.31	1- 8.44
Κύριο	Z	0.63	-576.96	571.82	387.60	387.60 "E"	613.28	1- 10.12
Κ 9(3)	Y	0.41	-322.89	322.15	228.83	228.83 "E"	553.77	1- 8.46
Κύριο	Z	0.69	-591.63	601.37	421.63	421.63 "E"	613.28	1- 10.12

***Σχήμα 9.90**: Αναλυτική εκτύπωση τέμνουσας υποστυλωμάτων*

Παρουσιάζεται για τα υποστυλώματα και τα τοιχώματα ο κρίσιμος λόγος επάρκειας σε τέμνουσα λ_V σύμφωνα με τον ικανοτικό έλεγχο και τα βήματα υπολογισμού του. Για τα υποστυλώματα έχουμε (***Σχήμα 9.90***):

Μέλος, Κ/Δ, Διε.

Αναγράφεται το όνομα του μέλους, αν είναι κύριο ή δευτερεύον και η διεύθυνση στην οποία πραγματοποιείται ο έλεγχος σε τέμνουσα.

M_{rd1}, M_{rd2}

είναι οι ροπές αντοχής στα άκρα του μέλους, αναφερόμενες στη διεύθυνση που πραγματοποιείται ο έλεγχος.

$V_{Ed,E}$ είναι η ελαστική σεισμική τέμνουσα από ανάλυση για q=1

V_{sd} είναι η δρώσα τέμνουσα και προκύπτει ως η ελάχιστη τιμής της ελαστικής σεισμικής τέμνουσας $V_{Ed,E}$ και της ικανοτικής τέμνουσας V_{Cd}. Σημειώνεται δίπλα ο χαρακτήρα "Ε" όταν προκύπτει από την ελαστική σεισμική ένταση και "C" όταν προκύπτει από την ικανοτική

$$V_{Sd} = V_G + \min\left[V_{Ed,E},\ V_{Cd}\right]$$

– όπου

$$V_{Cd} = \frac{M_{rd1} + M_{rd2}}{L}$$

– **VG** είναι η στατική τέμνουσα για το σεισμικό συνδυασμό των G+ψ2Q

– **L** είναι το μήκος του υποστυλώματος

V_{Rd} είναι η τέμνουσα αντοχής συμπεριλαμβανομένων των απομειώσεων λόγω ανακυκλίσεων (ΚΑΝΕΠΕ Παρατημα 7Γ)

λ_{cr} είναι ο κρίσιμος λόγος επάρκειας σε τέμνουσα:

$$\lambda_{cr} = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}$$

Αντίστοιχα για τα τοιχώματα (***Σχήμα 9.91***) έχουμε:

Έλεγχος έναντι τέμνουσας τοιχωμάτων

Μέλος Κ/Δ	Διε.	λmax	MRw [KNm]	MEw [KNm]	VEd,E [KN]	Vsd [KN]	VRd [KN]	Σεισμός t sec
Κ 1(0)-Κύριο	Z	0.95	3001.32	4948.70	-1241.82	-1084.53 "C"	1136.87	5- 6.20
Κ 1(1)-Κύριο	Z	0.41	3300.87	4134.33	461.97	531.13 "C"	1308.80	5- 3.16
Κ 1(2)-Κύριο	Z	0.15	1782.33	4230.54	338.60	205.42 "C"	1352.32	7- 11.40
Κ 1(3)-Κύριο	Z	0.06	2089.57	155.39	125.31	116.03 "C"	1352.32	3- 10.40
Κ 1(4)-Κύριο	Z	0.11	872.40	2473.69	286.21	145.35 "C"	1309.13	2- 8.86
Κ 1(5)-Κύριο	Z	0.09	2493.68	275.23	111.63	111.63 "E"	1258.25	7- 2.34
Κ 2(0)-Κύριο	Z	1.09	2144.66	2333.08	895.29	895.29 "E"	821.62	5- 8.22

***Σχήμα 9.91**: Αναλυτική εκτύπωση τέμνουσας τοιχωμάτων*

Μέλος, Κ/Δ, Διε.

Αναγράφεται το όνομα του μέλους, αν είναι κύριο ή δευτερεύον και η ισχυρή διεύθυνση z στην οποία πραγματοποιείται ο έλεγχος σε τέμνουσα.

M_{Rw} είναι η ροπή αντοχής στη βάση του τοιχώματος.

M_{Ew} είναι η ελαστική σεισμική ροπή στη βάση από ανάλυση για q=1

$V_{Ed,E}$ είναι η ελαστική σεισμική τέμνουσα του εκάστοτε μέλους από ανάλυση για q=1

V_{sd} είναι η δρώσα τέμνουσα και προκύπτει ως η ελάχιστη τιμής της ελαστικής σεισμικής τέμνουσας $V_{Ed,E}$ και της ικανοτικής τέμνουσας V_{Cd}. Σημειώνεται δίπλα ο χαρακτήρα "Ε" όταν προκύπτει από την ελαστική σεισμική ένταση και "C" όταν προκύπτει από την ικανοτική.

$$V_{Sd} = V_G + \min\left[V_{Ed,E},\ V_{Cd}\right]$$

– όπου

$$V_{Cd} = \frac{M_{Rw}}{M_{Ew}} \cdot V_{Ed,E}$$

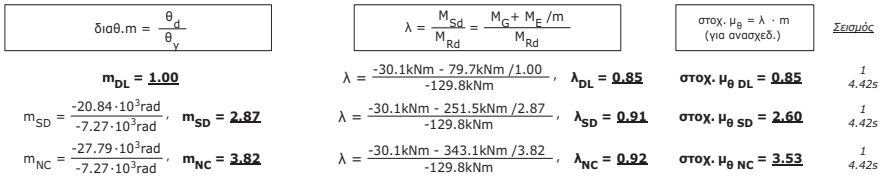
V_{Rd} είναι η τέμνουσα αντοχής συμπεριλαμβανομένων των απομειώσεων λόγω ανακυκλίσεων (ΚΑΝΕΠΕ Παρατημα 7Γ)

λ_{cr} είναι ο κρίσιμος λόγος επάρκειας σε τέμνουσα:

$$\lambda_{cr} = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}$$

9.15.10.4 Αναλυτικά αποτελέσματα χρονοϊστορίας δοκών σε κάμψη

Παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία υπολογισμού του κρίσιμου λόγου επάρκειας κάθε δοκού ή υπερανοίγματος δοκών για κάθε επιτελεστικότητα.



Σχήμα 9.92*: Διαδικασία υπολογισμού λόγου επάρκειας δοκών*

Τα βήματα υπολογισμού του κρίσιμου λόγου επάρκειας της δοκού (***Σχήμα 9.92***) είναι τα εξής:

- Υπολογισμός τοπικού δείκτη συμπεριφοράς m ως ο λόγος της γωνίας στροφής χορδής θ_i της εκάστοτε επιτελεστικότητας προς την αντίστοιχη γωνία στη διαρροή θy:

$$m = \frac{\theta_i}{\theta_y}$$

- Υπολογίζεται ο λόγος επάρκειας λ.

$$\lambda = \frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = \frac{M_G + \frac{M_E}{m}}{M_{Rd}}$$

όπου

M_G η ροπή λόγω των στατικών φορτίων

M_E η σεισμική ροπή από την ελαστική ανάλυση (q=1)

M_{Rd} η ροπή αντοχής στο εν λόγω άκρο δοκού

- Τέλος, υπολογίζεται η απαίτηση σε πλαστιμότητα μ_θ :

$$\mu_\theta = \frac{\theta}{\theta_y} = \frac{\theta}{\theta_i} \cdot \frac{\theta_i}{\theta_y} \approx \lambda \cdot m$$

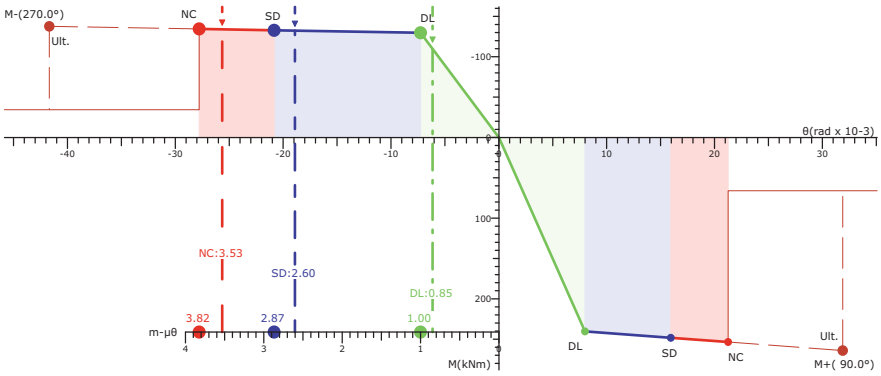
όπου

θ η τρέχουσα γωνία στροφής χορδής που αναπτύχθηκε

θ_i η γωνία στροφής χορδής της στάθμης επιτελεστικότητας προς εξέταση

θ_y η γωνία στροφής χορδής στη διαρροή

Η διαδικασία υπολογισμού αναπαριστάνεται γραφικά στο παρακάτω ***Σχήμα 9.93***:



***Σχήμα 9.93**: Γραφική αναπαράσταση λόγων επάρκειας δοκών*

M-θ, m

Παρουσιάζεται ο υπολογισμός της τιμής του τοπικού δείκτη συμπεριφοράς m (διαθέσιμη πλαστιμότητα μέλους). Στο διάγραμμα αποτυπώνονται τα εξής:

– Ο τοπικός δείκτης συμπεριφοράς m της εκάστοτε επιτελεστικότητας. Ο δείκτης m χαρακτηρίζει τη διαθέσιμη πλαστιμότητα του μέλους.

– Ο κρίσιμος λόγος επάρκειας για κάθε επιτελεστικότητα.

9.15.10.5 Αναλυτικά αποτελέσματα χρονοϊστορίας δοκών σε διάτμηση

Έλεγχος έναντι τέμνουσας δοκών

Μέλος Κ/Δ	Αρχή/ Τελος	Lc [m]	λcr	Mrd1 [KNm]	Mrd2 [KNm]	VG [KN]	VEd,E [KN]	Vsd [KN]	VRd [KN]	Σεισμός t sec
Δ 1.1(-1)	Λ 1(-1)	3.90	0.42	-83.29	63.77	20.38	36.90	57.28 "E"	137.30	4- 4.85
Κύριο	Λ 26(-1)	-	0.38	63.77	-83.29	-15.70	-38.63	-54.33 "E"	142.36	7- 4.10
Δ 2.1(-1)	Λ 27(-1)	3.27	0.45	-83.24	63.77	14.73	49.68	64.41 "E"	142.36	6- 7.60
Κύριο	Λ 3(-1)	-	0.60	63.77	-83.24	-15.52	-54.36	-80.26 "C"	133.91	7- 4.10
Δ 2.2(-1)	Λ 3(-1)	2.93	0.48	-83.24	63.73	12.53	53.27	65.80 "E"	136.36	2- 5.78
Κύριο	Λ 28(-1)	-	0.50	63.73	-83.24	-14.57	-57.10	-71.67 "E"	142.36	1- 9.16
Δ 2.3(-1)	Λ 28(-1)	4.30	0.34	-83.29	63.77	18.52	30.40	48.92 "E"	142.36	6- 7.60
Κύριο	Λ 30(-1)	-	0.38	63.77	-83.29	-21.26	-33.10	-54.36 "E"	142.36	1- 9.17
Δ 2.4(-1)	Λ 30(-1)	3.16	0.50	-83.24	63.77	16.47	54.67	71.14 "E"	142.36	5- 9.32
Κύριο	Λ 6(-1)	-	0.48	63.77	-83.24	-12.71	-52.47	-65.19 "E"	136.47	2- 3.64

Σχήμα 9.94: *Αναλυτική εκτύπωση τέμνουσας δοκών*

Παρουσιάζεται για κάθε άνοιγμα μεμονωμένης δοκού ή υπεράνοιγμα δοκών με εσωτερικούς λοιπούς κόμβους ο κρίσιμος λόγος επάρκειας σε τέμνουσα λ_V σύμφωνα με ικανοτική θεώρηση.

Μέλος, Κ/Δ

Αναγράφεται το όνομα της δοκού και αν είναι κύριο ή δευτερεύον δευτερεύον μέλος.

L_{cl} είναι το καθαρό μήκος του ανοίγματος ή υπερανοίγματος δοκού.

M_{rd1}, M_{rd2}

είναι οι ροπές αντοχής στα άκρα της δοκού προσημασμένες ανάλογα με τη φορά τους.

V_G είναι η στατική τέμνουσα για το σεισμικό συνδυασμό των $G+\psi_2 Q$

$V_{Ed,E}$ είναι η ελαστική σεισμική τέμνουσα από ανάλυση για q=1

V_{sd} είναι η δρώσα τέμνουσα και προκύπτει ως η ελάχιστη τιμής της ελαστικής σεισμικής τέμνουσας $V_{Ed,E}$ και της ικανοτικής τέμνουσας V_{Cd}. Σημειώνεται δίπλα ο χαρακτήρας "Ε" όταν προκύπτει από την ελαστική σεισμική ένταση και "C" όταν προκύπτει από την ικανοτική

$$V_{Sd} = V_G + \min\left[V_{Ed,E},\ V_{Cd}\right]$$

– όπου

$$V_{Cd} = \frac{M_{rd1} + M_{rd2}}{L_{cl}}$$

V_{Rd} είναι η τέμνουσα αντοχής συμπεριλαμβανομένων των απομειώσεων λόγω ανακυκλίσεων (ΚΑΝΕΠΕ Παρατημα 7Γ)

λ_{cr} είναι ο κρίσμος λόγος επάρκειας σε τέμνουσα:

$$\lambda_{cr} = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}$$

9.15.11 Αναλυτικά αποτελέσματα αποτίμησης φέρουσας τοιχοποιίας

9.15.11.1 Αναλυτικά αποτελέσματα Pushover πεσσών

Γενικά στοιχεία άοπλου πεσσού

Παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία υπολογισμού του κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας για κάθε πεσσό στην εκάστοτε επιτελεστικότητα. Τα αποτελέσματα εκτυπώνονται στο Τεύχος «Αποτίμηση μελών > Pushover, Φ.Τοιχοποιίας ».

Γενικά δεδομένα τοιχοποιίας

Γενικά	Νέα	Πρωτεύων τοίχος		Άοπλη	Με δύσκαμπτο διάφραγμα
Έλεγχος εκτός επιπέδου: Ναι		fb_n=40.0MPa		Συντ.μηχ.χαρακτ.: rK=1.00 rRd=1.00 rθu=1.00	
Διαστάσεις	330/70 [cm]	Εύκαμπτο τμήμα lcl= 2.00m		Άκ. απολήξεις	Κάτω ri= 0.85m	Άνω rj= 1.40m
	Μήκη διάτμησης		H0zi= 1.95m	H0zj= 0.05m	H0yi= 1.40m	H0yj= 0.60m
Αντοχή	f_n= 3.13MPa		fv0_n= 0.133MPa		fwt= 0.067MPa	

Στα «Γενικά δεδομένα τοιχοποιίας» αναφέρονται γενικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου πεσσού που σχετίζονται με τη γεωμετρία του πεσσού και τις αντοχές των υλικών.

Στην 1η σειρά αναγράφονται γενικές ιδιότητες του πεσσού, όπως π.χ. αν είναι νέος ή υφιστάμενος, πρωτεύων ή δευτερεύων τοίχος, άοπλος ή ενισχυόμενος, με ή χωρίς δύσκαμπτο διάφραγμα στην κορυφή του.

Στη 2η σειρά σημειώνεται αν έχει επιλεγεί να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος εκτός επιπέδου, $\mathbf{f_b}$ είναι η θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος και $\mathbf{r_k}$, $\mathbf{r_{Rd}}$, $\mathbf{r_{\theta u}}$ είναι οι συντελεστές μονολιθικότητας και βλάβης.

Στην 3η σειρά αναγράφονται οι διαστάσεις του πεσσού, το καθαρό μήκος ανάμεσα στις άκαμπτες απολήξεις του ($\mathbf{l_{cl}}$) και αντίστοιχα το μήκος της κάτω ($\mathbf{r_i}$) και της πάνω ($\mathbf{r_j}$) άκαμπτης απόληξης.

Στην 4η σειρά εμφανίζονται τα μήκη διάτμησης:

$\mathbf{H0_{zi}}$ Μήκος διάτμησης εντός επιπέδου κάτω άκρου

$\mathbf{H0_{zj}}$ Μήκος διάτμησης εντός επιπέδου άνω άκρου

$\mathbf{H0_{yi}}$ Μήκος διάτμησης εκτός επιπέδου κάτω άκρου

$\mathbf{H0_{yj}}$ Μήκος διάτμησης εκτός επιπέδου άνω άκρου

Στην 5η σειρά παρουσιάζονται οι τελικές υπολογιζόμενες αντοχές της τοιχοποιίας:

f Είναι η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Υπολογίζεται αυτόματα η μέση τιμή αν είναι υφιστάμενη και η χαρακτηριστική αν είναι νέα τοιχοποιία.

$\mathbf{f_{v0}}$ Είναι η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας απουσία κατακόρυφου φορτίου.

$\mathbf{f_{wt}}$ Είναι η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας. Η τιμή της εξαρτάται αποκλειστικά από την αντοχή του κονιάματος και παίρνει τιμές:

- 0.10 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος $\mathbf{f_{mort}}$ δεν υπερβαίνει τα 2.0 MPa.
- 0.20 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος $\mathbf{f_{mort}}$ βρίσκεται μεταξύ 2.0 και 5.0 MPa.
- 0.40 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος $\mathbf{f_{mort}}$ υπερβαίνει τα 5.0 MPa.

Παρατήρηση: Όλες οι παραπάνω τιμές είναι οι τελικές, διαιρεμένες δηλ. με τους αντίστοιχους συντελεστές ασφαλείας.

Γενικά στοιχεία ενισχυμένου/διαζωματικού πεσσού

Γενικά δεδομένα τοιχοποιίας

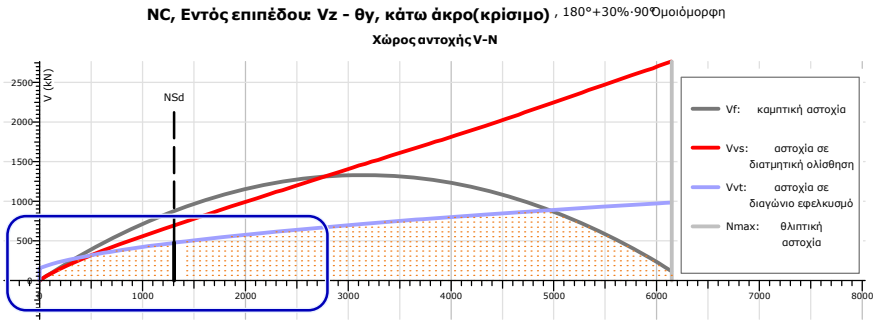
Γενικά	Υφιστάμενη	Πρωτεύωντοίχος		Ενισχυμένη	Με δύσκαμπτοδιάφραγμα
	Έλεγχος εκτός επιπέδου: Ναι	fb_e=50.0MPa		Συντ.μηχ.χαρακτ.: rK=0.80 rRd=0.90 rθu=0.80	
Διαστάσεις	160/65 [cm]	Εύκαμπτο τμήμα lcl= 2.50m		Άκ. απολήξεις	Κάτω ri= 0.00m	Άνω rj= 1.20m
	Στml= 15cm	Μήκη διάτμησης	H0zi= 1.60m	H0zj= 0.90m	H0yi= 2.94m	H0yj= 0.44m
Αντοχή	f_e= 4.55MPa		fv0_e= 0.111MPa		fwt= 0.111MPa	
	Σκυρόδεμα C25/30		fck= 25.0MPa		fyk= 500.0MPa	
Όπλιση	Εσχάρες αμφιπλευρουμανδύα:		Οριζοντίως Φ 8 / 20		Κατακορύφως Φ 8 / 20	

Στην περίπτωση ενισχυμένων πεσσών με μανδύες ή διαζωματικών πεσσών, τυπώνονται επιπλέον:

Στην 6η σειρά τυπώνεται η κατηγορία και η χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος $\mathbf{f_{ck}}$ και του χάλυβα αντίστοιχα $\mathbf{f_{yk}}$

Στην 7η σειρά τυπώνεται η όπλιση του μανδύα ή του διαζώματος. Στην περίπτωση του μανδύα τυπώνονται η κατακόρυφη και η οριζόντια εσχάρα, ενώ για το διάζωμα τυπώνεται το πλήθος των κατακόρυφων ράβδων.

Έλεγχος εντός επιπέδου άοπλου πεσσού



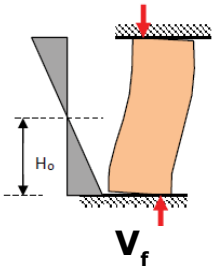
Σχήμα 9.95: Γραφική διαδικασία υπολογισμού δύναμης διαρροής πεσσού

Στο **Σχήμα 9.95** παρουσιάζεται γραφικά ο υπολογισμός της τέμνουσας διαρροής του πεσσού στην κρίσιμη ανάλυση Pushover από όπου προέκυψε το κρίσιμο λ.

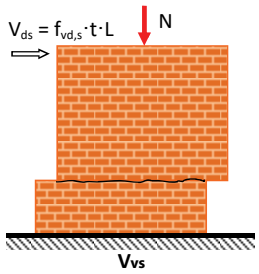
Παρατήρηση: Ο πεσσός διαρρέει ταυτόχρονα σε όλο το ύψος του όταν η δρώσα τέμνουσα $\mathbf{V_{Sd}}$ ξεπεράσει την τέμνουσα διαρροής $\mathbf{V_{Rd}}$. Η θεώρηση αυτή γίνεται καθώς ο πεσσός είναι κυρίως τεμνόμενο μέλος και διαφέρει από ένα υποστύλωμα Ο/Σ όπου υπάρχει η έννοια της πλαστικής άρθρωσης άκρου με έλεγχο των ροπών.

Ο έλεγχος διαρροής γίνεται γραφικά σε διάγραμμα αξονικών δυνάμεων-τεμνουσών (V-N). Στον οριζόντιο άξονα του έχουμε τις αξονικές δυνάμεις και στον κατακόρυφο τις τέμνουσες. Για το αξονικό φορτίο $\mathbf{N_{Sd}}$ που ασκείται στο κάθε

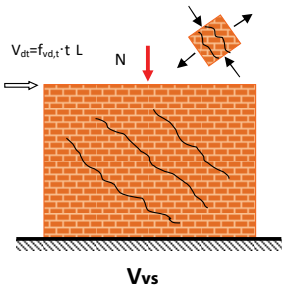
άκρο του πεσσού υπολογίζονται οι τέμνουσες αντοχής που αντιστοιχούν στις 3 μορφές αστοχίας:



Καμπτική αστοχία ($V_{f.}$, γκρι καμπύλη)



Διατμητική στοχία σε ολίσθηση κατά μήκος των οριζόντιων αρμών (V_{vs}, κόκκινη καμπύλη)



Διατμητική αστοχία σε διαγώνιο εφελκυσμό (V_{vt}, μπλε καμπύλη)

Κρίσιμη τέμνουσα διαρροής είναι η ελάχιστη εκ των τριών:

$$V_{Rd} = min\left(V_f,\ V_{vs},\ V_{vt}\right)$$

Όπου:

$$V_f = \frac{L \cdot N}{2H_{0z}} \cdot \left(1 - 1.15 \cdot v_{Sd}\right) \ \textit{(ΚΑΔΕΤ, §7.2β)}$$

$$V_{vs} = \min\left[\left(f_{vm0} \cdot L_1' \cdot t + \mu \cdot N\right),\ \left(0.065 \cdot f_b \cdot L_2' \cdot t\right)\right] \ \textit{(ΚΑΔΕΤ, §7.3β)}$$

$$V_{vt} = \sqrt{f_{wt} \cdot \left(f_{wt} + v_d \cdot f_d\right)} \cdot L \cdot t \quad (\text{ΚΑΔΕΤ, §Σ7.2})$$

μ είναι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης και λαμβάνεται ίσος με 0.4 νέους τοίχους και 0.5 για υφιστάμενους (draft EC8-3 2023, §11.4.1.1.3))

L_1', L_2' είναι το μήκος της θλιβόμενης ζώνης του πεσσού, η οποία εκφράζεται μέσω της εκκεντρότητας της φόρτισης e ως εξής:

$$L_{1,2}' = 3 \cdot \left(\frac{L}{2} - e\right) = 3 \cdot \left(\frac{L}{2} - \frac{M_{Sd}}{N_{Sd}}\right) = 3 \cdot \left(\frac{L}{2} - \frac{a_{H_0} \cdot l_{cl} \cdot V_{Sd}}{N_{Sd}}\right)$$

Όπου η δρώσα ροπή M_{Sd} εκφράστηκε συναρτήσει της τέμνουσας V_{Sd} μέσω του λόγου διάτμησης $\alpha_{H0} = H_0/l_{cl}$

Επειδή ζητούμενο είναι το θλιβόμενο μήκος L' τη στιγμή της διαρροής, αντικαθιστούμε στην παραπάνω σχέση $V_{Sd}=V_{vs}$. Έτσι, σύμφωνα με την παράγραφο §7.3β του ΚΑΔΕΤ, προκύπτει ένα θλιβόμενο μήκος για κάθε μία από τις δύο εκφράσεις της αντοχής V_{vs}.

$$\text{Για: } V_{vs} = f_{vm0} \cdot L' \cdot t + \mu \cdot N_{Sd} \rightarrow L_1' = \frac{3 \cdot N_{Sd} \cdot \left(-2 \cdot \mu \cdot a_{H0} \cdot l_{cl} + L\right)}{2 \cdot \left(3 \cdot a_{H0} \cdot f_{vm0} \cdot l_{cl} \cdot t + N_{Sd}\right)}$$

$$\text{Για: } V_{vs} = 0.065 \cdot f_b \cdot L' \cdot t \rightarrow L_2' = \frac{3 \cdot L \cdot N_{Sd}}{0.39 \cdot a_{H0} \cdot f_b \cdot l_{cl} \cdot t + 2 \cdot N_{Sd}}$$

Επιπρόσθετα, για οποιοδήποτε θλιπτική αξονική δύναμη στον πεσσό, το L' δεν μπορεί να υπολογίζεται μικρότερο από εκείνη την τιμή που ισορροπεί αυτή τη δύναμη:

$$L_{\lim}' = \frac{N_{Sd}}{0.85 \cdot f_w \cdot t}$$

Συνεπώς, το κάθε θλιβόμενο μήκος L_1' και L_2' πρέπει να ικανοποιεί τη συνθήκη

$$L_{\lim}' \le L_1' \le L$$
$$L_{\lim}' \le L_2' \le L$$

Παρατήρηση: Εκτός από τα κριτήρια αντοχής, εξετάζεται υπέρβαση του ορίου παραμόρφωσης διαρροής (ΚΑΔΕΤ, §7.1.2.2). Η παραμόρφωση διαρροής για εντός επιπέδου δράση ορίζεται σε $\theta_y=0.0015$. Υπολογίζεται από το πρόγραμμα η τέμνουσα $V_{\theta y}=K \cdot \theta_y$ που αντιστοιχεί σε αυτή την παραμόρφωση, οπότε η τελική τέμνουσα διαρροής είναι:

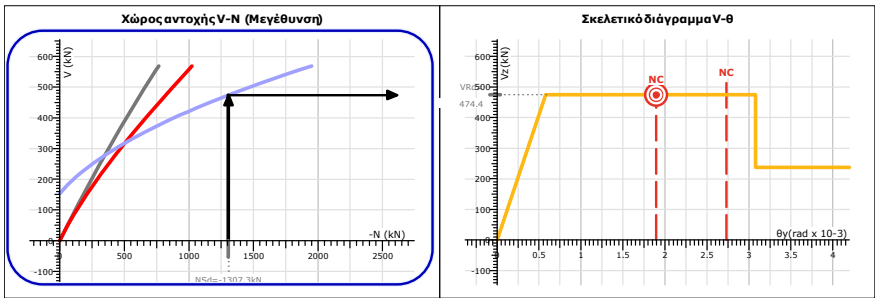
$$V_{Rd} = min\left(V_f,\ V_{vs},\ V_{vt},\ V_{\theta y}\right)$$

Παράλληλα πραγματοποιείται και ο έλεγχος αξονικού φορτίου:

- Σε αξονική θλίψη: $N_{\max} = 0.85 \cdot f_w \cdot L \cdot t$
- Σε εφελκυσμό: $N_{\min} = 0$, όπου θεωρείται από τους κανονισμούς ότι η φέρουσα τοιχοποιία δεν μπορεί να αναλάβει καθόλου εφελκυστικό αξονικό φορτίο.

Η φέρουσα τοιχοποιία είναι υλικό με μεγάλη ικανότητα ανάληψης θλιπτικών φορτίων, πολύ μεγαλύτερων από εκείνα που εμφανίζονται σε συμβατικές κατασκευές. Αυτό εμφανίζεται και στα διαγράμματα του χώρου αντοχής όπου το κρίσιμο αξονικό N_{Sd} είναι συχνά αρκετά μικρό. Συνεπώς, για να διευκολυνθεί η ανάγνωση του διαγράμματος τυπώνεται και μία μεγέθυνση του.

Δεξιά του μεγεθυμένου διαγράμματος τυπώνεται και το πραγματικό σκελετικό διάγραμμα V-θ του μέλους, τυπώνεται δηλ. ο μη-γραμμικός δρόμος που ακολούθησε ο πεσσός κατά την παραμόρφωση του στην κρίσιμη ανάλυση Pushover.



Σχήμα 9.96: Μεγέθυνση χώρου αντοχής και σκελετικό διάγραμμα πεσσού

Όπου θ είναι γωνία στροφής χορδής ολόκληρου του πεσσού, η οποία εν τέλει προκύπτει ως το ημιάθροισμα των δύο γωνιών στροφής χορδής των άκρων:

$$\theta = \frac{u_j - u_i}{h} + \frac{r_i + r_j}{2} = \frac{\theta_i + \theta_j}{2} \quad \textit{(draft EC8-3 2023, §11.4.1.1.1)}$$

Το σκελετικό διάγραμμα μορφώνεται από τα εξής σημεία:

- **Διαρροή (θ_y, V_{Rd}):** Ο υπολογισμός του V_{Rd} περιγράφηκε προηγουμένως. Το θ_y προκύπτει απλά ως η γωνία στροφής χορδής του πεσσού τη στιγμή της διαρροής.

– **Αστοχία (θ_u, V_{Rd}):** Το θ_u εξαρτάται από τον μηχανισμό διαρροής (κάμψη/τέμνουσα) και από το αν ο πεσσός είναι πρωτεύον ή δευτερεύον μέλος (ΚΑΔΕΤ §7.4.1), (draft EC8-3 2023, §11.4.1.2.2) :

$$\text{τέμνουσα} \rightarrow V_v \le V_f \begin{cases} \theta_{u,KA\Delta ET} = 0.004 \ \ (\text{πρωτεύον}) \\ \theta_{u,KA\Delta ET} = 0.006 \ \ (\text{δευτερεύον}) \end{cases}$$

$$\text{κάμψη} \rightarrow \quad V_f > V_v \begin{cases} \theta_{u,KA\Delta ET} = \min \begin{cases} 0.008 \cdot H_0 / L \ \ (\text{πρωτεύον}) \\ 0.01 \cdot (1 - v_{Sd}) \end{cases} \\ \theta_{u,KA\Delta ET} = \min \begin{cases} 0.012 \cdot H_0 / L \ \ (\text{δευτερεύον}) \\ 0.01 \cdot (1 - v_{Sd}) \end{cases} \end{cases}$$

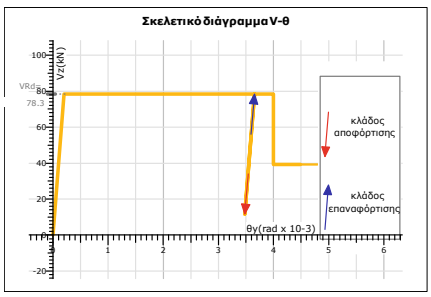
Στη συνέχεια υπολογίζεται η τελική τιμή του θ_u με βάση τη γωνία στροφής χορδής στη διαρροή θ_y και το πλάστιμο μέρος της .

$$\theta_u = \theta_y + \theta_{pl} = \theta_y + \left(\theta_{u,\text{ΚΑΔΕΤ}} - 0.15\%\right)$$

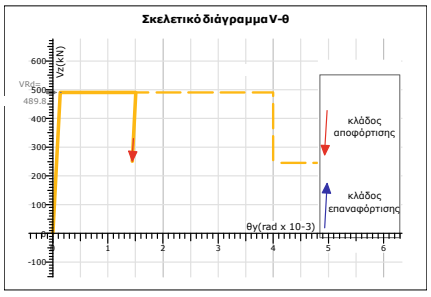
– **Παραμένουσα αντοχή (θ_u, V_{res}):** Η παραμένουσα αντοχή εντός επιπέδου ορίζεται ως το 50% της αντοχής.

$$V_{res} = 0.5 \cdot V_{Rd}$$

– **Κλάδοι αποφόρτισης-επαναφόρτισης:** Ενδέχεται, λόγω των σημαντικών ανακατανομών της έντασης, λόγω θραύσης στο φορέα, η παραμόρφωση ενός πεσσού να μικρύνει σε για κάποια βήματα της ανάλυσης. Τότε, θα μειωθεί και η ένταση που αναλαμβανεί αποφορτιζόμενος ελαστικά. Στη συνέχεια, ενδέχεται η παραμόρφωσή του να αρχίζει να αυξάνεται πάλι ξεπερνώντας κάποια στιγμή την παραμόρφωση έναρξης της αποφόρτισης. Εμφανίζεται, λοιπόν, ένας σύντομος κύκλος αποφόρτισης-επαναφόρτισης που αποτυπώνεται στο διάγραμμα V-θ όπως στο ***Σχήμα 9.97***



(α)



(β)

Σχήμα 9.97: (α) διάγραμμα V-θ με κλάδο αποφόρτισης-επαναφόρτισης, (β) διάγραμμα V-θ με κλάδο αποφόρτιση μόνο.

Στη συνέχεια, πάνω στο διάγραμμα ορίζονται οι επιτελεστικότητες ανάλογα με την τιμή της πλαστιμότητας $\mu_\theta=\theta_u/\theta_y$ (ΚΑΔΕΤ §9.2.1):*:*

$$\mu_\theta \geq 1.5 \rightarrow \begin{cases} \theta_{DL} = \theta_y \\ \theta_{SD} = \theta_u \,/\, \gamma_{Rd} \\ \theta_{NC} = 1.33 \cdot \theta_u \,/\, \gamma_{Rd} \end{cases}$$

$$\mu_\theta < 1.5 \rightarrow \theta_{DL} = \theta_{SD} = \theta_{NC} = \theta_y$$

Τέλος, παρατίθενται όλοι οι προαναφερθέντες υπολογισμοί που τεκμηριώνουν το σκελετικό διάγραμμα του πεσσού σε εντός επιπέδου παραμόρφωση (***Σχήμα 9.98***).

Αντοχή - ικανότητα παραμόρφωσης τοιχοποιίας

→ **Στη διαρροή:** N_{Sd}=-1307.3kN, V_{Rd}=474.4kN

$\mathbf{V_{Rd}}$ = min(V_f , V_{vt} , V_{vs}) = $\mathbf{V_{vt}}$ **= 474.4kN**

→ $\mathbf{V_f} = \frac{L\,N}{2\,H_{0zi}}$ (1 - 1.15 v_{sd}) · r_{Rd} = 876.8kN [ΚΑΔΕΤ, (7.2β)]

→ $\mathbf{V_{vt}} = \sqrt{f_{wt} \cdot (f_{wt} + v_d f_d)} \cdot L\,t\,r_{Rd}$ = 474.4kN [ΚΑΔΕΤ, (Σ7.2)]

→ $\mathbf{V_{vs}}$ = min(f_{vm0} L' t + μ N , 0.065 f_b L' t) · r_{Rd} = 694.9kN [ΚΑΔΕΤ, (7.3β)]

$\mathbf{\lambda_{NC}} = \frac{\theta_{NC,targ.}}{\theta_{NC,cap.}} = \frac{1.90\,‰}{2.73\,‰}$ **= 0.69**

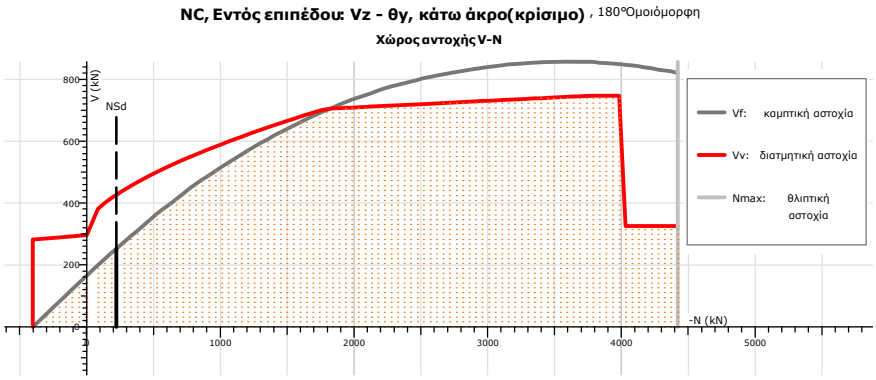
$\mathbf{\theta_{NC,cap}}$ = 1.33 · θ_u / γ_{Rd} = **2.73**‰ (μ_θ>1.5)

→ $\mathbf{\theta_u}$ = 3.08 ‰ (V) [EC8-3, Γ.4.3.1(2)]

→ $\mathbf{\gamma_{Rd}}$ = 1.50

Σχήμα 9.98: Υπολογισμοί αντοχής και ικανότητας παραμόρφωσης πεσσού εντός επιπέδου

Έλεγχος εντός επιπέδου ενισχυμένου/διαζωματικού πεσσού



Σχήμα 9.99: Γραφική διαδικασία υπολογισμού δύναμης διαρροής ενισχυμένου πεσσού

Σημείωση

Παρατηρούμε ότι με την προσθήκη οπλισμού στην τοιχοποιία, αυτή αποκτά ικανότητα να αναλαμβάνει κάποια εφελκυστικά φορτία. Έτσι αναιρείται το δυσχερές φαινόμενο της μηδενικής εφελκυστικής αντοχής της άοπλης τοιχοποιίας.

Στο **Σχήμα 9.99** παρουσιάζεται γραφικά ο υπολογισμός της τέμνουσας διαρροής του πεσσού στην κρίσιμη ανάλυση Pushover από όπου προέκυψε το κρίσιμο λ.

Για το αξονικό φορτίο $\mathbf{N_{Sd}}$ που ασκείται στο κάθε άκρο του πεσσού υπολογίζονται οι τέμνουσες αντοχής που αντιστοιχούν σε καμπτική αστοχία $\mathbf{V_f}$ (γκρι καμπύλη) και διατμητική αστοχία $\mathbf{V_v}$ (κόκκινη καμπύλη), ενώ παράλληλα γίνεται έλεγχος σε κεντρική θλίψη $\mathbf{N_{max.}}$

$$V_{Rd} = min\left(V_f,\ V_v\right)$$

Όπου:

$$V_f = \frac{M_{Rd}}{H_{0z}}$$

M_{Rd} Η καμπτική αντοχή του ενισχυμένου πεσσού. Υπολογίζεται αριθμητικά από την ισορροπία διατομής με τους οπλισμούς και το αντίστοιχο αξονικό N_{Sd}.

$H0_z$ Το μήκος διάτμησης του κρίσιμου άκρου.

Η διατμητική αντοχή στην περίπτωση του μανδύα από Ο/Σ υπολογίζεται:

- Από την διατμητική αντοχή της άοπλης τοιχοποιίας στο εσωτερικό με L'=L
- και τη διατμητική αντοχή των οριζόντιων ράβδων οπλισμού.

$$V_{Rd2} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} \cdot f_{yd}$$

d είναι η απόσταση από την ακραία θλιβόμενη ίνα του κέντρου βάρους του εφεκλυόμενου οπλισμού.

A_{sw} είναι το εμβαδόν της οριζόντιας εσχάρας ανά μέτρο μήκους

f_{yd} είναι η τιμή σχεδιασμού των ράβδων οπλισμού

- Οπότε η συνολική διατμητική αντοχή προκύπτει:

$$V_{Rd} = V_{Rd1} + V_{Rd2}$$

- Επιπλέον γίνεται έλεγχος αποφυγής αστοχίας του λοξού θλιπτήρα

$$V_{Rd} / (t \cdot L) \leq 2.0\ Mpa$$

Η διατμητική αντοχή στην περίπτωση διαζωματικοής τοιχοποιίας υπολογίζεται:

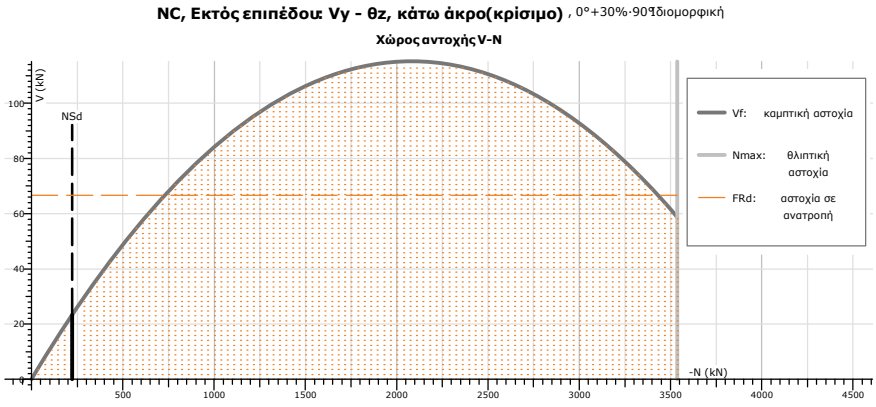
$$V_{Rd} = t \cdot L \cdot f_{wt} \cdot \left[\left(\frac{h}{2l} \right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2l} \right)^2 + \frac{N_{Sd}}{A_e \cdot f_{wt}} + 1} \right]$$

h είναι το ύψος του πεσσού.

$A_e = A_w + \frac{E_c}{E_w} A_c$ είναι η ισοδύναμη διατομή της τοιχοποιίας

Η οριακή γωνία στροφής χορδής του πεσσού θ_u υπολογίζεται από την ισορροπία της διατομής στην οριακή κατάσταση αστοχίας με βάση τους καταστατικούς νόμους σ-ε του κάθε υλικού.

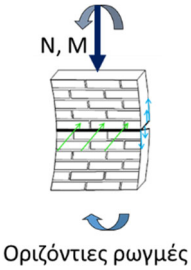
Έλεγχος εκτός επιπέδου άοπλου πεσσού



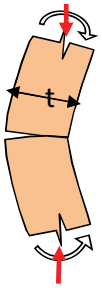
Σχήμα 9.100: Γραφική διαδικασία υπολογισμού δύναμης διαρροής πεσσού εκτός επιπέδου

Στο **Σχήμα 9.100** παρουσιάζεται γραφικά ο υπολογισμός της τέμνουσας διαρροής του πεσσού στην κρίσιμη ανάλυση Pushover από όπου προέκυψε το κρίσιμο λ.

Για το αξονικό φορτίο **N_{Sd}** που ασκείται στο κάθε άκρο του πεσσού υπολογίζονται οι τέμνουσες αντοχής που αντιστοιχούν στις 2 μορφές αστοχίας:



Καμπτική αστοχία παράλληλα στους οριζόντιους αρμούς ($V_{f.}$, γκρι καμπύλη)



Αστοχία σε ανατροπή στο μέσον του πεσσούς (F_{Rd}, πορτοκαλί οριζόντια διακεκομμένη γραμμή)

Κρίσιμη τέμνουσα διαρροής είναι η ελάχιστη εκ των δύο:

$$V_{Rd} = min\left(V_f, F_{Rd}\right)$$

Όπου:

$$V_f = \frac{L \cdot t^2 \cdot \sigma_0}{2H_{0y}} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{f_d}\right) \quad (ΚΑΔΕΤ, 6.2)$$

$$F_{Rd} = \lambda \cdot \left(w_{Ed} \cdot A_{L,w} + F_{Ed}\right) \quad (ΚΑΔΕΤ, §Σ7.6)$$

$A_{L,w}$ είναι το η επιφάνεια του τοίχου κάθετα στη διεύθυνση της σεισμικής δράσης.

w_{Ed} είναι η δράση του σεισμού κάθετα στο επίπεδο του τοίχου

$$w_{Ed} = S_e(T) \cdot t \cdot \gamma \cdot C_m \cdot S \cdot \eta \cdot g \quad (ΚΑΔΕΤ, 7.4.2)$$

F_{Ed} είναι οι συγκεντρωμένες αδρανειακές δυνάμεις που μεταφέρουν οι δοκοί και τα υπέρθυρα στον άνω κόμβο του πεσσού μέσω τοων επιμερισμένων μαζών των πατωμάτων.

λ είναι συντελεστής που αφορά τις συνοριακές συνθήκες στήριξης του κάθε τοίχου. Λαμβάνεται λ=1.

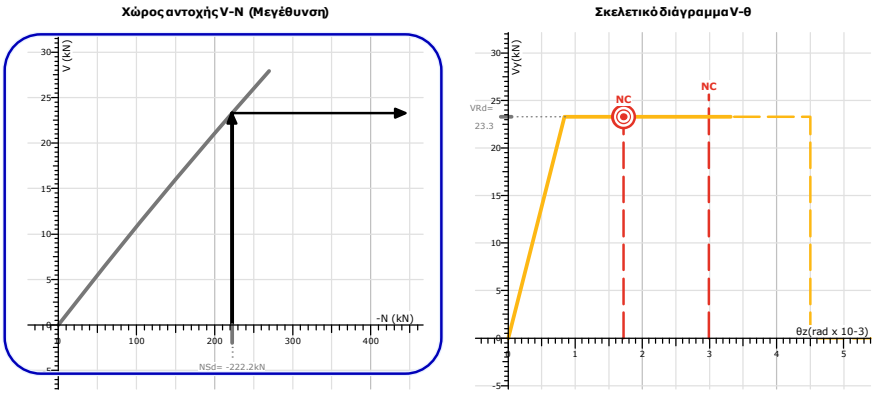
Σημείωση

Ο έλεγχος σε ανατροπή αναφέρεται σε αστοχία όπου ο τοίχος «σπάει» σε 2 τεμάχια στο μέσον του ύψος ανάμεσα σε 2 συνεχόμενα διαφράγματα (βλέπε παράμετρο: «Υποστύλωμα > Αποτίμηση φέρουσας τοιχοποιίας > Δύσκαμπτο διάφραγμα»). Συνεπώς, για να είναι ο ορθός ο έλεγχος σε ανατροπή θα πρέπει τουλάχιστον στον άνω κόμβο του πεσσού του ανώτερο ορόφου να εξασφαλίζεται διαφραγματική λειτουργία.

Παρατήρηση: Εκτός από τα κριτήρια αντοχής, εξετάζεται υπέρβαση του ορίου παραμόρφωσης διαρροής (ΚΑΔΕΤ, §7.1.2.2). Η παραμόρφωση διαρροής για εκτός επιπέδου δράση ορίζεται σε $\theta_y=0.002$. Υπολογίζεται από το πρόγραμμα η τέμνουσα $V_{\theta y}=K\cdot\theta_y$ που αντιστοιχεί σε αυτή την παραμόρφωση και η τελική τέμνουσα διαρροής είναι:

$$V_{Rd} = min\left(V_f, F_{Rd}, V_{\theta y}\right)$$

Ομοίως με τον έλεγχο εντός επιπέδου, για να διευκολυνθεί η ανάγνωση του διαγράμματος σε μικρά θλιπτικά αξονικά φορτία τυπώνεται και μία μεγέθυνση του.



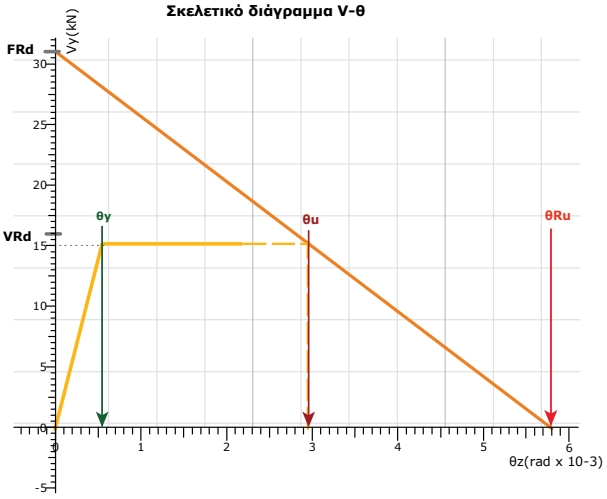
Σχήμα 9.101: Μεγέθυνση χώρου αντοχής και σκελετικό διάγραμμα πεσσού εκτός επιπέδου

Δεξιά του μεγεθυμένου διαγράμματος τυπώνεται και το πραγματικό σκελετικό διάγραμμα V-θ του μέλους, τυπώνεται δηλ. ο μη-γραμμικός δρόμος που ακολούθησε ο πεσσός κατά την παραμόρφωση του σε εκτός επιπέδου δράση στην κρίσιμη ανάλυση Pushover.

Κατά την παραμόρφωση του πεσσού εκτός επιπέδου, μετά την αστοχία, ο πεσσός δεν αναλαμβάνει καθόλου περαιτέρω ένταση ($V_{res}=0$). Κατά την αστοχία, η γωνία στροφής χορδής του πεσσού υπολογίζεται ως εξής (ΚΑΔΕΤ §7.4.2):

$$\theta_u = \min \begin{cases} \begin{cases} 0.003 \cdot \dfrac{H_0}{t} \\ \dfrac{t}{H_0}\left(1 - \dfrac{V_{Rd}}{F_{Rd}}\right) \end{cases} \\ \begin{cases} 0.007 \ (\textit{συμπαγείς λίθοι}) \\ 0.045 \ (\textit{διάτρητοι λίθοι}) \\ 0.006 \ (\textit{αργολιθοδομή}) \end{cases} \end{cases}$$

Ο 2ος εκ των τριών ανωτέρων τύπων αναφέρεται στην αστοχία σε ανατροπή του τοίχου εκτός επιπέδου και παρουσιάζεται στο παρακάτω **Σχήμα 9.102** (ΚΑΔΕΤ §7.4.2)



Σχήμα 9.102: Υπολογισμός θ_u σε περίπτωση αστοχίας λόγω ανατροπής

θ**Ru**=t/H**0 η παραμόρφωση του τοίχου στην οποίο οι δυνάμεις επαναφοράς δεν μπορούν να επαναφέρουν πλέον το στερεό σώμα στη θέση ισορροπίας και ο τοίχος ανατρέπεται εντελώς.

Υπολογίζεται το σημείο τομής της καμπύλης που ορίζει την ασφαλή περιοχή έναντι ανατροπής με την σκελετική καμπύλη που ορίζει την παραμόρφωση λόγω πλαστιμότητας.

Έπειτα, υπολογίζεται η τελική τιμή του θ_u με βάση τη γωνία στροφής χορδής στη διαρροή θ_y και το πλάστιμο μέρος της.

$$\theta_u = \theta_y + \theta_{pl} = \theta_y + \left(\theta_{u,KA\Delta ET} - 0.20\%\right)$$

Στη συνέχεια, πάνω στο διάγραμμα ορίζονται οι επιτελεστικότητες ανάλογα με την τιμή της πλαστιμότητας $\mu_\theta=\theta_u/\theta_y$ (ΚΑΔΕΤ §9.2.1), ακριβώς έτσι όπως και στην εντός επιπέδου δράση:

$$\mu_\theta \geq 1.5 \rightarrow \begin{cases} \theta_{DL} = \theta_y \\ \theta_{SD} = \theta_u / \gamma_{Rd} \\ \theta_{NC} = 1.33 \cdot \theta_u / \gamma_{Rd} \end{cases}$$

$$\mu_\theta < 1.5 \rightarrow \theta_{DL} = \theta_{SD} = \theta_{NC} = \theta_y$$

Τέλος, παρατίθενται όλοι οι προαναφερθέντες υπολογισμοί που τεκμηριώνουν το σκελετικό διάγραμμα του πεσσού σε εκτός επιπέδου παραμόρφωση (**Σχήμα 9.103**).

Αντοχή - ικανότητα παραμόρφωσης τοιχοποιίας

→ **Στη διαρροή:** N_{Sd}=-222.2kN, V_{Rd}=23.3kN

Για Debug: Mz_{down}=-80.5kNm, Mz_{up}=4.2 kNm

Για Debug: $H0\gamma_{down}$=3.45m, $H0\gamma_{up}$=-0.18m

$\mathbf{V_{Rd}}$ = min(V_f , F_{Rd}) = $\mathbf{V_f}$ **= 23.3kN**

$\mathbf{\theta_{NC,cap}}$ = 1.33 · θ_u / γ_{Rd} = **2.99**‰ (μ_θ>1.5)

→ $\mathbf{V_f} = \frac{L\, t_{ef}\, \sigma_\theta}{2\, H_{0yi}} (1 - \frac{\sigma_\theta}{f_d}) \cdot r_{Rd}$ = 23.3kN [ΚΑΔΕΤ, (6.2)]

→ $\mathbf{\theta_u}$ = 4.50 ‰ (εκτός επιπ., Διάτρητα λιθοσ.) [ΚΑΔΕΤ7.4]

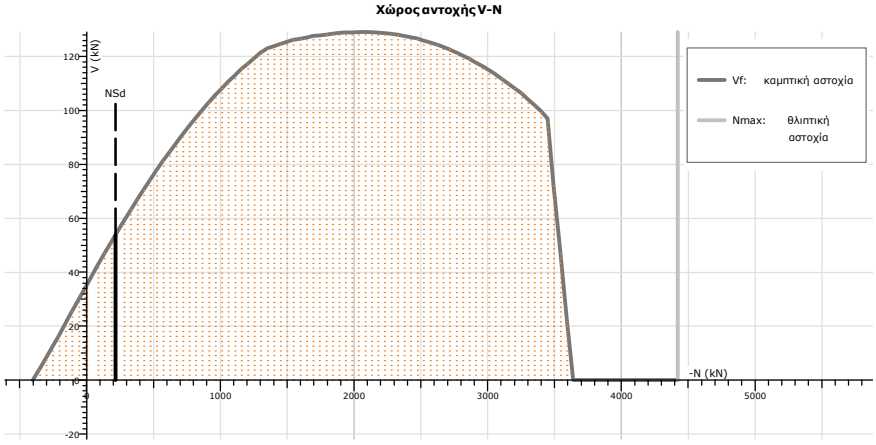
→ $\mathbf{F_{Rd}}$ = λ · (w_{Ed} $A_{L,w}$ + F_{Ed}) · r_{Rd} = 113.3kN [ΚΑΔΕΤ, (Σ7.6)]

→ $\mathbf{\gamma_{Rd}}$ = 2.00

$\mathbf{\lambda_{NC}} = \frac{\theta_{NC,targ.}}{\theta_{NC,cap.}} = \frac{1.72\ ‰}{2.99\ ‰}$ **= 0.58**

Σχήμα 9.103: Υπολογισμοί αντοχής και ικανότητας παραμόρφωσης πεσσού εκτός επιπέδου

Έλεγχος εκτός επιπέδου ενισχυμένου/διαζωματικού πεσσού



Σχήμα 9.104: Γραφική διαδικασία υπολογισμού δύναμης διαρροής ενισχυμένου πεσσού εκτός επιπέδου

Στο **Σχήμα 9.104** παρουσιάζεται γραφικά ο υπολογισμός της τέμνουσας διαρροής του ενισχυμένου πεσσού στην κρίσιμη ανάλυση Pushover από όπου προέκυψε το κρίσιμο λ.

Για το αξονικό φορτίο $\mathbf{N_{Sd}}$ που ασκείται στο κρίσιμο άκρο του πεσσού υπολογίζονται οι τέμνουσες αντοχής που αντιστοιχούν σε καμπτική αστοχία $\mathbf{V_f}$ (γκρι καμπύλη), ενώ παράλληλα γίνεται έλεγχος σε κεντρική θλίψη $\mathbf{N_{max}}$.

$$V_{Rd} = V_f$$

Όπου:

$$V_f = \frac{M_{Rd}}{H_{0y}}$$

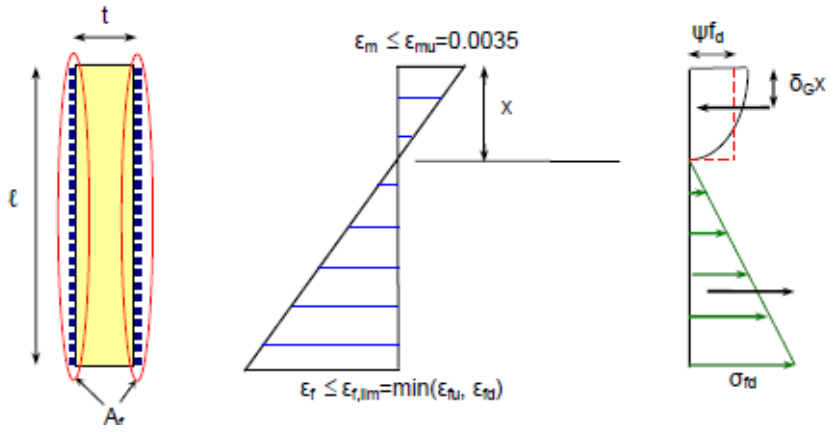
M_{Rd} Η καμπτική αντοχή του ενισχυμένου πεσσού. Υπολογίζεται αριθμητικά από την ισορροπία διατομής με τους οπλισμούς και το αντίστοιχο αξονικό N_{Sd}.

$H0_y$ Το μήκος διάτμησης του κρίσιμου άκρου για κάμψη εκτός επιπέδου.

Ενισχύσεις με Ινοπλέγματα Ανόργανης Μήτρας (IAM)

Ροπή εντός επιπέδου:

Υπολογίζεται η καμπτική αντοχή του ενισχυμένου πεσσού από ισορροπία διατομής θεωρώντας επιπεδότητα διατομής, μηδενική εφελκυστική αντοχή τοιχοποιίας και μηδενική θλιπτική αντοχή ΙΑΜ (**Σχήμα 9.105**).



Σχήμα 9.105: *Ισορροπία ενισχυμένης διατομής εντός επιπέδου*

Τέμνουσα εντός επιπέδου:

Σύμφωνα με ΚΑΔΕΤ 8.9.8(β) η διατμητική αντοχή του ενισχυμένου πεσσού προκύπτει από το άθροισμα της διατμητικής αντοχής του άοπλου πεσσού και της συνεισφοράς του ΙΑΜ. Η διατμητική αντοχή του ΙΑΜ δίνεται από τη σχέση:

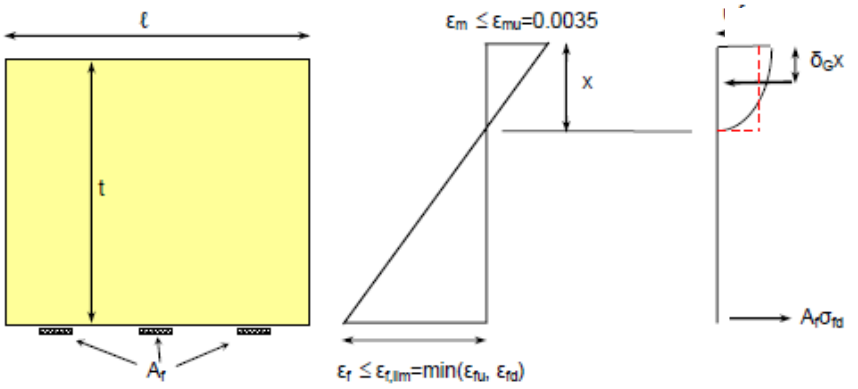
$$V_j = 2 \cdot f_t \cdot 2/3 \cdot H \cdot t_j$$

Όπου:

f_t	η εφελκυστική αντοχή του ξηρού πλέγματος
H	το ύψος του πεσσού
t_j	το πάχος του ξηρού πλέγματος

Κάμψη εκτός επιπέδου:

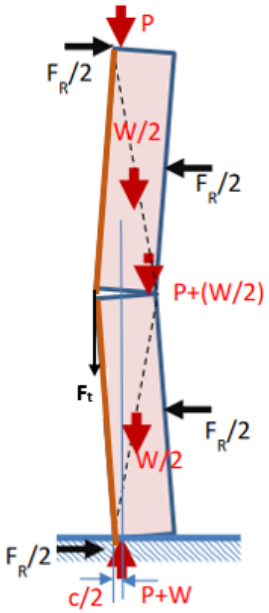
Υπολογίζεται η καμπτική αντοχή του ενισχυμένου πεσσού από ισορροπία διατομής θεωρώντας επιπεδότητα διατομής, μηδενική εφελκυστική αντοχή τοιχοποιίας και μηδενική θλιπτική αντοχή ΙΑΜ



Σχήμα 9.106: *Ισορροπία ενισχυμένης διατομής εντος επιπεοου*

Ανατροπή εκτός επιπέδου:

Εξετάζεται η ανατροπή του πεσσού με άνοιγμα ρωγμής στο μέσον του ύψος του (**Σχήμα 9.107**). Στις αδρανειακές δυνάμεις ανατροπής F_R αντιστέκονται, εκτός από το ίδιο βάρος του πεσσού W, και η εξωτερική στρώση του ξηρού πλέγματος μέσω της εφελκυστικής του αντοχής F_t.



Σχήμα 9.107: *Έλεγχος σε ανατροπή στο μέσον*

9.15.11.2 Αναλυτικά αποτελέσματα Pushover υπερθύρων

Γενικά στοιχεία άοπλου υπέρθυρου

Παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία υπολογισμού του κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας για κάθε υπέρθυρο στην εκάστοτε επιτελεστικότητα. Τα αποτελέσματα εκτυπώνονται στο Τεύχος «Αποτίμηση μελών > Pushover, Φ.Τοιχοποιίας ».

Γενικά δεδομένα υπερθύρου

Γενικά	Νέο	Πρωτεύον	Άοπλο υπέρθυρο		χωρίς ανώφλι
fb=40.0MPa		Συντ. αλληλεμπλοκής 1.00		Συντ.μηχ.χαρακτ.: rK= 0.50 rRd= 1.00 rθu= 1.00	
Διαστάσεις	t=65, h=140 [cm]		lcl= 1.34m	Άκ. απολήξεις	ri= 0.05m rj= 0.33m
Αντοχή	f_n= 5.00MPa		fv0_n= 0.067MPa		fwt= 0.067MPa

Στα «Γενικά δεδομένα υπέρθυρου» αναφέρονται γενικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου υπέρθυρου που σχετίζονται με τη γεωμετρία του και τις αντοχές των υλικών.

Στην 1η σειρά αναγράφονται γενικές ιδιότητες, όπως π.χ. αν είναι νέο ή υφιστάμενο, πρωτεύον ή δευτερεύον υπέρθυρο, άοπλος ή ενισχυόμενος, με ή χωρίς ανώφλι.

Στη 2η σειρά σημειώνεται:

$\mathbf{f_b}$	η θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος
Συντ. αλληλεμπλοκής	είναι η παράμετρος «Δοκός > Αποτίμηση Φέρουσας τοιχοποιίας > Ύψος λίθου προς μήκος υπερκάλυψης μεταξύ λίθων»
$\mathbf{r_k}$, $\mathbf{r_{Rd}}$, $\mathbf{r_{\theta u}}$	είναι οι συντελεστές μονολιθικότητας και βλάβης.

Στην 3η σειρά αναγράφονται οι διαστάσεις του πεσσού, το καθαρό μήκος ανάμεσα στις άκαμπτες απολήξεις ($\mathbf{l_{cl}}$) του και αντίστοιχα το μήκος της αριστερής ($\mathbf{r_i}$) και της δεξιάς ($\mathbf{r_j}$) άκαμπτης απόληξης.

Στην 4η σειρά παρουσιάζονται οι τελικές υπολογιζόμενες αντοχές της τοιχοποιίας:

f Είναι η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας. Υπολογίζεται αυτόματα η μέση τιμή αν είναι υφιστάμενη και η χαρακτηριστική αν είναι νέα τοιχοποιία.

$\mathbf{f_{v0}}$ Είναι η διατμητική αντοχή της τοιχοποιίας απουσία κατακόρυφου φορτίου.

$\mathbf{f_{wt}}$ Είναι η εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας. Η τιμή της εξαρτάται αποκλειστικά από την αντοχή του κονιάματος και παίρνει τιμές:

- 0.10 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος $\mathbf{f_{mort}}$ δεν υπερβαίνει τα 2.0 MPa.
- 0.20 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος $\mathbf{f_{mort}}$ βρίσκεται μεταξύ 2.0 και 5.0 MPa.
- 0.40 MPa, όταν η θλιπτική αντοχή του κονιάματος $\mathbf{f_{mort}}$ υπερβαίνει τα 5.0 MPa.

Παρατήρηση: Όλες οι παραπάνω τιμές είναι οι τελικές, διαιρεμένες δηλ. με τους αντίστοιχους συντελεστές ασφαλείας.

Γενικά στοιχεία ενισχυμένου υπέρθυρου

Γενικά δεδομένα υπερθύρου

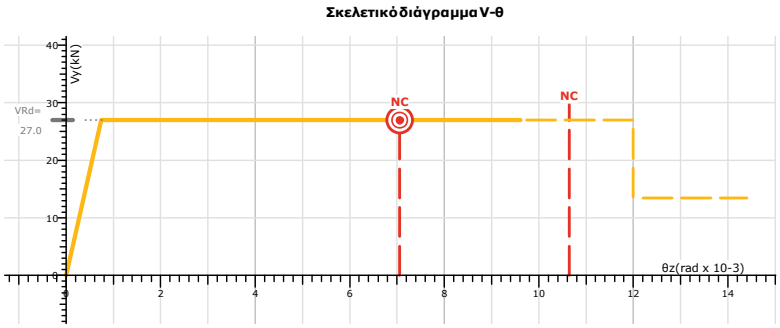
Γενικά	Υφιστάμενο	Δευτερεύον	Ενίσχυσημε αμφίπλ. μανδύα		με ανώφλι	
fb=50.0MPa		Συντ. αλληλεμπλοκής 1.00		Συντ.μηχ.χαρακτ.: rK= 0.80 rRd= 0.90 rθu= 0.80		
Διαστάσεις	t=65, h=120, Στml=0 [cm]		lcl= 1.95m	Άκ. απολήξεις	ri= 0.00m	rj= 0.00m
Αντοχή	f_e=4.55MPa		fv0_e=0.111MPa		fwt= 0.111MPa	
Εφελκυστική αντοχή ανωφλιού:			Fsh= Ash · fyd= 470.0kN		fyk= 235.0MPa	
	ΣκυρόδεμαC20/25		fck= 20.0MPa		fyk= 500.0MPa	
Όπλιση	Εσχάρεςαμφίπλευρουμανδύα:		ΟριζοντίωςΦ 8 / 20		ΚατακορύφωςΦ 8 / 20	

Για την περίπτωση ενισχυμένων υπερθύρων με μανδύες τυπώνονται επιπλέον:

Στην 6η σειρά η κατηγορία και η χαρακτηριστική αντοχή του του σκυροδέματος $\mathbf{f_{ck}}$ και του χάλυβα αντίστοιχα $\mathbf{f_{yk}}$

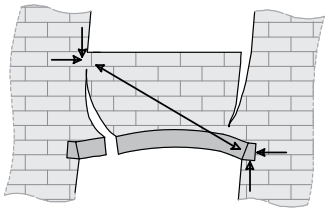
Στην 7η σειρά τυπώνεται η όπλιση του υπέρθυρου, δηλαδή η κατακόρυφη και η οριζόντια εσχάρα,.

Έλεγχος άοπλου υπέρθυρου

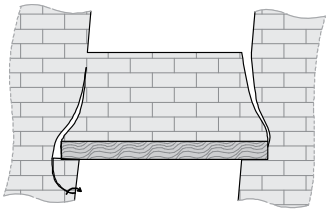


Σχήμα 9.108: Γραφική διαδικασία υπολογισμού λόγου ανεπάρκειας υπέρθυρου

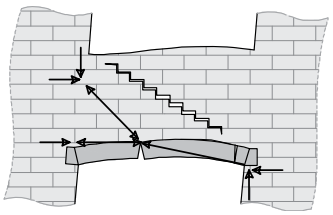
Στο **Σχήμα 9.108** παρουσιάζεται γραφικά ο υπολογισμός του λόγου ανεπάρκειας του υπέρθυρου στην κρίσιμη ανάλυση Pushover. Στον υπολογισμό της τέμνουσας αντοχής V_{Rd} αγνοείται η επίδραση του αξονικού φορτίου και ελέγχεται η διαρροή σε κάμψη και διάτμηση. Ο έλεγχος είναι διαφορετικός στην περίπτωση που έχει δοθεί από τον χρήστη η ύπαρξη ανωφλιού ή όχι. Διακρίνονται οι παρακάτω 4 μηχανισμοί αστοχίας:



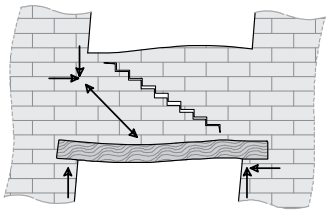
Καμπτική αστοχία υπέρθυρου χωρίς ανώφλι (με χθαμαλό ανακουφιστικό τόξο) ($V_{f.}$)



Καμπτική αστοχία υπέρθυρου με ανώφλι



Διατμητική αστοχία υπέρθυρου χωρίς ανώφλι (με χθαμαλό ανακουφιστικό τόξο) (V_v)



Διατμητική αστοχία υπέρθυρου με ανώφλι (V_v)

Κρίσιμη τέμνουσα διαρροής είναι η ελάχιστη της τιμής που υπολογίστηκε για κάμψη ή τέμνουσα:

$$V_{Rd} = min\left(V_f,\ V_v\right)$$

- Έλεγχος σε κάμψη χωρίς ανώφλι (draft EC8-3 2023, §11.5.1.2.2)

$$f_{ht1} = \frac{f_{bt}}{2}$$

$$f_{ht2} = \frac{f_{v0} + 0.6 \cdot \sigma_y}{\varphi}$$

$$f_{ht} = \min\left(f_{ht1}, f_{ht2}\right)$$

$$f_{ht1} < f_{ht2} \rightarrow \begin{cases} V_{f1} = 1.15 \cdot \dfrac{h^2 \cdot t}{6 \cdot H_0} \cdot f_{ht} \end{cases}$$

$$f_{ht1} \geq f_{ht2} \rightarrow \begin{cases} V_{f1} = \dfrac{h^2 \cdot t}{2 \cdot H_0 \cdot \left(1 + 2 \cdot f_{ht}/f_m\right)} \cdot f_{ht} \end{cases}$$

h, t : Οι διαστάσεις του υπέρθυρου, h (ύψος) και t (πλάτος)

H_0: Το μήκος διάτμησης ($H_0=L/2$)

f_{ht} : Ελάχιστη εφελκυστική αντοχή υπέρθυρου λόγω αστοχίας των λίθων (**f_{ht1}**) ή λόγω ολίσθησης κατά μήκος των αρμών (**f_{ht2}**)

f_{bt}: Εφελκυστική αντοχή λίθου: $f_{bt} = f_b/10$

σ_y: Ο μ.ο. των κατακόρυφων ορθών τάσεων στους δύο εκατέρωθεν πεσσούς του υπέρθυρου

φ: Η τιμή της παραμέτρου «ύψος λίθου προς μήκος υπερκάλυψης μεταξύ λίθων»

Παραμόρφωση αστοχίας: **$\theta_{f,u}$**=0.012

- Έλεγχος σε κάμψη με ανώφλι (draft EC8-3 2023, §11.5.1.2.2)

$$N_s = \min\left(A_s \cdot f_y,\ 0.2 \cdot h \cdot t \cdot f_m\right)$$

$$V_{f2} = \frac{h \cdot N_s}{H_0} \cdot \left(1 - 1.15 \cdot \frac{2 \cdot N_s}{h \cdot t \cdot f_m}\right)$$

$$V_f = \max\left(V_{f1},\ V_{f2}\right)$$

N_s : Η ελάχιστη αξονική δύναμη του θλιπτήρα του μηχανισμού δικτυώματος της άοπλης δοκού και της εφελκυστικής αντοχής του ανωφλιού.

f_y : Είναι η εφελκυστική αντοχή του ανωφλιού. Η τιμή της παραμέτρου «Δοκός > Αποτίμηση Φέρουσας τοιχοποιίας > Χαρακτηριστική αντοχή εφελκυόμενου υλικού ανωφλιού fyk [MPa]».

Παραμόρφωση αστοχίας: **$\theta_{f,u}$**=0.016

- Έλεγχος σε διάτμηση με/χωρίς ανώφλι (draft EC8-3 2023, §11.5.1.2.3)

Αστοχία σε διαγώνια ρηγμάτωση:

Κανονικά δομημένη τοιχοποιία (όλα τα είδη πλην αργολιθοδομής):

$$V_v = \frac{h \cdot t}{b} \cdot \left(\frac{f_{v0}}{1 + 0.6 \cdot \varphi}\right) \le V_{v,\lim}$$

$$b = \frac{L}{h},\ 1 \le b \le 1.5$$

$$V_{v,\lim} = \frac{h \cdot t}{b} \cdot \frac{f_{bt}}{2.3}$$

Αργολιθοδομή:

$$V_v = \frac{h \cdot t}{b} \cdot f_t$$

Παραμόρφωση αστοχίας: θ_{du}=0.006 για κανονική τοιχοποιία
θ_{du}=0.005 για αργολιθοδομή
θ_{du}=0.0035 για σκαφοειδή λιθοσώματα

Σημείωση

Ο έλεγχος των υπερθύρων στη στάθμη DL δεν πραγματοποιείται (draft EC8-3 2023, §11.5.1.2.2 (2)). Έτσι, τα υπέρθυρα θεωρούνται αποδεκτό να διαρρεύσουν και να αναπτύξουν πλαστική στροφή εντός ενός ορίου.

Στη συνέχεια, πάνω στο διάγραμμα V-θ ορίζονται οι επιτελεστικότητες:

$$\theta_{DL} = \theta_y$$
$$\theta_{SD} = \theta_u / \gamma_{Rd}$$
$$\theta_{NC} = 1.33 \cdot \theta_u / \gamma_{Rd}$$

Τέλος, παρατίθενται όλοι οι προαναφερθέντες υπολογισμοί που τεκμηριώνουν το σκελετικό διάγραμμα του υπέρθυρου. (**Σχήμα 9.109**).

Αντοχή - ικανότητα παραμόρφωσης τοιχοποιίας

V_{Rd} = min(V_f , V_v) = min(68.7kN , 31.4kN) **= 31.4kN**

→ **V_f** : άοπλου υπέρθυρου

→ **V_v** : άοπλου υπέρθυρου

$\theta_{NC,cap}$ = 1.33 · θ_u / γ_{Rd} = **4.43**‰

→ **θ_u** = 5.00 ‰ (Αργολιθοδομή, V) [EC8-3]

→ **γ_{Rd}** = 1.50

Σχήμα 9.109: Υπολογισμοί αντοχής και ικανότητας παραμόρφωσης υπέρθυρου

Έλεγχος ενισχυμένου/διαζωματικού υπέρθυρου

Ομοίως με τα άοπλα υπέρθυρα, στον υπολογισμό της τέμνουσας αντοχής V_{Rd} αγνοείται η επίδραση του αξονικού φορτίου και ελέγχεται η διαρροή σε κάμψη και διάτμηση.

Κρίσιμη τέμνουσα διαρροής είναι η ελάχιστη της τιμής που υπολογίστηκε για κάμψη ή τέμνουσα:

$$V_{Rd} = min\left(V_f, V_v\right)$$

Ο έλεγχος σε κάμψη V_f πραγματοποιείται όπως στην περίπτωση της άοπλης τοιχοποιίας με ανώφλι, όπου στο N_s θα λαμβάνονται επιπλεόν το τυχόν ανώφλι και οι οριζόντιοι ράβδου του μανδύα.

$$N_s = \min\left[\left(A_s \cdot f_y + A_{sw} \cdot f_{yw}\right),\ 0.2 \cdot h \cdot t \cdot f_m\right]$$

$$V_{f2} = \frac{h \cdot N_s}{H_0} \cdot \left(1 - 1.15 \cdot \frac{2 \cdot N_s}{h \cdot t \cdot f_m}\right)$$

$$V_f = \max\left(V_{f1},\ V_{f2}\right)$$

Η διατμητική αντοχή V_v στην περίπτωση του μανδύα από Ο/Σ υπολογίζεται:

- Από την διατμητική αντοχή αντοχής άοπλου υπέρθυρου V_{Rd1}
- και τη διατμητική αντοχή του κατακόρυφου οπλισμού του μανδύα

$$V_{Rd2} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \left(1 + \cot a\right) \cdot \sin a$$

Όπου

A_{sw} ο κατακόρυφος οπλισμός (κατακόρυφη εσχάρα) ανά μέτρο μήκους

- Οπότε η συνολική διατμητική αντοχή προκύπτει:

$$V_{Rd2} = V_{Rd1} + V_{Rd2} \le 0.25 \cdot f_d \cdot b \cdot d$$

Όπου

$f_d = \min\left(f_w, f_c\right)$ Η ελάχιστη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας και του σκυροδέματος πλήρωσης

Στην περίπτωση που το υπέρθυρο βρίσκεται ανάμεσα σε τουλάχιστον ένα διαζωματικό πεσσό, τότε αναγνωρίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα ως διαζωματικό υπέρθυρο, ακόμα και να έχει εισαχθεί ως άοπλο. Σε αυτή την περίπτωση η διατμητική αντοχή του υπολογίζεται από τη σχέση:

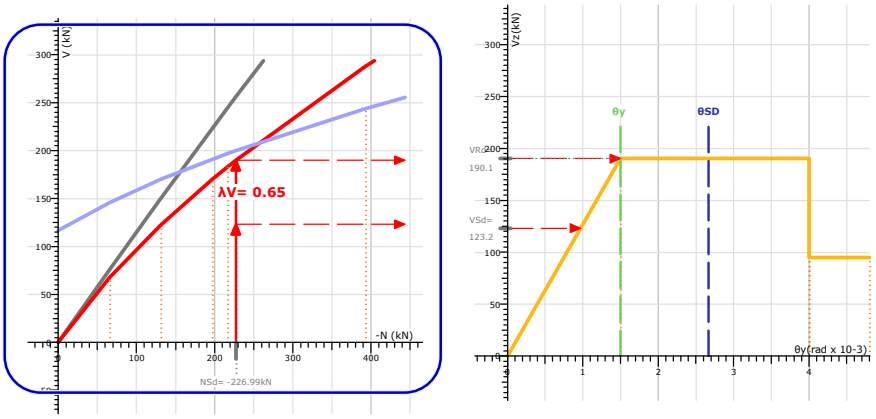
$$V_{Rd} = t \cdot L \cdot f_{wt} \cdot \left[\left(\frac{h}{2l}\right) + \sqrt{\left(\frac{h}{2l}\right)^2 + 1}\right]$$

Η οριακή γωνία στροφής χορδής του ενισχυμένου υπέρθυρου θ_u υπολογίζεται από από την αντίστοιχη του άοπλου προσαυξημένη κατά 4/3 (draft EC8-3 2023, §11.4.1.2.1.

9.15.11.3 Αναλυτικά αποτελέσματα Χρονοϊστορίας πεσσών

Έλεγχος εντός επιπέδου πεσσού

Στην ελαστική ανάλυση χρονοϊστορίας (μέθοδος m) διαφοροποιείται λίγο η λογική του υπολογισμού του κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας λ σε σχέση με την Pushover. Δεξιά του μεγεθυμένου διαγράμματος του χώρου αντοχής (**Σχήμα 9.110**) τυπώνεται ο υπολογισμός του τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m, όπως ορίζεται από τον ΚΑΔΕΤ.



Σχήμα 9.110: Υπολογισμός λόγου ανεπάρκειας και τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m

Για να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός του κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας λ, υπολογίζονται ξεχωριστά ο λόγος λ λόγω κάμψης και διάτμησης με τα παρακάτω βήματα:

– Υπολογισμός του τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m:

$$m_{f/v} = \frac{\theta_{i,f/v}}{\theta_y}$$

Όπου θ_y=*0.0015* (ΚΑΔΕΤ, §7.1.2.2) και θ_i η εκάστοτε παραμόρφωση της στάθμης επιτελεστικότητας (*βλέπε §Έλεγχος εντός επιπέδου άοπλου πεσσού*)

– Υπολογισμός της τέμνουσας και αξονικής δύναμης ελέγχου

$$V_{Sd,f/v} = V_G + \frac{V_{Ed.E}}{m_{f/v}}$$

$$N_{Sd,f/v} = N_G + \frac{N_{Ed.E}}{m_{f/v}}$$

Όπου

V_G, N_G Η τέμνουσα και αξονικού του συνδυασμού $G+\psi_2 Q$

$V_{Ed,E}$, $N_{Ed,E}$ Η ελαστική τέμνουσα και αξονική της ανάλυσης

– Υπολογισμός της τέμνουσα αντοχής V_{Rd} με βάση τις τιμές V_{Sd}, N_{Sd} (*βλέπε §*Ελεγχος εντός επιπέδου άοπλου πεσσού)

$$\textit{κάμψη} \quad \rightarrow V_{Rd,f} = V_f$$

$$\textit{τέμνουσας} \rightarrow V_{Rd,\mathrm{v}} = \min(V_{vs}, V_{vt})$$

– Υπολογισμός του λόγου ανεπάρκειας για κάθε στάθμη

$$\textit{κάμψη} \quad \rightarrow \lambda_f = \frac{V_{Sd,f}}{V_{Rd,\mathrm{f}}}$$

$$\textit{τέμνουσας} \rightarrow \lambda_v = \frac{V_{Sd,v}}{V_{Rd,\mathrm{v}}}$$

– Τέλος, υπολογίζεται ο κρίσιμος λόγος λ εκ των δύο μηχανισμών αστοχίας

$$\lambda = \min\left(\lambda_f, \lambda_v\right)$$

Σημείωση

Στο Τεύχος, εκτυπώνεται και τεκμηριώνεται αναλυτικά μόνο ο κρίσμιος λόγος ανεπάρκειας και παραλείπονται οι υπολογισμοί για τον δεύτερο μηχανισμό αστοχίας. Στην περίπτωση ενισχυμένων/διαζωματικών πεσσών ακολουθούνται τα ίδια βήματα με το αντίστοιχο τυπολόγιο (*βλέπε §*Ελεγχος εντός επιπέδου ενισχυμένου/διαζωματικού πεσσού).

Επίσης, παρατίθενται όλοι οι προαναφερθέντες υπολογισμοί που τεκμηριώνουν το τον υπολογισμό του κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας λ (***Σχήμα 9.111***).

Αντοχή - ικανότητα παραμόρφωσης τοιχοποιίας

Την κρίσιμη χρον. στιγμή: $N_{Sd,v}$=-227.0kN, $V_{Sd,v}$=123.2kN

λ_{SD} = max(λ_f, λ_V) = $\lambda_V = \frac{V_{Sd,v}}{V_{Rd,v}} = \frac{V_G + V_E/m_{SD,v}}{V_{Rd,v}}$ = **0.65**

$V_{Rd,v}$ = min(V_{vs}, V_{vt}) = V_{vs} = **190.1kN**

→ $V_{vt} = \sqrt{f_{wt} \cdot (f_{wt} + v_d f_d)} \cdot L\, tr_{Rd}$ = 200.2kN [ΚΑΔΕΤ, (Σ7.2)]

→ V_{vs} = min(f_{vm0} L' t + μ N , 0.065 f_b L' t)· r_{Rd} = 190.1kN [ΚΑΔΕΤ, (7.3β)]

$\theta_{SD,cap}$ = θ_u / γ_{Rd} = **2.67**‰ (μ_θ>1.5)

→ θ_u = 4.00 ‰ (V) [EC8-3, Γ.4.3.1(2)]

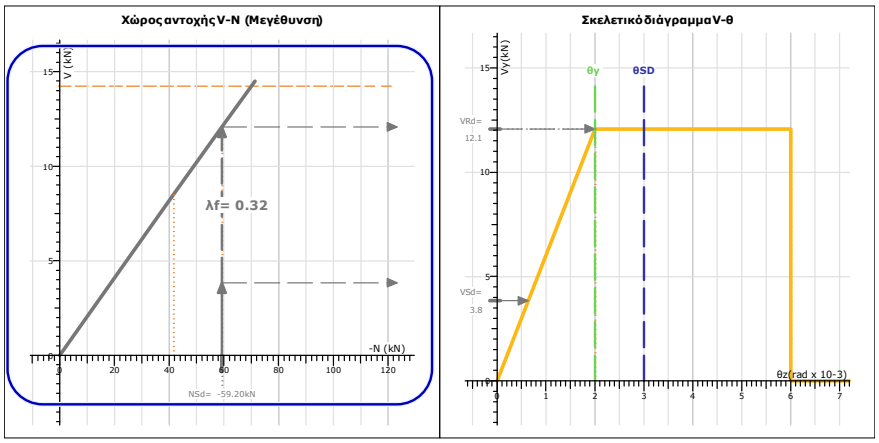
→ γ_{Rd} = 1.50

$m_{SD,v} = \frac{\theta_{SD,cap}}{\theta_y} = \frac{2.67\ ‰}{1.50\ ‰}$ = **1.78**

Σχήμα 9.111: Υπολογισμοί τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m και κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας λ

Έλεγχος εκτός επιπέδου πεσσού

Ομοίως, στην εκτός επιπέδου δράση, δεξιά του μεγεθυμένου διαγράμματος του χώρου αντοχής (**Σχήμα 9.112**) τυπώνεται ο υπολογισμός του τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m, όπως ορίζεται από τον ΚΑΔΕΤ.



Σχήμα 9.112: Υπολογισμός λόγου ανεπάρκειας και τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m εκτός επιπέδου

Για να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός του κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας λ πραγματοποιούνται τα παρακάτω βήματα για τον έλεγχο σε κάμψη/ανατροπή:

– Υπολογισμός του τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m:

$$m_f = \frac{\theta_{i,f}}{\theta_y}$$

Όπου θ_y=*0.0020* (ΚΑΔΕΤ, §7.1.2.2) και θ_i η εκάστοτε παραμόρφωση της στάθμης επιτελεστικότητας (*βλέπε §*Έλεγχος εκτός επιπέδου άοπλου πεσσού)

– Υπολογισμός της τέμνουσας και αξονικής δύναμης ελέγχου

$$V_{Sd,f} = V_G + \frac{V_{Ed.E}}{m_f}$$

$$N_{Sd,f} = N_G + \frac{N_{Ed.E}}{m_f}$$

Όπου

V_G, N_G Η τέμνουσα και αξονικού του συνδυασμού $G+\psi_2 Q$

$V_{Ed,E}$, $N_{Ed,E}$ Η ελαστική τέμνουσα και αξονική της ανάλυσης

– Υπολογισμός της τέμνουσα αντοχής V_{Rd} με βάση τις τιμές V_{Sd}, N_{Sd} (*βλέπε §*Ελεγχος εκτός επιπέδου άοπλου πεσσού)

$$V_{Rd,f} = \min(V_f, F_{Rd})$$

– Υπολογισμός του λόγου ανεπάρκειας για κάθε στάθμη

$$\lambda_f = \frac{V_{Sd,f}}{V_{Rd,\mathrm{f}}}$$

Σημείωση

Στην περίπτωση ενισχυμένων/διαζωματικών πεσσών ακολουθούνται τα ίδια βήματα με το αντίστοιχο τυπολόγιο (*βλέπε §*Ελεγχος εκτός επιπέδου ενισχυμένου/διαζωματικού πεσσού).

Επίσης, παρατίθενται όλοι οι προαναφερθέντες υπολογισμοί που τεκμηριώνουν το τον υπολογισμό του κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας λ (***Σχήμα 9.113***).

Αντοχή - ικανότητα παραμόρφωσης τοιχοποιίας

Την κρίσιμη χρον. στιγμή: $N_{Sd,f}$=-59.2kN, $V_{Sd,f}$=3.8kN

$\lambda_{SD} = \lambda_f = \frac{V_{Sd,f}}{V_{Rd,f}} = \frac{V_G + V_E/m_{SD,f}}{V_{Rd,f}} = \mathbf{0.32}$

$V_{Rd,f}$ = min(V_f, V_{FRd}) = $\mathbf{V_f = 12.1kN}$

→ $V_f = \frac{L\, t_w^2\, \sigma_\theta}{2\, H_{Oyj}} (1 - \frac{\sigma_\theta}{f_d}) \cdot r_{Rd}$ = 12.1kN [ΚΑΔΕΤ, (6.2)]

→ $F_{Rd} = \lambda \cdot (w_{Ed}\, A_{L,w} + F_{Ed}) \cdot r_{Rd}$ = 112.2kN [ΚΑΔΕΤ, (Σ7.6)]

$\theta_{SD,cap} = \theta_u / \gamma_{Rd}$ = **3.00**‰ (μ_θ>1.5)

→ θ_u = 6.00 ‰ (εκτός επιπ., Αργολιθοδομή) [ΚΑΔΕΤ 7.4.2

→ γ_{Rd} = 2.00

$m_{SD,f} = \frac{\theta_{SD,cap}}{\theta_y} = \frac{3.00\ ‰}{2.00\ ‰} = \underline{\mathbf{1.50}}$

Σχήμα 9.113: Υπολογισμοί τοπικού δείκτη πλαστιμότητας m και κρίσιμου λόγου ανεπάρκειας λ εκτός επιπέδου

9.16 Δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος

Ο δευτεροβάθμιος προσεισμικός έλεγχος έπεται του πρωτοβαθμίου ελέγχου (ταχέως οπτικού), αλλά είναι ταυτόχρονα ταχύτερος από τον τριτοβάθμιο έλεγχο, ο οποίος απαιτεί πλήρη μελέτη αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας του κτιρίου σύμφωνα με τον ΚΑΝΕΠΕ και τον ΚΑΔΕΤ.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αποτελεί μια προσεγγιστική διαδικασία αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας και της σεισμικής επάρκειας υφιστάμενων κτιρίων από Ο.Σ. σε σχέση με τη σεισμική απαίτηση, όπως ορίζεται στις σύγχρονες κανονιστικές διατάξεις. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει κάποιους υπολογισμούς, οι οποίοι είναι γενικά προσεγγιστικοί και απλούστεροι από τους αντίστοιχους μιας πλήρους μελέτης στατικής επάρκειας.

Το τελικό αποτέλεσμα του δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου είναι ένας "δείκτης" που ονομάζεται «Δείκτης Προτεραιότητας Ελέγχου λ» του κτιρίου. Η μεθοδολογία εφαρμόζεται εν γένει σε ομάδα κτιρίων και έχει ως στόχο τον υπολογισμό του Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου των κτιρίων, ο οποίος καθορίζει την προτεραιότητα κάθε κτιρίου για περαιτέρω έλεγχο (τριτοβάθμιος έλεγχος), συγκριτικά με τα υπόλοιπα κτίρια της ομάδας που υπόκεινται, κατά όμοιο τρόπο, στον ίδιο έλεγχο.

Η μεθοδολογία υπολογισμού περιλαμβάνει τρία στάδια

3. Προσδιορισμός της σεισμικής απαίτησης V_{req}.
4. Προσδιορισμός της σεισμικής αντίστασης V_R.
5. Προσδιορισμός του Δείκτη Προτεραιότητας Ελέγχου.

Σημείωση

Στο Fespa ο έλεγχος εκτελείται αυτόματα είτε μέσω της μη γραμμικής ανάλυσης Pushover, είτε μέσω της ελαστικής ανάλυσης χρονοϊστορίας. Μάλιστα, με βάση την Pushover και τη μέθοδο των τοπικών δεικτών πλασιμότητας m, χρησιμοποιούνται οι χαμηλές δυσκαμψίες του ΚΑΝΕΠΕ, ενώ με βάση τη μέθοδο του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς q χρησιμοποιούνται οι μεγάλες δυσκαμψίες, ως κάποιο ποσοστό της αρηγμάτωτης διατομής. Γι' αυτό ενδέχεται τα αποτελέσματα του Δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου να διαφέρουν μεταξύ των δύο μεθόδων.

Η μέθοδος του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς q έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί την εισαγωγή οπλισμού καθολικά στο φορέα, παρά μόνο στα

υποστυλώματα του ισογείου που συμμετέχουν στην ανάλυψη της τέμνουσας βάσης. Αντίθετα, στην Pushover και τη μλεθοδο m θα πρέπει να εισαχθεί ο οπλισμός σε όλα τα υποστυλώματα και δοκούς έτσι ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός των δυσκαμψιών τους.

9.16.1 Προσδιορισμός της σεισμικής απαίτησης

Στο **Σχήμα 9.114** παρουσιάζεται ο υπολογισμός της σεισμικής τέμνουσας βάσης V_{req}.στους καθολικούς άξονες X, Z του κτιρίου.

Σεισμική απαίτηση

$$V_{req} = M \times S_d(T)$$

$V_{req,X}$ = 1588.7tn x 4.15m/s² , T_X = 0.46s
= **6598.8kN**

$V_{req,Z}$ = 1588.7tn x 3.07m/s² , T_Z = 0.46s
= **4877.4kN**

Σχήμα 9.114: Υπολογισμός σεισμικής απαίτησης

Όπου

M Είναι η συνολική μάζα του κτιρίου

$S_d(T)$ Είναι η φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού

Η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος υπολογίζεται με βάση την απλοποιημένη φασματική μέθοδο (βλέπε § 4.1.1.3), ενώ ο συντελεστής συμπεριφοράς q λαμβάνεται από τις παραμέτρους «Κτίριο > Συντελεστής q > Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς οριζόντια qx)» και «Κτίριο > Συντελεστής q > Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς οριζόντια qz)»

9.16.2 Προσδιορισμός της σεισμικής αντίστασης

Στο **Σχήμα 9.115** παρουσιάζεται ο υπολογισμός της αντοχής του κτιρίου στους καθολικούς άξονες X, Z, σε όρους τέμνουσας βάσης V_{R0x}, V_{R0z}. Η συνολική τέμνουσα βάσης V_{R0} υπολογίζεται ως το επιμέρους άθροισμα των τεμνουσών βάσης που αναλαμβάνουν τα υποστυλώματα, τοιχώματα και κοντά υποστυλώματα του κτιρίου (αν υπάρχουν).

Τέμνουσα αντοχής κτιρίου

$$V_{R0} = \alpha_1 \sum V_{Ri}^{υποστ.} + \alpha_2 \sum V_{Ri}^{τοιχ.} + \alpha_3 \sum V_{Ri}^{κοντ.υποστ.}$$

Διεύθυνση X

β_{9X} = 4.4 **>3.0** -> Χωρίς παρουσία κοντών υποστυλωμάτων κατά X

α_{TX} = 0.25 **> 0.10** -> Παρουσία τοιχωμάτων κατά X

α_1 = 0.70, α_2 = 0.90, α_3 = 0.0

$V_{R0,X}$ = 0.70 · 1696.8kN + 0.90 · 377.8kN + 0 = **1527.8kN**

Διεύθυνση Z

β_{9Z} = 5.0 **>3.0** -> Χωρίς παρουσία κοντών υποστυλωμάτων κατά Z

α_{TZ} = 0.51 **> 0.10** -> Παρουσία τοιχωμάτων κατά Z

α_1 = 0.70, α_2 = 0.90, α_3 = 0.0

$V_{R0,Z}$ = 0.70 · 1566.1kN + 0.90 · 1029.4kN + 0 = **2022.7kN**

Σχήμα 9.115: Υπολογισμός σεισμικής αντίστασης

Όπου

α_1 Συντελεστής συμμετοχής υποστυλωμάτων

α_2 Συντελεστής συμμετοχής τοιχωμάτων

α_3 Συντελεστής συμμετοχής κοντών υποστυλωμάτων

$\Sigma V_{Ri}^{υποστ.}$ Η τέμνουσα βάσης που αναλαμβάνουν τα υποστυλώματα

$\Sigma V_{Ri}^{τοιχ.}$ Η τέμνουσα βάσης που αναλαμβάνουν τα τοιχώματα

$\Sigma V_{Ri}^{κοντ.\ υποστ.}$ Η τέμνουσα βάσης που αναλαμβάνουν τα κοντά υποστυλώματα

Οι τιμές που λαμβάνουν τα α_1, α_2, α_3 καθορίζονται στη σελίδα 5 του σχεδίου του Δευτεροβάθμιου προσεισμικού ελέγχου (ΟΑΣΠ 2020) και πιο συγκεκριμένα:

- Η παρουσία κοντών υποστυλωμάτων καθορίζεται από την τιμή του συντελεστή β_9 (βλέπε). Αν ισχύει $\beta_9 \geq 3$, τότε $\alpha_3 \geq 0$.
- Η παρουσία τοιχωμάτων εξαρτάται από την τιμή του δείκτη τοιχωματοποίησης α_τ. Αν ισχύει $\alpha_\tau \geq 0.10$, τότε $\alpha_2 \geq 0$.

$$\alpha_\tau = \frac{\sum V_{Ri}^{τοιχ}}{V_{R0}}$$

Οι αντοχές V_{Ri} των υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων υπολογίζονται σύμφωνα με την §9.15.6 και παραθέτονται στους παρακάτω πίνακες.

Αντοχές VRi κατακορύφων στοιχείων στη βάση του κτιρίου

						Υποστυλώματα								
Μέλος	$L_{v,z}$	M_{Ry}	$\mu\theta_{pl,y}$	$V_{Rds,z}$	$V_{M,z}$	V_{Rz}	$L_{v,y}$	M_{Rz}	$\mu\theta_{pl,z}$	$V_{Rds,y}$	$V_{M,y}$	V_{Ry}	V_{Rx}	V_{Rz}
[/]	[m]	[kNm]	[/]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[kNm]	[/]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
K1(0)	2.59	461.6	0.80	196.8	178.3	178.3	2.41	500.1	0.50	196.8	207.4	196.8	196.8	178.3
K2(0)	2.59	461.8	0.80	196.8	178.5	178.5	2.43	500.2	0.50	196.8	206.2	196.8	196.8	178.5
K3(0)	2.33	533.5	0.50	196.8	229.1	196.8	2.53	583.5	0.50	196.8	230.3	196.8	196.8	196.8
K4(0)	2.39	463.5	0.19	196.8	193.6	193.6	2.31	482.3	0.50	196.8	208.5	196.8	196.8	193.6
K5(0)	2.33	533.5	0.50	196.8	229.1	196.8	2.53	583.5	0.50	196.8	230.3	196.8	196.8	196.8
K6(0)	2.48	483.6	0.64	196.8	194.8	194.8	2.55	522.0	0.50	196.8	204.9	196.8	196.8	194.8
K7(0)	2.44	533.2	0.50	196.8	218.9	196.8	2.34	582.8	0.50	196.8	249.3	196.8	196.8	196.8
K8(0)	2.48	483.6	0.64	196.8	194.8	194.8	2.55	521.9	0.50	196.8	204.9	196.8	196.8	194.8
								Τοιχώματα εκτός επιπέδου:						
K9(0)	-	-	-	-	-	-	4.07	145.7	-	-	35.8	35.8	0.0	35.8
K10(0)	-	-	-	-	-	-	3.43	210.7	-	-	61.3	61.3	61.3	0.0
K11(0)	-	-	-	-	-	-	3.44	210.3	-	-	61.2	61.2	61.2	0.0
												ΣV_{Ri}	**1696.8**	**1566.1**

						Τοιχώματα								
Μέλος	$L_{v,z}$	M_{Ry}	$\mu\theta_{pl,y}$	$V_{Rds,z}$	$V_{M,z}$	V_{Rz}	$L_{v,y}$	M_{Rz}	$\mu\theta_{pl,z}$	$V_{Rds,y}$	$V_{M,y}$	V_{Ry}	V_{Rx}	V_{Rz}
[/]	[m]	[kNm]	[/]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[kNm]	[/]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
K9(0)	3.75	1829.2	2.28	377.8	488.4	377.8	-	-	-	-	-	-	377.8	0.0
K10(0)	4.42	2809.3	0.50	515.4	635.7	515.4	-	-	-	-	-	-	0.0	515.4
K11(0)	4.44	2803.9	0.50	514.0	632.2	514.0	-	-	-	-	-	-	0.0	514.0
												ΣV_{Ri}	**377.8**	**1029.4**

Σχήμα 9.116: Αναλυτική περιγραφή υπολογισμού αντοχών υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων.

Σε κάθε έναν από τους κύριους τοπικούς άξονες του μέλους υπολογίζονται τα παρακάτω:

Lv Το μήκος διάτμησης τους μέλους

M_R Η καμπτική αντοχή του μέλους για αξονικό φορτίο, εκείνο του συνδυασμού $G+\psi_2 Q$

$\mu\theta_{pl}$ Το πλάστιμο μέρος της πλαστιμότητας του μέλους

$$\mu\theta_{pl} = \frac{\theta_u - \theta_y}{\theta_y}$$

V_{Rds} Η διατμητική αντοχή του μέλους

V_M Η ικανοτική αντοχή του μέλους σε τέμνουσα λόγω ροπής

$$V_M = \frac{M_R}{L_V}$$

V_R Η τελική διατμητική αντοχή του μέλους, $V_R = \min(V_M, V_{Rds})$

Στη συνέχεια υπολογίζεται η στροφή των διατμητικών αντοχών από το τοπικό στο καθολικό σύστημα:

V_{RX} Η διατμητική αντοχή του μέλους στον καθολικό άξονα X

V_{RZ} Η διατμητική αντοχή του μέλους στον καθολικό άξονα Z

Σημείωση

Τα τοιχωμάτα στην ασθενή τους διεύθυνης αθροίζονται με τα υποστυλώματα. Επίσης, η διατμητική τους αντοχή στην ασθενή τους διεύθυνση υπολογίζεται μόνο από την αντίστοιχη ικανοτική.

9.16.3 Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης

Τα κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης περιγράφουν παράγοντες τρωτότητας που επηρεάζουν καθοριστικά τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου. Γενικά, λαμβάνονται υπόψη 13 κριτήρια, καποια από αυτά βαθμονομούνται ποιοτικά και κάποια βαθμονομούνται βασιζόμενα σε υπολογισμούς. Τα κριτήρια λαμβάνουν τιμές από 1 (περισσότερο κρίσημο) έως 5 (λιγότερο κρίσημο). Τα ποσοτικά κριτήρια υπολογίζονται από το Fespa και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης

#	Κριτήριο	Διεύθ. X	Διεύθ. Z
β3	Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου	1	1
β5	Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη - στρέψη	5	1
β7	Κατανομή δυσκαμψίας καθ ύψος – μαλακός όροφος	1	2
β8	Κατανομή μάζας καθ ύψος	4	4
β9	Κοντά υποστυλώματα	4	5

Σχήμα 9.117: Κριτήρια σεισμικής επιβάρυνσης που υπολογίζονται στο Fespa.

9.16.3.1 Κριτήριο 3: Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου

Στο κριτήριο αυτό ελέγχεται η ικανότητα των κατακόρυφων στοιχείων (υποστυλώματα και τοιχώματα) του ισογείου να αναλάβουν ισχυρά θλιπτικά φορτία και τα περιθώρια ανάληψης επιπλέον αξονικών φορτίων λόγω σεισμού. Για το λόγο αυτό γίνεται έλεγχος του ανηγμένου αξονικού φορτίου στα κατακόρυφα στοιχεία του ισογείου.

Το ανηγμένο αξονικό φορτίο κατακόρυφου στοιχείου i ισογείου υπολογίζεται ως:

$$v_{di} = \frac{N_{Sd}}{A_c \cdot f_{ck}}$$

$\mathbf{N_{Sd}}$ Η κατακόρυφη θλιπτική δύναμη λόγω του συνδυασμού φόρτισης $G+\psi_2 Q$

$\mathbf{A_c}$ Το εμβαδόν της διατομής του μέλους

$\mathbf{f_{ck}}$ Η χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος

Η βαθμονόμηση γίνεται με βάση δύο επιμέρους κριτήρια

- Το μέσο ανηγμένο αξονικό φορτίο των κατακόρυφων στοιχείων του ισογείου.

– Το μέγιστο ανηγμένο αξονικό φορτίο max(v_{di}) από όλα τα κατακόρυφα μέλη του ισογείου.

Στο **Σχήμα 9.125** παρουσιάζονται οι δύο τιμές των επιμέρους κριτητιρίων στο Fespa.

Κριτήριο 3: Μέγεθος ανηγμένου αξονικού φορτίου

Ανηγμένο αξονικό υποστυλωμάτων ισογείου (όροφος: 0):

max(v_{di}) = **0.72** $\overline{v_d}$ = **0.35**

Σχήμα 9.118: Μέγιστο και μέσο ανοιγμένο αξονικό κατακόρυφων μελών

Η τελική βαθμολογία υπολογίζεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

– Για το μέσο ανηγμένο αξονικό φορτίο κατακόρυφων στοιχείων

Βαθμός 1: εάν $0.45 \leq v_d \leq 0.55$
Βαθμός 2: εάν $0.35 \leq v_d < 0.45$
Βαθμός 3: εάν $0.25 \leq v_d < 0.35$
Βαθμός 4: εάν $0.15 \leq v_d < 0.25$
Βαθμός 5: εάν $v_d < 0.1$

– Για το μέγιστο ανηγμένο αξονικό φορτίο κατακόρυφων στοιχείων

Βαθμός 1: εάν $0.65 \leq \max(v_{di}) \leq 0.75$
Βαθμός 2: εάν $0.50 \leq \max(v_{di}) < 0.65$
Βαθμός 3: εάν $0.40 \leq \max(v_{di}) < 0.50$
Βαθμός 4: εάν $0.30 \leq \max(v_{di}) < 0.40$
Βαθμός 5: εάν $\max(v_{di}) < 0.30$

9.16.3.2 Κριτήριο 5: Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη – στρέψη

Η ασύμμετρη κατανομή των στοιχείων που συνεισφέρουν στην πλευρική δυσκαμψία του φορέα και στην ανάληψη των σεισμικών δράσεων συνήθως οδηγεί στην ανομοιόμορφη κατανομή της σεισμικής έντασης με άμεσο αποτέλεσμα την εμφάνιση σημαντικών βλαβών στα δομικά στοιχεία που επιβαρύνονται περισσότερο από αυτήν. Η συμπεριφορά των κτιρίων αυτών είναι συνήθως στρεπτική.

Η ποσοτικοποίηση του φαινομένου αυτού γίνεται μέσω της εκκεντρότητας, δηλαδή της απόστασης του πλασματικού άξονα (βλέπε §9.4.9) από το κέντρο μάζας κάθε διαφράγματος.

Στο **Σχήμα 9.119** τυπώνονται οι συντεταγμένες του κέντρου μάζας και του πλασματικού άξονα στον όροφο του κτιρίου όπου υπολογίζεται η μέγιστη

εκκεντρότητα e_x, e_z. Επίσης, οι θέσεις του κέντρου μάζας και πλασματικού άξονα σημειώνονται σε σκαρίφημα στον κρίσιμο όροφο.

Κριτήριο 5: Κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη - στρέψη

Κέντρο μάζας	Πλασματικός άξονας	Εκκεντρότητα
Κ.Μ.$_x$ = **7.50m**	Π.Α.$_x$ = **7.50m**	e_x = **0.1cm**
Κ.Μ.$_z$ = **7.35m**	Π.Α.$_z$ = **2.51m**	e_z = **4.84m**

Όροφος που καθορίζει τον πλασματικό άξονα: 4

Σχήμα 9.119: Υπολογισμός τυχηματικής εκκεντρότητας

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι ανηγμένες εκκεντρότητας με βάση τις διαστάσεις της κάτοψης L_x, L_z:

$$\varepsilon_x = \frac{e_x}{L_x},\ \varepsilon_z = \frac{e_z}{L_z}$$

Η τελική βαθμολογία του κριτηρίου 5 υπολογίζεται σύμφωνα με τα παρακάτω:

Βαθμός 1: εάν $\varepsilon \geq 0.30$
Βαθμός 5: εάν $\varepsilon < 0.05$
Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.

9.16.3.3 Κριτήριο 7: Κατανομή δυσκαμψίας καθ' ύψος – μαλακός όροφος

Εξετάζεται αν η δυσκαμψία των στοιχείων που συμμετέχουν στην ανάληψη σεισμικών δράσεων παραμένει πρακτικά αμετάβλητη από όροφο σε όροφο, ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη δυνατή καθ' ύψος κατανομή των εντάσεων και των σεισμικών μετατοπίσεων. Το κριτήριο δυσμενοποιείται όταν η δυσκαμψία ενός ορόφου είναι σημαντικά μικρότερη από αυτή των γειτονικών του (υποκείμενου και υπερκείμενου).

Ο έλεγχος στο Fespa χρησιμοποιεί το κριτήριο κανονικότητας καθ' ύψος του Ευρωκώδικα 8-1 §4.2.3.3(3) και παρουσιάζεται στο παρακάτω **Σχήμα 9.120**

Κριτήρια κανονικότητας καθ' ύψος [EC8-1 §4.2.3.3 (3)]

Έλεγχοι δυσκαμψιών - μαζών

Επίπεδο i [/]	Υψόμετρο οροφής [m]	Ύψος ορόφου [m]	Δυσκαμψία KXi [kN/m]	Μεταβολή καθ' ύψος [%]	Δυσκαμψία KZi [kN/m]	Μεταβολή καθ' ύψος [%]	Μάζα mi [ton]	Μεταβολή καθ' ύψος [%]
5	19.50	3.50	0.47657E+05	-10%	0.12775E+06	-6%	0.25232E+03	-13%
4	16.00	3.50	0.52755E+05	-31%	0.13628E+06	-15%	0.28980E+03	-1%
3	12.50	3.50	0.76656E+05	-11%	0.16086E+06	-20%	0.29190E+03	-20%
2	9.00	3.50	0.86059E+05	+ 73%	0.20086E+06	+ 48%	0.36498E+03	-6%
1:βάση	5.50	5.50	0.49643E+05		0.13579E+06		0.39025E+03	

Σχήμα 9.120: Συνολικές δυσκαμψίες, μάζες ορόφων και μεταβολές τους

Υπολογίζεται η ποσοστιαία διαφορά δυσκαμψίας ΔK_{tot} μεταξύ γειτονικών ορόφων ανά διεύθυνση. Από τον υπολογισμό εξαιρείται ο τελευταίος (ανώτερος) όροφος του κτιρίου. Έπειτα, τυπώνεται η μέγιστη διαφορά δυσκαμψιών κατ' απόλυτη τιμή, σύμφωνα με το παρακάτω **Σχήμα 9.121**

Κριτήριο 7: Κατανομή δυσκαμψίας καθ ύψος – μαλακός όροφος

Μέγιστη διαφορά δυσκαμψίας γειτονικών ορόφων, εκτός του τελευταίου $\Delta K_{tot,X}$ = **73%**, $\Delta K_{tot,Z}$ = **48%**

Σχήμα 9.121: Μέγιστη διαφορά δυσκαμψιών ανά διεύθυνση

Η τελική βαθμολογία του κριτηρίου 7 υπολογίζεται ως εξής:

Βαθμός 1: εάν $\Delta K_{tot} \geq 0.50$
Βαθμός 5: εάν $\Delta K_{tot} < 0.20$
Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.

Σημείωση

Για το σωστό υπολογισμό του κριτηρίου θα πρέπει να ενσωματώνονται και οι τοιχοπληρώσεις στο προσομοίωμα.

9.16.3.4 Κριτήριο 8: Κατανομή μάζας καθ' ύψος

Εξετάζεται αν υπάρχει έντονα ανομοιόμορφη κατανομή της μάζας, η οποία επηρεάζει δυσμενώς τη σεισμική συμπεριφορά του κτιρίου λόγω σεισμού. Ελέγχεται η μεταβολή της μάζας καθ' ύψος, βάσει της διαφοράς στη μάζα των γειτονικών ορόφων.

Παρουσιάζονται στο παραπάνω **Σχήμα 9.120** οι μάζες των ορόφων και η μεταξύ τους διαφορά. Υπολογίζεται η ποσοστιαία διαφορά μάζας ΔM_{tot} μεταξύ γειτονικών ορόφων. Έπειτα, τυπώνεται η μέγιστη θετική διαφορά μαζών σύμφωνα με το παρακάτω **Σχήμα 9.122**

Κριτήριο 8: Κατανομή μάζας καθ ύψος

Μέγιστη διαφορά μάζας γειτονικών ορόφων ΔM_{tot} = **20%**

Σχήμα 9.122: Μέγιστη διαφορά μαζών γειτονικών ορόφων.

Η τελική βαθμολογία του κριτηρίου 8 υπολογίζεται ως εξής:

Βαθμός 1: εάν $\Delta M_{tot} \geq 0.50$
Βαθμός 5: εάν $\Delta M_{tot} < 0.20$
Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.

9.16.3.5 Κριτήριο 9: Κοντά υποστυλώματα

Εξετάζεται ο κίνδυνος εμφάνισης ψαθυρής μορφής αστοχίας, που προκαλείται από "φύσει" ή "θέσει" κοντούς στύλους. Κοντό υποστύλωμα χαρακτηρίζεται το υποστύλωμα όταν ο λόγος του καθαρού ελεύθερου ύψους του υποστυλώματος (l) προς τη διάσταση της διατομής, της παράλληλης στη διεύθυνση του σεισμού (h) είναι l/h≤5.

Σε κάθε στάθμη και ανά κύρια διεύθυνση υπολογίζεται ο βαθμός επιρροής κοντών υποστυλωμάτων. Ο βαθμός επιρροής κοντών υποστυλωμάτων προκύπτει ως ο κεντροβαρικός μέσος όρος των βαθμών που αποδίδονται σε κάθε υποστύλωμα, σύμφωνα με το λόγο l/h.

Για κάθε υποστύλωμα αποδίδεται ένας βαθμός β_ℓ ανάλογα με το ανηγμένο του μήκος. Η συμβολή στην συνολική επιβάρυνση της κατασκευής λαμβάνεται υπ' όψιν μέσω αντίστοιχων συντελεστών βαρύτητας σ.β. ως εξής:

Για $l/h \leq 2$ $\beta_\ell=1$ και σ.β.=5

Για $2 < l/h \leq 3$ $\beta_\ell=2$ και σ.β.=4

Για $3 < l/h \leq 4$ $\beta_\ell=3$ και σ.β.=3

Για $4 < l/h < 5$ $\beta_\ell=4$ και σ.β.=2

Για $l/h > 5$ $\beta_\ell=5$ και σ.β.=1

Αν n το πλήθος των υποστυλωμάτων στην εξεταζόμενη στάθμη και

n_1 με βαθμό $\beta_\ell=1$

n_2 με βαθμό $\beta_\ell=2$

n_3 με βαθμό $\beta_\ell=3$

n_4 με βαθμό $\beta_\ell=4$

n_5 με βαθμό $\beta_\ell=5$

Τότε προκύπτει ο βαθμός του κριτηρίου:

$$\overline{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^{5}\left[n_i \cdot i \cdot (6-i)\right]}{\sum_{i=1}^{5}\left[n_i (6-i)\right]}$$

Η τελική βαθμονόμηση του κριτηρίου εξαρτάται από τον βαθμό τοιχωματοποίησης α_τ ως εξής:

$\boldsymbol{\beta_{τελ}=\beta}$ $\alpha_\tau < 0.10$
$\boldsymbol{\beta_{τελ}=5}$: εάν $\alpha_\tau \geq 0.50$

Ενδιάμεσες τιμές με γραμμική παρεμβολή.
Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικά στο Τεύχος στο **Σχήμα 9.126**.

Κριτήριο 9: Κοντά υποστυλώματα
Διεύθυνση: Χ. Κρίσιμος όροφος: 1

Υποστυλώματα με βαθμό β_ℓ = 4 (4 < l/h <= 5). Πλήθος n_4= 8:
K1(1), K2(1), K3(1), K4(1), K5(1), K6(1), K7(1), K8(1)

$$\bar{\beta} = \frac{n_1 \times 1 \times 5 + n_2 \times 2 \times 4 + n_3 \times 3 \times 3 + n_4 \times 4 \times 2 + n_5 \times 5 \times 1}{5n_1 + 4n_2 + 3n_3 + 2n_4 + n_5} \rightarrow \bar{\beta} = 4.0$$

$$0.10 < a_{T,X} = 0.25 < 0.50 \rightarrow \beta_{τελ,X} = 4.4$$

Διεύθυνση: Z

$$a_{T,Z} = 0.51 > 0.50 \rightarrow \beta_{τελ,Z} = 5.0$$

Σχήμα 9.123: Υπολογισμός του κριτηρίου 9 των κοντώ υποστυλωμάτων.

9.17 Ενισχύσεις μελών από Ο/Σ

9.17.1 Μανδύες από έγχυτο/εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Έπειτα από την ενίσχυση υποστυλωμάτων με μανδύες Οπλισμένου Σκυροδέματος, πραγματοποιούνται για το ενισχυμένο μέλος όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι επάρκειας σύμφωνα με το κεφάλαιο 9.15. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι πρόσθετοι έλεγχοι που αφορούν το σχεδιασμό της ενίσχυσης και της τοποθέτησης των απαιτούμενων διατμητικών βλήτρων.

9.17.1.1 Διαθέσιμες διατάξεις βλήτρων

Διαθέσιμες διατάξεις βλήτρων

Βλήτρα ανά παρειά	Κρίσιμη Ανάλυση	sV [cm]	sH [cm]	sMin [cm]	ρ [/]	Μήκος έμπηξης [cm] στο υπάρχον	Μήκος έμπηξης [cm] στον μανδύα	VRid [kN]	λ [/]
K1(0): h=4.00m									
Πλευρά υφιστάμενου b=30cm:		smax = 45.0			ρmin=1.2‰	max = 55.0	max = 5.0	Fcm=1976.4	
28Φ10	PO	29.0	15.0	>6.0	1.83‰	8.0	3.0	1982.8	1.00
22Φ12	PO	38.0	15.0	>7.2	2.07‰	9.6	3.6	1992.2	0.99
24Φ14	PO	34.0	15.0	>8.4	3.08‰	11.2	4.2	2046.8	0.97
20Φ16	PO	42.0	15.0	>9.6	3.35‰	12.8	4.8	2055.5	0.96
10Φ18	PO	42.0	-	>10.8	2.12‰	14.4	5.4!	1982.2	1.00
Πλευρά υφιστάμενου d=55cm:		smax = 45.0			ρmin=1.2‰	max = 30.0	max = 5.0	Fcm=687.8	
39Φ10	XI-τπ	31.0	18.0	>6.0	1.39‰	8.0	3.0	1177.7	0.58
30Φ12	XI-τπ	42.0	18.0	>7.2	1.54‰	9.6	3.6	1187.0	0.58
20Φ14	XI-τπ	42.0	27.0	>8.4	1.40‰	11.2	4.2	1165.5	0.59
20Φ16	XI-τπ	42.0	27.0	>9.6	1.83‰	12.8	4.8	1204.3	0.57
20Φ18	XI-τπ	42.0	27.0	>10.8	2.31‰	14.4	5.4!	1247.5	0.55

Σχήμα 9.124: *Εύρεση διαθέσιμης διάταξης βλήτρων και διερεύνηση τοποθέτησης εναλλακτικών διαμέτρων*

Παρουσιάζεται για κάθε πλευρά του ενισχυόμενου υποστυλώματος η βέλτιστη διάταξη βλήτρων σύμφωνα με την επιλεγόμενη παράμετρο (Διάμετρος βλήτρων [mm]). Ταυτόχρονα γίνεται διερεύνηση υπολογισμού απαιτούμενων βλήτρων για εναλλακτικές τιμές διαμέτρου.

Βλήτρα ανά παρειά

Ο 1ος πίνακας αναφέρεται στη μία πλευρά του υφιστάμενου υποστυλώματος με διάσταση b, ενώ το 2ος πίνακας αφορά τη δεύτερη πλευρά όπου θα τοποθετηθούν βλήτρα διάστασης d.

Κρίσιμη ανάλυση

Σημειώνεται η κρίσιμη ανάλυση με βάση την οποία προέκυψαν τα απαιτούμενα βλήτρα (PO: Pushover, XI-τπ: Χρονοϊστορία χωρίς τοιχοπληρώσεις και XI+τπ: Χρονοϊστορία με τοιχοπληρώσεις)

s_V Είναι το κατακόρυφο βήμα τοποθέτησης των βλήτρων.

s_H Είναι η οριζόντια ενδιάμεση απόσταση τοποθέτησης των βλήτρων. Σε περίπτωση που τυπωθεί (-) σημαίνει ότι τοποθετείται μία κατακόρυφη σειρά βλήτρων.

s_{max} Είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση τοποθέτησης των βλήτρων. Ισούται με την ελάχιστη απόσταση του εξαπλάσιου του πάχους μανδύα και των 80 cm: $s_{\max} = \min\left(6 \cdot t_j,\ 80\ cm\right)$

s_{Min} Είναι η ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση τοποθέτησης των βλήτρων. Ισούται με 6 φορές τη διάμετρο του βλήτρου. $s_{min} = 6 \cdot d_b$

ρ_{min} Είναι το ελάχιστο ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού βλήτρων (ΚΑΝΕΠΕ §8.2.1.3.β.(v)):

$$\rho_{\min} = \max\left(\frac{0.20 \cdot f_{ctm}}{f_{yk}},\ 0.0012\right)$$

ρ Είναι το τοποθετούμενο ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού βλήτρων

Μήκος έμπηξης στο υπάρχον

Είναι ίσο με το οκταπλάσιο της διαμέτρου του βλήτρου (ΚΑΝΕΠΕ §6.1.2.2.δ). Ως μέγιστο μήκος έμπηξης ορίζεται η διάσταση της παράλληλης πλευράς του υποστυλώματος με το βλήτρο.

Μήκος έμπηξης στο μανδύα

Το μέγιστο μήκος έμπηξης ισούται με το πάχος του μανδύα μείον την επικάλυψη c_{nom} που έχει δοθεί στη διατομή. Γενικά, θεωρείται ότι τα βλήτρα διαμορφώνονται με άγκιστρο στην άκρη, έτσι η αγκύρωση τους στο μανδύα επιτυγχάνεται μέσω της δράσης του άγκιστρου.

F_{cm} Είναι η θλιβούσα δύναμη του μανδύα (ΚΑΝΕΠΕ §8.2.1.5.στ)

$$F_{cm} = \gamma_{sd} \cdot \frac{1}{2} \cdot \bar{\lambda}\left(\frac{N_V + N_E}{2} + \frac{M_{nz}}{z_z} + \frac{M_{ny}}{z_y}\right)$$

Όπου:

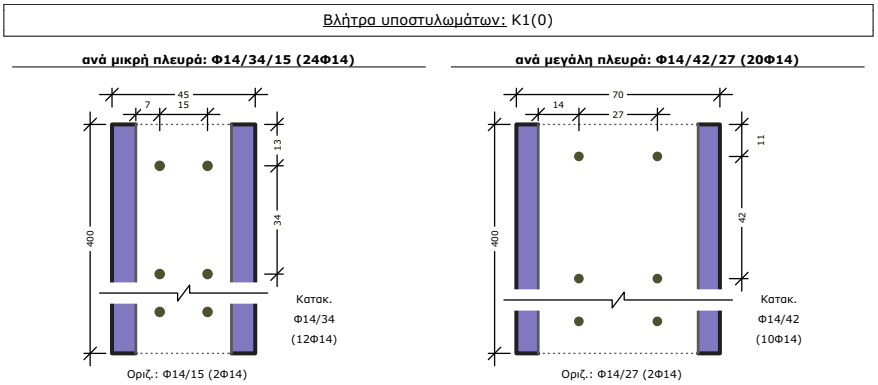
- N_v είναι η αξονική δύναμη λόγω αφαίρεσης της υποστύλωσης (βλέπε παράμετρο: Αξονικό φορτίο υποστύλωσης Nsup [kN])
- N_E είναι η αξονική δύναμη που αντιστοιχεί στο μανδύα λόγω σεισμού
- M_{nz} είναι η δρώσα ροπή περί τον τοπικό άξονα z
- M_{ny} είναι η δρώσα ροπή περί τον τοπικό άξονα y
- $z_z \approx 0.9 \cdot d_z$ είναι ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων για ροπή στον τοπικό άξονα z
- $z_y \approx 0.9 \cdot d_y$ είναι ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων για ροπή στον τοπικό άξονα y

V_{Rid} Είναι η διατμητική αντοχή της διεπιφάνειας (ΚΑΝΕΠΕ §8.2.1.5.στ). Πρέπει να είναι αρκετή έτσι ώστε να μεταφέρεται ασφαλώς η θλιτπική δύναμη του μανδύα ($V_{Rid} \geq F_{cm}$)

λ Είναι ο λόγος ανεπάρκειας της διατμητικής αντοχής της διεπιφάνειας:

$$\lambda = \frac{F_{cm}}{V_{Rid}}$$

9.17.1.2 Λεπτομέρειες προτεινόμενων βλήτρων



Σχήμα 9.125*: Σκαρίφημα τοποθέτησης βλήτρων*

Στο Σχήμα 9.125 παρουσιάζεται τα σκαριφήματα τοποθέτησης βλήτρων στις όψεις των δύο πλευρών του υποστυλώματος. Ταυτόχρονα ελέγχεται αν τα τοποθετούμενα βλήτρα πληρούν τις ελάχιστες αποστάσεις από τη διεπιφάνεια.

9.17.1.3 Αναλυτικός υπολογισμός διατμητικής αντοχής διεπιφάνειας υποστυλώματος-μανδύα

Έλεγχος διάτμησης διεπιφάνειας, *[ΚΑΝΕΠΕ, §8.2.1.5 στ)]*

Στάθμη επιτελεστικότητας	DL	SD	NC
Μέγιστο μήκος συναρμογής $u_{0,max}$ [= F_{cm} / (4 f_{ctm} t)]	89.4cm	62.4cm	79.1cm
Μήκος συναρμογής u_0 [= L / 2 ⊠ $u_{0,max}$]	89.4cm	62.4cm	79.1cm
Αντοχή λόγω τριβής στη διεπιφάνεια	$V_{R,fr}$ = $4 \cdot u_0 \cdot \mu \cdot f_{ctm} \cdot t$		
	= $4 \cdot u_0 \cdot 1.0 \cdot 2.56MPa \cdot 7.50cm$		
$V_{R,fr}$ =	687.8kN	480.3kN	608.5kN
Αντοχή ενός σκέλους συνδετήρα Φ10 F_w	4.19kN	4.90kN	5.16kN
Συνολική αντοχή συνδετήρων	$V_{R,w}$ = $n_w \cdot n_{\sigma\kappa} \cdot F_w$		
	= $39 \cdot 2 \cdot F_w$		
$V_{R,w}$ =	326.6kN	382.4kN	402.5kN
Αντοχή ενός βλήτρου Φ14 F_d	7.55kN	8.91kN	10.11kN
Συνολική αντοχή βλήτρων	$V_{R,d}$ = $n_d \cdot F_d$		
	= $20 \cdot F_d$		
$V_{R,d}$ =	151.0kN	178.2kN	202.3kN
Συνολική διατμητική αντοχή στη διεπιφάνεια	V_{Rid} = $V_{R,fr} + V_{R,w} + V_{R,d}$		
V_{Rid} =	1165.5kN	1040.9kN	1213.3kN
Θλίβουσα δύναμη του μανδύα F_{cm}	687.8kN	480.3kN	608.5kN
Λόγος επάρκειας λ	**0.59**	0.46	0.50

Σχήμα 9.126*: Αναλυτική εκτύπωση προσδιορισμού λόγου επάρκειας σε διάτμηση της διεπιφάνειας*

$u_{0,max}$ Είναι το μέγιστο διαθέσιμο μήκος συναρμογής εντός του οποίου γίνεται η μεταφορά της θλιβούσας δύναμης του μανδύα ως διατμητική δύναμη στη διεπιφάνεια:

$$u_{0,\max} = \frac{F_{cm}}{2 \cdot f_{ctm} \cdot t \cdot \mu}$$

– Όπου f_{ctm} είναι η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος και t είναι το πάχος του μανδύα

u_0 Είναι το μήκος συναρμογής:

$$u_0 = \min\left(\frac{L}{2},\ u_{0,\max}\right)$$

$V_{R,fr}$ Είναι η διατμητική αντοχή στη διεπιφάνεια λόγω τριβής του νέου με το παλιό σκυρόδεμα:

$$T_f = 2 \cdot u_0 \cdot \mu \cdot f_{ctm} \cdot t$$

– Όπου μ είναι ο συντελεστής τριβής ο οποίος λαμβάνεται ίσος με μ=1.3

$V_{R,w}$ Είναι η συνολική διατμητική αντοχή των συνδετήρων:

$$V_{R,w} = n_w \cdot n_{\sigma\kappa} \cdot F_w$$

– Όπου n_w είναι ο αριθμός των συνδετήρων καθ' ύψος, $n_{\sigma\kappa}$ είναι ο αριθμός των σκελών του συνδετήρα και F_w είναι η αντοχή ενός σκέλους συνδετήρα

$V_{R,d}$ Είναι η συνολική αντοχή των βλήτρων:

$$V_{R,d} = n_d \cdot F_d$$

– Όπου n_d είναι ο αριθμός των τοποθετούμενων βλήτρων και F_d είναι η διατμητική αντοχή του ενός βλήτρου λαμβάνοντας υπόψη και την απομείωση λόγω ολίσθησης στη διεπιφάνεια

$V_{R,id}$ Είναι η συνολική διατμητική στη διεπιφάνεια και ισούται με το άθροισμα της αντοχής λόγω τριβής, της αντίστασης των συνδετήρων και των βλήτρων:

$$V_{R,id} = V_{R,fr} + V_{R,w} + V_{R,d}$$

F_{cm} Είναι η θλιβούσα δύναμη του μανδύα (ΚΑΝΕΠΕ §8.2.1.5.στ)

$$F_{cm} = \gamma_{sd} \cdot \frac{1}{2} \cdot \bar{\lambda} \left(\frac{N_V + N_E}{2} + \frac{M_{nz}}{z_z} + \frac{M_{ny}}{z_y} \right)$$

Όπου:

– N_v είναι η αξονική δύναμη λόγω αφαίρεσης της υποστύλωσης (βλέπε παράμετρο: Αξονικό φορτίο υποστύλωσης Nsup [kN])

– N_E είναι η αξονική δύναμη που αντιστοιχεί στο μανδύα λόγω σεισμού

– M_{nz} είναι η δρώσα ροπή περί τον τοπικό άξονα z

– M_{ny} είναι η δρώσα ροπή περί τον τοπικό άξονα y

– $z_z \approx 0.9 \cdot d_z$ είναι ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων για ροπή στον τοπικό άξονα z

– $z_y \approx 0.9 \cdot d_y$ είναι ο μοχλοβραχίονας των εσωτερικών δυνάμεων για ροπή στον τοπικό άξονα y

λ Είναι ο λόγος ανεπάρκειας της διατμητικής αντοχής της διεπιφάνειας:

$$\lambda = \frac{F_{cm}}{V_{Rid}}$$

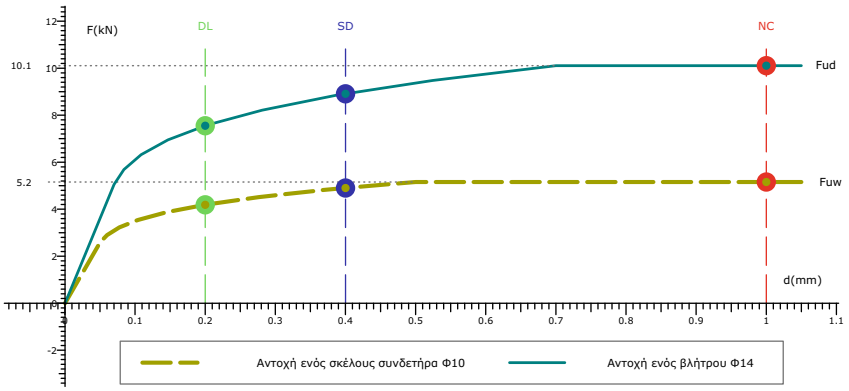
9.17.1.4 Υπολογισμός απομειωμένης αντοχής μηχανισμού βλήτρου

Υποστύλωμα K1(0), πλευρά υφιστάμενου d=55cm

Οριακή αντοχή βλήτρων, *[ΚΑΝΕΠΕ, §6.1.2.2 α)]*

$$F_{ud} = 0.65\, d_b^2 \sqrt{f_{cd}\, f_{yd}} = \frac{A_s f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Απομείωση αντοχής μηχανισμού βλήτρων λόγω ολίσθισης στη διεπιφάνεια, *[ΚΑΝΕΠΕ, §6.1.2.2 ε)]*



Σχήμα 9.127: *Αναλυτική εκτύπωση προσδιορισμού απομειωμένης αντοχής μηχανισμού βλήτρων*

Αρχικά υπολογίζεται η μέγιστη αντοχή βλήτρου F_{ud} για την περίπτωση που η επιφάνεια υποβάλλεται σε ανακυκλιζόμενη δράση

$$F_{ud} = 0.65 \cdot d_b^2 \cdot \sqrt{f_{cd} \cdot f_{yd}} \le \frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Στη συνέχεια σχεδιάζεται το διάγραμμα της αντοχής του βλήτρου συναρτήσει της ολίσθησης d με βάση της σχέση (Σ6.9) του ΚΑΝΕΠΕ:

$$d = 0.1 \cdot d_u + 1.80 \cdot d_u \cdot \left[\left(\frac{F_d}{F_{ud}} \right)^4 - 0.5 \cdot \left(\frac{F_d}{F_{ud}} \right)^3 \right]$$

$$d_u = 0.05 \cdot d_b$$

Η ολίσθηση στη διεπιφάνεια που αναπτύσσεται είναι διαφορετική για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας, ορίζεται στον ΚΑΝΕΠΕ §8.1.2.3(α) και είναι d=0.2 mm για τη DL, d=0.4 mm για την SD και d=1 mm για την NC. Έπειτα, με δεδομένες αυτές τις τιμές των ολισθήσεων υπολογίζονται οι τελικές αντοχές του μηχανισμού δράσης βλήτρου F_d για κάθε επιτελεστικότητα. Η ίδια διαδικασία

απομείωσης λόγω μερικής ολίσθησης εφαρμόζεται και για την αντοχή του κάθε σκέλους συνδετήρα F_w.

9.17.2 Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)

Γενικά δεδομένα

Διατομή	Ορθογωνική: 45/45 /d'=5,5	Μήκος=3,00 [m]	Lv_y:1,71[m] Lv_z:1,71 [m]		Μέλος: 1
Μέσες Αντοχές	fcm:22,50 [MPa]	fym:460,0 [MPa]	fywm:460,0 [MPa]		Ενισχυόμενο μέλος: Κύριο
Περιοχή μάτισης	lo: 2,00 [m]	loymin: 0,69 [m]	fyL: 383,3 [MPa]		k=ft/fy: 1,00
Αντοχές - Έλεγχος Παραμορφώσεων			**Αντοχές - Έλεγχος Δυνάμεων**		
fc:18,75 [MPa]	fy:383,3 [MPa]	fyw:383,3 [MPa]	fc:12,50 [MPa]	fy:333,3 [MPa]	fyw:333,3 [MPa]
Περίσφιγξη:Ναι	fcc:41,74 [MPa]	fccV:34,03 [MPa]	εsu:60,0‰	εcc:-14,3‰	εcu:-66,2‰
Συντ. μηχ. χαράκ. r	Ιν/να πολ/ρή(FRP)	rM = M*/M =1,00	rdy=θy*/θy=1,00	rdu=θu*/θu=1,00	rV =VR*/VR=1,00
Χαρακτηρ. FRP	Πλήρης Περ. R= 0,02 m	Ef:300,0 [GPa]	fu:2500,0 [MPa]	eu:15,0‰	tf:1,0 [mm]

Χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς: θu: γel=1.70 VR: γel=1.00 Vrdf: γfd=1.50 - Lv=Ls: Μήκος διάτμησης

Στην περίπτωση ενίσχυσης με FRP στον πίνακα «Γενικά δεδομένα» τυπώνονται τα χαρακτηριστικά του FRP στην τελευταία γραμμή:

Πλήρης Περ. R

Είναι η γωνία της στρογγυλεμένης γωνίας της διατομής για την τοποθέτηση του FRP

E_f Είναι το μέτρο ελαστικότητας των φύλλων/στρώσεων FRP

f_u Είναι η οριακή τιμή αντοχής του FRP

ε_{uf} Είναι η οριακή ανηγμένη παραμόρφωση του FRP

t_f Είναι το συνολικό πάχος υλικού FRP

Ταυτόχρονα τυπώνεται και ο επιμέρους συντελεστής ασφαλείας γ_{fd} του FRP, ο οποίος λαμβάνεται από το πρόγραμμα ίσος με 1,50. EC8-3 §A.4.4.2(9) και εθνικό προσάρτημα)

Αρχή: Διατμητική Αντοχή EC2-1-1 §6.2.3

cotθz [/]	VRsz [kN]	VRmaxz [kN]	cotθy [/]	VRsy [kN]	VRmaxy [kN]
2,50	715,4	1042,0	2,50	715,4	1042,0

Διατμητική Αντοχή VR: Διεύθυνση Z

		Πριν την καμπτική διαρροή		Μετά την καμπτική διαρροή		
N [kN]	VRc [kN]	VR [kN]	VRmax [kN]	μΔ,pl [/]	VR [kN]	VRmax [kN]
337,28	32,7	715,4	-	8,28	638,5	-
-105,81(#)	91,0	715,4	-	8,30	649,3	-
-2165,75	143,8	715,4	-	4,98	715,4	-
-4225,68(*)	143,8	715,4	-	3,35	715,4	-
-6339,21	143,8	715,4	-	1,93	715,4	-

Διατμητική Αντοχή VR: Διεύθυνση Y

		Πριν την καμπτική διαρροή		Μετά την καμπτική διαρροή		
N [kN]	VRc [kN]	VR [kN]	VRmax [kN]	μΔ,pl [/]	VR [kN]	VRmax [kN]
337,28	32,7	715,4	-	8,27	638,5	-
-105,81(#)	91,0	715,4	-	8,30	649,3	-
-2165,75	143,8	715,4	-	5,44	715,4	-
-4225,68(*)	143,8	715,4	-	3,35	715,4	-
-6339,21	143,8	715,4	-	1,91	715,4	-

Συνεισφορά FRP στη διατμητική αντοχή

Vrfz [kN]	Vrfy [kN]
396,3	396,3

Όσον αφορά τον έλεγχο διάτμησης κάτω από τους πίνακες διατμητικής αντοχής (βλέπε §9.15.6.4 για ερμηνεία αποτελεσμάτων) τυπώνεται η συνεισφορά του FRP στη διατμητική αντοχή:

V_{rfz}, V_{rfy}

Είναι η συμβολή του FRP στη διατμητική ικανότητα στη διεύθυνση Z και Y αντίστοιχα (EC8-3, A22):

$$V_{rf} = 0.9 \cdot d \cdot f_{fdd,e} \cdot 2 \cdot t_f \cdot \left(\frac{w_f}{s_f} \right)^2 \cdot \left(\cot\theta + \cot\beta \right) \cdot \sin\beta$$

Όπου:

- d το ενεργό ύψος της διατομής
- θ η γωνία κλίσης των θλιπτήρων
- t_f το πάχος του φύλλου FRP
- β η γωνία μεταξύ της ισχυρής κατεύθυνσης των ινών του FRP και του άξονα του μέλους. Γενικά, β=90º
- w_f το πλάτος του φύλλου FRP:

$$w_f = \min\left(0.9 \cdot d,\ h_w\right) \cdot \frac{\sin\left(\theta + \beta\right)}{\sin\theta}$$

- s_f η απόσταση μεταξύ των λωρίδων FRP μετρούμενη κάθετα προς την ισχυρή κατεύθυνση των λωρίδων. Εν γένει είναι $w_f=s_f$ για φύλλα FRP
- $f_{fdd,e}$ η ενεργός αντοχή του FRP σε αποκόλληση η οποία εξαρτάται από το αν το FRP είναι πλήρως περιτυλιγμένο ή τοποθετημένο σε μορφή U. Έτσι διακρίνονται οι εξής δύο περιπτώσεις
  - Πλήρως περιτυλιγμένο FRP

$$f_{fdd,e,W} = f_{fdd} \cdot \left[1 - k \cdot \frac{L_e \cdot \sin\beta}{2 \cdot z}\right] + \frac{1}{2}\left(f_{fu,W(R)} - f_{fdd}\right) \cdot \left[1 - \frac{L_e \cdot \sin\beta}{z}\right]$$

  - FRP μορφής U

$$f_{fdd,e,U} = f_{fdd} \cdot \left[1 - k \cdot \frac{L_e \cdot \sin\beta}{2 \cdot z}\right]$$

  - Όπου:

    z=0.9d είναι ο εσωτερικός μοχλοβραχίονας

$$k = 1 - \frac{2}{\pi}$$

$$f_{fdd} = \frac{1}{\gamma_{fd}} \cdot \sqrt{0.6 \cdot \frac{E_f \cdot f_{ctm} \cdot k_b}{t_f}}$$

$$k_b = \sqrt{1.5 \cdot \frac{\left(1 - \frac{w_f}{s_f}\right)}{\left(1 + \frac{w_f}{100}\right)}}$$

$$f_{fu,W(R)} = f_{fdd} + \left\langle n_R \cdot f_{fu} - f_{fdd} \right\rangle$$

$$L_e = \sqrt{\frac{E_f \cdot t_f}{\sqrt{4 \cdot \tau_{\max}}}}$$

9.17.3 Μεταλλικός κλωβός

Γενικά δεδομένα

Διατομή	Ορθογωνική: 45/45 /d'=5,5	Μήκος=3,00 [m]	Lv_y:1,71[m] Lv_z:1,71 [m]		Μέλος: 3
Μέσες Αντοχές	fcm:22,50 [MPa]	fym:460,0 [MPa]	fywm:460,0 [MPa]		Ενισχυόμενο μέλος: Κύριο
Περιοχή μάτισης	lo: 2,00 [m]	loymin: 0,69 [m]	fyL: 383,3 [MPa]		k=ft/fy: 1,00
Αντοχές - Έλεγχος Παραμορφώσεων			**Αντοχές - Έλεγχος Δυνάμεων**		
fc:18,75 [MPa]	fy:383,3 [MPa]	fyw:383,3 [MPa]	fc:12,50 [MPa]	fy:333,3 [MPa]	fyw:333,3 [MPa]
Περίσφιγξη:Ναι	fcc:25,06 [MPa]	fccV:18,23 [MPa]	εsu:60,0‰	εcc:-5,4‰	εcu:-27,0‰
Συντ. μηχ. χαράκ. r	Μεταλλικός κλωβός	rM = M*/M =1,00	rdy=θy*/θy=1,00	rdu=θu*/θu=1,00	rV =VR*/VR=1,00
dp:50,0[mm]	tl:5,0 [mm]	bf:25,0 [mm]	tf:5,0 [mm]	S:10,0 [cm]	fy:235,0 [MPa]

Χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς: θu: γel=1.70 VR: γel=1.00 Vjd: γs=1.15 - Lv=Ls: Μήκος διάτμησης

Στην περίπτωση ενίσχυσης με μεταλλικό κλωβό, στον πίνακα «Γενικά δεδομένα» τυπώνονται τα χαρακτηριστικά του μεταλλικού κλωβού στην τελευταία γραμμή:

d_p Είναι η διάσταση του γωνιακού σκέλους του μεταλλικού κλωβού

t_l Είναι το πάχος του γωνιακού

b_f Είναι το πλάτος της εγκάρσιας λάμας του γωνιακού

t_f Είναι το πάχος της εγκάρσιας λάμας

S Είναι η η απόσταση των μεταλλικών μελών καθ' ύψος του υποστυλώματος

f_y Είναι η τάση διαρροής των μεταλλικών μελών του κλωβού

Αρχή: Διατμητική Αντοχή EC2-1-1 §6.2.3

cotθz [/]	VRsz [kN]	VRmaxz [kN]	cotθy [/]	VRsy [kN]	VRmaxy [kN]
2,50	574,5	558,1	2,50	574,5	558,1

Διατμητική Αντοχή VR: Διεύθυνση Z

		Πριν την καμπτική διαρροή		Μετά την καμπτική διαρροή		
N [kN]	VRc [kN]	VR [kN]	VRmax [kN]	μΔ,pl [/]	VR [kN]	VRmax [kN]
337,28	32,7	558,1	-	8,03	282,9	-
-105,81(#)	91,0	558,1	-	7,88	293,8	-
-1341,78	143,8	558,1	-	6,08	420,6	-
-2577,74(*)	143,8	558,1	-	2,78	512,9	-
-3826,47	143,8	558,1	-	2,14	525,0	-

Διατμητική Αντοχή VR: Διεύθυνση Y

		Πριν την καμπτική διαρροή		Μετά την καμπτική διαρροή		
N [kN]	VRc [kN]	VR [kN]	VRmax [kN]	μΔ,pl [/]	VR [kN]	VRmax [kN]
337,28	32,7	558,1	-	8,03	282,9	-
-105,81(#)	91,0	558,1	-	7,88	293,8	-
-1341,78	143,8	558,1	-	6,08	420,6	-
-2577,74(*)	143,8	558,1	-	2,78	512,9	-
-3826,47	143,8	558,1	-	2,02	527,2	-

Συνεισφορά μεταλλικού κλωβού στη διατμητική αντοχή

Vjdz [kN]	Vjdy [kN]
255,4	255,4

Όσον αφορά τον έλεγχο διάτμησης κάτω από τους πίνακες διατμητικής αντοχής (βλέπε §9.15.6.4 για ερμηνεία αποτελεσμάτων) τυπώνεται η συνεισφορά του μεταλλικού κλωβού στη διατμητική αντοχή:

V_{jdz}, V_{jdy}

Είναι η συμβολή του μεταλλικού κλωβού στη διατμητική ικανότητα στη διεύθυνση Z και Y αντίστοιχα (EC8-3, A21):

$$V_j = 0.5 \cdot \frac{2 \cdot t_f \cdot b_f}{S} \cdot f_{yj,d} \cdot \frac{1}{\cos\alpha}$$

9.18 Έλεγχοι μελών από δομικό χάλυβα

9.18.1 Σύνοψη των διενεργούμενων ελέγχων (EC3-1-1 & EC8-1)

Κατάταξη διατομής

Πριν τη διενέργεια οποιουδήποτε ελέγχου, καθορίζεται από το πρόγραμμα η κατηγορία της διατομής σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2 του EC3-1-1, ενώ οι επιτρεπόμενες κατηγορίες καθορίζονται βάσει του Πίνακα 6.3 του EC8-1 ανάλογα με την κατηγορία πλαστιμότητας και τον συντελεστή συμπεριφοράς q.

Εφελκυόμενα μέλη

Τα εφελκυόμενα μέλη ελέγχονται σε εφελκυσμό βάσει της §6.2.3 του EC3-1-1.

Θλιβόμενα μέλη

Τα θλιβόμενα μέλη ελέγχονται σε αξονική θλίψη (βλ. EC3-1-1 §6.2.4) και σε λυγισμό βάσει της EC3-1-1 §6.3.

Γενικά μέλη (Δοκοί και Υποστυλώματα)

- Γίνονται όλοι οι ***έλεγχοι διατομής***:
  - εφελκυσμός (EC3-1-1 §6.2.3)
  - θλίψη (EC3-1-1 §6.2.4)
  - κάμψη (EC3-1-1 §6.2.5)
  - μονοαξονική ή διαξονική κάμψη με ταυτόχρονη παρουσία αξονικής δύναμης (EC3-1-1 §6.2.9)
  - κάμψη, διάτμηση και αξονική δύναμη (EC3-1-1 §6.2.8 & §6.2.10)
- καθώς και οι ***έλεγχοι μέλους***:
  - λυγισμός (EC3-1-1 §6.3) και συγκεκριμένα καμπτικός στρεπτικός και στρεπτοκαμπτικό λυγισμός

  Επίσης:
  - Ικανοτικός σχεδιασμός μεταλλικών στοιχείων, π.χ. αποφυγή σχηματισμού πλαστικών αρθρώσεων σε υποστυλώματα

Για κάθε σεισμική δράση ή σεισμικό συνδυασμό δράσεων, το Fespa κάνει μια σειρά ελέγχων σε κάθε μέλος από δομικό χάλυβα, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην EC8-1 §6.

9.18.2 Υπολογισμός αντοχής μελών από δομικό χάλυβα

9.18.2.1 Ειδικοί έλεγχοι σε μέλη πλαισίων κατασκευών με απαιτήσεις πλαστιμότητας

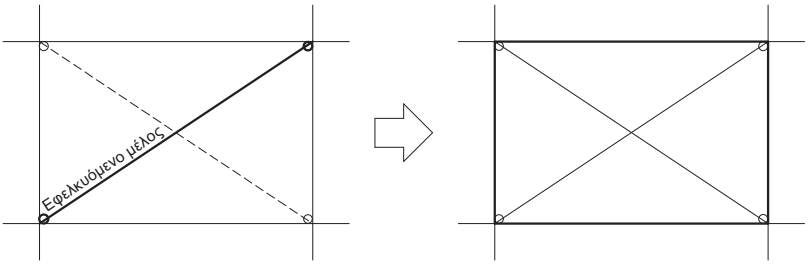
Σε κατασκευές ΚΠ Μ & ΚΠ Υ και στις διευθύνσεις, όπου έχουμε πλαισιακή λειτουργία, για την αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου, τηρούνται όλα όσα αναγράφονται στην §6.6 του EC8-1. Για περισσότερες λεπτομέρειες βλ. §9.21.2.

9.18.2.2 Ειδικοί έλεγχοι σε φορείς με διαγώνιους δικτυωτούς συνδέσμους

Χωρίς εκκεντρότητα (EC8-1 §6.7)

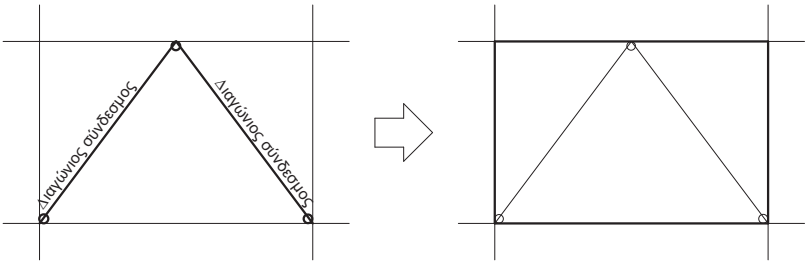
Σε δικτυωτούς συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα, η ανάληψη των οριζοντίων σεισμικών δυνάμεων γίνεται κυρίως από ράβδους επιπονούμενες σε αξονική δύναμη. Πλάστιμα στοιχεία σε τέτοιους συνδέσμους είναι κατά κύριο λόγο τα διαγώνια στοιχεία. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι διαγώνιοι σύνδεσμοι τύπου Χ, V και Λ.

Στην περίπτωση των διαγωνίων συνδέσμων τύπου Χ, οι σεισμικές δυνάμεις αναλαμβάνονται μόνο από τις εκάστοτε εφελκυόμενες διαγωνίους, ενώ αγνοείται η συμμετοχή των θλιβόμενων διαγωνίων. Το αξονικό φορτίο με το οποίο ελέγχονται οι εφελκυόμενες διαγώνιοι λαμβάνεται διπλάσιο του N_{Ed} της ανάλυσης.



Πλάστιμα στοιχεία Στοιχεία που ελέγχονται ικανοτικά

Στις περιπτώσεις διαγώνιων συνδέσμων τύπου V ή Λ, η συμμετοχή της θλιβόμενης διαγωνίου είναι απαραίτητη για την ανάληψη των οριζοντίων δυνάμεων.



Πλάστιμα στοιχεία Στοιχεία που ελέγχονται ικανοτικά

Οι διαγώνιοι πρέπει να πληρούν τη συνθήκη $N_{Ed} / N_{pl} < 1,0$, ενώ σε δομήματα με τρεις ή περισσότερους ορόφους η ανηγμένη λυγηρότητα των διαγωνίων πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση του 2,00 (EC8-1 §6.7.3).

Στις διευθύνσεις των φατνωμάτων με διαγώνιους συνδέσμους, τα υποστυλώματα και οι δοκοί ελέγχονται με προσαυξημένες τις αξονικές δυνάμεις της σεισμικής έντασης, πολλαπλασιασμένες επί τον συντελεστή ικανοτικής μεγέθυνσης $\gamma_{ov} \cdot \Omega$, η τιμή του οποίου προκύπτει ως εξής:

- Το γ_{ov} υπολογίζεται βάσει των EC8-1 §6.1.2(3) & §6.2(3).
- Το Ω λαμβάνεται ως η ελάχιστη τιμή του λόγου $N_{pl,Rd,i}/N_{Ed,i}$ από όλα τα διαγώνια μέλη,

  όπου:

  $\mathbf{N_{pl,Rd,i}}$: η υπολογιστική αντοχή της εφελκυόμενης διαγωνίου.

  $\mathbf{N_{Ed}}$: η εφελκυστική δύναμη της ίδιας διαγωνίου υπό τον σεισμικό συνδυασμό.

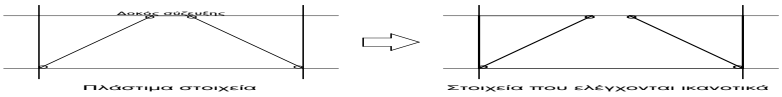
Τέλος, σε περιπτώσεις διαγωνίων τύπου Λ, οι οριζόντιες δοκοί (ζυγώματα) ελέγχονται έτσι ώστε να μπορούν να παραλάβουν τα κατακόρυφα φορτία ($G+\psi_2*Q$) χωρίς την ευνοϊκή συμμετοχή των διαγώνιων συνδέσμων.

Για περισσότερες λεπτομέρειες βλ. §9.21.3.

Με εκκεντρότητα (EC8-1 §6.8)

Όταν ο φορέας φορτίζεται με οριζόντια σεισμικά φορτία, το τμήμα του ζυγώματος που αποτελεί την έκκεντρη σύζευξη, υπόκειται σε μεγάλη διατμητική και καμπτική καταπόνηση. Το μέλος αυτό, το οποίο ονομάζεται «σεισμικός σύνδεσμος», αποτελεί το πλάστιμο στοιχείο του φορέα.

Για τη δοκό σύζευξης, κρίσιμο εντατικό μέγεθος μπορεί να είναι η ροπή κάμψης ή η διατμητική δύναμη. Ο έλεγχος πραγματοποιείται βάσει της EC8-1 §6.8.2 λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος της αξονικής δύναμης.



Τα γειτονικά στοιχεία (υπόλοιπο ζύγωμα, υποστυλώματα, διαγώνιοι) ελέγχονται ικανοτικά, προκειμένου η διαρροή να περιορίζεται στις δοκούς σύζευξης. Ο ικανοτικός συντελεστής $\gamma_{ov} \cdot \Omega$, με τον οποίο πολλαπλασιάζεται η σεισμική συνιστώσα της έντασης προκύπτει βάσει της EC8-1 §6.2.3.

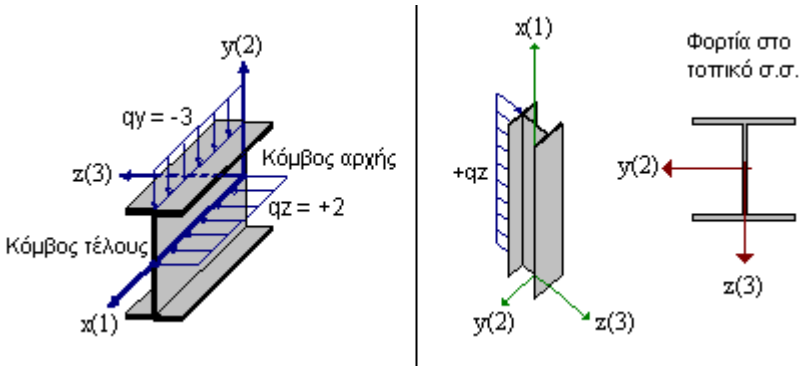
Η ελάχιστη τιμή του λόγου $\Omega = 1{,}5 \cdot V_{p,link,i}/V_{Ed,i}$ μεταξύ όλων των κοντών σεισμικών συνδέσμων.

Η ελάχιστη τιμή του λόγου $\Omega = 1{,}5 \cdot M_{p,link,i}/M_{Ed,i}$ μεταξύ όλων των μέσων και μεγάλου μήκους συνδέσμων.

Για περισσότερες λεπτομέρειες βλ. §9.21.4.

9.18.3 Αποτελέσματα δοκού ή υποστυλώματος από δομικό χάλυβα

Παρουσιάζεται στην παρούσα ενότητα η συνοπτική εκτύπωση των ελέγχων χαλύβδινης δοκού ή υποστυλώματος καθώς και σύντομη επεξήγηση των υπολογισμών που διενεργούνται από το πρόγραμμα.



Σχήμα 9.128: *Ονοματολογία αξόνων δοκού και υποστυλώματος στο FESPA.*

Θα πρέπει να τονιστεί ότι ο άξονας z(3) είναι ο τοπικός ισχυρός άξονας της διατομής ενώ αντίστοιχα ο y(2) ο τοπικός ασθενής στις δοκούς και το αντίστροφο στα υποστυλώματα όπως φαίνεται στο **Σχήμα 9.128**:

9.18.3.1 Γενικά δεδομένα δοκού (ή υποστυλώματος)

Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 1	Τέλος: 10	Μέλος: 10		**ΣΠΕΜ** = 1.00	
Διατομή	IPE330		ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ		**Ελαστικές Αρθρώσεις**	
Υλικά	Δομικός χάλυβας S235		Μήκος lcl=1.40		**Αρχή**	**Τέλος**
Κανονισμός	Πλαστιμότητα: ΚΠ Μ		Κύρια δοκός		**ΟΧΙ**	**ΟΧΙ**
Συντελεστές	Ky =1.00	Kz = 1.00	a0y =1.00	a0z =1.00	β0y =1.00	β0z =1.00

Στα «Γενικά δεδομένα δοκού» αναφέρονται γενικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης δοκού που σχετίζονται με τη γεωμετρία, τη διατομή, το είδος των στηρίξεων και το υλικό. Ορισμένοι συμβολισμοί επεξηγούνται παρακάτω:

Ελαστικές αρθρώσεις (αρχής/τέλους): Σχετίζονται με την ελευθερία στροφής στα δύο άκρα του μεταλλικού στοιχείου και καθορίζονται από την παρ/τρο στο «Υποστύλωμα» και στη «Δοκό» –«Στατικά» - «Ελαστικές αρθρώσεις αρχής, τέλους. Συντελεστές ελαστικών αρθρώσεων»).

Πλαστιμότητα: Αναφέρεται η κατηγορία πλαστιμότητας της κατασκευής καθώς και η κατάταξη του μέλους σε μια εκ των κατηγοριών: Κύριο μέλος, Δευτερεύον Σεισμικό Μέλος, Χωρίς Απαιτήσεις Πλαστιμότητας. Λεπτομέρειες για την εκάστοτε κατηγορία υπάρχουν στην §3.6.1.8 στο υποκεφάλαιο «Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας».

K_y Συντελεστής ισοδύναμου μήκους λυγισμού περί τον άξονα y(2)

a_{0y} Συντελεστής καθαρού μήκους λυγισμού περί τον άξονα y(2)

Τα K_y και a_{0y} πολλαπλασιάζουν το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα y.

K_z Συντελεστής ισοδύναμου μήκους λυγισμού περί τον άξονα z(3)

a_{0z} Συντελεστής καθαρού μήκους λυγισμού περί τον άξονα z(3)

Τα K_z και a_{0z} πολλαπλασιάζουν το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα z.

Για τους συντελεστές ισοδύναμου μήκους λυγισμού βλ. παρ/τρο στο «Υποστύλωμα» και στη «Δοκό» – «Δομικός χάλυβας» - «Συντελεστές ισοδύναμου & καθαρού μήκους λυγισμού K - a0 περί τους άξονες y και z».

β_{0y} Συντελεστής καθαρού μήκους για βέλος w_y (που οφείλεται σε κάμψη περί τον z). Πολλαπλασιάζει το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα z.

$$L_{wy} = \beta_{0y} \cdot L_z$$

β_{0z} Συντελεστής καθαρού μήκους για βέλος w_z (που οφείλεται σε κάμψη περί τον y). Πολλαπλασιάζει το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα y.

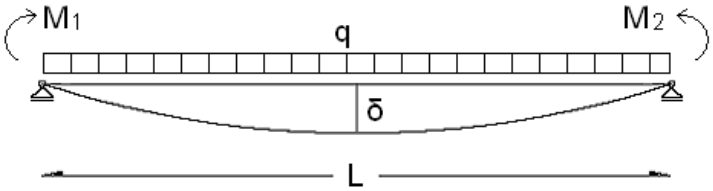
$$L_{wz} = \beta_{0z} \cdot L_y$$

Για τους συντελεστές καθαρού μήκους για βέλος βλ παρ/τρο στη δοκό – «Δομικός χάλυβας» - «Συντελεστές καθαρού μήκους για υπολογισμό βέλους, β0y και β0z».

Για το μήκος για διαστασιολόγηση βλ. «Παραγωγές» - «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση» και την αντίστοιχη εντολή στην «Δοκό».

Βέλος αμφιερείστου:

$$w = \frac{1}{EI} \cdot \left[\frac{5}{384} \cdot q \cdot (\beta \cdot L)^4 + \frac{1}{16} \cdot (M_1 + M_2) \cdot (\beta \cdot L)^2 \right]$$



Σχήμα 9.129: *Υπολογισμός βέλους σε μεταλλική δοκό με κατανεμημένες ροπές στα άκρα της, όπου L είναι το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα κάμψης (y ή z).*

Βέλος προβόλου:

$$w = \frac{1}{EI} \cdot \frac{q \cdot (\beta \cdot L)^4}{8}$$

9.18.3.2 Εντατικά μεγέθη δοκού (ή υποστυλώματος)

Εντατικά μεγέθη δοκού

			Αρχή [1]				Τέλος [19]				Αξονική		
Φόρτ [/]	wy [kN/m]	wz [kN/m]	My [kNm]	Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]
Φ 1	0.42			-11.31	12.02	-0.01	-0.02	7.30	11.35	-0.01	-4.26		7.30
Φ 2				-4.58	4.37	-0.03	-0.04	2.38	4.37	-0.03	-1.67		2.38
Φ 5	0.42			-12.69	13.33	-0.02	-0.03	8.01	12.67	-0.02	-4.76		8.01
ΣΦ 1	0.56			-22.15	22.79	-0.06	-0.09	13.43	21.89	-0.06	-8.26		13.43
ΣΦ 2	0.56			-15.27	16.23	-0.02	-0.03	9.85	15.33	-0.02	-5.75		9.85
ΣΦ 3	0.56			-15.27	16.23	-0.02	-0.03	9.85	15.33	-0.02	-5.75		9.85
ΣΣ:+x	0.42			-18.82	15.30	0.28	-0.51	11.01	10.70	-0.32	-3.22		11.01
ΣΣ:+x	0.42			-6.56	11.36	-0.32	0.44	5.01	14.63	0.28	-6.30	0.44	5.01
ΣΣ:+z	0.42			-18.82	15.30	0.28	-0.51	11.01	10.70	-0.32	-3.22		11.01
ΣΣ:+z	0.42			-6.56	11.36	-0.32	0.44	5.01	14.63	0.28	-6.30	0.44	5.01
ΣΣ:-x	0.42			-18.82	15.30	0.28	-0.51	11.01	10.70	-0.32	-3.22		11.01

Φόρτ είδος της φόρτισης (Φ), στατικού συνδυασμού φορτίσεων (ΣΦ) και σεισμικών συνδυασμών (ΣΣ).

w_y και w_z

κατανεμημένο φορτίο στις διευθύνσεις y και z αντίστοιχα

M_y και M_z

ροπές στα άκρα του μεταλλικού στοιχείου κατά τους δύο άξονες y(2) και z(3) αντίστοιχα.

V_y και V_z

τέμνουσες στα άκρα του μεταλλικού στοιχείου κατά τους δύο άξονες y(2) και z(3) αντίστοιχα.

N αξονική δύναμη του μεταλλικού στοιχείου

maxM_y και maxM_z

μέγιστες ροπές κατά μήκος του μεταλλικού στοιχείου με τις οποίες γίνεται και η διαστασιολόγηση αυτού

9.18.3.3 Αντοχή μέλους σε λυγισμό

Αντοχή μέλους σε λυγισμό [EC3-1-1 §6.3.1.1]

Αξονας	Κ.Λ.	α	K*a0*L	λ	λ1	λ/λ1	χ	Ncr	NbRd
[/]	[/]	[/]	[m]	[/]	[/]	[/]	[/]	[kN]	[kN]
z(3)	a	0.210	6.151	49.368	93.913	0.526	0.916	28154.850	1053.136
y(2)	b	0.340	1.486	44.356	93.913	0.472	0.896	8421.916	1030.341

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση.

Η αντοχή του μέλους σε λυγισμό λόγω αξονικής φόρτισης υπολογίζεται για τους δύο άξονες της διατομής του μέλους εφόσον η διατομή ανήκει σε μια εκ των κατηγοριών 1, 2 και 3. Η αντοχή αυτή αφορά –ουσιαστικά– στοιχεία που σχεδιάζονται για να λειτουργήσουν σε αξονική δύναμη π.χ. σύνδεσμοι δυασκαμψίας.

Τα στοιχεία που εμφανίζονται στον πίνακα «Αντοχή μέλους σε λυγισμό» επεξηγούνται ακολούθως:

Κ.Λ. Καμπύλη λυγισμού που χρησιμοποιείται για την ενσωμάτωση των ατελειών, παραμενουσών τάσεων κτλ. στον υπολογισμό της αντοχής (EC3-1-1 §6.3) ανάλογα με τον άξονα κάμψης, γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ποιότητα του χάλυβα και το είδος της διατομής.

α τιμή του συντελεστή ατελειών ανάλογα με την Κ.Λ. (EC3-1-1 πιν. 6.1)

K*a_0*L Ισοδύναμο μήκος λυγισμού

λ Λυγηρότητα του μέλους που ισούται με το λόγο του ισοδύναμου μήκους λυγισμού K*a_0*L προς την ακτίνα αδρανείας ως προς τον άξονα κάμψης. Ενδεικτικά η λυγηρότητα για λυγισμό περί τον άξονα y είναι:

$$\lambda_y = \frac{K_y a_0 L_y}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}}$$

λ1 √235/fy

$\bar{\lambda} = \lambda / \lambda_1$

ανηγμένη λυγηρότητα

χ μειωτικός συντελεστής που προκύπτει για λυγισμό περί τον κάθε άξονα κάμψης (y(2) και z(3))

N_{cr} λαστικό κρίσιμο φορτίο λυγισμού υπολογισμένο για τον κάθε άξονα κάμψης. Για παράδειγμα περί τον άξονα κάμψης y το ελαστικό κρίσιμο φορτίο λυγισμού είναι:

$$\Phi = 0,5\left[1 + \alpha\left(\bar{\lambda} - 0,2\right) + \bar{\lambda}^2\right]$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L_y^2}$$

$N_{b,Rd}$ φορτίο αστοχίας του μέλους για την περίπτωση που απουσιάζουν εγκάρσια φορτία στο στοιχείο. Για παράδειγμα για λυγισμό περί τον άξονα y προκύπτει:

$$N_{b,Rd,y} = \frac{\chi_y A f_y}{\gamma_{M1}}$$

9.18.3.4 Έλεγχος διατομής (EC3-1-1 (6.2)) και έλεγχος μέλους (EC3-1-1 (6.61)-(6.62)) Ed/Rd

Πραγματοποιούνται έλεγχοι ικανότητας των μελών για διαφορετικούς συνδυασμούς φόρτισης με βάση τις σχέσεις 6.2, 6.61 και 6.62 του EC3.

Οι έλεγχοι επάρκειας των μελών πληρούνται, αν ισχύει η βασική ανίσωση ασφαλείας:

$$\frac{E_d}{R_d} \le 1,00$$

Ελεγχοι Ed/Rd

Φόρτ [/]	θέση [/]	Κατηγορία [/]	n	vy	vz	my	mz	EC3 (6.2) n+my+mz	EC3 (6.61) ny+myy+myz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz
ΣΦ 1	1	1	0.01	0.07			0.16	0.17	0.15	0.09
ΣΦ 1	2	1	0.01	0.07			0.10	0.11	0.10	0.06
ΣΦ 2	1	1	0.01	0.05			0.11	0.12	0.11	0.06
ΣΦ 2	2	1		0.05			0.07	0.08	0.07	0.04
ΣΦ 3	1	1	0.01	0.05			0.11	0.12	0.11	0.06
ΣΦ 3	2	1		0.05			0.07	0.08	0.07	0.04
ΣΣ:+x	1	1		0.13			0.05	0.05	0.04	0.03
ΣΣ:+x	2	1		0.03		0.02	0.08	0.10	0.08	0.05
ΣΣ:+x	1	1	0.01	0.14			0.14	0.15	0.12	0.07

```
ΣΣ:+x  2       1     0.01 0.05    0.02 0.04   0.06        0.04        0.03
```

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2 του EC3-1-1, οι διατομές κατατάσσονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες (1, 2, 3 και 4) με βάση την ικανότητά τους να αναπτύσσουν ή όχι την πλαστική αντοχή τους. Για την κατάταξη αυτή ρόλο παίζουν: ο τύπος τους (I, T, L, κ.λπ.), η ποιότητα του χάλυβα (S235, S355, S460), καθώς και η κύρια καταπόνηση στην οποία υπόκεινται (καθαρή θλίψη, καθαρή κάμψη, κάμψη με αξονική δύναμη).

Συνοπτικά, οι κατηγορίες διακρίνονται ως εξής:

- Κατηγορία 1: διαθέτει πλαστική αντοχή με επαρκή στροφική ικανότητα.
- Κατηγορία 2: διαθέτει πλαστική αντοχή, αλλά με περιορισμένη στροφική ικανότητα.
- Κατηγορία 3: διαθέτει ελαστική αντοχή (η ακρότατη ίνα της διατομής φτάνει στο όριο διαρροής, δεν μπορεί, όμως, να εξαντλήσει τα πλαστικά αποθέματα λόγω τοπικού λυγισμού).
- Κατηγορία 4: διαθέτει αντοχή μικρότερη της ελαστικής. Το πρόγραμμα εμφανίζει μήνυμα σφάλματος, όταν η διατομή προκύψει κατηγορία 4.

Το πρόγραμμα υπολογίζει την κατηγορία της διατομής για κάθε συνδυασμό φόρτισης λαμβάνοντας υπόψη τα επιμέρους τμήματα (κορμός, πέλματα) και για τις τυποποιημένες και για τις συγκολλητές διατομές. Η παράμετρος ε ορίζεται ως:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$$

Έλεγχος διατομής σε συνδυασμένη κάμψη με αξονική δύναμη

Σε αυτή τη σχέση αθροίζονται γραμμικά οι βαθμοί αξιοποίησης της κάθε συνισταμένης τάσης οδηγώντας σε μια συντηρητική προσέγγιση.

Στη **διαξονική κάμψη**, παρουσία αξονικής δύναμης, η επάρκεια του μέλους ελέγχεται με την σχέση (6.2) του EC3-1-1 για διατομές κατηγορίας 3 και με την μεθοδολογία της §6.2.9.1 για διατομές κατηγορίας; 1 και 2.

Στα αποτελέσματα εκτυπώνονται πέρα από τον λόγο επάρκειας του ελέγχου αλληλεπίδρασης και οι επιμέρους λόγοι αντοχής για κάμψη My, Mz και αξονικό εφελκυσμό και θλίψη N προκειμένου ο μελετητής να διαπιστώσει ποιος είναι ο πλέον κρίσιμος για τη συνολική αντοχή του μέλους.

Εφελκυσμός

Η αντοχή μέλους σε εφελκυσμό, σύμφωνα με EC3-1-1 §6.2.3, προκύπτει ως η μικρότερη από:

την πλαστική αντοχή σχεδιασμού της ολικής διατομής.

$$N_{\text{pl,Rd}} = \frac{A\, f_{\text{y}}}{\gamma_{\text{M0}}}$$

την οριακή αντοχή σχεδιασμού της καθαρής διατομής στις θέσεις με οπές κοχλιών.

$$N_{\text{u,Rd}} = \frac{0{,}9 A_{\text{net}}\, f_{\text{u}}}{\gamma_{\text{M2}}}$$

Θλίψη

Η αντοχή μέλους σε θλίψη χωρίς να ληφθεί ο λυγισμός, προκύπτει από την πλαστική αντοχή σχεδιασμού της ολικής διατομής. Βλ. EC3-1-1 §6.2.4:

$$N_{\text{c,Rd}} = \frac{A\, f_{\text{y}}}{\gamma_{\text{M0}}}$$

Κάμψη

Η αντοχή μέλους σε κάμψη εξαρτάται από την ταυτόχρονη παρουσία ή όχι ισχυρής τέμνουσας δύναμης. Αν η δρώσα τέμνουσα δύναμη στο μέλος είναι μικρότερη ή ίση του 50% της διατμητικής αντοχής του, τότε η καμπτική αντοχή του είναι πρακτικά ανεπηρέαστη από την ταυτόχρονη τέμνουσα. Σε αντίθετη περίπτωση, η αλληλεπίδραση κάμψης και τέμνουσας λαμβάνεται υπόψη στους ελέγχους αντοχής του μέλους.

Η αντοχή μέλους σε κάμψη, σύμφωνα με EC3-1-1 §6.2.5, γενικά προκύπτει ως:

$$M_{\text{C,Rd}} = W \cdot f_{\text{y}} / \gamma_{\text{M0}}$$

όπου, $W=W_{\text{pl}}$ για διατομές κατηγορίας 1 ή 2, και $W=W_{\text{el}}$ για διατομές κατηγορίας 3.

Η αντοχή μέλους σε κάμψη παρουσία ισχυρής τέμνουσας, σύμφωνα με EC3-1-1 §6.2.8(5), προκύπτει ως:

$$M_{\text{V,Rd}} = \left[W - \frac{\rho \cdot A_{\text{V}}^2}{4 \cdot t_{\text{W}}} \right] \cdot \frac{f_{\text{y}}}{\gamma_{\text{M0}}}$$

όπου, $W=W_{\text{pl}}$ ή $W=W_{\text{el}}$, σύμφωνα με τα προηγούμενα, και ρ όρος που εξαρτάται από το λόγο της δρώσας τέμνουσας προς την διατμητική αντοχή του μέλους, η οποία υπολογίζεται ανάλογα με τον τύπο της διατομής από την EC3-1-1 §6.2.8(3) & §6.2.7(9).

Ο όρος ρ υπολογίζεται για την περίπτωση που δεν υπάρχει στρέψη στο μεταλλικό στοιχείο:

$$\rho = \left(\frac{2V_{\text{Ed}}}{V_{\text{pl,Rd}}} - 1 \right)^2$$

όπου, το $V_{pl,Rd}$ είναι η αντοχή σε διάτμηση και ο τρόπος υπολογισμού της δίνεται παρακάτω.

Έλεγχος μέλους (Κάμψη και Θλίψη)

Οι σχέσεις 6.61-6.62 χρησιμοποιούνται για τον συνδυασμένο έλεγχο μελών που κάμπτονται ως προς τους άξονες y και z αντίστοιχα και μπορεί να βρίσκονται υπό αξονική θλίψη. Επιδράσεις δεύτερης τάξης λαμβάνονται υπόψη μέσω των μειωτικών συντελεστών χ_y, χ_z και χ_{LT}. Οι σχέσεις για υποστύλωμα (ισχυρός τοπικός άξονας ο y(2)) είναι:

$$\frac{N_{\text{Ed}}}{\frac{\chi_{\text{y}} N_{\text{Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} + k_{\text{yy}} \frac{M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \frac{M_{\text{y,Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} + k_{\text{yz}} \frac{M_{\text{z,Ed}}}{\frac{M_{\text{z,Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} \le 1$$

$$\frac{N_{\text{Ed}}}{\frac{\chi_{\text{z}} N_{\text{Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} + k_{\text{zy}} \frac{M_{\text{y,Ed}}}{\chi_{\text{LT}} \frac{M_{\text{y,Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} + k_{\text{zz}} \frac{M_{\text{z,Ed}}}{\frac{M_{\text{z,Rk}}}{\gamma_{\text{M1}}}} \le 1$$

όπου,

χ_y και χ_z

μειωτικοί συντελεστές λόγω καμπτικού λυγισμού ως προς τοπικό άξονα y(2) και z(3) αντίστοιχα (EC3-1-1 §6.3.1)

χ_{LT} μειωτικός συντελεστής λόγω στρεπτοκαμπτικού λυγισμού (EC3-1-1 §6.3.2). Ο συντελεστής χ_{LT} χρησιμοποιείται μόνο στον όρο που σχετίζεται με κάμψη περί τον ισχυρό άξονα διότι μόνο σε αυτή την περίπτωση υπάρχει κίνδυνος στρεπτοκαμπτικού λυγισμού και προκύπτει βάσει της §6.3.2.2-3.

k_{yy}, k_{yz}, k_{zy}, k_{zz}

συντελεστές αλληλεπίδρασης (EC3-1-1 Παράρτημα A).

Περιληπτικά η διαδικασία υπολογισμού κάποιων εκ των παραμέτρων που υπεισέρχονται στις σχέσεις αυτές είναι:

Ελαστική κρίσιμη ροπή στρεπτοκαμπτικού λυγισμού (ΒΑΓ06 Σχεδιασμός Δομικών Έργων από Χάλυβα, σελ. 135).

$$M_{\mathrm{cr}} = C_1 \frac{\pi^2 EI_{\mathrm{z}}}{\left(K_{\mathrm{z}} a_{0\mathrm{z}} L_{\mathrm{z}}\right)^2} \left[\left[\left[\frac{1}{K_{\mathrm{w}}} \right]^2 \frac{I_{\mathrm{w}}}{I_{\mathrm{z}}} + \frac{\left(K_{\mathrm{z}} a_{0\mathrm{z}} L_{\mathrm{z}}\right)^2 GJ_{\mathrm{t}}}{\pi^2 EI_{\mathrm{z}}} + \left(C_2 z_{\mathrm{g}} - C_3 z_{\mathrm{j}}\right)^2 \right]^{0,5} - \left(C_2 z_{\mathrm{g}} - C_3 z_{\mathrm{j}}\right) \right]$$

***C*1, *C*2 και *C*3**

Συντελεστές εξαρτώμενοι από τις συνθήκες φόρτισης και στρεπτικής στήριξης

***K*z *a*0z** Συντελεστής που εξαρτάται από το είδος της στήριξης ως προς την ελευθερία στροφής του μήκους λυγισμού ως προς τον άξονα z(3) (ασθενής για τα υποστυλώματα)

***K*w** Συντελεστής που εξαρτάται από το είδος της στήριξης ως προς την ελευθερία στρέβλωσης του πλευρικά μη προστατευμένου μήκους

***I*z** ροπή αδρανείας ως προς τον ασθενή άξονα (τον z(3) για το συγκεκριμένο παράδειγμα, δηλαδή για υποστύλωμα)

***I*w** σταθερά στρέβλωσης της διατομής

***J*t** σταθερά στρέψης της διατομής

***z*g** απόσταση κέντρου διάτμησης από το σημείο εφαρμογής του φορτίου

***z*j** $z_{\mathrm{j}} = z_{\mathrm{s}} - \left(0.5 \int_A z\left(y^2 + z^2\right) dA\right) / I_y$

***z*s** τεταγμένη του κέντρου διάτμησης ως προς τον κεντροβαρικό (ισχυρό στο συγκεκριμένο παράδειγμα) άξονα y-y

Θεωρώντας ότι τα άκρα του μέλους είναι στρεπτικά ελεύθερα (Kw=0, η διατομή διπλής συμμετρίας (zj=0) και το φορτίο ασκείται στο κέντρο διάτμησης (zs=0) ο τύπος υπολογισμού της κρίσιμης ροπής απλοποιείται ως εξής:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{\left(L_z\right)^2} \left[\frac{I_w}{I_z} + \frac{\left(L_z\right)^2 GJ_t}{\pi^2 EI_z} \right]^{0.5}$$

Με χρήση του M_{cr} δύναται να υπολογιστεί η ανηγμένη λυγηρότητα και ο όρος Φ_{LT}:

$$\bar{\lambda}_{\mathrm{LT}} = \sqrt{\frac{W_{\mathrm{elz}} f_{\mathrm{y}}}{M_{\mathrm{cr}}}}$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} \left(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0} \right) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

Ο μειωτικός συντελεστής στρεπτοκαμπτικού λυγισμού χ_{LT} τελικά υπολογίζεται ως:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta\bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \leq 1; 1/\bar{\lambda}_{LT}^2$$

Έλεγχος σε διάτμηση με βάση τον EC3

Στη **διάτμηση**, για να ισχύει βασική ανίσωση ασφαλείας, θα πρέπει να πληρούνται οι σχέσεις:

$$v_y = \frac{V_{Ed,y}}{V_{pl,Rd,y}} \leq 1.00$$

$$v_z = \frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd,z}} \leq 1.00$$

Η αντοχή σε διάτμηση, σύμφωνα με τον EC3-1-1 §6.2.6, γενικά προκύπτει ως:

$$V_{Rd} = \frac{A_V \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}}$$

όπου, A_V η ενεργός επιφάνεια διάτμησης για τον εκάστοτε εξεταζόμενο άξονα της διατομής.

9.18.3.5 Μέγιστα ελέγχου διατομής και μέλους E_d/R_d

Για διάφορους συνδυασμούς φόρτισης υπολογίζονται οι μέγιστοι λόγοι δράσης προς αντοχή E_d/R_d για κάθε μια εκ των τριών ελέγχων του EC3 που αναλύθηκαν προηγουμένως.

Μέγιστα ελέγχων Ed/Rd

Φόρτ [/]	θέση [/]	Κατηγορία [/]	n	vy	vz	my	mz	EC3 (6.2) n+my+mz	EC3 (6.61) ny+myy+myz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz
ΣΦ 1	1	1	0.01	0.07		0.16	0.17	0.15		0.09
ΣΦ 1	1	1	0.01	0.07		0.16	0.17	0.15		0.09
ΣΦ 1	1	1	0.01	0.07		0.16	0.17	0.15		0.09
ΣΣ:+x	1	1	0.01	0.14		0.14	0.15	0.12		0.07

9.18.3.6 Έλεγχοι βελών κάμψης

Ο έλεγχος της Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας γίνεται για τα κυρίως καμπτόμενα στοιχεία (δοκοί και τεγίδες) του φορέα. Ο έλεγχος γίνεται σύμφωνα με την §7.2.1 του EC3-1-1 και μόνον για τους συνδυασμούς με έλεγχο βέλους (Πίνακας 816 του προγράμματος).

Ελεγχοι Βελών Κάμψης: wmax < L/250 , w3 < L/30

Φορ [/]	wmaxy [m]	απαιτ.wcy [m]	w3y < 0.021 [m]	wmaxz [m]	απαιτ.wcz [m]	w3z < 0.005 [m]
Φ 1	0.001					
ΣΦ 5	0.002		0.001			

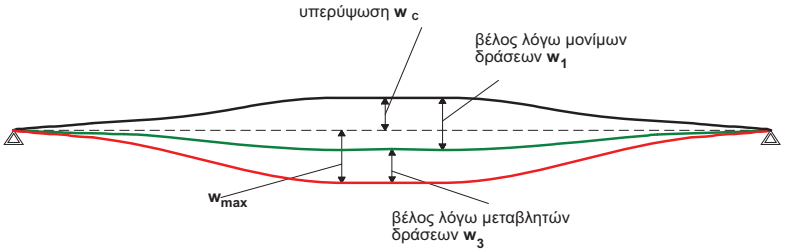
```
ΣΦ 7  0.002              0.001
```

Όταν ο χρήστης το επιλέξει, το πρόγραμμα κάνει και τους ελέγχους παραμορφώσεων της §7.2.1 του EC3-1-1 στα κυρίως καμπτόμενα μέλη και ελέγχεται το συνολικό βέλος w_{max} και το w_3, σύμφωνα με τις οριακές τιμές που επιλέγει ο μελετητής (παράμετροι α_{max} και α_3 στην κάρτα «Δομικός χάλυβας» της «Δοκού»).

Σε μονώροφα κτίρια χωρίς γερανογέφυρες το οριζόντιο βέλος κάμψης πρέπει να ικανοποιεί τον λόγο "H/150" σύμφωνα με την §7.2.2 του EC3-1-1.

Βάσει των EC3-1-1 §7.2.1(1)B & EC0 A1.4.3(2) πρέπει:

	$w_{max} \leq$	$w_3 \leq$
Μη βατές στέγες	L/200	L/250
Πατώματα και βατές στέγες	L/250	L/300



Σχήμα 9.130: *Ορισμός κατακόρυφων παραμορφώσεων δοκού. EC0 σχ. A1.1.*

όπου:

w_c υπερύψωση του μέλους («αρνητικό» βέλος) μετρούμενη ως προς τις στηρίξεις, το οποίο εν γένει δεν πρέπει να υπερβαίνει το όριο που τίθεται για το w_{max}.

w_3 βέλος κάμψης λόγω μεταβλητών δράσεων.

w_{max} βέλος κάμψης στην τελική κατάσταση λαμβάνοντας υπόψη και τυχόν υπερύψωση, με άξονα αναφοράς τον άξονα της απαραμόρφωτης δοκού.

Οι έλεγχοι λειτουργικότητας συνοψίζονται στον πίνακα «Ελεγχοι Βελών Κάμψης» με υπολογισμό του w_{max} (συνολικό βέλος λόγω μονίμων και κινητών φορτίων) και w_3 (συνολικό βέλος λόγω μεταβλητών φορτίων μόνο). Για περισσότερες λεπτομέρειες βλ. παρ/τρο «Συντελεστής βέλους α3 (w3 < L/α3) & αmax (wmax < L/αmax)».

9.18.3.7 Διερεύνηση εναλλακτικών διατομών- Μέγιστοι λόγοι ικανότητας E_d/R_d

Διερευνώνται εναλλακτικές διατομές και υπολογίζονται οι εκάστοτε μέγιστοι λόγοι ικανότητας E_d/R_d. Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνονται με κόκκινο οι διατομές για τις οποίες ένας τουλάχιστον έλεγχος δεν ικανοποιείται. Η χρήση μεγαλύτερης διατομής φυσικά οδηγεί σε μεγαλύτερους συντελεστές ασφαλείας.

Διερεύνηση εναλλακτικών διατομών - Μέγιστοι λόγοι ικανότητας Ed/Rd

Διατομή [/]	Κατηγορία [/]	EC3 (6.2) vy	vz	EC3 (6.61) n+my+mz	EC3 (6.62) ny+myy+myz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz
IPE80	1	0.54	0.01	4.52	4.90	3.66
IPE100	1	0.38	0.01	2.67	2.76	1.83
IPE120	1	0.31		1.74	1.73	1.10
IPE140	1	0.25		1.20	1.16	0.72
IPE160	1	0.20		0.86	0.81	0.50
IPE180	1	0.17		0.64	0.59	0.36
IPE200	1	0.14		0.48	0.44	0.27
IPE220	1	0.12		0.37	0.33	0.20
IPE240	1	0.11		0.29	0.26	0.16
IPE270	1	0.13		0.22	0.20	0.12
IPE300	1	0.14		0.17	0.15	0.09
IPE330	1	0.15		0.14	0.12	0.07
IPE360	1	0.16		0.11	0.10	0.06
IPE400	1	0.17		0.08	0.07	0.05

9.18.3.8 Συγκεντρωτικός πίνακας ελέγχων μεταλλικών στοιχείων

Εκτυπώνεται συγκεντρωτικός πίνακας των συντελεστών ασφαλείας όλων των μελών του φορέα (δοκών και υποστυλωμάτων).

Πίνακας δυσμενέστερων λόγων ικανότητας μεταλλικών δοκών

Ονομα	Οροφος [/]	Τύπος [/]	Διατομή -	Κατηγορία [/]	vy	vz	EC3 (6.2) n+my+mz	EC3 (6.61) [/]	EC3 (6.62) [/]	Πρόταση Διατομής
Δ1.1	0	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.14		0.17	0.15	0.09	IPE160
Δ1.2	0	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.02		0.17	0.14	0.09	IPE160
Δ1.3	0	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.02		0.17	0.14	0.09	IPE160
Δ1.4	0	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.14		0.25	0.21	0.13	IPE180
Δ2.1	0	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.14		0.28	0.25	0.15	IPE200
Δ2.2	0	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.04		0.31	0.26	0.16	IPE200
Δ2.3	0	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.04		0.31	0.26	0.16	IPE200

Πίνακας δυσμενέστερων λόγων ικανότητας μεταλλικών υποστυλωμάτων

Ονομα	Οροφος [/]	Τύπος [/]	Διατομή -	Κατηγορία [/]	vy	vz	EC3 (6.2) n+my+mz	EC3 (6.61) [/]	EC3 (6.62) [/]	Πρόταση Διατομής
K1	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA300	3	0.01	0.05	0.53	0.46	0.53	HEA240
K2	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA300	3	0.01	0.05	0.53	0.46	0.53	HEA240
K3	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA300	3		0.10	0.98	0.92	1.22	HEA320
K4	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA300	3		0.06	0.98	0.92	1.22	HEA320
K5	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA300	3		0.10	0.90	0.84	1.10	HEA320
K6	0	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA300	3		0.06	0.90	0.84	1.10	HEA320

Πίνακας δυσμενέστερων λόγων ικανότητας μελών με ίδια διατομή στο κτίριο

Τύπος μελών	Διατομή μελών	Κατηγορία μελών	vy	vz	EC3 (6.2) n+my+mz	EC3 (6.62) ny+myy+myz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz	Πρόταση Διατομής
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA300	3	0.01	0.10	0.98	0.92	1.22	HEA320
ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEA180	2	0.04	0.05	0.70	0.39	0.36	HEA160
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE300	1	0.14		0.38	0.31	0.19	IPE220
ΤΕΓΙΔΑ	IPE140	1	0.10	0.01	0.49	0.37	0.22	IPE120

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ	HEA140	1	0.03	-
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ	L EQ60X60X6	3		L EQ20X20X3

9.18.4 Συνολική προμέτρηση μεταλλικών στοιχείων

Στο τέλος του Τεύχους εκτυπώνεται πίνακας προμέτρησης όλων των μελών του φορέα από δομικό χάλυβα. Αναγράφονται το συνολικό μήκος και βάρος ανά διατομή, προκειμένου να γίνει ο έλεγχος οικονομικότητας.

Συνολική προμέτρηση μεταλλικών στοιχείων

Α/Α [/]	Τύπος μελών	Διατομή μελών	Συνολ. μήκος [m]	Συνολ. βάρος [kg]
1	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEB220	18,00	1287,00
2	ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ	HEB300	9,00	1053,00
3	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE330	23,12	1135,19
4	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE450	11,40	884,64
5	ΖΥΓΩΜΑ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ Υ/Λ	IPE220	89,94	2356,39
6	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	IPE220	89,94	2356,39
7	ΣΥΝΔΕΜΟΣ ΤΥΠΟΥ Υ/Λ	HEA120	19,45	387,02
8	ΚΑΤΑΚΟΡ. ΔΙΑΓΩΝΙΟΣ	HEA120	19,45	387,02
9	ΤΕΓΙΔΑ	IPE220	89,94	2356,39

9.19 Έλεγχοι σύμμικτων δοκών

9.19.1 Σύνοψη των διενεργούμενων ελέγχων (EC4-1-1)

Κατάταξη διατομής

Αντίστοιχα με τις διατομές από δομικό χάλυβα, πριν τη διενέργεια οποιουδήποτε ελέγχου, καθορίζεται από το πρόγραμμα η κατηγορία της διατομής σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2 του EC3-1-1.

Γενικό μέλος Δοκός

- Γίνονται όλοι οι ***έλεγχοι:***:
  - κάμψη (EC4-1-1 §6.2.1)
  - διάτμηση (EC4-1-1 §6.2.2)
  - έλεγχος βελών λειτουργικότητας (EC3-1-1 §7.2.1)
  - Υπολογισμός αριθμού διατμητικών ήλων (EC4-1-1 §6.6.5)

9.19.2 Υπολογισμός αντοχής σύμμικτων δοκών

9.19.2.1 Γενικά δεδομένα δοκού

Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 5	Τέλος: 7	Μέλος: 14		**ΣΠΕΜ** = 1,00	
Σύμμικτη δοκός	Σκυρόδεμα: C25/30		Χάλυβας: B500C		Με αυλακωτό χαλυβδόφυλλο	
Χαλυβδόφυλλο	h_p = 73,0[mm]	b_0 = 72,5[mm]	Νευρώσεις ανά: 187[mm]		Εγκάρσια σε δοκό	
Διατμητικ.ήλοι	Ποιότητα ήλων: F_u = 500[Mpa]		Διάμετρος d_s = 22[mm]		Υψος h_{sc} = 125[mm]	
Διατομή	IPE450 + πλάκα 2750x160[mm]		ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ		**Ελαστικές Αρθρώσεις**	
Υλικά	Δομικός χάλυβας S235		Μήκος lcl=11,00		**Αρχή**	**Τέλος**
Κανονισμός	Πλαστιμότητα: ΚΠΜ		Κύρια δοκός		**Y + Z**	**Y + Z**
Συντελεστές	Ky =1,00	Kz = 1,00	a0y =1,00	a0z =1,00	β0y =1,00	β0z =1,00

Στα «Γενικά δεδομένα δοκού» αναφέρονται γενικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης δοκού που σχετίζονται με τη γεωμετρία της μεταλλικής δοκού και της πλάκας από Ο/Σ, το είδος των στηρίξεων, τα υλικά, τα δεδομένα των διατμητικών ήλων και του χαλυβδόφυλλου. Ορισμένοι συμβολισμοί επεξηγούνται παρακάτω:

Ελαστικές αρθρώσεις (αρχής/τέλους): Σχετίζονται με την ελευθερία στροφής στα δύο άκρα του μεταλλικού στοιχείου και καθορίζονται από την παρ/τρο στο «Υποστύλωμα» και στη «Δοκό» –«Στατικά» - «Ελαστικές αρθρώσεις αρχής, τέλους. Συντελεστές ελαστικών αρθρώσεων»). Η δοκός για να λειτουργήσει ως σύμμικτη θα πρέπει να έχει αρθρώσεις αρχής και τέλους στη διεύθυνση Z.

Πλαστιμότητα: Αναφέρεται η κατηγορία πλαστιμότητας της κατασκευής καθώς και η κατάταξη του μέλους σε μια εκ των κατηγοριών: Κύριο μέλος, Δευτερεύον Σεισμικό Μέλος, Χωρίς Απαιτήσεις Πλαστιμότητας. Λεπτομέρειες για την εκάστοτε κατηγορία υπάρχουν στην §3.6.1.8 στο υποκεφάλαιο «Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας».

K_y Συντελεστής ισοδύναμου μήκους λυγισμού περί τον άξονα y(2)

a_{0y} Συντελεστής καθαρού μήκους λυγισμού περί τον άξονα y(2)

Τα K_y και a_{0y} πολλαπλασιάζουν το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα y.

K_z Συντελεστής ισοδύναμου μήκους λυγισμού περί τον άξονα z(3)

a_{0z} Συντελεστής καθαρού μήκους λυγισμού περί τον άξονα z(3)

Τα K_z και a_{0z} πολλαπλασιάζουν το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα z.

Για τους συντελεστές ισοδύναμου μήκους λυγισμού βλ. παρ/τρο στο «Υποστύλωμα» και στη «Δοκό» – «Δομικός χάλυβας» - «Συντελεστές ισοδύναμου & καθαρού μήκους λυγισμού K - a0 περί τους άξονες y και z».

β_{0y} Συντελεστής καθαρού μήκους για βέλος w_y (που οφείλεται σε κάμψη περί τον z). Πολλαπλασιάζει το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα z.

$$L_{wy} = \beta_{0y} \cdot L_z$$

β_{0z} Συντελεστής καθαρού μήκους για βέλος w_z (που οφείλεται σε κάμψη περί τον y). Πολλαπλασιάζει το μήκος για διαστασιολόγηση περί τον άξονα y.

$$L_{wz} = \beta_{0z} \cdot L_y$$

9.19.2.2 Εντατικά μεγέθη δοκού

Εντατικά μεγέθη

Φόρτ [/]	wy [kN/m]	wz [kN/m]	Αρχή My [kNm]	[5] Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Τέλος My [kNm]	[7] Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Αξονική N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]
G	52,71				289,93				-289,93				797,30
Q	16,88				92,82				-92,82				255,24
[G+ψ2xQ]	57,78				317,77				-317,77				873,87
1.15G+1.50Q	85,80				471,91				-471,91				1297,76
ΣΣ:+x	57,78				317,77				-317,77		-1,64		873,87
ΣΣ:+z	57,78				317,77				-317,77				873,87
ΣΣ:+z	57,78				317,77				-317,77				873,87
ΣΣ:-x	57,78				317,77				-317,77		1,64		873,87
ΣΣ:-x	57,78				317,77				-317,77		-1,64		873,87
ΣΣ:-z	57,78				317,77				-317,77				873,87
ΣΣ:-z	57,78				317,77				-317,77				873,87
1.00G+1.00Q	69,59				382,74				-382,74				1052,54
1.00[G+ψ2xQ]	57,78				317,77				-317,77				873,87

Φόρτ είδος της φόρτισης (Φ), στατικού συνδυασμού φορτίσεων (ΣΦ) και σεισμικών συνδυασμών (ΣΣ).

w_y και w_z

κατανεμημένο φορτίο στις διευθύνσεις y και z αντίστοιχα

V_y

τέμνουσες στα άκρα του σύμμικτου μεταλλικού στοιχείου κατά τον άξονες y(2).

N αξονική δύναμη του σύμμικτου μεταλλικού στοιχείου

$maxM_y$ και $maxM_z$

μέγιστες ροπές στο άνοιγμα του σύμμικτου μεταλλικού στοιχείου με τις οποίες γίνεται και η διαστασιολόγηση αυτού.

9.19.2.3 Έλεγχοι σύμμικτης δοκού σε ΟΚΑ

Ελεγχοι σύμμικτης δοκού MEd/MplRd

Φόρτ [/]	Θέση [/]	Κατηγορία [/]	VEd / VplRd	MEd / MplRd
1.15G+1.50Q	0	1		1,96
1.15G+1.50Q	5	1	0,75	
1.15G+1.50Q	7	1	0,75	
1.15G+1.50QE	7	1	0,75	
ΣΣ:+x	0	1		1,32
ΣΣ:+x	5	1	0,51	
ΣΣ:+x	7	1	0,51	
ΣΣ:+x	0	1		1,32
ΣΣ:+x	5	1	0,51	
ΣΣ:+x	7	1	0,51	
ΣΣ:+z	0	1		1,32
ΣΣ:+z	5	1	0,51	
ΣΣ:+z	7	1	0,51	
ΣΣ:+z	0	1		1,32
ΣΣ:+z	5	1	0,51	
ΣΣ:+z	7	1	0,51	

Θέση ουδέτερου άξονα z_{pl}=5,4 [cm] - Ροπή αντοχής σύμμικτης δοκού M_{plRd}=661,23 [kNm] - Αντοχή σε τέμνουσα $V_{pl,a,Rd}$=627,13 [kN]

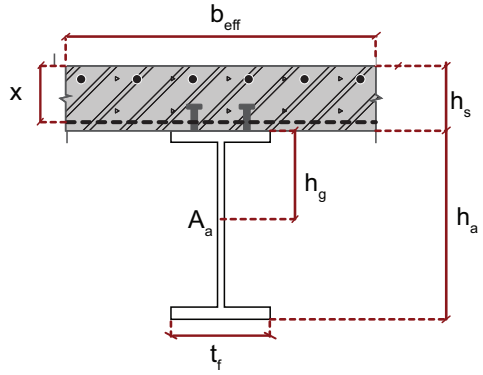
Πραγματοποιούνται έλεγχοι ικανότητας των σύμμικτων δοκών σε ΟΚΑ για κάμψη και διάτμηση σε διαφορετικούς συνδυασμούς φόρτισης με βάση τις παραγράφους 6.2.1, 6.2.2 του EC4.

Οι έλεγχοι επάρκειας των μελών πληρούνται, αν ισχύει η βασική ανίσωση ασφαλείας:

$$\frac{E_d}{R_d} \leq 1{,}00$$

Κάμψη

Η καμπτική ικανότητα της σύμμικτης δοκού αντιστοιχεί στην πλήρη πλαστική ροπή αντοχής M_{plRd}, η οποία εξαρτάται από τη θέση του πλαστικού ουδέτερου άξονα *x* και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της δοκού όπως φαίνεται στο Σχήμα 9.131.



Σχήμα 9.131: *Γεωμετρικά στοιχεία σύμμικτής δοκού*

Θέση ουδέτερου άξονα:

$$x = \frac{A_a \cdot f_{ad}}{b_{eff} \cdot f_{cd}}$$

Όπου f_{ad} είναι η τάση σχεδιασμού του χάλυβα ($f_{ad}= f_y/ \gamma_{M0}$) και f_{cd} η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος ($f_{cd}=acc\cdot f_c/ \gamma_c$).

Στη συνέχεια γίνεται έλεγχος της θέσης του ουδέτερου άξονα και διακρίνονται οι εξής 3 περιπτώσεις:

- Ουδέτερος άξονας εντός της πλάκας σκυροδέματος:

$$M_{plRd} = A_a \cdot f_{ad} \cdot \left(h_g + h_s - \frac{x}{2} \right)$$

- Ουδέτερος άξονας στο άνω πέλμα της χαλύβδινης διατομής:

$$N_{pla} = A_a \cdot f_{ad}$$
$$N_{cf} = b_{eff} \cdot h_c \cdot f_{cd}$$
$$N_{ac} = 2 \cdot b_f \cdot \left(x - h_s \right) \cdot f_{ad}$$
$$x = \frac{N_{pla} - N_{cf}}{2 \cdot b_f \cdot f_{ad}} + h_s$$
$$M_{plRd} = N_{pla} \cdot \left(h_g + h_s - \frac{h_c}{2} \right) - N_{ac} \cdot \frac{\left(x - h_c + h_s \right)}{2}$$

- Ουδέτερος άξονας στον κορμό της χαλύβδινης διατομής:

$$N_{pla} = A_a \cdot f_{ad}$$
$$N_{cf} = b_{eff} \cdot h_c \cdot f_{cd}$$
$$N_{acf} = 2 \cdot b_f \cdot t_f \cdot f_{ad}$$
$$N_{aw} = 2 \cdot t_w \cdot \left(x - h_s - t_f \right) \cdot f_{ad}$$
$$x = \frac{N_{pla} - N_{cf} - N_{acf}}{2 \cdot t_w \cdot f_{ad}} + h_s + t_f$$
$$M_{plRd} = N_{pla} \cdot \left(h_g + h_s - \frac{h_c}{2} \right) - N_{acf} \cdot \left(h_s - \frac{h_c}{2} + \frac{t_f}{2} \right) - N_{aw} \cdot \frac{\left(x + h_s - h_c + t_f \right)}{2}$$

Διάτμηση

Η αντοχή σε διάτμηση ορίζεται με βάση την πλήρη πλαστική διατμητική αντοχή της χαλύβδινης δοκού μόνο ως εξής:

$$A_v = A_a - 2 \cdot b_f \cdot t_f + \left(t_w + 2 \cdot r \right) \cdot t_f$$
$$V_{plRd} = \frac{A_v \cdot f_{ad}}{\sqrt{3}}$$

9.19.2.4 Έλεγχος βέλους

Ελεγχος βέλους [EC3-1-1 §7.2.1]: wmax < β0*L/250 , w3 < β0*L/300

Φόρτ [/]	wmaxy < 44 [mm]	απαιτ.αντιβέλος wcy [mm]	w3y < 37 [mm]	wmaxz [mm]	απαιτ.αντιβέλος wcz [mm]	w3z < 37 [mm]
G	38			0		
1.00[G+ψ2xQ]	41		4			

* ==> Όπου L το μήκος για διαστασιολόγηση. -- Συνολική ακαμψία σύμμικτης δοκού JJc = 127384,700 [cm4] , Ακαμψία μεταλλικής δοκού Jxx = 33740,000 [cm4]

Φόρτ. Ο κρίσιμος συνδυασμός φόρτισης των οιονεί μόνιμων φορτίων για έλεγχο βέλους κάμψης.

w_{maxy} Συνολικό αρνητικό βέλος κάμψης.

Απαιτ. αντιβέλος w_{cy}

Το απαιτούμενο αντιβέλος όταν δεν υπάρχει υποστύλωση δοκών κατά τη σκυροδέτηση.

w_{3y} Αρνητικό βέλος κάμψης λόγω των πρόσθετων κινητών φορτίων.

Ο υπολογισμός του βέλους κάμψης της σύμμικτης δοκού εξαρτάται από το αν η μεταλλική δοκός είναι υποστυλωμένη κατά τη σκυροδέτηση ή όχι. Ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου «Υποστύλωση δοκών κατά τη σκυροδέτηση» διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- Χωρίς υποστύλωση:
  - Υπολογισμός βέλους w_1 της μεταλλικής δοκού με τα ίδια βάρη.

    φορτία: ι.β. σκυροδέματος + ι.β μεταλλικήςς δοκού

    δυσκαμψία: της μεταλλικής διατομής
  - Υπολογισμός πρόσθετου βέλους w_3 σύμμικτης δοκού με τα επιπλέον φορτία

    φορτία: επικαλύψεις + κινητά

    δυσκαμψία: της ισοδύναμης σύμμικτης δοκού
  - Συνολικό βέλος $w_{max}=w_1+w_3$
  - Αντιβέλος $w_{cy}=w_1$ έτσι ώστε οι διατμητικοί ήλοι να παραλαμβάνουν μόνο τις διαμήκεις δράσεις από τα επιπλέον φορτία.
- Με υποστύλωση:
  - Υπολογισμός βέλους w_{max} σύμμικτης δοκού με όλα τα φορτία.

    φορτία: ι.β. σκυροδέματος + ι.β μεταλλικήςς δοκού + επικαλύψεις + κινητά

    δυσκαμψία: της ισοδύναμης σύμμικτης δοκού

Για τους παραπάνω υπολογισμούς είναι αναγκαίος ο υπολογισμός της δυσκαμψίας της σύμμικτης ισοδύναμης δοκού ως εξής:

Λόγος μέτρων ελαστικότητας: $n = \dfrac{E_a}{E_c}$

Εμβαδόν Σκυροδέματος: $A_c = b_{eff} \cdot h_c$

Ροπή αδράνειας πλάκας Ο/Σ: $I_c = \dfrac{b_{eff} \cdot h_c^{\,3}}{12}$

Ισοδύναμη επιφάνεια διατομής ανηγμένη σε χάλυβα: $A_e = A_a + \dfrac{A_c}{n}$

Θέση Κ.Β. ισοδύναμης διατομής: $h_e = \dfrac{A_a \cdot \left(h_s + h_g\right) + \dfrac{A_c}{n} \cdot \dfrac{h_c}{2}}{A_e}$

Ισοδύναμη ροπή αδράνειας ανηγμένη σε χάλυβα:

$$I_e = I_a + \frac{I_c}{n} + A_a \cdot \left(h_e - h_s - h_g\right)^2 + \frac{A_c}{n} \cdot \left(h_e - h_c\right)^2$$

9.19.2.5 Διερεύνηση εναλλακτικών διατομών- Μέγιστοι λόγοι ικανότητας E_d/R_d

Διερευνώνται εναλλακτικές διατομές και υπολογίζονται οι εκάστοτε μέγιστοι λόγοι ικανότητας E_d/R_d. Στον ακόλουθο πίνακα διακρίνονται με κόκκινο οι διατομές για τις οποίες ένας τουλάχιστον έλεγχος δεν ικανοποιείται. Η χρήση μεγαλύτερης διατομής φυσικά οδηγεί σε μεγαλύτερους συντελεστές ασφαλείας. Παράλληλα προτείνεται η οικονομικότερη διατομή που πληροί τους ελέγχους αντοχής.

Ελάχιστη προτεινόμενη διατομή: IPE750X137

Διερεύνηση εναλλακτικών διατομών - Μέγιστοι λόγοι ικανότητας Ed/Rd

Διατομή [/]	Κατηγορία [/]	VEd / Vplrd [/]	MEd / MplRd [/]
IPE80	1	9,99	9,99
IPE100	1	7,80	9,99
IPE120	1	6,29	9,99
IPE140	1	5,18	9,99
IPE160	1	4,10	9,99
IPE180	1	3,52	9,99
IPE200	1	2,83	9,99
IPE220	1	2,50	9,99
IPE240	1	2,07	9,99
IPE270	1	1,79	9,99
IPE300	1	1,54	9,99
IPE330	1	1,29	9,99
IPE360	1	1,13	9,87
IPE400	1	0,93	6,50
IPE450	1	0,78	4,13
IPE500	1	0,66	2,67
IPE550	1	0,55	1,75
IPE600	1	0,47	1,17
IPE750X137	1	0,42	0,66
IPE750X147	1	0,38	0,58
IPE750X173	2	0,34	0,43
IPE750X196	1	0,48	0,47

9.19.2.6 Υπολογισμός διατμητικών ήλων

Υπολογισμός διατμητικών ήλων

Ανοιγμα [/]	MEd [kNm]	VEd [kN]	F_Z [kN]	PRd1 [kN]	PRd2 [kN]	kt [/]	PRd [kN]	Nf [/]
1	1344,36	0,00	2111,16	109,48	98,85	0,50	48,95	88

* PRd1: Αντοχή ήλου σε διάτμηση - PRd2: Αντοχή σκυροδέματος σε σύνθλιψη άντυγας - PRd: Δύναμη που παραλαμβάνει ο ήλος

Άνοιγμα

Αριθμός υπερανοίγματος δοκού.

M_{Ed} Η δρώσα ροπή στο μέσον του ανοίγματος.

V_{Ed} Η δρώσα τέμνουσα στο μέσον του ανοίγματος.

F_Z Ελάχιστη πλαστική αντοχή σκυροδέματος ή χάλυβα

$$F_Z = \min\left(0.85 \cdot \frac{f_c}{\gamma_c} \cdot h_c \cdot b_{eff},\ A_a \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}\right)$$

P_{Rd1} Διατμητική αντοχή του ήλου:

$$P_{Rd1} = \frac{0.8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}}{\gamma_v}$$

Όπου f_u η οριακή αντοχή του ήλου με $f_u \leq 500$ MPa όταν δεν υπάρχει χαλιβδόφυλλο ή $f_u \leq 450$ MPa όταν υπάρχει και είναι κάθετο στη δοκό.

P_{Rd2} Αντοχή σκυροδέματος σε σύνθλιψη άντυγας:

$$P_{Rd2} = \frac{a \cdot 0.29 \cdot d^2 \cdot \left(f_c \cdot E_c\right)^{0.5}}{\gamma_v}$$

$$\textit{Όπου:}\ a = \min\left[0.2 \cdot \left(\frac{h_{sc}}{d} + 1\right),\ 1\right]$$

k Απομείωση διατμητικής αντοχής λόγω ύπαρξης χαλυβδόφυλλου.

– Για χαλυβδόφυλλο παράλληλα στη δοκό:

$$k_l = \min\left[0.6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right),\ 1\right]$$

– Για κάθετα παράλληλο στη δοκό:

$$k_t = \min\left[\frac{0.7}{n_r^{0.5}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right),\ 0.75\right]$$

P_{Rd} Διατμητική δύναμη που παραλαμβάνει ο ήλος:

$$P_{Rd} = k \cdot \min\left[P_{Rd1},\ P_{Rd2}\right]$$

N_f Αριθμός τοποθετούμενων ήλων:

$$N_f = \min\left(\frac{2 \cdot F_Z}{P_{Rd}},\ \frac{L}{e_{sl,\max}}\right)$$

9.20 Αντισεισμικός σχεδιασμός Μεταλλικών κατασκευών

9.20.1 Βασικά σημεία EC8 & Σύγκριση με ΕΑΚ

Ο EC8 περιέχει ειδικούς κανόνες για τη διαστασιολόγηση κτιρίων από χάλυβα στην ενότητα 6 του EC8-1-1.

Τα βασικά σημεία προσοχής και οι βασικές διαφορές ανάμεσα στον EC8 και τον ΕΑΚ μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Είναι δυνατή η κατάταξη της κατασκευής στην κατηγορία πλαστιμότητας ΚΠΧ με χρήση του συντελεστή συμπεριφοράς q=1.50 σε αντίθεση με το σκυρόδεμα (EC8-1-1, Πίνακας 6.1).
- Στις κατηγορίες πλαστιμότητας ΚΠΜ και ΚΠΥ η ανηγμένη λυγηρότητα των διαγωνίων θα πρέπει να ελέγχεται σε κτίρια τριών ή περισσότερων ορόφων. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να γίνεται χρήση ντίζας (EC8-1-1, §6.7.3).
- Ανηγμένη λυγηρότητα των διαγωνίων συνδέσμων:
  - Η ανηγμένη λυγηρότητα των διαγωνίων χιαστί συνδέσμων θα πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε ένα κατώτατο και ένα ανώτατο όριο $1,30 \le \bar{\lambda} \le 2,00$.
  - Η ανηγμένη λυγηρότητα για άλλους τύπους διαγωνίων συνδέσμων θα πρέπει να πληροί την ανισότητα $\bar{\lambda} \le 2,00$.
  - Αντίθετα στον ΕΑΚ η ανηγμένη λυγηρότητα των διαγωνίων συνδέσμων περιοριζόταν μόνο από μια ανώτατη τιμή $\bar{\lambda} \le 1,50$.
- Ο μεγεθυντικός συντελεστής $1.1\gamma_{ov}\Omega$ δεν περιορίζεται από το συντελεστή συμπεριφοράς q (EC8-1-1, §6.2) όπως συνέβαινε με το συντελεστή α_{CD} στον ΕΑΚ. Συνεπώς απαιτείται μεγαλύτερη προσοχή στη διαστασιολόγηση διότι η χρήση μεγάλων διατομών σε πλάστιμα στοιχεία θα οδηγήσει σε σημαντική υπερδιαστασιολόγηση όλων των υπόλοιπων στοιχείων.
- Οι κατηγορίες πλαστιμότητας και ο συντελεστής συμπεριφοράς ***q*** καθορίζουν ποιές κατηγορίες διατομών επιτρέπονται. Συγκεκριμένα στην ΚΠΥ επιτυγχάνεται η χρήση μεγαλύτερου συντελεστή συμπεριφοράς ***q*** αλλά υπάρχει αυστηρός περιορισμός στη χρήση κατηγορίας διατομής 1 για τα κύρια μέλη. Στην ΚΠΜ οι επιτρεπόμενες κατηγορίες διατομής είναι οι 1, 2 και 3 για 1.5<q<2 και 1 ή 2 για 2<q<4 (EC8-1-1, Πίνακας 6.3).

9.21 Εφαρμογή του EC8-1 §6

9.21.1 Έλεγχος διατομής και έλεγχος μέλους σε κάμψη και θλίψη με σχεδιασμό σύμφωνα με τον EC8

Ο έλεγχος της διατομής ενός τυπικού υποστυλώματος πλαισίου πραγματοποιείται σύμφωνα με τους ελέγχους που περιγράφηκαν στον EC3 πολλαπλασιάζοντας όπως επεξηγήθηκε στους προαναφερθέντες πίνακες τα εντατικά μεγέθη με το συντελεστή $1.1\gamma_{ov}\Omega_n$.

Στον 1ο πίνακα του Τεύχους που ακολουθεί φαίνονται συγκεντρωτικά γενικά στοιχεία για κάθε δομικό μέλος του φορέα συμπεριλαμβανομένου και του συντελεστή υπεραντοχής $1,1\gamma_{ov}\Omega$.

Ικανοτικός σχεδιασμός μεταλλικών πλαισίων παραλαβής ροπών.

Πλάστιμες δοκοί

Οροφος	Z/X	Ονομα	Διατομή	Είδος μέλους	1,1 γον Ω
0	Z	Δ1.1	IPE300	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	9.81
	Z	Δ1.2	IPE300	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	17.11
	Z	Δ1.3	IPE300	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	17.11
	Z	Δ1.4	IPE300	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	9.81
	Z	Δ2.1	IPE300	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	10.34
	Z	Δ2.4	IPE300	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	10.34

Στον 2ο πίνακα του Τεύχους που ακολουθεί φαίνονται έλεγχοι για κάθε δομικό μέλος για διάφορες φορτίσεις και συνδυασμούς φορτίσεως, καθώς και ο συντελεστής υπεραντοχής $1,1\gamma_{ov}\Omega$.

Ελεγχοι Ed/Rd - Υπεραντοχή: 1,1γονΩn = 9.81 / 1,1γονΩy = 9.81

Φόρτ [/]	θέση [/]	Κατηγορία [/]	n	vy	vz	my	mz	EC3 (6.2) n+my+mz	EC3 (6.61) ny+myy+myz	EC3 (6.62) nz+mzy+mzz	
Σφ 1	1	3		0.02		0.01	0.04	0.06	0.05	0.06	
Σφ 1	2	3		0.01		0.01	0.08	0.09	0.07	0.08	
Σφ 2	1	3		0.01		0.01	0.03	0.04	0.04	0.04	
Σφ 2	2	3		0.01		0.01	0.06	0.06	0.05	0.06	
Σφ 3	1	3		0.01		0.01	0.03	0.04	0.04	0.04	
Σφ 3	2	3		0.01		0.01	0.06	0.06	0.05	0.06	
ΣΣ:+x	1	3		0.12		0.01	0.40	0.53	0.46	0.53	
ΣΣ:+x	2	3		0.05			0.02	0.08	0.07	0.10	
ΣΣ:+x	1	3		0.11		0.01	0.35	0.46	0.42	0.48	

Στον 3ο πίνακα του Τεύχους που ακολουθεί συνοψίζονται έλεγχοι της αδιάστατης λυγηρότητας σύμφωνα με τον EC8-1-1 §6.7.3.

Ελεγχος αδιάστατης λυγηρότητας [EC8-1 §6.7.3]

Άξονας	[a0 * K * l] [m]	i [cm]	min(A/A1) [/]		(λ/λ1) [/]		max(λ/λ1) [/]
3-3	4.30	5.73	1.30	!	0.80	<	2.00
2-2	4.30	3.52	1.30	<	1.30	<	2.00

9.21.2 Πλαίσια Ροπής

9.21.2.1 Πλαίσια ροπής-Δοκοί

Ικανοτική τέμνουσα (για σεισμικούς συνδυασμούς):

$$V_{\mathrm{Ed}} = V_{\mathrm{Ed,G}} + V_{\mathrm{Ed,M}}$$

$\mathbf{V_{ed,G}}$ τέμνουσα δύναμη για μη σεισμικά φορτία (*χωρίς θεώρηση αμφιέρειστης*)

$$V_{\mathrm{Ed,M}} = \frac{M_{\mathrm{pl,Rd,A}} + M_{\mathrm{pl,Rd,B}}}{L} \quad \textit{(κατηγορία διατομής 1 &2)}$$

όπου οι πλαστικές αντοχές αντικαθίστανται από τις ελαστικές για κατηγορία διατομής 3.

Έλεγχοι για σεισμικούς συνδυασμούς

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \le 1, \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \le 0,5, \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \le 0,15$$

9.21.2.2 Πλαίσια ροπής - Υποστυλώματα

Ικανοτικά εντατικά μεγέθη (*για σεισμικούς συνδυασμούς*):

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega N_{Ed,E}, M_{Ed} = M_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega M_{Ed,E}$$

$$V_{Ed} = V_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega V_{Ed,E}$$

όπου,

γ_{ov} συντελεστής υπεραντοχής που χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό

$N_{Ed,E}$, $M_{Edy,E}$ *ή* $M_{Edz,E}$

η σεισμική συνιστώσα της αξονικής και της ροπής κατά τις 2 διευθύνσεις

Ω η ελάχιστη τιμή $M_{pl,Rdi}/M_{Edi}$ για όλες τις δοκούς στις οποίες υπάρχουν πλάστιμες ζώνες με M_{Edi} είναι η τιμή σχεδιασμού της ροπής κάμψης στη δοκό i στην σεισμική κατάσταση σχεδιασμού και $M_{pl,Rdi}$ η αντίστοιχη πλαστική ροπή.

Η τελική ροπή σχεδιασμού είναι η μεγαλύτερη από την $M_{Ed} = M_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega M_{Ed,E}$ και αυτήν που προκύπτει από τον ικανοτικό σχεδιασμό κόμβου.

Ικανοτικός σχεδιασμός κόμβων (αποφυγή σχηματισμού μηχανισμού ορόφου):

$\sum M_{Rc} \geq 1,3 \sum M_{Rb}$ .....(EC8-1 §4.4.2.3(4))

Ειδικοί επιπλέον έλεγχοι EC8 (ΜΟΝΟ για σεισμικούς συνδυασμούς)

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5$$

9.21.3 Πλαίσια με συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα

9.21.3.1 Διαγώνια μέλη

Έλεγχοι

Εφελκυσμός & θλίψη

- **Κατακόρυφος διαγώνιος σύνδεσμος**: Ελέγχεται μόνο σε εφελκυσμό
- **Σύνδεσμος τύπου V/Λ** : Ελέγχεται σε εφελκυσμό & θλίψη

Η ανηγμένη λυγηρότητα του διαγωνίου μέλους θα πρέπει να βρίσκεται εντός των ορίων $1,30 \le \bar{\lambda} \le 2,00$ για την περίπτωση χιαστί διαγωνίων συνδέσμων και $\bar{\lambda} \le 2,00$ για άλλες περιπτώσεις διαγωνίων συνδέσμων.

9.21.3.2 Υποστυλώματα - Δοκοί

Υπολογισμός Ικανοτικής αξονικής δύναμης (*για σεισμικούς συνδυασμούς*):

$$N_{Ed} = N_{Ed,G} + 1,1\gamma_{ov}\Omega N_{Ed,E}$$

όπου,

$N_{Ed,G}$ αξονική δύναμη της δοκού ή του υποστυλώματος υπό μη-σεισμικά φορτία

$N_{Ed,E}$ Σεισμική συνιστώσα της αξονικής δύναμης της δοκού ή του υποστυλώματος

Ω ελάχιστη τιμή του λόγου Npl,Rd,i/Ned,i για όλες τις διαγωνίους του πλαισιακού συστήματος συνδέσμων όπου $N_{pl,Rdi}$ και $N_{ed,i}$ η αντοχή σχεδιασμού και τιμή σχεδιασμού της αξονικής δύναμης για κατάσταση σχεδιασμού για τη διαγώνιο i αντίστοιχα.

9.21.3.3 Ζύγωμα με σύνδεσμο V/Λ

Έλεγχοι

Μη σεισμικά φορτία → (αγνοώντας την στήριξη)

Σεισμικά φορτία → Εφαρμόζοντας την συνισταμένη δύναμη που προκύπτει από την διανυσματική άθροιση των N_{plRd} από την εφελκυόμενη διαγώνιο και γ_b* N_{bRd} της θλιβόμενης διαγωνίου (γ_b=0.30). Η συνισταμένη παράγει τέμνουσα & αξονική στο ζύγωμα.

9.21.4 Πλαίσια με έκκεντρους συνδέσμους

9.21.4.1 Σεισμικοί σύνδεσμοι (δοκοί σύζευξης)

Αντοχή για διατομή I (*σεισμικοί συνδυασμοί*):

Διακρίνουμε **2 περιπτώσεις** ανάλογα με το αξονικό φορτίο ***N*Ed** του σεισμικού συνδυασμού :

- $N_{\mathrm{Ed}} / N_{\mathrm{pl,Rd}} \le 0,15$

$$M_{\mathrm{Ed}} \le M_{\mathrm{p,link}} = bt_{\mathrm{f}}\left(d - t_{\mathrm{f}}\right) f_{\mathrm{y}}, \; V_{\mathrm{Ed}} \le V_{\mathrm{p,link}} = t_{\mathrm{w}}\left(d - t_{\mathrm{f}}\right)\frac{f_{\mathrm{y}}}{\sqrt{3}}$$

- $N_{\mathrm{Ed}} \big/ N_{\mathrm{pl,Rd}} > 0,15 \rightarrow$ (απομείωση αντοχής)

$$M_{\mathrm{Ed}} \leq M_{\mathrm{p,link,r}} = M_{\mathrm{p,link}} \left[1 - \left(N_{\mathrm{Ed}} \big/ N_{\mathrm{pl,Rd}} \right) \right]$$

$$V_{Ed} \leq V_{p,link,r} = V_{p,link} \left[1 - \left(N_{Ed} \big/ N_{pl,Rd} \right)^2 \right]^{0.5}$$

Περιορισμοί μήκους συνδέσμου e:

$$e \leq 1,6 \frac{M_{\mathrm{p,link}}}{V_{\mathrm{p,link}}} \qquad \textit{όταν το } R < 0,3$$

$$e \leq \left(1,15 - 0,5R\right) 1,6 \frac{M_{\mathrm{p,link}}}{V_{\mathrm{p,link}}} \qquad \textit{όταν το } R \geq 0,3$$

όπου

$$R = N_{Ed} t_w \left(d - 2t_f\right) \big/ \left(V_{Ed} A\right)$$

και A το ολικό εμβαδό της δοκού σύζευξης

9.21.4.2 Υποστυλώματα και διαγώνιοι

Υπολογισμός Ικανοτικής αξονικής δύναμης (για σεισμικούς συνδυασμούς):

$$N_{\mathrm{Ed}} = N_{\mathrm{Ed,G}} + 1,1 \gamma_{\mathrm{ov}} \Omega N_{\mathrm{Ed,E}}$$

όπου

$N_{Ed,G}$ Στατική συνιστώσα του σεισμικού συνδυασμού

$N_{Ed,E}$ Σεισμική συνιστώσα του σεισμικού συνδυασμού

Ω ελάχιστη τιμή για όλους τους συνδέσμους i μικρού μήκους $1.5V_{p,link,i}/V_{Ed,i}$ και ελάχιστη τιμή για όλους τους ενδιάμεσους και μεγάλου μήκους συνδέσμους $1.5M_{p,link,i}/M_{Ed,i.}$

10

Γράφημα του φορέα σε τρεις διαστάσεις (3DV)

10.1 Τι είναι η τριδιάστατη απεικόνιση (3DV)

Το τμήμα αυτό του προγράμματος σχηματίζει σε ξεχωριστό παράθυρο το γραμμικό προσομοίωμα του φορέα και το προετοιμάζει για εκτύπωση στον εκτυπωτή ή τον plotter.

Χειρίζεται φορείς δύο και τριών διαστάσεων, με δυνατότητες περιστροφής της εικόνας γύρω από τους τρεις άξονες (αξονομετρικά σχήματα, κατόψεις και προσόψεις), μεγέθυνσης οποιουδήποτε τμήματος, καθώς και επιλεκτικής προβολής ορόφων, κόμβων και μελών.

Σχεδιάζει το φορέα παραμορφωμένο από κάθε φόρτιση, στατική ή δυναμική, και δείχνει την ταλάντωση για κάθε ιδιομορφή του.

Σχεδιάζει σε τριδιάστατη μορφή τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών (αξονικών, τεμνουσών, ροπών κάμψης, πιέσεις εδάφους) από οποιαδήποτε φόρτιση (μόνιμα, κινητά, σεισμό, περιβάλλουσα) καθώς και όλα τα επικόμβια ή γραμμικά κατανεμημένα φορτία που δρουν επάνω στο φορέα.

Εμφανίζει τις θέσεις των πλαστικών αρθρώσεων, έτσι όπως προκύπτουν από την ανάλυση pushover, και αναφέρει την τιμή του λόγου α_u/α_1 που προκύπτει από αυτήν.

10.2 Το περιβάλλον του 3DV

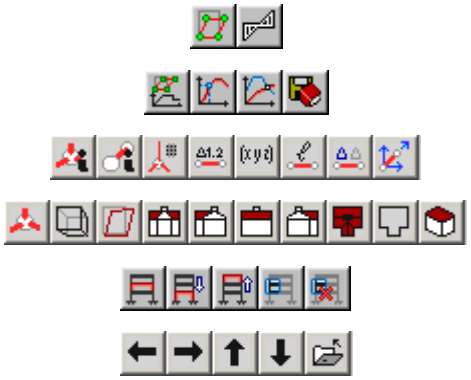


Το πρόγραμμα τριδιάστατης απεικόνισης καλείται από το κεντρικό μενού του προγράμματος (δίνοντας τις εντολές «Στατικά > Επιλύσεις > 3DV») ή από την κεντρική εργαλειοθήκη, επιλέγοντας το εικονίδιο «**Τριδιάστατο (3DV)**». Μόλις

ενεργοποιηθεί, εμφανίζεται στην οθόνη ένα νέο παράθυρο, στο οποίο φαίνεται το γραμμικό προσομοίωμα του φορέα (κόμβοι και μέλη). Βλέπε Εικόνα 10.2.

Κάθε φορά που γίνεται μία αλλαγή σε παράθυρο της κάτοψης ενός ορόφου, ή σε κάποιον πίνακα, το χωρικό προσομοίωμα του φορέα ενημερώνεται αυτόματα, απλώς ενεργοποιώντας το παράθυρό του.

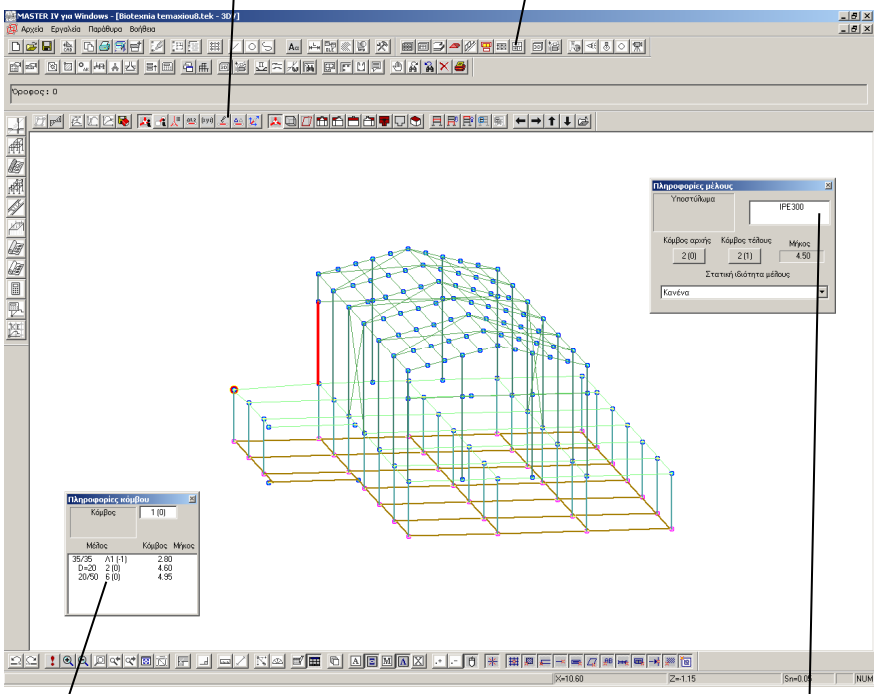
Στην επάνω πλευρά του παραθύρου εμφανίζεται και η **εργαλειοθήκη** του προγράμματος 3DV (Εικόνα 10.1), η οποία περιέχει τις διαθέσιμες εντολές του 3DV.



Εικόνα 10.1*:* ***Η*** *εργαλειοθήκη του 3DV (σε τμήματα)*

Η **εργαλειοθήκη** του 3DV**.** Με αυτές τις εντολές καθορίζεται η όψη του γραφήματος στο χώρο, καθώς και οι πληροφορίες που το συνοδεύουν.

Οι περισσότερες εντολές της κεντρικής εργαλειοθήκης δεν έχουν εφαρμογή στην παρούσα κατάσταση, και εμφανίζονται ανενεργές (γκρί).



Πληροφορίες συνδεσμολογίας του επιλεγμένου **κόμβου**. Αναζήτηση θέσης κόμβου με το όνομά του §10.4

Πληροφορίες του επιλεγμένου **μέλους**. Αναζήτηση μέλους με το όνομά του. §10.5

Εικόνα 10.2*:* *Το παράθυρο της τριδιάστατης απεικόνισης του φορέα.*

Σημείωση

Η επιλογή των χρωμάτων και των πενών για τα διάφορα στοιχεία που εμφανίζονται στο 3DV γίνεται μέσω των παραμέτρων του Κτιρίου (κάρτα «Σχέδιο 3DV»). Π.χ. μπορεί να γίνει χρωματική διάκριση του παραμορφωμένου και του απαραμόρφωτου φορέα, των μελών επί ελαστικού εδάφους, των θετικών και αρνητικών τιμών φορτίων και διαγραμμάτων, κ.ο.κ.

Επιλογή όψης του φορέα



Με χρήση των **πλήκτρων κίνησης** [↑], [↓], [→] και [←] του πληκτρολογίου, μπορεί να στραφεί το προσομοίωμα του φορέα προς κάθε διεύθυνση στο χώρο. Για την ίδια λειτουργία, χρησιμοποιούνται και τα αντίστοιχα πλήκτρα εντολών της εργαλειοθήκης του 3DV (Εικόνα 10.1).



Από τις εντολές των «**Όψεων**» της εργαλειοθήκης, το πρόγραμμα σχεδιάζει στην οθόνη το γράφημα οποιασδήποτε από τις έξι όψεις του φορέα (πρόσοψη, πίσω όψη, δεξιά / αριστερή όψη, κάτοψη, άνοψη, όψη ¾).



Με τα πλήκτρα [+] και [-] του αριθμητικού πληκτρολογίου, γίνεται **μεγέθυνση** ή **σμίκρυνση** του φορέα, ως προς το κέντρο της οθόνης.



Με το πλήκτρο «**Πλήρης όψη**» της κάτω εργαλειοθήκης (ή το [**Home**] του πληκτρολογίου), το πρόγραμμα επανυπολογίζει την κλίμακα εμφάνισης, έτσι ώστε ο φορέας να καταλαμβάνει όλη τη διαθέσιμη περιοχή του παραθύρου.



Περιοχή εμφάνισης. Προκειμένου να έχει ο χρήστης στην οθόνη του μόνο τις πληροφορίες που χρειάζεται (συνήθως εντοπισμένες σε μικρό τμήμα του φορέα), υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της **περιοχής εμφάνισής** τους. Μέσω του πλήκτρου αυτού προσδιορίζεται το τμήμα του χωρικού που εμφανίζεται στη οθόνη. Επαναχρησιμοποιώντας το πλήκτρο αυτό, και με κατάλληλη χρήση των πλήκτρων επιλογής όψης, γίνεται να περιοριστεί ακόμα περισσότερο η ορατή περιοχή, έως ότου να μείνει ορατό ένα επίπεδο πλαίσιο, μια συνεχής δοκός ή λίγα μόνο γειτονικά μέλη.



Τρέχων όροφος. Περιορίζει την περιοχή εμφάνισης, εμφανίζοντας τα μέλη και τους κόμβους μόνο του ορόφου που είναι ο τρέχων (ενεργός στο παράθυρο της γραφικής εισαγωγής). Όταν είναι πατημένο το κουμπί «Σύγκριση χωρίς φόρτιση», όλοι οι υπόλοιποι όροφοι εμφανίζονται με γκρι χρώμα, ενώ δεν εμφανίζονται όταν δεν είναι πατημένο.



Με το πλήκτρο «**Προοπτική**», επιλέγεται το αν ο φορέας θα εμφανίζεται με προοπτική ή σε ορθή προβολή.



Με το πλήκτρο «**Εμφάνιση κόμβων**» επιλέγεται το αν θα εμφανίζονται στις θέσεις των κόμβων μικρές σφαίρες. Οι σφαίρες αυτές έχουν διαφορετικά χρώματα, αναλόγως του είδους στήριξης κάθε κόμβου.

10.3 Σε τι χρησιμεύει το 3DV

10.3.1 Έλεγχος γεωμετρίας του φορέα

Το πρόγραμμα δίνει πληροφορίες για τη **συνδεσμολογία** οποιουδήποτε κόμβου, δηλαδή τα μέλη που συντρέχουν στον κόμβο αυτό και το μήκος τους, αλλά και πληροφορίες των γραμμικών μελών, όπως το **όνομα**, το **μήκος**, τη **διατομή** τους και τους κόμβους των άκρων τους. Έτσι γίνεται πολύ πιο εύκολα ο έλεγχος της συνδεσμολογίας, και πιο γρήγορη η ανεύρεση τυχόν λάθους κατά την εισαγωγή των δεδομένων. Σχετικές εντολές είναι:



Πληροφορίες κόμβων

Για οποιονδήποτε κόμβο του χωρικού εμφανίζονται πληροφορίες όπως: το όνομα του κόμβου και ο όροφος στον οποίο ανήκει, τα ονόματα των μελών που συντρέχουν στον κόμβο, κλπ. Επίσης γίνεται αναζήτηση κόμβου βάσει του ονόματός του.

Βλέπε και §10.4.



Πληροφορίες μελών

Για οποιοδήποτε μέλος του χωρικού εμφανίζονται πληροφορίες όπως: το είδος του μέλους (π.χ. υποστύλωμα, δοκός ανωδομής, ...), το όνομά του, η διατομή του, οι κόμβοι των άκρων του, κλπ. Επίσης γίνεται αναζήτηση μέλους βάσει του ονόματός του. Βλέπε και § 10.5.

Μέσα από το παράθυρο αυτό, μέσω της επιλογής «**Στατική ιδιότητα μέλους**», επισημαίνονται όλα τα μέλη του φορέα με κοινό είδος μέλους (π.χ. όλες οι τεγίδες, όλοι οι διαγώνιοι σύνδεσμοι, όλα τα αμφιαρθρωτά μέλη, κλπ.).



Ονόματα κόμβων

Προσδιορίζεται η περιοχή του χωρικού στην οποία θα εμφανίζεται το όνομα του κάθε κόμβου. Δεξιά του κάθε ονόματος, ένας αριθμός σε παρένθεση δηλώνει τον όροφο στον οποίο ανήκει ο κόμβος. Βλέπε **Σχήμα 10.1**.

Τα ονόματα εξαφανίζονται με την εντολή «Ακύρωση περιοχής».



Συντεταγμένες κόμβων

Προσδιορίζεται η περιοχή του χωρικού στην οποία θα εμφανίζονται οι X, Y, και Z συντεταγμένες του κάθε κόμβου. Οι συντεταγμένες εμφανίζονται μέσα σε παρένθεση.

Οι τιμές των X, Y, Z εξαφανίζονται με την εντολή «Ακύρωση περιοχής».

Ονόματα και διαστάσεις μελών

Με πατημένο το πλήκτρο αυτό, σε συνδυασμό με τις δύο παρακάτω εντολές, εμφανίζονται τα ονόματα και οι διαστάσεις των διατομών των μελών, τα οποία περιέχονται στην περιοχή που έχει προσδιορίσει ο χρήστης. Δεξιά του κάθε ονόματος, ένας αριθμός σε παρένθεση δηλώνει τον όροφο στον οποίο ανήκει το μέλος. Βλέπε **Σχήμα 10.1**.

Τα ονόματα εξαφανίζονται με την εντολή «Ακύρωση περιοχής».



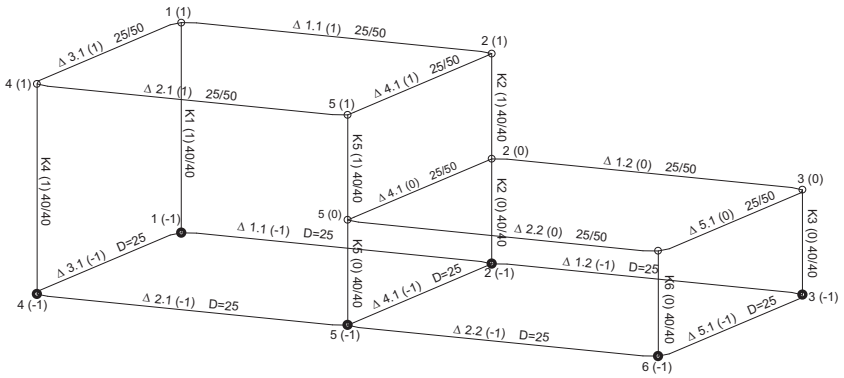
Εμφάνιση σταθερού ονόματος μελών

Με το πλήκτρο αυτό επιλέγεται το αν θα εμφανίζεται το όνομα της διατομής του κάθε μέλους. Συνδυάζεται με την εντολή «Ονόματα και διαστάσεις μελών», ανεξάρτητα από την εντολή «Εμφάνιση διαστάσεων μελών».



Εμφάνιση διαστάσεων μελών

Με το πλήκτρο αυτό επιλέγεται το αν θα εμφανίζονται και οι διαστάσεις της διατομής του κάθε μέλους. Συνδυάζεται με την εντολή «Ονόματα και διαστάσεις μελών» », ανεξάρτητα από την εντολή «Εμφάνιση σταθερού ονόματος μελών».



Σχήμα 10.1: *Τριδιάστατη απεικόνιση φορέα, στην οποία εμφανίζονται τα ονόματα και οι διατομές των επιλεγμένων* μελών, καθώς και τα ονόματα των επιλεγμένων κόμβων.



Μήκη μελών

Προσδιορίζεται η περιοχή του χωρικού για την οποία θα εμφανίζεται το μήκος του κάθε μέλους, που περιλαμβάνεται σε αυτή.

Οι τιμές εξαφανίζονται με την εντολή «Ακύρωση περιοχής».



Ακύρωση περιοχής

Μέσω του πλήκτρου αυτού ακυρώνεται η τελευταία (η πιο πρόσφατη) επιλογή περιοχής, ή εξαφανίζονται όλα τα κείμενα (συντεταγμένες κόμβων, ονόματα και μήκη μελών, παραμορφώσεις, κ.λπ.) και τα διαγράμματα.

10.3.2 Έλεγχος φορτίσεων

Το πρόγραμμα μπορεί να απεικονίσει τα συγκεντρωμένα ή κατανεμημένα φορτία που δρουν πάνω στους κόμβους και τα μέλη του φορέα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να απεικονίσει τη δράση **μονίμων** ή **κινητών**, αλλά και οποιαδήποτε **νέα δράση** (ανεμοπίεση, χιόνι, κλπ), προκειμένου να ελέγξει την ορθότητα του φορτιστικού του μοντέλου. Επίσης εύκολα ελέγχεται ο προσανατολισμός των φορτίων ως προς το καθολικό ή το τοπικό σύστημα συντεταγμένων του κάθε μέλους.

Σχετικές εντολές της κεντρικής εργαλειογραμμής είναι:



Διαγράμματα -> Διαγράμματα φορτίσεων

Ανοίγει (ή κλείνει) την εργαλειοθήκη χειρισμού των «Διαγραμμάτων».

Μέσω αυτής προσδιορίζεται η περιοχή του χωρικού στην οποία θα εμφανίζονται τα διαγράμματα των εξωτερικά επιβαλλόμενων φορτίων ή τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών. Το πλήκτρο αυτό είναι ενεργό ακόμα και αν δεν έχει ολοκληρωθεί η επίλυση του φορέα, προκειμένου να είναι δυνατό να ελεγχθούν τα διαγράμματα φορτίσεων.

Κλείνοντας την εργαλειοθήκη των «Διαγραμμάτων», τα διαγράμματα εξαφανίζονται από την οθόνη.

Για περισσότερες πληροφορίες, βλέπε §10.8 «Γραφική απεικόνιση φορτίων»

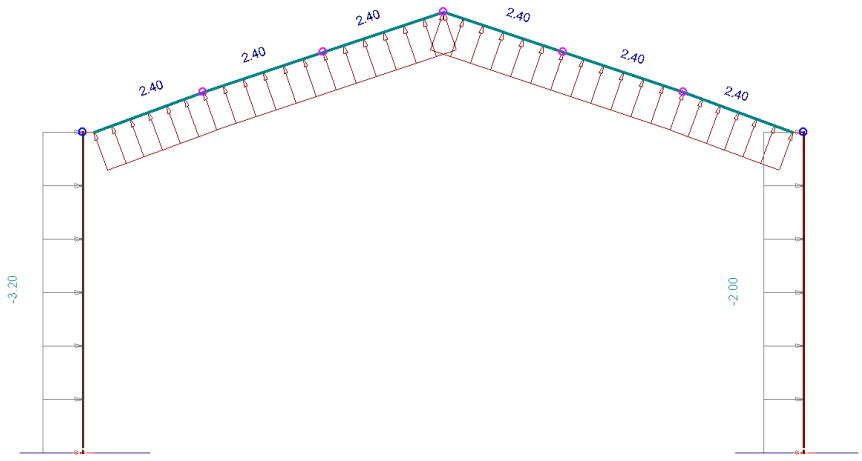
Βλέπε **Εικόνα 10.3**.



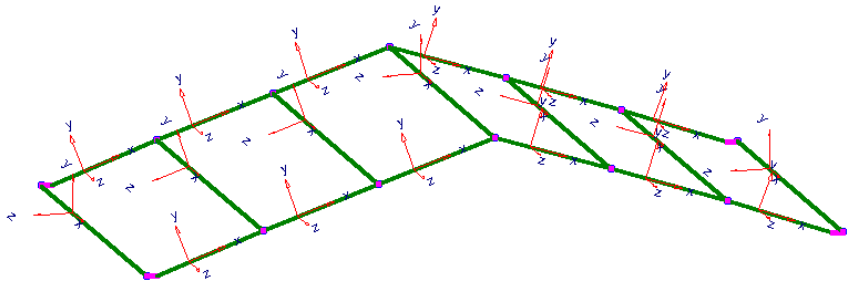
Εμφάνιση αξόνων μελών

Προσδιορίζεται η περιοχή στην οποία θα εμφανίζονται τα τοπικά συστήματα αξόνων των μελών του φορέα. Πολύ χρήσιμο για τον έλεγχο της ορθότητας της φοράς των εξωτερικά επιβαλλόμενων φορτίων, καθώς και των εντατικών μεγεθών των μελών.

Βλέπε **Εικόνα 10.4**.



Εικόνα 10.3: *Απεικόνιση ενός τμήματος του φορέα, στην οποία εμφανίζονται τα ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία της ανεμοπίεσης*



Εικόνα 10.4: *Απεικόνιση ενός τμήματος του φορέα, στην οποία εμφανίζονται τα τοπικά συστήματα αξόνων των μελών*

10.3.3 Έλεγχος αποτελεσμάτων

Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα εμφάνισης του **παραμορφωμένου** φορέα από οποιαδήποτε στατική φόρτιση, καθώς και την ταλάντωση που εκτελεί κάτω από την επίδραση της σεισμικής φόρτισης (για οποιαδήποτε **ιδιομορφή** του).

Επίσης μπορεί ο μελετητής να απεικονίσει τα **διαγράμματα** για οποιοδήποτε εντατικό μέγεθος και οποιαδήποτε **δράση**, πάνω στα μέλη ολόκληρου του φορέα ή σε τμήμα αυτού.

Με τη βοήθεια αυτού του εργαλείου, ο μελετητής μπορεί να εντοπίσει πιθανά «ευαίσθητα» σημεία του φορέα, ελλιπείς στηρίξεις, ασύνδετα τμήματα ή λανθασμένη κατανομή μαζών και ακαμψιών, ανακαλύπτοντας πολύ περισσότερες πληροφορίες απ' ότι διαβάζοντας μια λίστα με μετακινήσεις κόμβων ή εντατικά μεγέθη μελών.

Σχετικές εντολές της κεντρικής εργαλειογραμμής είναι:

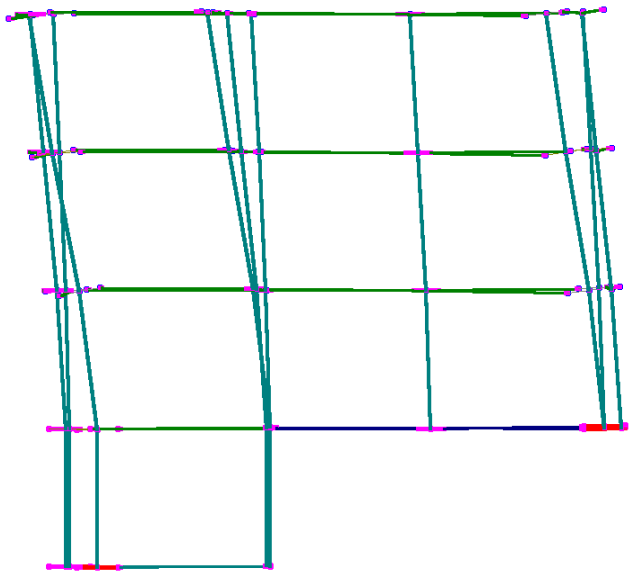


Παραμορφώσεις

Ανοίγει (ή κλείνει) την εργαλειοθήκη χειρισμού των «Παραμορφώσεων», προκειμένου να εμφανιστεί στην οθόνη ο φορέας παραμορφωμένος από οποιαδήποτε φόρτιση (μόνιμα, κινητά, ή κάποια ιδιομορφή). Επίσης, μέσω αυτής προσδιορίζεται η περιοχή του χωρικού στην οποία θα εμφανίζονται οι dX, dY, dZ μετακινήσεις του κάθε κόμβου. Το πλήκτρο αυτό είναι ενεργό μόνον εάν πρώτα έχει επιλυθεί ο φορέας.

Κλείνοντας την εργαλειοθήκη των «Παραμορφώσεων», ο φορέας επανέρχεται στην απαραμόρφωτη κατάσταση.

Βλέπε §10.6 «Παραμορφώσεις του φορέα»



Εικόνα 10.5: *Γραφική απεικόνιση των παραμορφώσεων του φορέα*



Σύγκριση χωρίς φόρτιση

Πιέζοντας αυτό το πλήκτρο, εμφανίζεται ένα γκρίζο είδωλο του χωρικού σε κατάσταση άνευ φόρτισης, παράλληλα με το έγχρωμο διάγραμμα του χωρικού στην παραμορφωμένη κατάσταση, έτσι ώστε να είναι δυνατή η οπτική σύγκριση των δύο αυτών καταστάσεων. Βλέπε §10.10.1 «Παραμορφώσεις του φορέα».

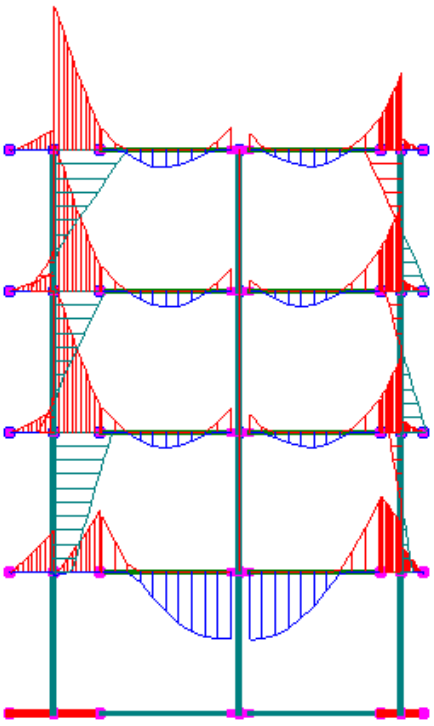


Διαγράμματα -> Διαγράμματα εντατικών μεγεθών

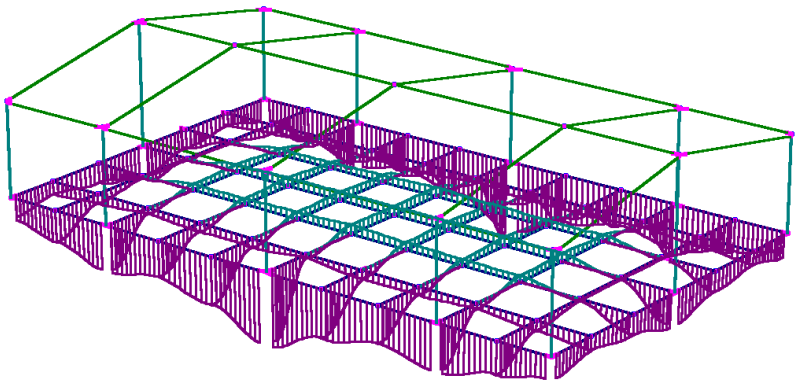
Ανοίγει (ή κλείνει) την εργαλειοθήκη χειρισμού των «Διαγραμμάτων».

Βλέπε 10.3.2 «Διαγράμματα».

Για περισσότερες πληροφορίες, βλέπε § 10.10.2 «Διαγράμματα εντατικών μεγεθών»



Εικόνα 10.6: *Διαγράμματα ροπών κάμψης ενός πλαισίου του φορέα*

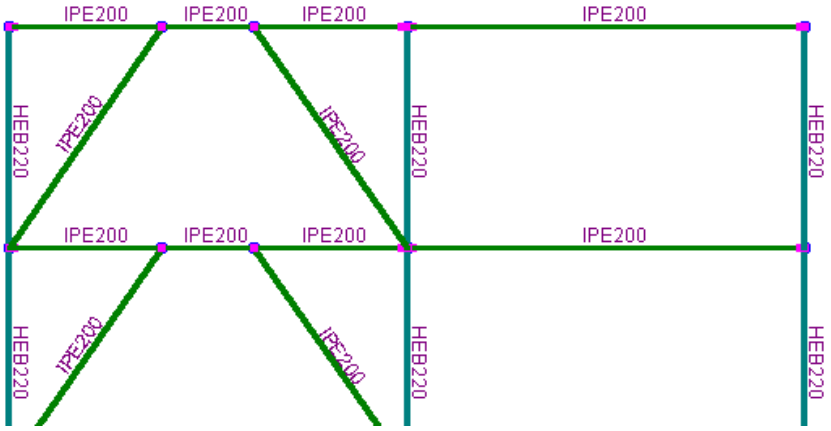


Εικόνα 10.7: *Διαγράμματα πιέσεων εδάφους σε προσομοίωση γενικής κοιτόστρωσης*

10.3.4 Σχεδίαση του φορέα

Η σχεδίαση του φορέα και των παραμορφώσεών του ή των διαγραμμάτων του, είναι μια απλή διαδικασία λίγων βημάτων:

- Αφού απεικονιστεί στην οθόνη ο φορέας και στραφεί στην επιθυμητή γωνία (ή επιλεγεί μία από τις όψεις / κατόψεις του) επιλέγονται, σύμφωνα με τα προηγούμενα, οι επιθυμητές πληροφορίες (ονόματα μελών, διατομές, διαγράμματα κλπ, Βλ.: Εικόνα 10.8).



Εικόνα 10.8: *Όψη του φορέα με ορατές τις διατομές των μελών του*

- Από το μενού «**Αρχεία**» επιλέγεται «**Φύλαξη**» και δίνεται ένα όνομα, ενώ το ίδιο το Fespa δίνει την επέκταση «.3dv». Δίνοντας «**OK**», φυλάσσεται στο δίσκο ένα αρχείο που περιέχει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για τη σχεδίαση του γραφήματος. Τα αρχεία τύπου «.3dv» είναι σχέδια δύο διαστάσεων (παρόμοια με τα αρχεία «.tek»), τα οποία μπορεί ο μελετητής να φορτώσει και να εμπλουτίσει με διαστάσεις και κείμενα.

  (Τα βήματα 1 και 2 μπορούν να επαναληφθούν όσες φορές χρειάζεται, προκειμένου να κρατηθούν στο δίσκο οι επιθυμητές όψεις του φορέα).

- Αφού το αρχείο .3dv φυλαχτεί στο δίσκο, επιλέγεται η «**Σχεδίαση**» από την κεντρική εργαλειοθήκη, και ακολουθείται η γνωστή διαδικασία σχεδίασης. Βλέπε Κεφάλαιο **11**.

10.4 Πληροφορίες κόμβων

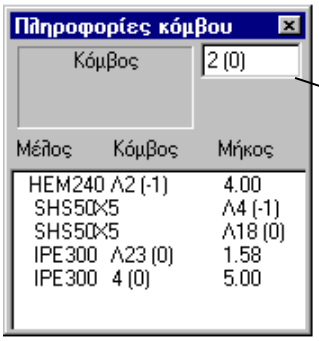


Το πρόγραμμα μπορεί να δώσει πληροφορίες για οποιοδήποτε κόμβο του. Μόλις ενεργοποιηθεί η εντολή, εμφανίζεται το παράθυρο της Εικόνα 10.9.

Επιλογή κόμβου με το mouse

Πλησιάζοντας το δείκτη του mouse σε κάποιο κόμβο, αυτός «φωτίζεται» (ενδεικτικό του ότι ανιχνεύθηκε) και ταυτόχρονα στο αντίστοιχο παράθυρο πληροφοριών αναγράφονται:

- Το όνομα του κόμβου και ο όροφος στον οποίο ανήκει
- Τα ονόματα των μελών που συντρέχουν στον κόμβο
- Τα ονόματα των κόμβων που βρίσκονται στο άλλο άκρο κάθε μέλους
- Το μήκος κάθε μέλους



Αναζήτηση κόμβου:

Κάντε κλικ εδώ και πληκτρολογήστε

Εικόνα 10.9: *Το παράθυρο πληροφοριών κόμβου*

Κάνοντας κλικ σε έναν κόμβο αυτός «κλειδώνει», έτσι ώστε αν απομακρυνθεί το mouse από αυτόν, οι πληροφορίες του να μην εξαφανίζονται.

Επιλογή κόμβου με το όνομά του

Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα και για το αντίστροφο: όταν δεν είναι γνωστή η θέση ενός κόμβου μέσα στο φορέα, την υποδεικνύει αρκεί είναι γνωστό το όνομά του.

Αν στη θέση που αναγράφεται ο αριθμός του κόμβου (Εικόνα 10.9) πληκτρολογήσει ο χρήστης ένα όνομα (ακολουθούμενο από τον αριθμό του ορόφου σε παρένθεση, π.χ. 15(-1)) και δώσει [**Enter**] ή [**Tab**], θα εντοπιστεί η θέση του μέσα στο γράφημα του φορέα.

10.5 Πληροφορίες μελών

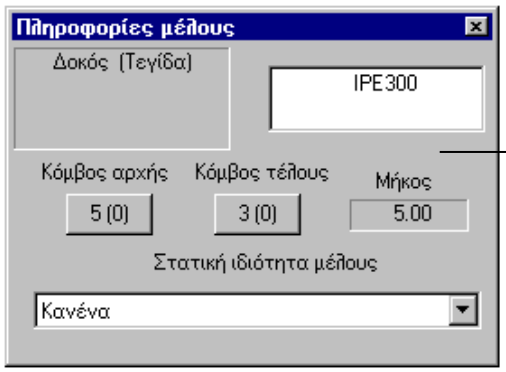


Το πρόγραμμα μπορεί να δώσει πληροφορίες και για οποιοδήποτε μέλος (δοκό ή υποστύλωμα). Μόλις ενεργοποιηθεί η εντολή, εμφανίζεται το παράθυρο της Εικόνα 10.10.

Επιλογή μέλους με το mouse

Πλησιάζοντας το δείκτη του mouse σε κάποιο μέλος, αυτό «φωτίζεται» (ενδεικτικό του ότι ανιχνεύθηκε) και ταυτόχρονα στο αντίστοιχο παράθυρο πληροφοριών αναγράφονται:

- Το είδος του μέλους (π.χ. υποστύλωμα, δοκός ανωδομής, ...)
- Το όνομά του
- Η διατομή του
- Οι κόμβοι-άκρα του (αρχής και τέλους). Σε παρένθεση φαίνεται ο όροφος που ανήκει ο καθένας
- Το μήκος του



Αναζήτηση μέλους:

Κάντε κλικ εδώ και πληκτρολογήστε τον αριθμό (και τον όροφο) του μέλους που αναζητάτε.

Εικόνα 10.10: *Το παράθυρο πληροφοριών μέλους*

Κάνοντας κλικ σε ένα μέλος αυτό «κλειδώνει», έτσι ώστε αν απομακρυνθεί το mouse από το μέλος αυτό, οι πληροφορίες του να μην εξαφανίζονται.

Επιλογή μέλους με το όνομά του

Το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα και για το αντίστροφο: όταν δεν είναι γνωστή η θέση ενός μέλους μέσα στο φορέα την υποδεικνύει, αρκεί να είναι γνωστό το όνομά του.

Αν στη θέση που αναγράφεται ο αριθμός του μέλους (βλέπε και Εικόνα 10.10) πληκτρολογήσει ο χρήστης ένα όνομα (ακολουθούμενο από τον αριθμό του ορόφου σε παρένθεση, π.χ. 7.1(0)) και δώσει [**Enter**] ή [**Tab**], θα εντοπιστεί η θέση του μέσα στο γράφημα του φορέα.

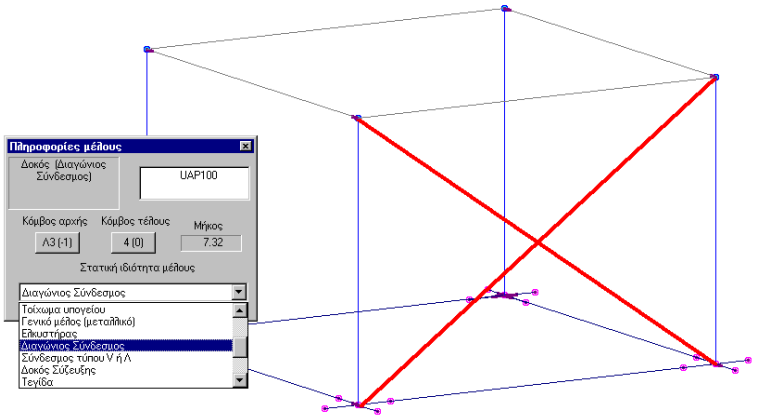
Επίσης, αν στο «πλήκτρο» που αναγράφεται ο αριθμός του κόμβου αρχής ή τέλους κάνει ο χρήστης κλικ με το mouse, θα εμφανιστούν οι πληροφορίες του στο παράθυρο «Πληροφορίες κόμβου» (αν είναι ανοιχτό). Βλέπε και Εικόνα 10.9.

Συνολική εμφάνιση μελών βάσει του είδους τους

Το πρόγραμμα έχει επίσης τη δυνατότητα εμφάνισης με χρωματικό διαχωρισμό όλων των μελών ίδιου είδους (π.χ. τεγίδες, ελκυστήρες, διαγώνιοι σύνδεσμοι, αμφιαρθρωτά μέλη, κλπ).

Ενεργοποιώντας την εντολή «Πληροφορίες μέλους», στο παράθυρο που ανοίγει, ο χρήστης επιλέγει από τη λίστα «**Στατική ιδιότητα μέλους**» το είδος μέλους που θέλει να επισημάνει πάνω στο γράφημα του φορέα. Βλέπε και **Εικόνα 10.11**.

Με την επιλογή «Κανένα» εξαφανίζονται όλες οι επισημάνσεις των μελών.



Εικόνα 10.11: Επιλέγοντας «***Στατική ιδιότητα μέλους***», όλα τα αντίστοιχα μέλη επισημαίνονται πάνω στο γράφημα

Εμφάνιση μελών υποφορέα

Οι υποφορείς (βλέπε «Κτίριο > Αντισεισμικός> Μεταφορά μαζών από υποφορείς στον κύριο φορέα» επισημαίνονται στο 3dv μέσω της επιλογής:

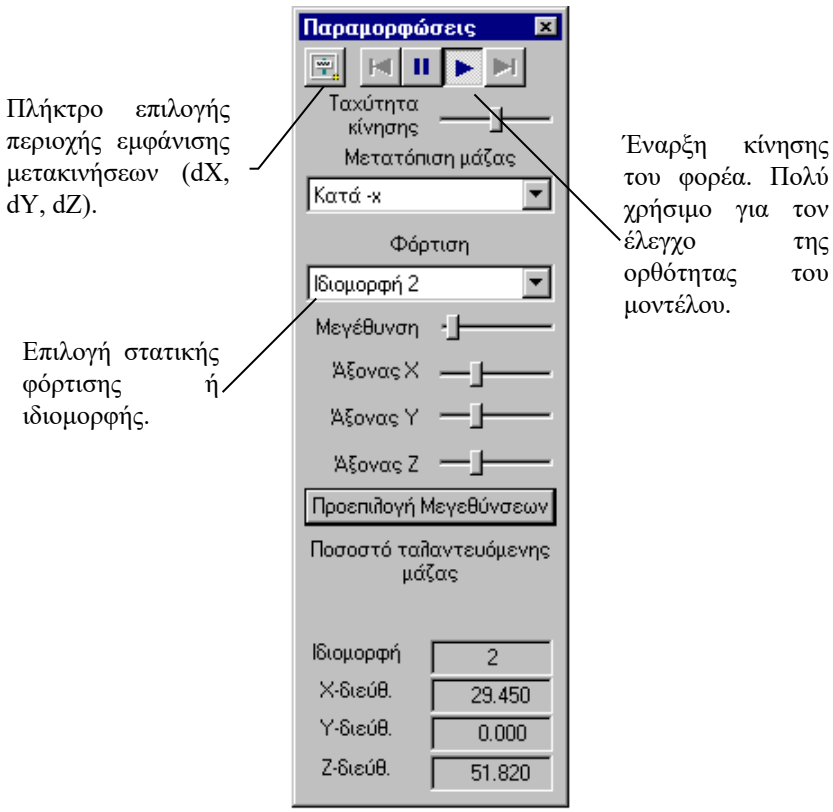
 Οι υποφορείς επισημαίνονται στο 3dv μέσω του εικονιδίου

10.6 Παραμορφώσεις του φορέα

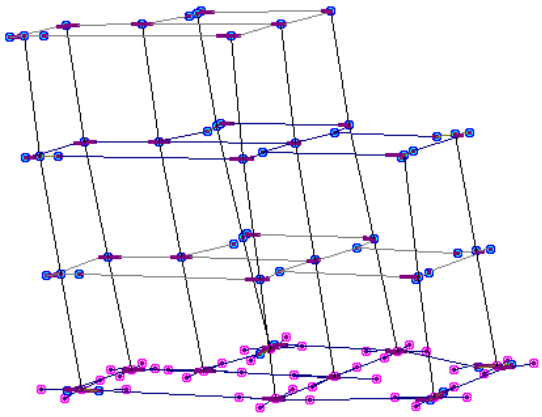


Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα απεικόνισης του φορέα, παραμορφωμένου από οποιαδήποτε στατική φόρτιση. Επίσης έχει τη δυνατότητα απεικόνίσης της ταλάντωσης που εκτελεί, για οποιαδήποτε ιδιομορφή του.

Δίνοντας την εντολή «**Παραμορφώσεις**» από την βασική εργαλειοθήκη, και με την προϋπόθεση ότι έχει επιλυθεί ο φορέας, ανοίγει η εργαλειοθήκη της Εικόνα 10.12.



Εικόνα 10.12: *Το παράθυρο χειρισμού των παραμορφώσεων. Εδώ επιλέγεται η* ***φόρτιση*** *(στατική ή σεισμική).*



Εικόνα 10.13: *Εμφάνιση του παραμορφωμένου φορέα από σεισμική φόρτιση*

Τα διαθέσιμα εργαλεία είναι τα εξής:

- Λίστα «**Φόρτιση**». Από τη λίστα αυτή επιλέγεται η φόρτιση για την οποία θα εμφανιστούν οι παραμορφώσεις. Είναι δυνατό να επιλεγεί ο φορέας φορτισμένος από τα «Μόνιμα», τα «Κινητά φορτία», το συνδυασμό τους, ή οποιαδήποτε από τις ιδιομορφές του για τη σεισμική φόρτιση. Για την ονοματολογία των διαθέσιμων φορτίσεων, βλέπε §10.10.1 «Παραμορφώσεις του φορέα».
- Λίστα «**Μετατόπιση μάζας**». Δυνατότητα απεικόνισης οποιουδήποτε από τους τέσσερις φορείς που προκύπτουν από τη μέθοδο μετατόπισης μαζών (+x, -x, +z, -z)
- Πλήκτρο «**Περιοχή αναγραφής παραμορφώσεων**». Με την εντολή αυτή, ορίζονται οι κόμβοι για τους οποίους θα εμφανίζονται στην οθόνη οι παραμορφώσεις (κατά X, Y, Z). Για να διαγραφούν οι πληροφορίες αυτές από την οθόνη, γίνεται χρήση του πλήκτρου «**Ακύρωση περιοχής**» της βασικής εργαλειοθήκης.
- Δρομέας (slider) «Μεγέθυνση παραμορφώσεων».
- Δρομείς (sliders) «Μεγέθυνση παραμορφώσεων στον X/Y/Z άξονα».
- Πλήκτρο «Προεπιλογή μεγεθύνσεων».
- Πλήκτρο «**Έναρξη Κίνησης**» (PLAY ►). Αρχίζει ή συνεχίζει την κίνηση του χωρικού.
- Πλήκτρο «**Παύση Κίνησης**» (PAUSE ❙❙). Παγώνει την κίνηση.

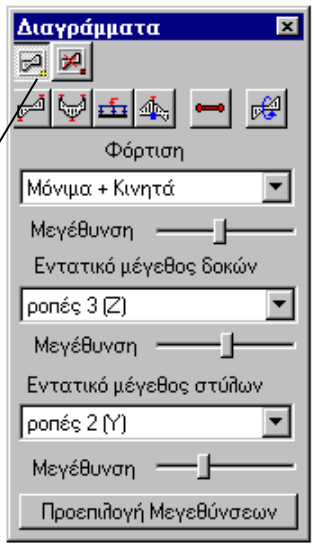
- Πλήκτρα «**Βήμα Εμπρός**» και «**Βήμα Πίσω**». Δείχνει το επόμενο / προηγούμενο καρέ της κίνησης. Για να είναι ενεργά αυτά τα πλήκτρα, η κίνηση πρέπει να είναι παγωμένη.
- Δρομέας (slider) «**Ταχύτητα κίνησης**». Ορίζει την ταχύτητα με την οποία θα κινείται ο φορέας κατά την «Κίνηση».
- **Ποσοστό ταλαντευόμενης μάζας**. Αναγράφεται η συμμετοχή της κάθε ιδιομορφής στη συνολική ταλαντούμενη μάζα. Μικρά ποσοστά συμμετοχής υποδηλώνουν είτε στροφικές ιδιομορφές είτε ιδιομορφές μικρής φυσικής σημασίας.

10.7 Διαγράμματα εντατικών μεγεθών

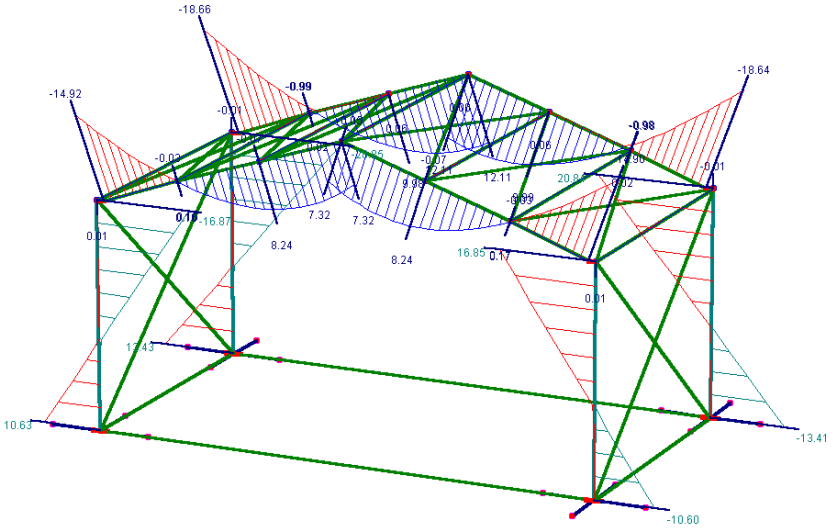


Το πρόγραμμα τριδιάστατης απεικόνισης δίνει και τη δυνατότητα να απεικονιστούν τα διαγράμματα εντατικών μεγεθών του φορέα από οποιαδήποτε φόρτιση, αλλά και την περιβάλλουσά τους. Δίνοντας την εντολή «**Διαγράμματα**» από την βασική εργαλειοθήκη, και με την προϋπόθεση ότι έχει επιλυθεί ο φορέας, ανοίγει η εργαλειοθήκη της Εικόνα 10.14:

Πλήκτρα επιλογής (προσθήκης ή αφαίρεσης) περιοχής εμφάνισης διαγραμμάτων



Εικόνα 10.14: *Το παράθυρο χειρισμού των διαγραμμάτων εντατικών μεγεθών. Εδώ επιλέγεται* ***φόρτιση*** *και* ***είδος διαγράμματος*** *(εντατικού μεγέθους ή φόρτισης) ξεχωριστά για δοκούς και υποστυλώματα*



Εικόνα 10.15: *Διαγράμματα ροπών κάμψης ενός μέρους του φορέα, με αναγραφή των μεγίστων τιμών*

Τα διαθέσιμα χειριστήρια είναι τα εξής:

- Λίστα «**Φόρτιση**». Εδώ επιλέγεται η φόρτιση για την οποία θα εμφανίζονται διαγράμματα πάνω στα μέλη. Όπως και για τις παραμορφώσεις, μπορούν να επιλεγούν τα μόνιμα, τα κινητά φορτία, ο συνδυασμός τους, οι σεισμικές φορτίσεις, ή η περιβάλλουσα. Για την ονοματολογία των διαθέσιμων φορτίσεων, βλέπε §10.10.2 «Διαγράμματα εντατικών μεγεθών».
- Λίστες «**Εντατικό μέγεθος δοκών**» και «**Εντατικό μέγεθος υποστυλωμάτων**». Από τις λίστες αυτές επιλέγονται τα εντατικά μεγέθη των οποίων θα εμφανιστούν τα διαγράμματα (Αξονικές, τέμνουσες, ροπές, πιέσεις εδάφους). Για την επιλογή «Διαγράμματα φορτίσεων», βλέπε §10.8.
- Πλήκτρο «**Προσθήκη διαγραμμάτων σε περιοχή**». Με την εντολή αυτή ορίζονται τα μέλη των οποίων θα εμφανιστούν τα διαγράμματα. Για να διαγραφούν οι πληροφορίες αυτές από την οθόνη, γίνεται χρήση του πλήκτρου «**Ακύρωση περιοχής**» της βασικής εργαλειοθήκης.
- Πλήκτρο «**Αφαίρεση διαγραμμάτων από περιοχή**». Με την εντολή αυτή εξαιρούνται μέλη από την περιοχή εμφάνισης διαγραμμάτων.
- Δρομείς (sliders) «**Μεγέθυνση**».
- Πλήκτρο «Προεπιλογή μεγεθύνσεων».

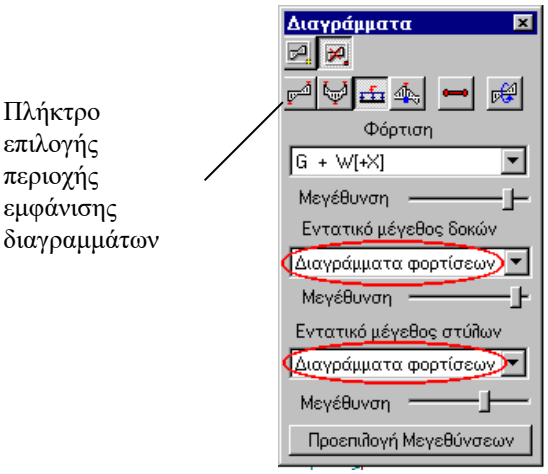
- Πλήκτρο «**Αναγραφή τιμών στα άκρα**». Ενεργοποιεί / απενεργοποιεί την αναγραφή τιμών του διαγράμματος στα άκρα του μέλους. Το πλήκτρο αυτό είναι ενεργό μόνον εάν έχει επιλεγεί κάποια φόρτιση για διαγράμματα.
- Πλήκτρο «**Αναγραφή μεγίστων / ελαχίστων τιμών**». Ενεργοποιεί / απενεργοποιεί την αναγραφή ελάχιστου και μέγιστου μεγέθους εντός του ανοίγματος κάθε μέλους. Το πλήκτρο αυτό είναι ενεργό μόνον εάν έχει επιλεγεί κάποια φόρτιση για διαγράμματα.
- Πλήκτρο «**Λιγότερες τιμές**». Εξαφανίζει από την οθόνη τις αλληλο-επικαλυπτόμενες τιμές των εντατικών μεγεθών γειτονικών μελών, προκειμένου να είναι πιο ευκρινές το διάγραμμα.
- Πλήκτρο «**Αναγραφή τιμής στο μέσον**». Αφορά την αναγραφή των τιμών των φορτίων που δρουν πάνω στα μέλη του φορέα. Βλέπε και §10.8.
- Πλήκτρο «**Διαγράμματα στις δεσμικές δοκούς**». Ενεργοποιεί / απενεργοποιεί την εμφάνιση διαγραμμάτων σε δοκούς που έχουν χαρακτηριστεί «δεσμικές». Απενεργοποιώντας την εμφάνισή τους, το διάγραμμα γίνεται πιο ευκρινές.
- Πλήκτρο «**Οριζόντια διαγράμματα δοκών**». Εντολή η οποία περιστρέφει κατά 90^0 τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών στο 3DV. Διευκολύνει τη σχεδίαση π.χ. των διαγραμμάτων ροπών όλων των δοκών ενός ορόφου, σε ένα μόνο σχέδιο κάτοψης.

10.8 Γραφική απεικόνιση φορτίων

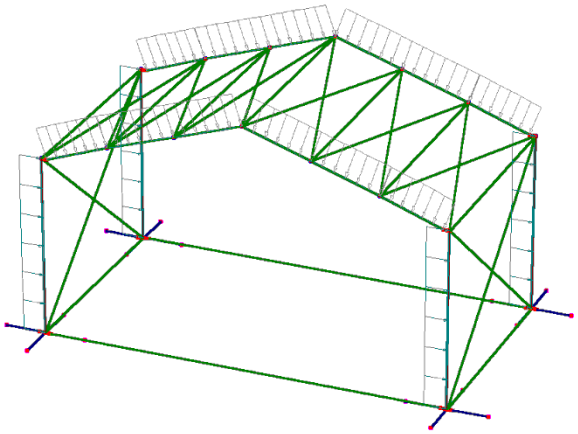


Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα εμφάνισης των συγκεντρωμένων ή κατανεμημένων φορτίων που δρουν πάνω στο φορέα, με την επιλογή «**Διαγράμματα φορτίσεων**» για δοκούς και υποστυλώματα.

Δίνοντας την εντολή «**Διαγράμματα**» από την βασική εργαλειοθήκη, ακόμα και αν δεν έχει επιλυθεί ο φορέας, ανοίγει η εργαλειοθήκη της Εικόνα 10.16:



Εικόνα 10.16: *Επιλογή φόρτισης για εμφάνιση των διαγραμμάτων φορτίσεων. Ως εντατικό μέγεθος επιλέγεται το «Διαγράμματα φορτίσεων».*



Εικόνα 10.17: *Απεικόνιση των διαγραμμάτων φορτίσεων για την επιλεγμένη φόρτιση, πάνω σε τμήμα του φορέα.*

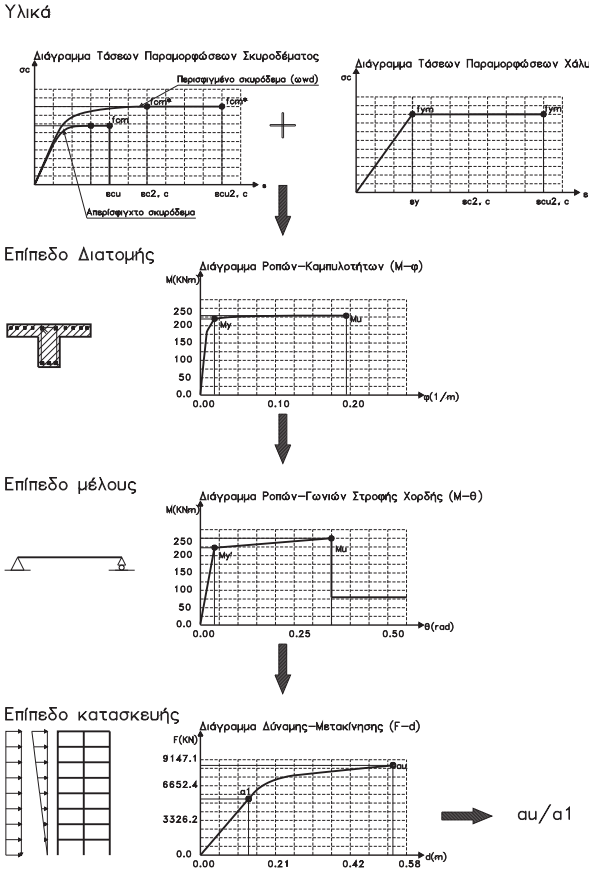
Σημείωση

Σε περίπτωση που ο επιλεγμένος συνδυασμός δράσεων περιέχει φορτία σύμφωνα και με το καθολικό Σ.Σ του φορέα, αλλά και φορτία σύμφωνα με το τοπικό Σ.Σ. των μελών, το πρόγραμμα δίνει ειδοποίηση ότι θα απεικονιστούν μόνον τα διαγράμματα της πρώτης από τις δράσεις του συνδυασμού.

10.9 Τα αποτελέσματα της Pushover στο 3DV

10.9.1 Εισαγωγή

Η επίλυση Pushover πραγματοποιείται με την αντίστοιχη εντολή της «Επίλυσης», αφού πρώτα η παράμετρος «Κτίριο > Συντελεστής q > Ο λόγος υπεραντοχής α_u/α_1 καθορίζεται από Pushover» έχει τεθεί «Ναι». Με βάση τους τελικά τοποθετημένους οπλισμούς των πλακών, δοκών και υποστυλωμάτων καταρτίζονται τα διαγράμματα ροπών-καμπυλοτήτων (Μ-φ) στις διατομές που είναι δυνατόν να συμβούν πλαστικές αρθρώσεις και από αυτά, σύμφωνα με τις εξισώσεις του EC8-3, υπολογίζονται τα διαγράμματα ροπών-στροφών χορδής (Μ-θ ή Ν-Δt/Δc) για κάθε μέλος (Σχήμα 10.2).



Σχήμα 10.2: *Η διαδικασία ροής των δεδομένων κατά την πραγματοποίηση της Pushover ανάλυσης*

Με σταδιακή αύξηση του φορτίου, ωθείται ο φορέας μέχρι να δημιουργηθεί μηχανισμός κατάρρευσης, ή μέχρι να φτάσει η οριζόντια μετακίνηση της κορυφής του κτιρίου (μετρούμενη στον Κόμβο Ελέγχου) το 3,5% π.χ. του ύψους του.

Μετά την ανάλυση του φορέα με τη μέθοδο Pushover, το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να εμφανίσει στο 3DV όλες τις αναγκαίες πληροφορίες που προέκυψαν από αυτήν.

10.9.2 Εντολές



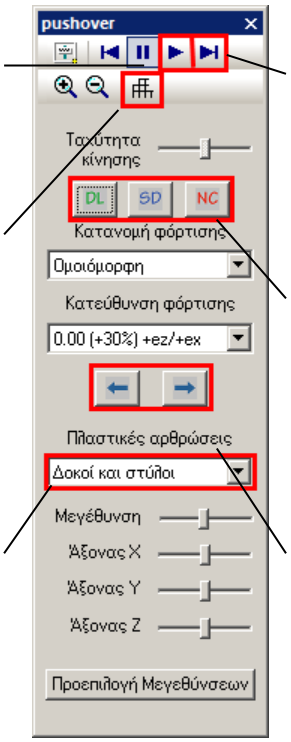
Pushover

Η εντολή αυτή ανοίγει το παράθυρο της **Εικόνα 10.18**.

Έναρξη / παύση απεικόνισης μηχανισμού κατάρρευσης.

Μέσω αυτού του εικονιδίου, η κατασκευή μπορεί να αποκρυφθεί πλήρως έτσι ώστε να μεγεθυνθεί κατά το μέγιστο δυνατό το διάγραμμα.

Εμφάνιση πλαστικών αρθρώσεων σε δοκούς και στύλους.



Επόμενο / προηγούμενο βήμα στην απεικόνιση του μηχανισμού κατάρρευσης.

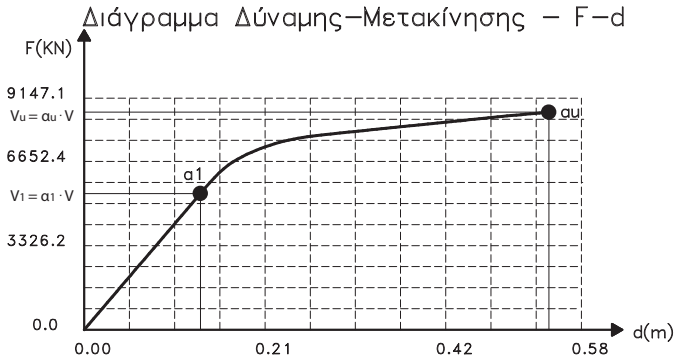
Μετάβαση στη στοχευόμενη μετακίνηση που αντιστοιχεί σε κάθε στάθμη επιτελεστικότητας.

Μετάβαση στο επόμενο διάγραμμα για την επόμενη περίπτωση φόρτισης.

Εικόνα 10.18: *Παράθυρο επιλογών απεικόνισης μεθόδου pushover. Εδώ επιλέγεται η κατανομή φόρτισης (ορθογωνική / τριγωνική / ιδιομορφική) καθώς και η διεύθυνση εφαρμογής της (0 / 90 / 180 / 270). Επίσης επιλέγεται το αν θα επισημαίνονται οι θέσεις των πλαστικών αρθρώσεων πάνω στο γράφημα σε δοκούς, σε υποστυλώματα ή σε όλα τα μέλη.*



Διάγραμμα δύναμης-μετακίνησης



Εικόνα 10.19: *Το διάγραμμα δύναμης-μετακίνησης του φορέα, από το οποίο μπορεί να εξαχθεί η τιμή του λόγου α_u/α_1.*

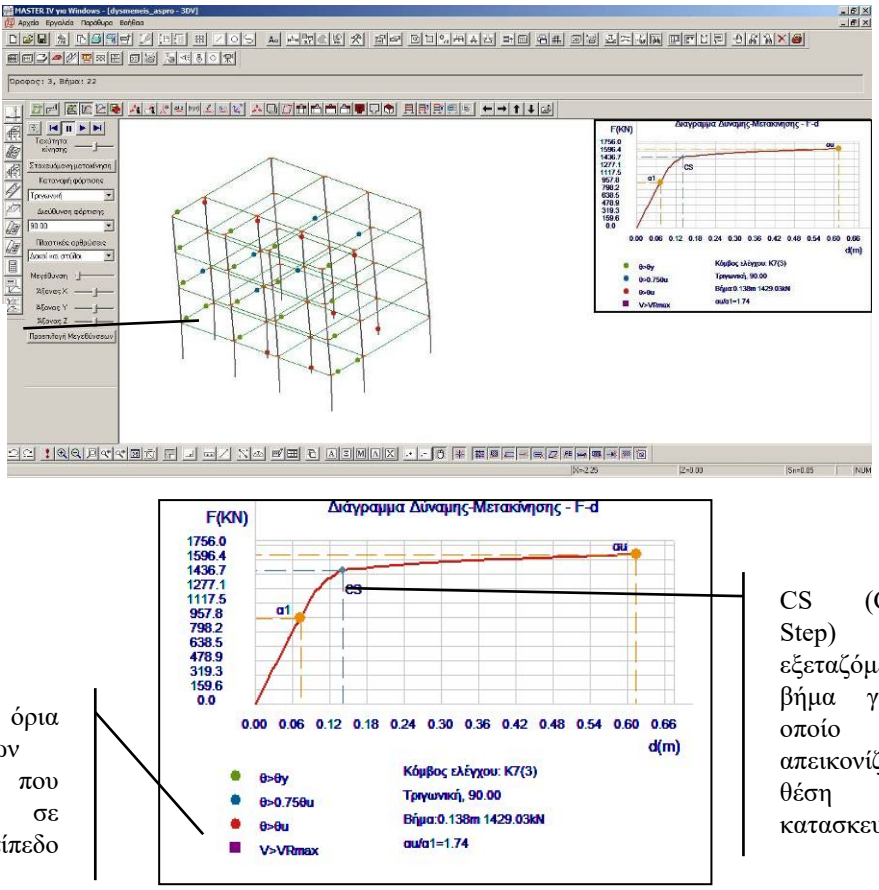
Με ενεργοποιημένα τα πλήκτρα «Pushover» και «Διάγραμμα Δύναμης-Μετακίνησης», στα δεξιά του φορέα, εμφανίζεται η καμπύλη F-d (**Εικόνα 10.20**).

Άξονες του διαγράμματος είναι:

- κατακόρυφος: η τέμνουσα βάσης F (kN).
- οριζόντιος: η μετακίνηση d (m) του επιλεγμένου κόμβου ελέγχου.
- Επάνω στο διάγραμμα αυτό επισημαίνονται:
- η τιμή $\boldsymbol{\alpha_1}$, η οποία είναι η τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστούν τα οριζόντια φορτία ώστε να φτάσει κάποιο μέλος της κατασκευής στην καμπτική του αντοχή (εμφάνιση της πρώτης πλαστικής άρθρωσης στην κατασκευή).
- η τιμή $\boldsymbol{\alpha_u}$, η οποία είναι η τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστούν τα οριζόντια φορτία ώστε η κατασκευή να φτάσει στο μέγιστο φορτίο.
- η κατάσταση του φορέα στο τρέχον βήμα [CS (**C**urrent **S**tep)]
- Επίσης, κάτω από το διάγραμμα αναγράφονται:
- Ο κόμβος ελέγχου (όνομα και όροφος).
- Το είδος και η κατεύθυνση της εξωτερικής φόρτισης.
- Η τιμή του λόγου α_u/α_1.
- Τα όρια παραμορφώσεως μέλους (γωνία στροφής-χορδής) που αντιστοιχούν σε κάθε επίπεδο επιτελεστικότητας:
  - Περιορισμού βλαβών [DL (Damage limitation)] → $\theta \leq \theta y$
  - Σημαντικών βλαβών [SD (Severe Damage)] → $\theta \leq 0.75 \cdot \theta u$

- Οιονεί κατάρρευση [NC (Near Collapse)] → θ ≤ θu

Βλέπε και παράμετρο «Κτίριο > Αποτίμηση > Στάθμη Επιτελεστικότητας».

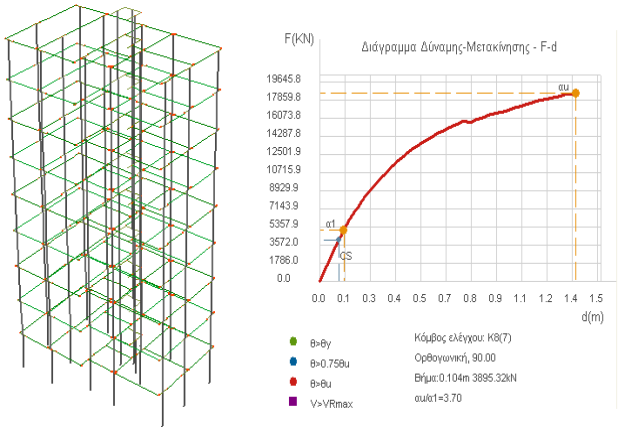


Εικόνα 10.20: *Με τα πλήκτρα ▸❙ και ❙◂ ο φορέας σχεδιάζεται παραμορφωμένος για κάθε βήμα της επιβαλλόμενης εξωτερικής δύναμης. Αυτομάτως, ενημερώνεται και το διάγραμμα στα δεξιά, έτσι ώστε να απεικονίζει το αντίστοιχο ζεύγος τιμών F-d.*

Ενδεικτικά σχήματα των βημάτων εξαγωγής της καμπύλης αντίστασης από το Fespa διακρίνονται παρακάτω, για την περίπτωση ορθογωνικής κατανομής της οριζόντιας φόρτισης. Στην καμπύλη αντίστασης η θέση της κατασκευής στο εξεταζόμενο βήμα εμφανίζεται ως CS (**C**urrent **S**tep).

■ **Ελαστική απόκριση**

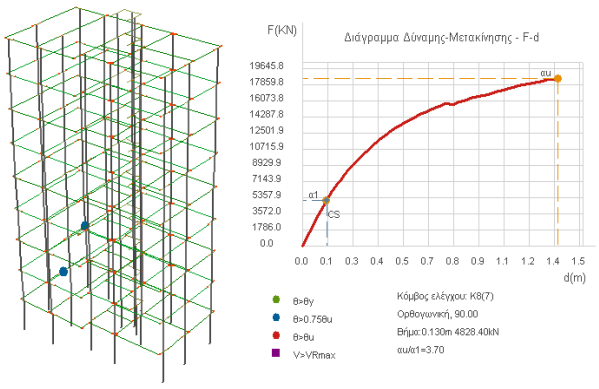
Καμία πλαστική άρθρωση δεν έχει εμφανιστεί στην κατασκευή και αυτή συμπεριφέρεται ελαστικά. Η θέση της κατασκευής, CS, βρίσκεται κάτω από τη θέση α_1.



Σχήμα 10.3: *Ελαστική κατασκευή και θέση αυτής στην καμπύλη αντίστασης στο Fespa*

■ **Πρώτη πλαστικοποίηση**

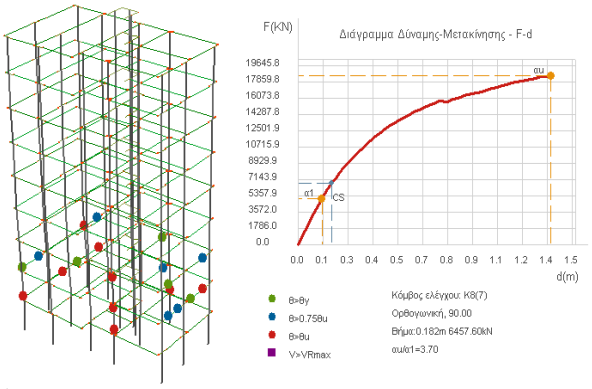
Οι δύο πρώτες πλαστικές αρθρώσεις εμφανίζονται. Η θέση της κατασκευής CS βρίσκεται ακριβώς στη θέση α_1.



Σχήμα 10.4: *Πρώτη πλαστικοποίηση της κατασκευής και θέση αυτής στην καμπύλη αντίστασης στο Fespa*

■ **Συνέχιση πλαστικοποίησης των φερόντων μελών της κατασκευής**

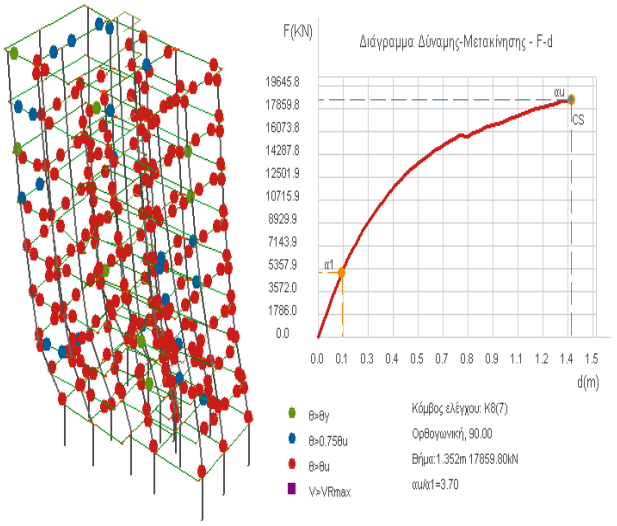
Σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων στην κατασκευή. Η θέση της κατασκευής CS έχει ξεπεράσει την τιμή α1.



Σχήμα 10.5: *Επέκταση της πλαστικοποίησης σε περισσότερα φέροντα στοιχεία και θέση της κατασκευής στην καμπύλη αντίστασης στο Fespa*

■ **Ολοκλήρωση ανάλυσης**

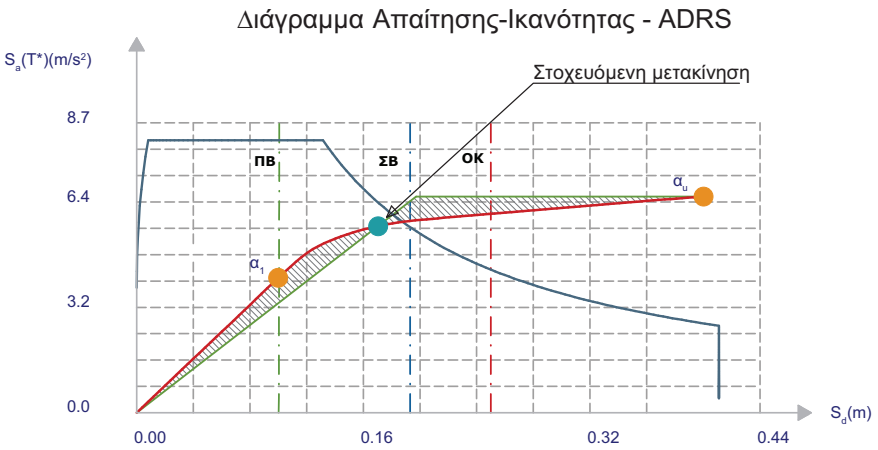
Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου έχει φτάσει το δοθέν όριο, π.χ. 3,5% του ύψους. Στο σημείο αυτό αναμένεται να έχουν δημιουργηθεί πλαστικές αρθρώσεις σε μεγάλο αριθμό δοκών και κατακόρυφων στοιχείων.



Σχήμα 10.6: *Κατάρρευση της κατασκευής και θέση αυτής στην καμπύλη αντίστασης στο Fespa*



Διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας ADRS



Εικόνα 10.21: *Το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας του φορέα (Acceleration Design Response Spectra), από το οποίο μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τα περιθώρια που έχει η οικοδομή στην εξοικονόμηση όγκων σκυροδέματος.*

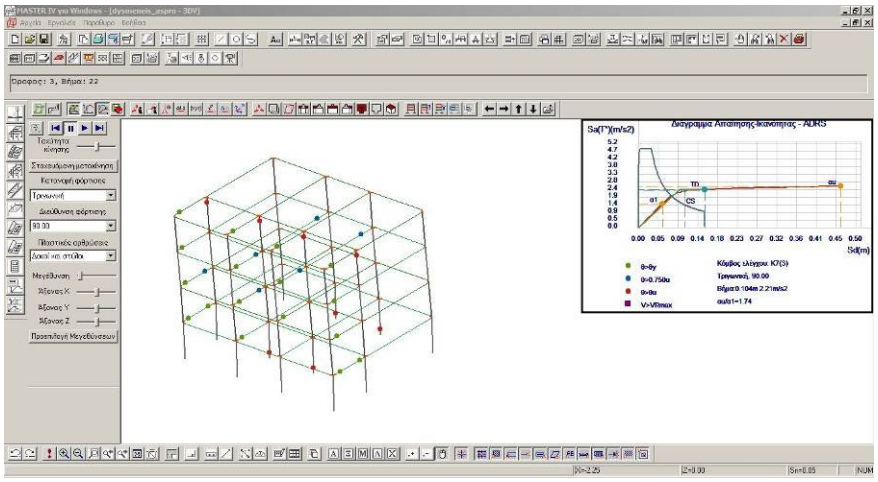
Με ενεργοποιημένα τα πλήκτρα «Pushover» και «Διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας», στα δεξιά του φορέα, εμφανίζονται σε ένα διάγραμμα (**Εικόνα 10.22**):

- το φάσμα σχεδιασμού του συγκεκριμένου σεισμού (απαίτηση).
- η (διγραμμική) καμπύλη αντίστασης της κατασκευής (αντοχή).

Άξονες του διαγράμματος είναι:

- κατακόρυφος: η επιτάχυνση $S_a(T)$ σε (m/sec^2).
- οριζόντιος: η μετακίνηση S_d σε (m).

Επάνω στο διάγραμμα, επισημαίνονται οι θέσεις των α_1, α_u και του τρέχοντος βήματος [CS (Current Step)], όπως και στο διάγραμμα δύναμης μετακίνησης. Επιπλέον εμφανίζεται η θέση της στοχευόμενης μετακίνησης [TD (**T**arget **D**isplacement)].



Εικόνα 10.22: *Με τα πλήκτρα ▸❙ και ❙◂ ο φορέας σχεδιάζεται παραμορφωμένος για κάθε βήμα της επιβαλλόμενης εξωτερικής δύναμης, ενώ αυτομάτως ενημερώνεται και το διάγραμμα.ADRS.*



Φύλαξη στο Τεύχος

Με την εντολή αυτή το πρόγραμμα παράγει και αποθηκεύει στο δίσκο όλες τις αναγκαίες πληροφορίες που θα εκτυπωθούν στο τεύχος της μελέτης.

Στο Τεύχος, υπάρχει ξεχωριστό κεφάλαιο με όλα τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της ανελαστικής ανάλυσης Pushover.

Βλέπε Κεφάλαιο 12 «Εκτύπωση τεύχους μελέτης».

10.10 Η ονοματολογία των φορτίσεων

10.10.1 Παραμορφώσεις του φορέα

Η μέθοδος επίλυσης του χωρικού πλαισίου καθορίζει τον αριθμό και την ονοματολογία των φορτίσεων που εμφανίζονται στο 3DV. Για κάθε μέθοδο επίλυσης, απεικονίζονται οι μετακινήσεις του φορέα για τις εξής διαφορετικές φορτίσεις:

Δυναμική με μετατόπιση μαζών

- Μόνιμα φορτία (G)
- Κινητά φορτία (Q)

- Κινητά A’ (QA)
- Κινητά B’ (QB)
- G+ψ2Q
- Ατέλειες +x, +z, -x, -z
- Άνεμος +x, +z, -x, -z
- Λοιπές δράσεις φορτίων
- Δράσεις θερμοκρασίας
- Μετατόπιση μάζας κατά +x (Ιδιομορφές 1 έως N)
- Μετατόπιση μάζας κατά +z (Ιδιομορφές 1 έως N)
- Μετατόπιση μάζας κατά -x (Ιδιομορφές 1 έως N)
- Μετατόπιση μάζας κατά -z (Ιδιομορφές 1 έως N)

Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη

- Μόνιμα φορτία (G)
- Κινητά φορτία (Q)
- Κινητά A’ (QA)
- Κινητά B’ (QB)
- G+ψ2Q
- Ατέλειες +x, +z, -x, -z
- Άνεμος +x, +z, -x, -z
- Λοιπές δράσεις φορτίων
- Δράσεις θερμοκρασίας
- Ιδιομορφές 1 έως N

Απλοποιημένη φασματική μέθοδος

- Μόνιμα φορτία (G)
- Κινητά φορτία (Q)
- Κινητά A’ (QA)
- Κινητά B’ (QB)
- G+ψ2Q
- Ατέλειες +x, +z, -x, -z

- Άνεμος +x, +z, -x, -z
- Λοιπές δράσεις φορτίων
- Δράσεις θερμοκρασίας
- Ιδιομορφή 1 (Φόρτιση 0°)
- Ιδιομορφή 2 (Φόρτιση 90°)

10.10.2 Διαγράμματα εντατικών μεγεθών

Εδώ δίνεται η δυνατότητα να απεικονισθούν στην οθόνη τα διαγράμματα οποιουδήποτε εντατικού μεγέθους (αξονική N, τέμνουσα Q, ροπή M, πίεση εδάφους), για οποιαδήποτε από τις παρακάτω φορτίσεις ή συνδυασμούς φορτίσεων. Επίσης εμφανίζονται οι επιπλέον φορτίσεις (π.χ. άνεμος, δράσεις θερμοκρασίας) όπως εμφανίζονται στον πίνακα 809 καθώς και οι συνδυασμοί τους, όπως εμφανίζονται στον πίνακα 816.

Και εδώ, η μέθοδος επίλυσης του χωρικού πλαισίου καθορίζει τον **αριθμό** και την **ονοματολογία** των φορτίσεων που εμφανίζονται στο 3DV. Για κάθε μέθοδο επίλυσης, απεικονίζονται τα διαγράμματα του φορέα για τις εξής διαφορετικές φορτίσεις:

Φορτία

- Μόνιμα G
- Κινητά Q
- Κινητά A’
- Κινητά B’
- $G+\psi_2 Q$
- Ατέλειες +x, +z, -x, -z
- Άνεμος +x, +z, -x, -z
- Λοιπές δράσεις φορτίων

Συνδυασμοί δράσεων

- Γενική περιβάλλουσα

Συνδυασμοί στατικών δράσεων

- 1.35G + 1.50Q (Βασικός στατικός συνδυασμός)
- 1.35G + 1.50QA (Δυσμενής φόρτιση A)
- 1.35G + 1.50QB (Δυσμενής φόρτιση B)

- Λοιποί συνδυασμοί δράσεων
- G+ψ$_2$Q (Έλεγχος ρηγμάτωσης και βέλους)
- 1.00G + 1.00Q (Έλεγχος περιορισμού τάσεων)

Συνδυασμοί σεισμικών δράσεων

- Σεισμική περιβάλλουσα

Δυναμική με μετατόπιση μαζών (περιβάλλουσες)

- Μετατόπιση μάζας κατά +X
- Μετατόπιση μάζας κατά +Z
- Μετατόπιση μάζας κατά -X
- Μετατόπιση μάζας κατά -Z

Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη (περιβάλλουσες)

- Σ1_Lz
- Σ2_Lx

Απλοποιημένη φασματική μέθοδος (περιβάλλουσες)

- Σεισμός Imax + IImax
- Σεισμός Imax + IImin
- Σεισμός Imin + IImax
- Σεισμός Imin + IImin

11

Σχεδίαση

Εισαγωγή

Πριν την κυρίως διαδικασία της σχεδίασης, ο μελετητής πρέπει να καθορίσει εκτυπωτικό μέσο και μέγεθος χαρτιού (§11.1) και να κάνει έναν έλεγχο των πενών του σχεδίου (§11.2). Ακολούθως θα μεταβεί στην κατάσταση σχεδίασης (§11.4) για τη διαμόρφωση του χαρτιού και την σχεδίασή του.

11.1 Καθορισμός εκτυπωτή και χαρτιού

Επιλογή μέσου σχεδίασης

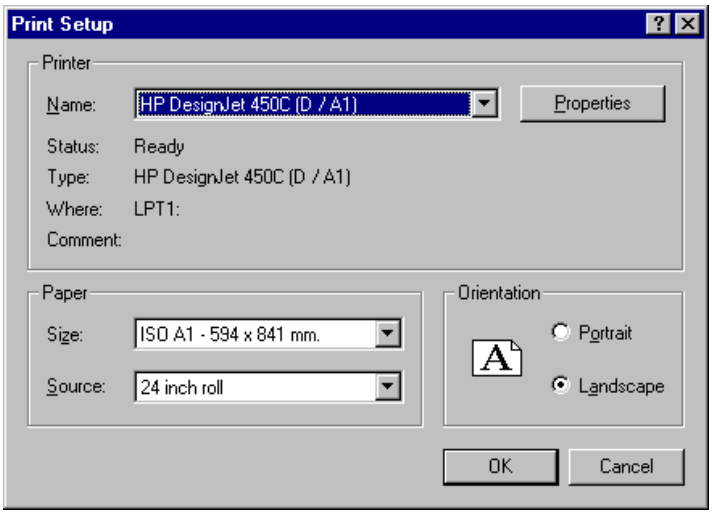
Γενικά, το πρόγραμμα για τη σχεδίαση κάνει χρήση του οδηγού συσκευής (device driver) των Windows, δηλαδή σχεδιάζει μέσω του GDI. Αυτή αποτελεί την πιο συνηθισμένη διαδικασία για σχεδίαση σε οποιονδήποτε εκτυπωτή ή σχεδιογράφο έχει σύγχρονους οδηγούς.

Σε περίπτωση που ο εκτυπωτής ή ο plotter σας είναι παλιάς τεχνολογίας και δεν υποστηρίζεται από τα Windows, δείτε την §11.5.



Καθορισμός εκτυπωτή

Με την εντολή «Αρχεία > Καθορισμός εκτυπωτή» επιλέγετε έναν από τους εγκατεστημένους εκτυπωτές για να τυπώσετε το σχέδιό σας. Στο ίδιο παράθυρο επιλέγετε και μέγεθος χαρτιού.



Εικόνα 11.1: *Το παράθυρο επιλογής εκτυπωτή*

Σημείωση

Στην περίπτωση που πρόκειται να κάνετε εκτύπωση εκτός γραφείου, θα πρέπει οπωσδήποτε να έχετε εγκατεστημένο στο σύστημά σας τον οδηγό (driver) του plotter στον οποίο θα τυπώσετε. Αν δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, δείτε την §11.5.

Καθορισμός μεγέθους χαρτιού σχεδίασης

Το «**Μέγεθος του χαρτιού**» (“Paper Size”) που επιλέγετε καθορίζει και το μέγεθος της επιφάνειας σχεδίασης. Με γκρι περίγραμμα ορίζεται η ωφέλιμη επιφάνεια σχεδίασης. Ανάλογα με τις δυνατότητες του οδηγού του εκτυπωτή, προσφέρονται πολλά μεγέθη χαρτιών: A0, A1, κ.λπ. καθώς και μέγεθος που καθορίζει ο χρήστης. Εδώ μπορείτε επίσης να καθορίσετε το αν η εκτύπωση θα γίνει σε μεμονωμένα φύλλα χαρτιού ή σε ρολό. Ο καθορισμός αυτών των παραμέτρων δεν καθορίζεται από το Fespa, αλλά από την κατασκευάστρια εταιρεία της συσκευής και του οδηγού της.

Στο ίδιο πλαίσιο, με την επιλογή “**Προσανατολισμός**” (“Orientation”), επιλέγετε τον τρόπο τοποθέτησης του χαρτιού στον εκτυπωτή (οριζόντιο ή κατακόρυφο).

Επίσης, με το κουμπί “**Ιδιότητες**” (“Properties”) μπορείτε να καθορίσετε άλλες παραμέτρους, όπως την ανάλυση των γραφικών, ή την ποιότητα του χρώματος, αν φυσικά το υποστηρίζει ο συγκεκριμένος οδηγός του εκτυπωτή.

11.2 Έλεγχος πενών – συσχέτιση με χρώματα κάτοψης

Κάθε οντότητα στο Fespa έχει τη δική της (προεπιλεγμένη από τις αρχικές τιμές) παράμετρο πένας. Έχετε τη δυνατότητα να αλλάζετε πένα για μεμονωμένες οντότητες (με τις εντολές «Πάρε / Δώσε παραμέτρους»).

Έχετε όμως και τη δυνατότητα να επιλέξετε την αντιστοιχία αριθμού – χρώματος – πάχους πένας (συνολικά για όλο το σχέδιο), αλλά και να κάνετε έναν γρήγορο εποπτικό έλεγχο του **πόσες πένες** έχει το σχέδιο και με **ποιες πένες θα σχεδιαστούν οι διάφορες οντότητες**.



Εικόνα 11.2: *Η εποπτεία των χρωμάτων σχεδίασης και ο καθορισμός των χρωμάτων πενών γίνονται μέσω των αντίστοιχων εικονιδίων της εργαλειογραμμής «Βασικά»*

Αυτό γίνεται με τα εξής πλήκτρα της κεντρικής εργαλειογραμμής:

- **Χρώματα σχεδίασης**: όταν το πλήκτρο είναι ενεργό, στην οθόνη εμφανίζεται το σχέδιο με χρώματα που αντιστοιχούν στις πένες του, προκειμένου να γίνει γρήγορα ο έλεγχος των πενών που έχουν χρησιμοποιηθεί. Η αντιστοιχία χρωμάτων και πενών καθορίζεται με την επόμενη εντολή («Καθορισμός χρωμάτων πενών»). Όταν το πλήκτρο είναι ανενεργό, τα στοιχεία της κάτοψης φαίνονται με το κανονικό τους χρώμα (αυτό που ορίζεται μέσα από τις παραμέτρους τους).
- **Καθορισμός χρωμάτων πενών**: Ανοίγει παράθυρο μέσω του οποίου επιλέγετε την αντιστοιχία μεταξύ αριθμού πένας, χρώματος εμφάνισης στην κάτοψη και πάχους σχεδίασης στο χαρτί. (βλέπε Εικόνα 11.3).



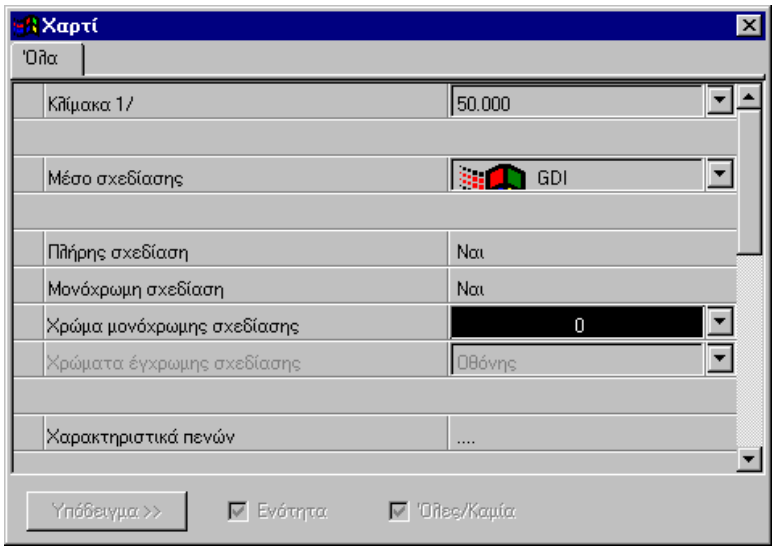
Εικόνα 11.3: *Επιλογή πάχους και χρώματος των πενών σχεδίασης*

11.3 Μονόχρωμη και έγχρωμη σχεδίαση

Υπάρχουν τρεις τρόποι σχεδίασης:

- Μονόχρωμη σχεδίαση
- Έγχρωμη σχεδίαση με βάση τα χρώματα της οθόνης (μέχρι 256)
- Έγχρωμη σχεδίαση με βάση τις πένες (μέχρι 16 χρώματα)

Πιο αναλυτικά, αυτοί έχουν ως εξής:



Εικόνα 11.4*: Το παράθυρο παραμέτρων του χαρτιού σχεδίασης*

11.3.1 Μονόχρωμη σχεδίαση

Θα πρέπει να καθορίσετε τις εξής παραμέτρους:

«Χαρτί > Μονόχρωμη σχεδίαση»: Ναι

«Χαρτί > Χρώμα μονόχρωμης σχεδίασης»: Προεπιλεγμένη τιμή το 0 (μαύρο).

11.3.2 Έγχρωμη σχεδίαση με χρώματα οθόνης

Δίνει τη δυνατότητα έγχρωμης σχεδίασης με τα κανονικά χρώματα της κάθε οντότητας (μέγιστος αριθμός χρωμάτων: 256). Θα πρέπει να καθορίσετε τις εξής παραμέτρους:

«Χαρτί > Μονόχρωμη σχεδίαση»: **Όχι**

«Χαρτί > Χρώμα έγχρωμης σχεδίασης»: **Οθόνης**. Τότε το πρόγραμμα θα σχεδιάσει με τα κανονικά χρώματα της κάτοψης, δίνοντας τη δυνατότητα χρησιμοποίησης έως και 256 διαφορετικών χρωμάτων. Αυτή είναι και η προεπιλεγμένη τιμή του Master για την έγχρωμη σχεδίαση.

11.3.3 Έγχρωμη σχεδίαση με χρώματα πενών

Δίνει τη δυνατότητα έγχρωμης σχεδίασης με τα χρώματα τα οποία απεικονίζονται οι πένες (μέγιστος αριθμός χρωμάτων: 16). Η μέθοδος αυτή συνήθως εφαρμόζεται σε περιπτώσεις επιλεκτικής έγχρωμης σχεδίασης ορισμένων στοιχείων της κάτοψης, βάσει της κοινής τους πένας. Θα πρέπει να καθορίσετε τις εξής παραμέτρους:

Μονόχρωμη σχεδίαση: Όχι

Χρώματα έγχρωμης σχεδίασης: **Πενών**. Τότε το πρόγραμμα θα σχεδιάσει με τα χρώματα που απεικονίζεται το σχέδιο, όταν είναι ενεργοποιημένη η επιλογή «Χρώματα σχεδίασης» της κεντρικής εργαλειογραμμής (βλέπε §11.2 και Εικόνα 11.3). Αυτή η επιλογή δίνει δυνατότητα σχεδίασης με πολύ λιγότερα χρώματα (έως 16, όσα δηλαδή και οι πένες).

11.4 Η διαδικασία της σχεδίασης



Για να ξεκινήσετε τη διαδικασία εκτύπωσης του σχεδίου, αρκεί να επιλέξετε την εντολή «**Σχεδίαση**» από το μενού «Αρχεία», ή να κάνετε κλίκ με το mouse στο αντίστοιχο εικονίδιο, από την κεντρική εργαλειογραμμή του προγράμματος.



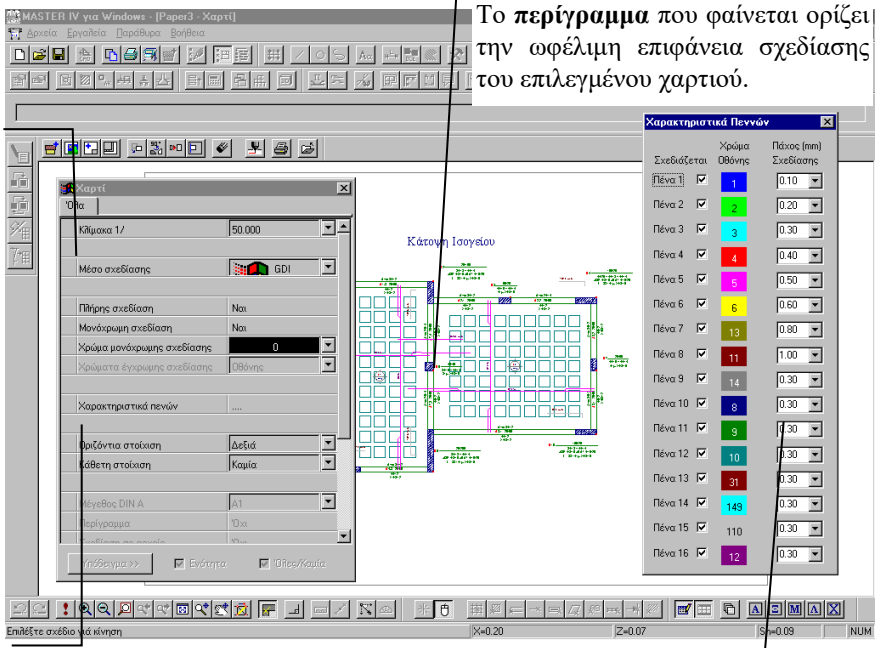
Επίσης μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εντολή «**Όψη σε χαρτί**» η οποία αφενός ανοίγει ένα παράθυρο σχεδίασης, επιπλέον όμως τοποθετεί σε αυτό τον τρέχοντα όροφο του αρχείου που έχετε εκείνη τη στιγμή ανοιχτό.

.

Το **χαρτί** πάνω στο οποίο τοποθετούνται τα σχέδια που θα τυπωθούν, κάθε ένα από τα οποία μπορεί να έχει τη δική του κλίμακα. Το **περίγραμμα** που φαίνεται ορίζει την ωφέλιμη επιφάνεια σχεδίασης του επιλεγμένου χαρτιού.

Η **εργαλειογραμμή** της σχεδίασης.

Με αυτές τις εντολές επιλέγετε τα αρχεία που θέλετε να τοποθετήσετε πάνω στο χαρτί, να αλλάξετε την κλίμακα και τη θέση τους, ή να τα περιστρέψετε. Εδώ γίνεται και η επιλογή



Το πλαίσιο των **παραμέτρων** της σχεδίασης. Εδώ καθορίζετε το μέσο σχεδίασης (GDI ή άλλο) και την κλίμακα. Κάνοντας κλικ στη θέση «...» ανοίγει το παράθυρο καθορισμού πάχους πενών.

Στο πλαίσιο αυτό καθορίζετε την **αντιστοιχία** χρώματος γραμμής οθόνης και πένας εκτυπωτή, καθώς και τα πάχη γραμμών.

Εικόνα 11.5: *Το Fespa στην κατάσταση σχεδίασης*



Εικόνα 11.6: *Η γραμμή εργαλείων της σχεδίασης*

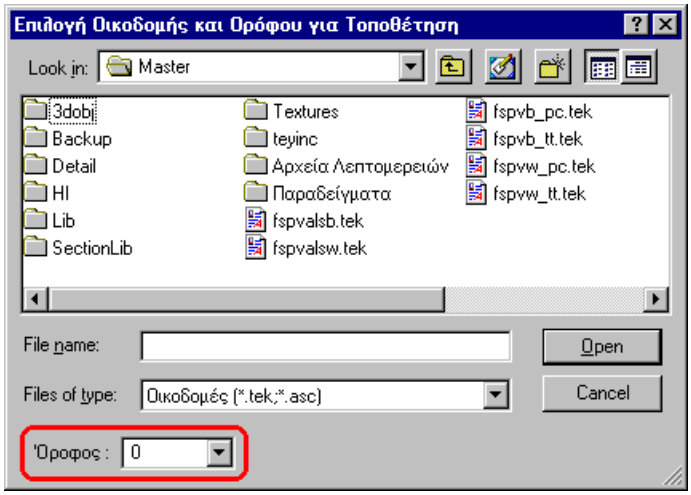


Τοποθέτηση οικοδομής επί του χαρτιού σχεδίασης

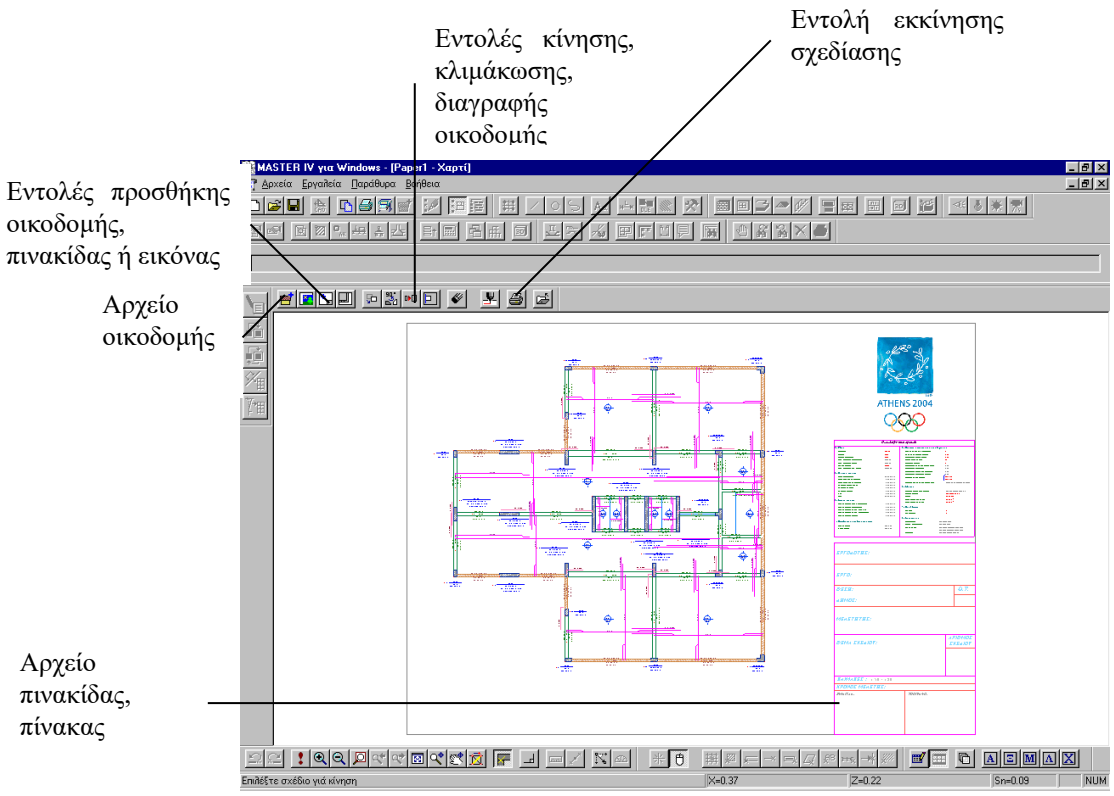
Εμφανίζεται στην οθόνη το πλαίσιο διαχείρισης των αρχείων απ' όπου διαλέγετε το **αρχείο** που θέλετε να τοποθετήσετε πάνω στο χαρτί, προκειμένου να

σχεδιαστεί. Για πολυώροφα αρχεία επιλέγετε επιπλέον και τον **όροφο** (βλέπε Εικόνα 11.7). Αφού το επιλέξετε, τοποθετείτε το σχέδιο στο χαρτί, μετακινώντας το με το mouse.

Μπορείτε να τοποθετήσετε περισσότερα του ενός σχέδια πάνω στο ίδιο χαρτί. Κάθε αρχείο που φέρνετε στο χαρτί έρχεται με την τρέχουσα κλίμακα (αυτή που αναγράφεται στη σχετική παράμετρο).



Εικόνα 11.7: *Παράθυρο επιλογής αρχείου και ορόφου για τοποθέτηση στο χαρτί σχεδίασης*



Εικόνα 11.8: *Το χαρτί σχεδίασης μετά την προσθήκη μερικών αρχείων*

Τοποθέτηση πινακίδας επί του χαρτιού σχεδίασης

Ίδια εντολή με την προηγούμενη, με τη διαφορά ότι καλώντας ένα αρχείο, το πρόγραμμα το τοποθετεί αυτόματα στο κάτω δεξιά τμήμα του χαρτιού.

Μπορείτε να φτιάξετε δική σας πινακίδα (με γραμμές και κείμενα) και να τη φυλάξετε με κάποια ονομασία της επιλογής σας,

Σημείωση

Δείτε τα διάφορα αρχεία λεπτομερειών που βρίσκονται στο δίσκο σας, στον φάκελο: «`C:\Program Files\LH Software\MASTER\Αρχεία Λεπτομερειών\Γραμματοσειρά TrueType`». Μπορείτε να τα προσαρμόσετε στις ανάγκες σας και να τα χρησιμοποιείτε για τις εκτυπώσεις σας.

Εισαγωγή εικόνας (τύπου bitmap)

Υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης αρχείου εικόνας ή φωτογραφίας (τύπου bmp) πάνω στο χαρτί. Η εικόνα μετακινείται και κλιμακώνεται με τις εντολές της εργαλειογραμμής. Χρήσιμη δυνατότητα για την εισαγωγή του λογότυπου του γραφείου σας ή ενός τοπογραφικού διαγράμματος (αρχείο προερχόμενο από scanner).



Αλλαγή κλίμακας σε υπάρχουσα οικοδομή

Αν έχετε περισσότερα του ενός αρχεία πάνω στο χαρτί, έχετε υπόψιν ότι το καθένα μπορεί να σχεδιαστεί με ξεχωριστή κλίμακα (π.χ. ξυλότυπος σε 1:50 και λεπτομέρειες υποστυλωμάτων σε 1:20).

Μπορείτε να αλλάξετε την κλίμακα σχεδίασης μιας οικοδομής που είναι ήδη τοποθετημένη πάνω στο χαρτί με την εξής διαδικασία: ανοίγετε το παράθυρο των παραμέτρων και αλλάζετε την παράμετρο "**Κλίμακα 1 / xxx**". Ακολούθως επιλέγετε την εντολή "Αλλαγή κλίμακας οικοδομής" και τέλος δείχνετε με το mouse την οικοδομή.



Κίνηση οικοδομής

Αλλάζει τη θέση κάποιου σχεδίου πάνω στο χαρτί.



Περιστροφή οικοδομής

Περιστρέφει την κάτοψη του κτιρίου κατά 90^{o} πάνω στο χαρτί.



Διαγραφή μιας οικοδομής

Δείχνετε με το mouse το σχέδιο που θέλετε να διαγράψετε.



Επιλογή των διαφανών που θα σχεδιαστούν

Γενικά, το Fespa εκτυπώνει το σχέδιο με όσα διαφανή ήταν ενεργά κατά την τελευταία «Φύλαξη» του αρχείου. Αυτό προσφέρει το πλεονέκτημα ότι στην περίπτωση που πάνω στο χαρτί υπάρχουν περισσότερες από μία οικοδομές, κάθε μια θα «θυμάται» τα δικά της διαφανή και με αυτά θα σχεδιάζεται.

Υπάρχει όμως και η δυνατότητα να αλλάξει αυτό, αν απενεργοποιηθεί η επιλογή «Διαφανή > Χαρτί > **Διαφανή από οικοδομές**». Τότε μόνο τα διαφανή μπορούν να τροποποιηθούν από το μελετητή. Οι αλλαγές όμως αυτές επηρεάζουν όλα τα αρχεία που βρίσκονται πάνω στο τρέχον χαρτί.

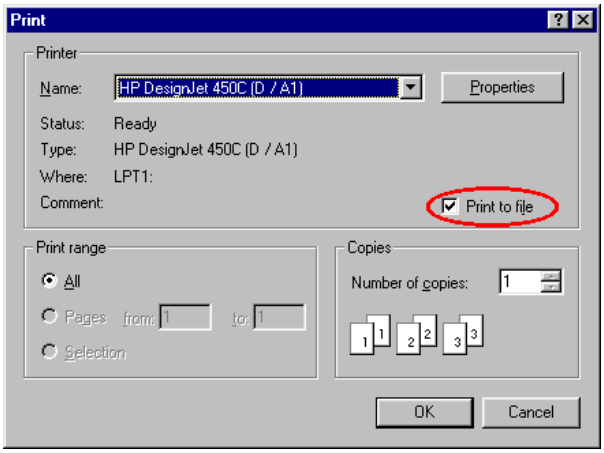


Εκκίνηση της σχεδίασης

Μετά το τέλος των παραπάνω επιλογών, με το κουμπί "**Σχεδίαση"** της γραμμής εργαλείων σχεδίασης αρχίζει η σχεδίαση.

Ειδικά για σχεδίαση σε plotter εκτός γραφείου:

Η επιλογή «Σε αρχείο» (Print to file) είναι χρήσιμη όταν δεν υπάρχει συνδεδεμένος plotter στον υπολογιστή σας και θέλετε να κάνετε σχεδίαση εκτός γραφείου. Γι' αυτό, πριν δώσετε την εντολή «OK» θα πρέπει να τσεκάρετε αυτή την επιλογή. Έτσι, κάθε χαρτί θα δημιουργεί και ένα αρχείο τύπου **PRN**, το οποίο θα πρέπει να μεταφέρετε στον υπολογιστή που έχει συνδεδεμένο τον plotter.



Εικόνα 11.9: *Εκτύπωση σχεδίου σε αρχείο (τύπου PRN)*

Για τη σχεδίαση εκτός γραφείου, μπορείτε εναλλακτικά να κάνετε φύλαξη αρχείου ως DXF. Βλέπε κεφάλαιο 9 "CAD Organiser". Αυτή η επιλογή σας δίνει επιπλέον τη δυνατότητα να επεξεργαστείτε περαιτέρω το σχέδιό σας πριν τη σχεδίαση μέσω του AutoCAD© ή οποιουδήποτε άλλου σχεδιαστικού προγράμματος.

Τέλος της διαδικασίας σχεδίασης

Με την εντολή «Κλείσιμο» κλείνετε το παράθυρο του χαρτιού σχεδίασης και το πρόγραμμα επιστρέφει στο παράθυρο της κάτοψης.

11.5 Σχεδίαση σε συσκευές παλαιότερης τεχνολογίας

Αν ο εκτυπωτής σας δεν υποστηρίζεται από τα Windows, το FESPA σας δίνει τη δυνατότητα να σχεδιάσετε χρησιμοποιώντας διαφορετικό «Μέσο Σχεδίασης» από το "GDI". Έχετε όμως υπόψη σας ότι η σχεδίαση θα γίνεται έμμεσα, αφού το πρόγραμμα απλώς θα φυλάει στο δίσκο αρχείο το οποίο εσείς θα πρέπει να

αντιγράψετε (με την εντολή COPY του MS-DOS) στην θύρα που έχετε συνδεδεμένο τον plotter.

Αν το μέσο σχεδίασης δεν είναι GDI, η παράμετρος “Σχεδίαση σε αρχείο” θα πρέπει να είναι πάντα «Ναι». Τότε εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου “Αποθήκευση σχεδίου ως” στο οποίο συμπληρώνετε το όνομα του αρχείου, και δίνετε OK για να γίνει η φύλαξή του (ως αρχείο PLT).

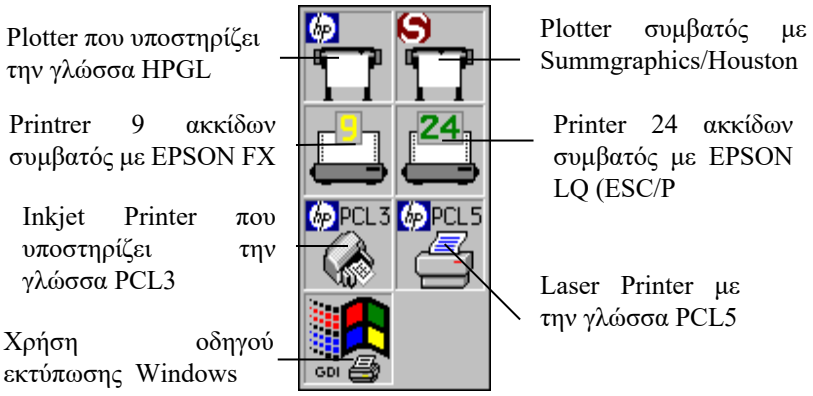
Επίσης, όταν το μέσο σχεδίασης δεν είναι “GDI”, η επιλογή του μεγέθους χαρτιού γίνεται αποκλειστικά από το πλαίσιο των παραμέτρων. Τα διαθέσιμα μεγέθη που υποστηρίζονται είναι τα πρότυπα κατά DIN / ISO (A0 μέχρι A4).

Έχετε επίσης υπόψιν ότι δεν έχετε τη δυνατότητα να επιλέξετε μέσα από το πρόγραμμα τα πάχη των γραμμών. Το αρχείο .PLT που δημιουργεί το Fespa έχει μόνο την πληροφορία για επιλογή πένας. Αυτό σημαίνει ότι η αντιστοιχία αριθμού πένας και πάχους γραμμής θα πρέπει να καθοριστεί από το panel του plotter.

Με αυτή την τεχνική, οι true-type γραμματοσειρές καθώς και οι γραμμοσκιάσεις τύπου raster δεν τυπώνονται Αν δεν έχετε συνδεδεμένο σχεδιογράφο στον υπολογιστή σας και σκοπεύετε να τυπώνετε εκτός γραφείου, καλό είναι να έχετε **παντού** σαν προεπιλεγμένες τις vector γραμματοσειρές (π.χ. PC απλό) όπου υπάρχουν κείμενα (κείμενα, διαστάσεις, ονόματα υποστυλωμάτων, κόμβων, δοκών, ράβδων πλακών, κ.λπ.).

Παράμετροι οντότητας «Χαρτί»:

Μέσο σχεδίασης: Μέσα από το πλαίσιο επιλογών που εμφανίζεται στην οθόνη, ενεργοποιώντας αυτήν την παράμετρο, καθορίζετε το μέσο σχεδίασης (τύπος Plotter ή Printer). Εκτός από την (προεπιλεγμένη) επιλογή GDI, όλες οι υπόλοιπες επιλογές αφορούν πολύ παλιούς τύπους συσκευών.



Εικόνα 11.10: *Το παράθυρο επιλογής μέσου σχεδίασης*

Χαρακτηριστικά πενών: Στο πλαίσιο που ανοίγει καθορίζετε την αντιστοιχία χρώματος γραμμής οθόνης και πένας εκτυπωτή, καθώς και τα πάχη γραμμών. Βλέπε Εικόνα 11.5.

Μέγεθος DIN A: Καθορίζετε το μέγεθος (A0, A1, A2, κ.λπ.) του χαρτιού στο οποίο θα γίνει η σχεδίαση.

Σχεδίαση σε αρχείο: Επιλέγετε το αποτέλεσμα της σχεδίασης να καταλήξει σε αρχείο, το οποίο πρέπει εσείς, μετά, να το στείλετε στον εκτυπωτή. Τα αρχεία αυτά συνήθως έχουν κατάληξη.**PLT**.

Πολλαπλά αρχεία: Με την επιλογή αυτή δημιουργείτε ξεχωριστό αρχείο για κάθε πένα σχεδίασης. Τα αρχεία αυτά έχουν τη μορφή: όνομα αρχείου.1, όνομα αρχείου.2, κ.λπ., όπου ο αριθμός είναι ο αριθμός της πένας (1η, 2η, 3η κ.λπ.) και το όνομα αυτό που δίνετε στο αρχείο μέσα από το πλαίσιο διαλόγου "**Αποθήκευση σχεδίου ως**". Η επιλογή αυτή λειτουργεί μόνο εφόσον είναι ενεργοποιημένη η εντολή "Σχεδίαση σε αρχείο" (Δεν ισχύει για το GDI).

Στροφή χαρτιού: Στρέφει το σχέδιο κατά 90^{o} (πάνω στο χαρτί). Λειτουργεί μόνο εφόσον έχετε επιλέξει ως μέσο σχεδίασης τους εκτυπωτές με 9pins, 24pins και PCL3.

Στήλες εκτύπωσης (n) 80/132 στήλες: Καθορίζετε το πλάτος του χαρτιού του εκτυπωτή. Ισχύει μόνο για τις επιλογές των εκτυπωτών με 9 και 24 ακίδες.

Μήκος εκτύπωσης (mm): Για τους εκτυπωτές 9 και 24 ακίδων και δυνατότητα συνεχούς χαρτιού, επιλέγεται 10000.

11.6 Η πρόχειρη σχεδίαση

Το σχέδιο ενός παραθύρου μπορεί να εκτυπωθεί σε οποιονδήποτε εκτυπωτή συνεργάζεται με τα Windows (υπάρχει δηλαδή εγκατεστημένος ο οδηγός του). Η εκτύπωση θα περιέχει ότι βλέπετε στο παράθυρο του Fespa (μόνο τα ενεργά διαφανή), με διαστάσεις τόσες ώστε να καταλαμβάνει όλη την ωφέλιμη επιφάνεια της σελίδας (το οποίο σημαίνει ότι η σχεδίαση θα είναι σε **τυχαία κλίμακα**).



Για την πρόχειρη σχεδίαση, αρκεί να δώσετε την εντολή «Αρχεία > Εκτύπωση» ή να πατήσετε το σχετικό πλήκτρο της κεντρικής εργαλειογραμμής.

Ο τρόπος αυτός της εκτύπωσης είναι χρήσιμος για μια πρόχειρη σχεδίαση της κάτοψης ή τη σχεδίαση ενός τμήματός της, αφού σχεδιάζει αυτό ακριβώς το οποίο βλέπετε στο παράθυρο. Επιπλέον, αν ο εκτυπωτής είναι έγχρωμος, το σχέδιο θα τυπωθεί με τα χρώματα όπως φαίνονται στην οθόνη, χωρίς να διαφοροποιούνται τα πάχη των γραμμών.

12

Εκτύπωση τεύχους μελέτης

12.1 Εισαγωγή

Πρόκειται για ξεχωριστό πρόγραμμα που καλείται μέσα από το γραφικό περιβάλλον του Fespa στα Windows, και προορίζεται για την εκτύπωση του τεύχους της μελέτης. Συνεργάζεται με όλες τις εκτυπωτικές συσκευές των οποίων οι οδηγοί («drivers») είναι εγκατεστημένοι στο λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή.

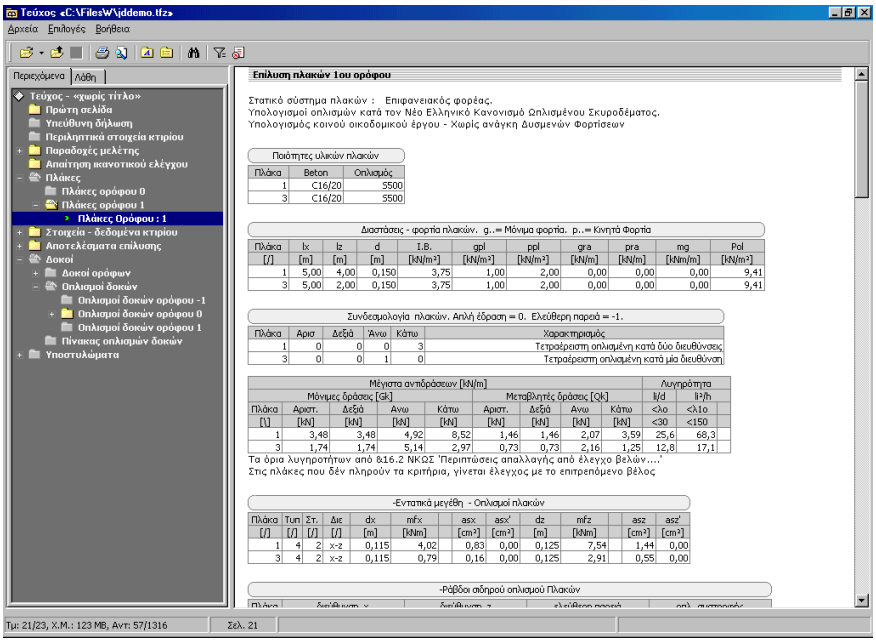


Το πρόγραμμα εκτυπώσεων καλείται από το εργαλειοθήκη των εντολών του «Κτιρίου» ή της Επίλυσης, επιλέγοντας την εντολή «Τεύχος», αλλά και από το εικονίδιο που υπάρχει στην επιφάνεια εργασίας των Windows. Το πρόγραμμα επίσης ανοίγει όταν ζητάτε την «Δοκιμή όπλισης ενός μέλους» μέσα από το περιβάλλον του Fespa.

Το περιβάλλον του προγράμματος φαίνεται στην Εικόνα 12.1.

Ξεκινώντας το πρόγραμμα και επιλέγοντας από το «δέντρο» στην αριστερή πλευρά την ενότητα που θέλετε, αυτή προβάλλεται στο δεξί παράθυρο (βλέπε Εικόνα 12.1). Κάνοντας κλικ πάνω στο σύμβολο + αναπτύσσεται νέος κλάδος, ενώ κάνοντας κλικ στο – ο κλάδος κλείνει.

Όλες οι εντολές του προγράμματος βρίσκονται στα πτυσσόμενα μενού (pull-down menus), ενώ οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες δίνονται και με τη μορφή εικονιδίων (στο κεντρικό toolbar). Αναλυτική επεξήγησή τους δίνεται στις §12.2 και §12.3.



Εικόνα 12.1: *Το περιβάλλον του προγράμματος «Τεύχος»*

Τα βήματα για την εκτύπωση μιας μελέτης

Προκειμένου να κάνετε την εκτύπωση του τεύχους της μελέτης, ακολουθείτε τα εξής βήματα:

«Επιλογές > Στοιχεία Μελέτης»



Συμπλήρωση των στοιχείων του έργου και του μηχανικού

«Αρχεία > Φόρτωμα υπολ. στοιχείων»



Φόρτωμα όλων των αρχείων της μελέτης

«Επιλογές > Φίλτρα»



Επιλογή τμημάτων που θα εξαιρέσετε από την εκτύπωση

«Αρχεία > Εκτύπωση»



Καθορισμός του εκτυπωτή

Εκτύπωση

Αναλυτική περιγραφή αυτών των βημάτων δίνεται στην επόμενη παράγραφο.

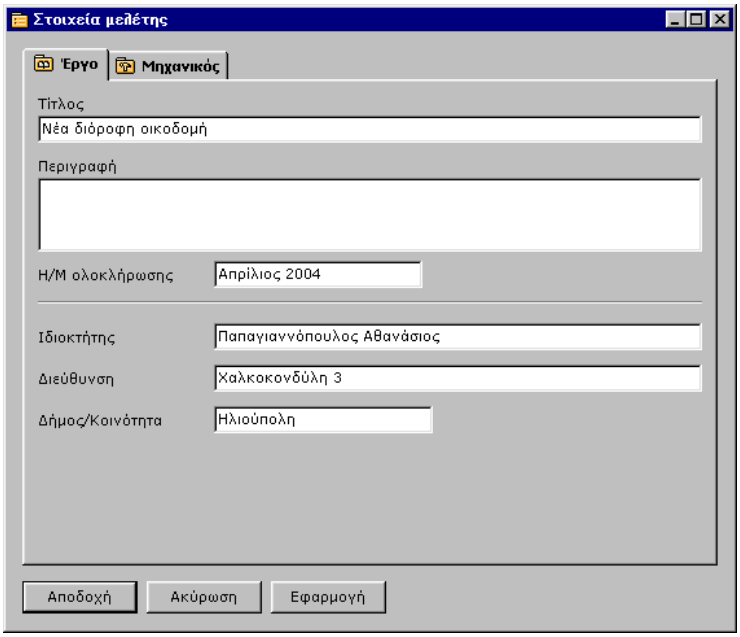
12.2 Η χρήση του προγράμματος

Οι βασικότερες εντολές του προγράμματος είναι οι εξής:



Στοιχεία μελέτης

Με την επιλογή «Στοιχεία μελέτης» του μενού «Εργαλεία», ανοίγει παράθυρο μέσα στο οποίο εισάγονται πληροφορίες για το **έργο** (τίτλος, περιγραφή, ιδιοκτήτης, κ.λπ.), καθώς και στοιχεία του μελετητή **μηχανικού**. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να εμφανίζονται (κατ' επιλογήν του χρήστη), στην πρώτη σελίδα του τεύχους, στην κεφαλίδα (header) και το υποσέλιδο (footer) όλων των σελίδων του τεύχους.



Εικόνα 12.2: *Το παράθυρο εισαγωγής στοιχείων έργου και μηχανικού*



Φόρτωμα υπολοίπων στοιχείων

Μόλις δώσετε αυτή την εντολή, το πρόγραμμα φορτώνει από το δίσκο όλα τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων που παρήγαγε το Fespa for Windows, για την τελευταία μελέτη που επεξεργαστήκαμε. Η εντολή αυτή είναι αναγκαίο να δοθεί από το μελετητή, δεδομένου ότι το πρόγραμμα δεν το κάνει αυτόματα κατά την εκκίνησή του (προκειμένου να λειτουργεί ταχύτερα).

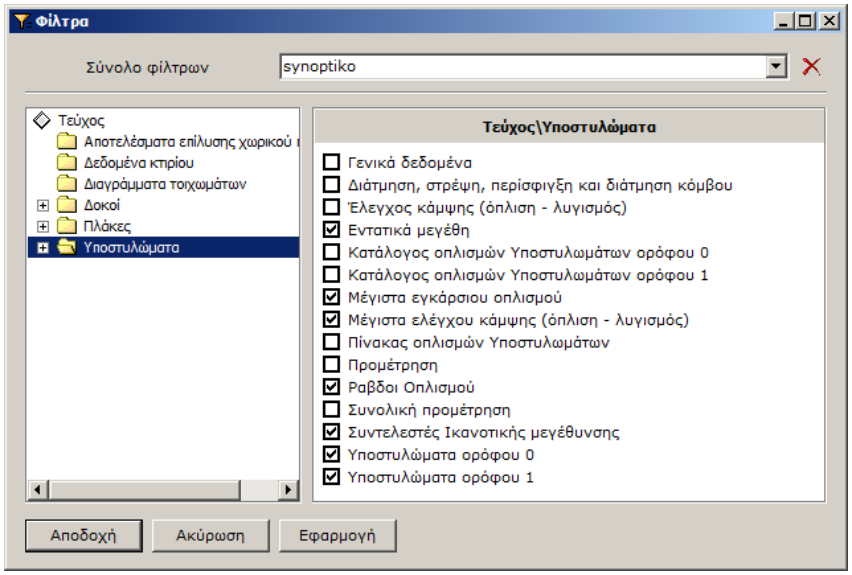


Φίλτρα

Αυτή η εντολή εμφανίζει πίνακα (βλέπε Εικόνα 12.3), μέσω του οποίου επιλέγετε το ποια αποτελέσματα θα εκτυπωθούν και για ποιους ορόφους. Για ευκολία στην επιλογή, το πλαίσιο είναι χωρισμένο σε τέσσερις ενότητες (Δεδομένα κτιρίου, πλάκες, δοκοί, υποστυλώματα). Κάθε αλλαγή εδώ, επιφέρει αλλαγή και στον συνολικό αριθμό σελίδων του τεύχους εκτύπωσης.

Αν υπάρχει όροφος που αποτελεί πρόβλεψη, τότε εξαιρείται από την εκτύπωση η όπλιση των δοκών και των υποστυλωμάτων του.

Επιπλέον, έχετε τη δυνατότητα να εξαιρέσετε μέρος των αποτελεσμάτων για όλα π.χ. τα υποστυλώματα του κτιρίου ή ενός ορόφου ή για μερικά μεμονωμένα.



Εικόνα 12.3: *Το παράθυρο επιλογής αποτελεσμάτων προς εκτύπωση. Φαίνονται τα συνήθη φίλτρα που επιλέγονται για μια συνοπτική εκτύπωση του τεύχους. Ο όροφος 2 είναι πρόβλεψη.*

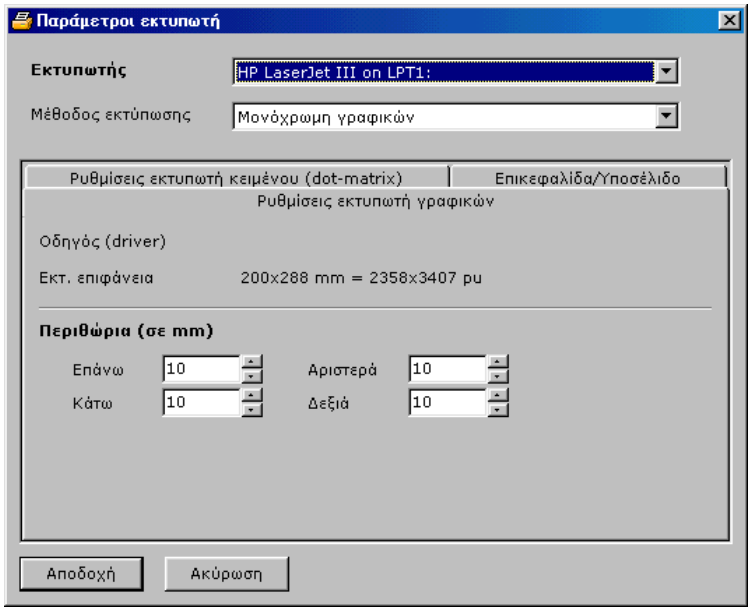
Σημείωση

Ο συνολικός αριθμός σελίδων του τεύχους αναγράφεται στο κάτω τμήμα του παραθύρου. Εξαρτάται από τις τρέχουσες επιλογές των φίλτρων, αλλά και από τον επιλεγμένο εκτυπωτή και μέγεθος σελίδας.

Παράμετροι εκτυπωτή

Δίνοντας την εντολή αυτή (από το μενού «Αρχείο») επιλέγετε το επιθυμητό εκτυπωτικό μέσο (από τα διαθέσιμα που τα Windows αναγνωρίζουν), καθώς και τη μέθοδο εκτύπωσης.

Για εκτυπωτές **laser** ή **inkjet** (ψεκασμού) η προτιμότερη επιλογή είναι η «Μονόχρωμη γραφικών». Για καλύτερη ποιότητα (εις βάρος του χρόνου) επιλέξτε «Έγχρωμη γραφικών», ενώ για την οικονομικότερη και ταχύτερη εκτύπωση, επιλέξτε «Μονόχρωμη γραφικών - οικονομική».



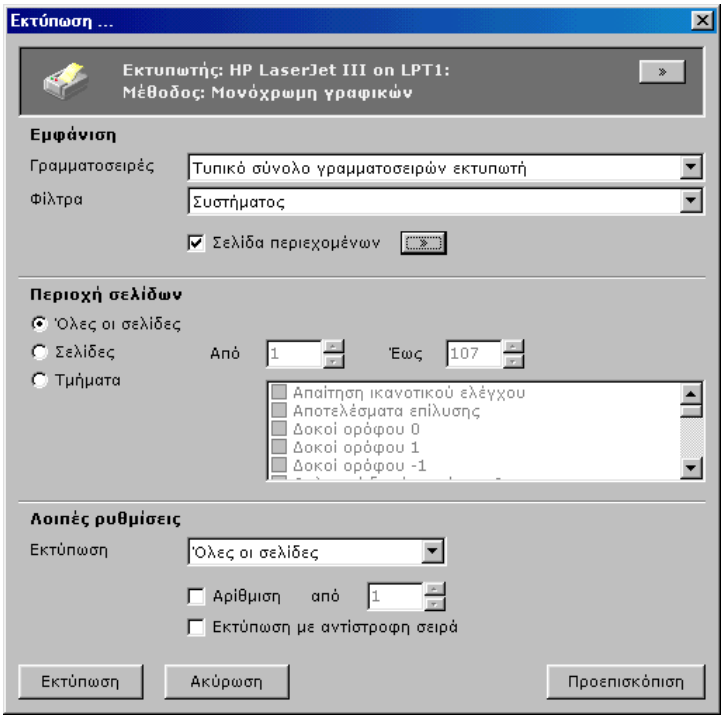
Εικόνα 12.4: *Το παράθυρο επιλογής παραμέτρων εκτύπωσης*



Εκτύπωση τεύχους

Από εδώ γίνεται και η εκτύπωση του τεύχους σε εκτυπωτή. Το πρόγραμμα αναλαμβάνει τη σελιδοποίηση και στοίχιση του κειμένου, ενώ υπάρχει δυνατότητα να επιλέξετε τις σελίδες που θα εκτυπωθούν (**αρχική**, **τελική**), την εκτύπωση μόνο των **μονών** ή **ζυγών** σελίδων, το αν θα τυπωθεί η σελίδα των περιεχομένων, κ.λπ. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα επιλεκτικής εκτύπωσης **τμημάτων** του Τεύχους (π.χ. αποτελέσματα πλακών ή χωρικού, έλεγχοι απαίτησης ικανοτικού σχεδιασμού, κ.λπ).

Την αποστολή του κειμένου στον εκτυπωτή αναλαμβάνει ο οδηγός («driver») της συσκευής.



Εικόνα 12.5: *Το παράθυρο εκτύπωσης ενότητας*

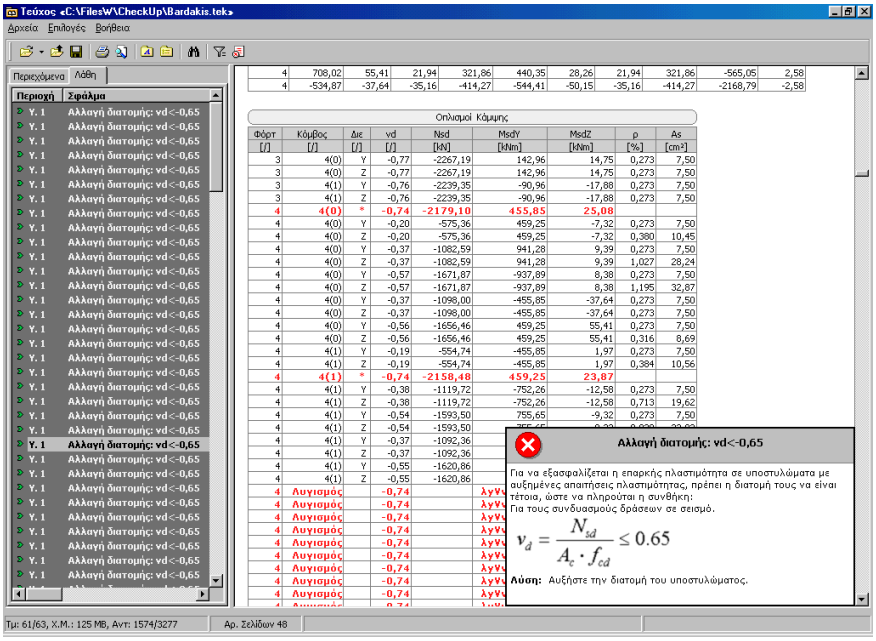
12.3 Επιπλέον δυνατότητες του προγράμματος



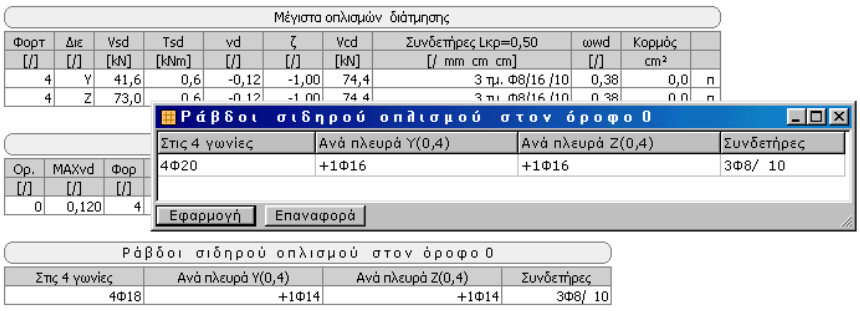
Απόκρυψη λαθών

Με αυτή την επιλογή του μενού «Επιλογές», εμφανίζονται ή αποκρύπτονται από το κείμενο όλα τα μηνύματα λάθους που προέκυψαν από την επίλυση / όπλιση του κτιρίου.

Μέσα στο κείμενο, τα μηνύματα συμβολίζονται με κόκκινο χρώμα, προκειμένου να είναι άμεσα ορατά. Όταν ο δείκτης του mouse βρεθεί πάνω από ένα μήνυμα λάθους, το πρόγραμμα εμφανίζει την αιτιολογία και τη συνιστώμενη αντιμετώπισή του (βλέπε Εικόνα 12.6).


Τεύχος «C:\Files\W\CheckUp\Bardakis.tek»
Αρχεία Επιλογές Βοήθεια
Περιεχόμενα Λάθη
Περιοχή Σφάλμα
Αλλαγή διατομής: vd<-0,65
Αλλαγή διατομής: vd<-0,65
Αλλαγή διατομής: vd<-0,65

Δίνοντας την εντολή «Εφαρμογή» το τεύχος ενημερώνεται με τις νέες τιμές. Δίνοντας «Επαναφορά» επανέρχονται οι αρχικές τιμές. Το παράθυρο κλείνει με το [X].



Εικόνα 12.7*: Διόρθωση του τεύχους*



Γραμματοσειρές

Αυτή η εντολή του μενού «Επιλογές» δίνει τη δυνατότητα να επιλέξετε τις γραμματοσειρές (τύπος, ιδιότητες, μέγεθος, χρώμα) για όλα τα κείμενα του τεύχους, σύμφωνα με τα προκαθορισμένα στυλ (βασικό κείμενο, επικεφαλίδες, μηνύματα λαθών, κ.λπ.).

Παράμετροι προγράμματος

Στο παράθυρο που ανοίγει, εισάγετε τιμές για το διάκενο (σε pixels) μεταξύ γραμμών κειμένου και πινάκων, καθώς και για τα σκαριφήματα των οπλισμών (που βλέπετε στον «Κατάλογο οπλισμών»).



Άνοιγμα μελέτης

Ο μελετητής επιλέγει τη μελέτη που θέλει να εκτυπώσει, καλώντας την από τον κατάλογο που την έχει αποθηκεύσει. Χρησιμοποιείται όταν θέλετε να ανοίξετε και να τυπώσετε ένα τεύχος, χωρίς να περάσετε από το Fespa για Windows. Αρκεί να υπάρχει η μελέτη στο δίσκο, πλήρης, με όλα τα αρχεία των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της.

Σημείωση

Το πρόγραμμα «Τεύχος» δεν είναι κλειδωμένο, που σημαίνει ότι μπορείτε να το καλέσετε και να εκτυπώσετε χωρίς να υπάρχει το κλειδί της FAST στην θύρα του υπολογιστή. Έτσι αποδεσμεύεται το κλειδί την ώρα της εκτύπωσης τεύχους.



Αποθήκευση / Αποθήκευση ως…

Γίνεται φύλαξη όλου του τεύχους και των επιλογών που έκανε ο μελετητής, σχετικά με τις προς εκτύπωση ενότητες του τεύχους, την απόκρυψη λαθών, τα στοιχεία του έργου / μελετητή, κ.λπ. Η φύλαξη γίνεται σε ένα συμπιεσμένο αρχείο (με επέκταση .tfz), μέσα στο οποίο υπάρχουν όλα τα επιμέρους αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του φορέα.

Σημείωση

Μπορείτε να μεταφέρετε, μέσω κάποιου αποθηκευτικού μέσου, το αρχείο .tfz σε έναν άλλο υπολογιστή στον οποίο υπάρχει εγκατεστημένο το «Τεύχος» και να ζητήσετε εκτύπωση, χωρίς να διακόψετε την εργασία στο Fespa.

Επίσης, με αυτή την εντολή μετατρέπετε και **εξάγετε** το περιεχόμενο της τρέχουσας μελέτης σε μορφή απλού κειμένου (για DOS ή Windows), προκειμένου να χρησιμοποιηθεί από άλλα προγράμματα, π.χ. το Microsoft Word. Αυτό είναι χρήσιμο στην περίπτωση που θέλετε να μεταφέρετε και να τυπώσετε το κείμενο του τεύχους σε άλλον υπολογιστή, ο οποίος δεν έχει εγκατεστημένο το Fespa ή το Τεύχος.

12.4 Συνεργασία του «Τεύχους» με άλλα προγράμματα

Το πρόγραμμα «Τεύχος» έχει τη δυνατότητα να εξάγει το τεύχος μελέτης (ολόκληρο ή τμήματα αυτού) σε διαφορετικές μορφές, προκειμένου να γίνει εκτύπωση ή επεξεργασία του από άλλα προγράμματα.

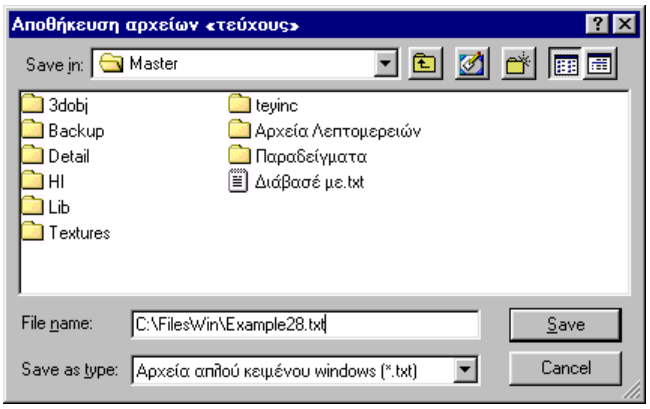
Το Τεύχος εξάγει τεσσάρων ειδών αρχεία:

- Απλού κειμένου (.txt)
- Σχεδίου (.tek)
- Φύλλου εργασίας (.csv)
- Εμπλουτισμένου κειμένου (.html)
- Εξαγωγή ως απλό κείμενο (.txt)

Η δυνατότητα αυτή χρησιμεύει για την εκτύπωση του τεύχους από άλλα προγράμματα επεξεργασίας κειμένου των Windows (π.χ Microsoft Word). Αυτό είναι χρήσιμο στην περίπτωση που θέλετε να μεταφέρετε και να τυπώσετε το κείμενο του τεύχους σε άλλον υπολογιστή, ο οποίος δεν έχει εγκατεστημένο το Fespa ή το Τεύχος. Υπενθυμίζεται ο'τι με τη φύλαξη ως αρχείο απλού κειμένου

χάνεται κάθε είδους μορφοποίηση (σελιδοποίηση, πίνακες, υπογραμμίσεις, έντονα, πλάγια, κλπ).

Για να εξάγει το τεύχος αρχεία κειμένου, η εντολή από τα menu του προγράμματος είναι «Αρχείο → Αποθήκευση ως...». Τύπος θα πρέπει να επιλεγεί το «Αρχείο απλού κειμένου windows (*.txt)» για χρήση από το Microsoft Word ή το «Αρχείο απλού κειμένου DOS (*.txt)» για χρήση από παλιούς επεξεργαστές κειμένου ή το Edit του DOS.



Εικόνα 12.8: *Παράθυρο επιλογής φακέλου / αρχείου προς φύλαξη.*

Εξαγωγή ως σχέδιο (.tek)

Με την επιλογή αυτή οι διάφορες ενότητες του τεύχους μελέτης εξάγονται ως ένα ή περισσότερα αρχεία σχεδίου, τα οποία μπορεί να διαβάσει, να επεξεργαστεί και να σχεδιάσει το Fespa ή ο Τέκτων.

Για να εξάγει το τεύχος αρχεία σχεδίου, η εντολή από τα menu του προγράμματος είναι «Εργαλεία → Εξαγωγή πινάκων». Στο παράθυρο που ανοίγει, ο χρήστης:

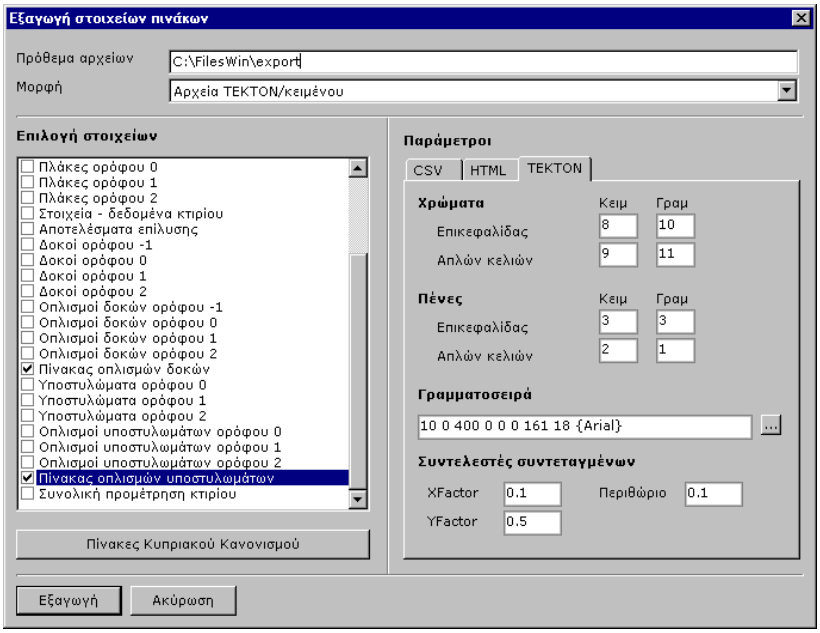
- επιλέγει (με √) τις ενότητες που θέλει να εξάγει,
- εκλέγει ως «Μορφή» αρχείου το «Αρχεία Τέκτων» ή το «Όλα σε ένα αρχείο Τέκτων». Με την πρώτη επιλογή το Τεύχος εξάγει κάθε πίνακα σε ξεχωριστό αρχείο σχεδίου, ενώ με τη δεύτερη εξάγει ένα ενιαίο αρχείο σχεδίου.
- Δίνει την εντολή «Εξαγωγή».

Σε περίπτωση που ζητηθεί η αποθήκευση σε ενιαίο αρχείο, αυτό έχει το όνομα `export.tek`. Αν όμως ζητηθεί η παραγωγή πολλαπλών αρχείων, αυτά θα έχουν ονόματα του τύπου:

```
export-T2-Πίνακας οπλισμών δοκών  ΟΡΟΦΟΥ- 0.tek
export-T3-Πίνακας οπλισμών δοκών  ΟΡΟΦΟΥ- 1.tek
```

```
export-Τ5-Πίνακας οπλισμών Πεδίλων  ΟΡΟΦΟΥ- -1.tek
export-Τ6-Πίνακας Οπλισμών Κατακορύφων μελών.tek
```

κλπ...



Εικόνα 12.9*:* *Παράθυρο επιλογής στοιχείων προς εξαγωγή.*

Παράμετροι

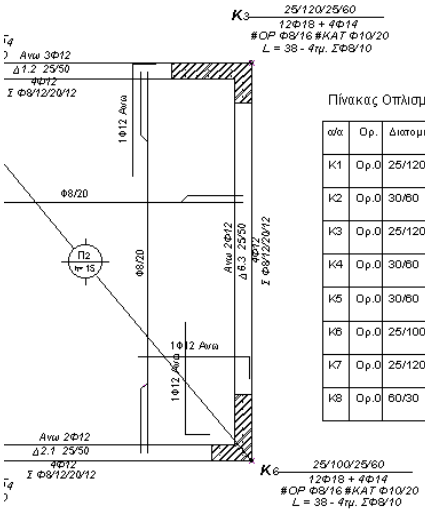
Η ακριβής μορφή των παραγόμενων αρχείων .tek εξαρτάται από παραμέτρους στις οποίες μπορεί να επέμβει ο χρήστης. Παρόλα αυτά, οι αρχικές τιμές του προγράμματος είναι ικανοποιητικές και σπάνια προκύπτει ανάγκη αλλαγής τους.

Χρώματα επικεφαλίδας / απλών κελιών: Οι παράμετροι χρώματος (από την παλέτα του Fespa) που θα δοθούν στις γραμμές και τα κείμενα των παραγόμενων πινάκων. Γενικά είναι διαφορετικοί για τις δύο πρώτες σειρές του κάθε πίνακα.

Πένες επικεφαλίδας / απλών κελιών: Οι αριθμοί των πενών που θα δοθούν στις γραμμές και τα κείμενα των παραγόμενων πινάκων.

Γραμματοσειρά: Η γραμματοσειρά των κειμένων των παραγόμενων αρχείων.

Συντελεστές συντεταγμένων (Xfactor, Yfactor, Περιθώριο): Παράμετροι που καθορίζουν την τοποθέτηση των κειμένων μέσα στα κελιά του πίνακα.



Πίνακας Οπλισμών Κατακορύφων μελών

α/α	Ορ.	Διατομή	Ο π λ ι σ μ ο ί	Εσχάρες - Συνδετήρες
Κ1	Ορ.0	25/120/25/60	12Φ18+4Φ14	Ορ.#Φ8/16 -Κατ.#Φ10/20 -4τμ.Φ8/10
Κ2	Ορ.0	30/60	4Φ18+2Φ14+4Φ14	4τμ.Φ8/10
Κ3	Ορ.0	25/120/25/60	12Φ18+4Φ14	Ορ.#Φ8/16 -Κατ.#Φ10/20 -4τμ.Φ8/10
Κ4	Ορ.0	30/60	4Φ18+2Φ14+4Φ14	4τμ.Φ8/10
Κ5	Ορ.0	30/60	4Φ18+2Φ14+4Φ14	4τμ.Φ8/10
Κ6	Ορ.0	25/100/25/60	12Φ18+4Φ14	Ορ.#Φ8/16 -Κατ.#Φ10/20 -4τμ.Φ8/10
Κ7	Ορ.0	25/120/25/60	12Φ18+4Φ14	Ορ.#Φ8/16 -Κατ.#Φ10/20 -4τμ.Φ8/10
Κ8	Ορ.0	60/30	4Φ18+2Φ14+4Φ14	4τμ.Φ8/10

Εικόνα 12.10: *Με τις εντολές της αντιγραφής – επικόλλησης μπορούν να έρθουν στο ίδιο σχέδιο ο πίνακας οπλισμών με την κάτοψη.*

Εξαγωγή ως φύλλο εργασίας (csv)

Με την επιλογή αυτή οι διάφορες ενότητες του τεύχους μελέτης εξάγονται ως ένα ή περισσότερα αρχεία, τα οποία μπορεί να διαβάσει, να επεξεργαστεί και να εκτυπώσει το Microsoft Excel ή τα αντίστοιχα προγράμματα επεξεργασίας φύλλων υπολογισμού (spreadsheet). Το εξαγόμενο αρχείο είναι ένα αρχείο κειμένου με τιμές διαχωρισμένες με κόμματα (, ή ;) για να τοποθετούνται σε διαφορετικές στήλες.

Για να εξάγει το τεύχος αρχεία τύπου φύλλου εργασίας, η εντολή από τα menu του προγράμματος είναι «Εργαλεία → Εξαγωγή πινάκων». Στο παράθυρο που ανοίγει, ο χρήστης:

- επιλέγει (με √) τις ενότητες που θέλει να εξάγει,
- εκλέγει ως «Μορφή» αρχείου το «Αρχεία CSV» ή το «Όλα σε ένα αρχείο CSV». Με την πρώτη επιλογή το Τεύχος εξάγει κάθε πίνακα σε ξεχωριστό αρχείο, ενώ με τη δεύτερη εξάγει ένα ενιαίο αρχείο.
- Δίνει την εντολή «Εξαγωγή».

Και σε αυτή την περίπτωση, η ονοματολογία των αρχείων έχει τη μορφή που αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο («Εξαγωγή ως σχέδιο tek»).

Σημείωση

Το «Τεύχος» εξάγει τα αρχεία σε μορφή .csv και όχι .xls. Αυτό σημαίνει ότι από το Excel θα πρέπει να κάνετε φόρτωμα με τύπο «Αρχεία κειμένου (*.txt, *.csv)» και όχι «Φύλλα εργασίας (*.xls)».

Παράμετροι

Χαρακτήρας διαχωρισμού πεδίων: το σύμβολο που παρεμβάλλεται μεταξύ των αριθμητικών τιμών, προκειμένου να τοποθετηθούν σε διαφορετικές στήλες στους πίνακες του Excel.

Χαρακτήρας διαχωρισμού κειμένων: το σύμβολο που περικλείει ολόκληρες σειρές χαρακτήρων, προκειμένου αυτές να θεωρούνται ως μία λέξη, ακόμα και αν περιέχουν κενά διαστήματα ή άλλα σύμβολα.

Εξαγωγή ως εμπλουτισμένο κείμενο (html)

Με την επιλογή αυτή οι διάφορες ενότητες του τεύχους μελέτης εξάγονται ως ένα ή περισσότερα αρχεία, τα οποία μπορούν να διαβάσουν τα προγράμματα περιήγησης στο Internet (browsers). Ο τύπος αυτός του κειμένου είναι πολύ διαδεδομένος και αποτελεί ένα καθιερωμένο πρότυπο ανταλλαγής κειμένων μεταξύ διαφορετικών υπολογιστών και λειτουργικών συστημάτων.

Για να εξάγει το τεύχος αρχεία τύπου html, η εντολή από τα menu του προγράμματος είναι «Εργαλεία → Εξαγωγή πινάκων», όμοια με αυτή της προηγούμενης παραγράφου. Εδώ, ως τύπος επιλέγεται το «Αρχείο HTML».

Παράμετροι

Περιθώριο κελιών: Το περιθώριο γύρω από τα περιεχόμενα του κάθε κελιού του πίνακα (cellpadding).

Κενό μεταξύ κελιών: Το περιθώριο ανάμεσα στα κελιά (cellspacing).

Πλαίσιο: Το πάχος του περιγράμματος του πίνακα (border).

13

CAD Organizer

13.1 Επικοινωνία με το AutoCAD®

Από την έκδοση 2.6, το Master προσφέρει ένα βελτιωμένο τρόπο επικοινωνίας με το AutoCAD και τα άλλα σχεδιαστικά προγράμματα. Παρέχει συμβατότητα με την έκδοση 14 του AutoCAD ή τις νεώτερες, και κατά την εισαγωγή (φόρτωμα) αλλά και κατά την εξαγωγή (αποθήκευση) αρχείου DXF.

Αποθήκευση ως DXF για ανάγνωση από το AutoCAD

- Εξάγονται όλες οι οντότητες των οποίων τα διαφανή είναι ενεργά τη στιγμή της αποθήκευσης.
- Δημιουργούνται όλα τα αναγκαία **layers** για την αποθήκευση των οντοτήτων του προγράμματος, προκειμένου να διευκολύνεται η επεξεργασία και ο καθορισμός των πενών σχεδίασης.
- Οι **διαστάσεις** αποθηκεύονται ως ενιαίες οντότητες (**dimension**), και δεν διασπώνται σε γραμμές και κείμενα.
- Οι **γραμμοσκιάσεις** αποθηκεύονται ως ενιαίες οντότητες (**hatch**), και δεν διασπώνται σε γραμμές. Ο τύπος τους είναι ο αντίστοιχος της βιβλιοθήκης του AutoCAD.
- Τα **κείμενα** αποθηκεύονται με το αντίστοιχο **text style**, μέγεθος, θέση και χρώμα.
- Τα κείμενα που συνοδεύουν τις στατικές οντότητες αποθηκεύονται αυτόματα, χωρίς να χρειάζεται πρώτα να γίνει διάσπαση των οντοτήτων σε γραμμές.
- Οντότητες που πρέπει να διατηρούνται ενιαίες, αποθηκεύονται ως **blocks** ή **polylines**. Τέτοιες οντότητες είναι: η πλάκα, το υποστύλωμα, η δοκός, το πέδιλο, το σίδερο πλάκας, το σίδερο δοκού, η διατομή λεπτομέρειας υποστυλώματος, ο συνδετήρας, ο δείκτης διαμέτρου ράβδου, το επίπεδο, και τα αντικείμενα.

- Οι καμπύλες εξάγονται σαν καμπύλες (**spline**) μαζί με τα σημεία ελέγχου τους (control points).
- Αποθηκεύονται οι τύποι γραμμών (ltype) στην ενότητα tables του DXF.
- Αποθηκεύονται οι τύποι διαστάσεων (dimstyle) στην ενότητα tables του DXF.
- Υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης όλων των ορόφων σε ξεχωριστά αρχεία σχεδίου για καθέναν, ως «Onoma_orX.dxf» όπου X ο αριθμός του ορόφου.
- Οι γραμμές του οδηγού μπορούν (προαιρετικά) να αποθηκεύονται στο DXF.

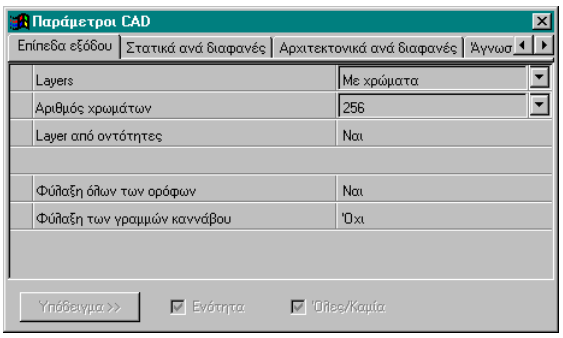
Φόρτωμα DXF από το AutoCAD

- Αναγνωρίζεται αυτόματα το σύστημα αξόνων και η φορά μέτρησης γωνιών.
- Αναγνωρίζονται τα **blocks** και μετατρέπονται σε απλές οντότητες (γραμμές, τόξα, κύκλοι, κείμενα). Δεν είναι πλέον απαραίτητο να προηγείται explode του αρχείου.
- Τα blocks μπορεί να περιέχουν οποιαδήποτε οντότητα (line, arc, circle, polyline, lwpolyline, κλπ), ενώ αναγνωρίζεται η θέση, η στροφή και η κλιμάκωσή τους.
- Τετράπλευρα (rectangles), πολύγωνα (polygons) και τεθλασμένες γραμμές (**polylines**) αναγνωρίζονται και εισάγονται ως γραμμές.
- Αναγνωρίζεται το είδος των γραμμών (ltype). Υπάρχουν 35 νέοι τύποι γραμμών, σε πλήρη αντιστοιχία με τη βιβλιοθήκη του AutoCAD. Ο χρήστης μπορεί να ορίζει τύπο γραμμής, για όσους δεν υπάρχουν στη βιβλιοθήκη του Master.
- Εισάγονται οι γραμμοσκιάσεις (hatch) ως γραμμοσκιάσεις. Αναγνωρίζονται 68 νέοι τύποι γραμμοσκιάσεων, σε πλήρη αντιστοιχία με τη βιβλιοθήκη του AutoCAD. Ο χρήστης μπορεί να ορίζει τύπο γραμμοσκίασης, για όσους δεν υπάρχουν στη βιβλιοθήκη του AutoCAD.
- Αναγνωρίζεται το χρώμα των οντοτήτων βάσει του πραγματικού τους χρώματος και του layer στο οποίο ανήκουν (αν είναι bylayer).
- Διαβάζονται τα απλά κείμενα (text) και τοποθετούνται στη θέση τους, διατηρώντας τον τύπο (font), το μέγεθος και το χρώμα τους.
- Διαβάζονται τα σημεία (**points**) και εμφανίζονται ως μικροί κύκλοι με διάμετρο που καθορίζεται από το μελετητή.
- Αναγνωρίζονται οι καμπύλες (spline), οι διαστάσεις (dimension), τα κείμενα πολλαπλών γραμμών (mtext), και οι σύνθετες γραμμές (mline).
- Κλιμακώνονται κατάλληλα αρχεία των οποίων οι συντεταγμένες είναι δοσμένες σε mm αντί για m.

13.1.1 Παράμετροι CAD

Επεξηγούνται αναλυτικά οι παράμετροι που καθορίζουν τη λειτουργικότητα της επικοινωνίας του Master με άλλα προγράμματα CAD.

13.1.1.1 Επίπεδα εξόδου



Εικόνα 13.1: *Επίπεδα εξόδου*

Η πρώτη κάρτα των παραμέτρων αφορά την εξαγωγή αρχείου DXF.

Layers από οντότητες

► **Ναι / Όχι**

Η επιλογή αυτή καθορίζει το αν οι στατικές, αρχιτεκτονικές και γραμμικές οντότητες του σχεδίου σας θα ομαδοποιηθούν σε layers βάσει του είδους τους (π.χ. τα υποστυλώματα σε διαφορετικό layer από τις δοκούς), ή αν η ομαδοποίηση θα γίνει με διαφορετικό κριτήριο (χρώματα οθόνης ή πένες σχεδίασης). Αν η παράμετρος έχει τιμή «Ναι», τότε το παραγόμενο αρχείο DXF θα έχει διαφορετικά layers (αντίστοιχα με τα «διαφανή» του Master) για κάθε οντότητα. Π.χ. οι σχεδιαστικές δοκοί της ανωδομής θα πάνε στο layer με όνομα “beam_poly_upperstruct” ενώ το όνομά τους στο layer “beam_name_upperstruct”. Βλέπε «Ονομασίες των layers». Αν η παράμετρος έχει τιμή «Όχι», η αποθήκευση γίνεται με κριτήριο την τιμή της παραμέτρου «Layers με χρώματα / πένες».

Προεπιλεγμένη τιμή: Ναι.

Layers

► **με χρώματα / πένες**

Όταν η προηγούμενη παράμετρος έχει την τιμή «Όχι», τότε η παράμετρος αυτή καθορίζει το αν το παραγόμενο αρχείο θα είναι διαχωρισμένο σε layers με βάση τα χρώματα της κάτοψης ή τις χρησιμοποιούμενες πένες. Π.χ. με την επιλογή «με

χρώματα», οι τοίχοι χρώματος κάτοψης 1 θα πάνε στο layer “color_1” ενώ οι τοίχοι χρώματος 25 θα πάνε στο “color_25”. Αντίστοιχα, με την επιλογή «με πένες», τα σίδερα των πλακών και τα πρόσθετα των δοκών, θα πάνε στο layer “pen_5”. Βλέπε και «Η ονοματολογία των layers».

Αριθμός χρωμάτων

Εδώ ορίζετε το μέγιστο αριθμό χρωμάτων κάτοψης που θα αποθηκευτούν στο παραγόμενο DXF. Η παράμετρος αυτή είναι ενεργή μόνο όταν η προηγούμενη παράμετρος είναι «Με χρώματα».

Προεπιλεγμένη τιμή: 256

Φύλαξη όλων των ορόφων

► **Ναι / Όχι**

Αν η επιλογή είναι στο «Ναι», η αποθήκευση ως DXF αποθηκεύει όλους τους ορόφους του αρχείου σας σε πολλαπλά αρχεία με ονόματα «Αρχείο_orXX», όπου XX οι αριθμοί των ορόφων του αρχείου σας. Αν η επιλογή είναι στο «Όχι», τότε αποθηκεύεται μόνο ο τρέχων όροφος, με όνομα «Αρχείο.dxf».

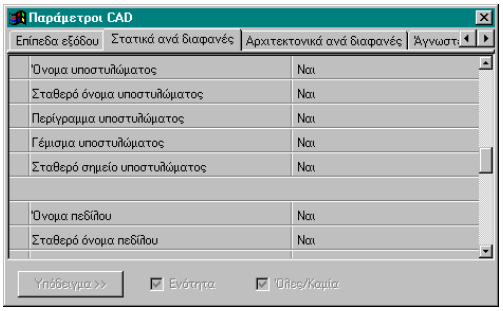
Προεπιλεγμένη τιμή: Όχι.

Φύλαξη των γραμμών οδηγού

► **Ναι / Όχι**

Εδώ επιλέγετε αν στο παραγόμενο αρχείο DXF θα αποθηκευτούν (ως γραμμές) και οι γραμμές του οδηγού. Επίσης, προκειμένου να αποθηκευτούν οι γραμμές, θα πρέπει να είναι ανοιχτές τη στιγμή της αποθήκευσης. Οι γραμμές αυτές θα ανήκουν σε ξεχωριστό layer.

13.1.1.2 Στατικά / Αρχιτεκτονικά ανά διαφανές

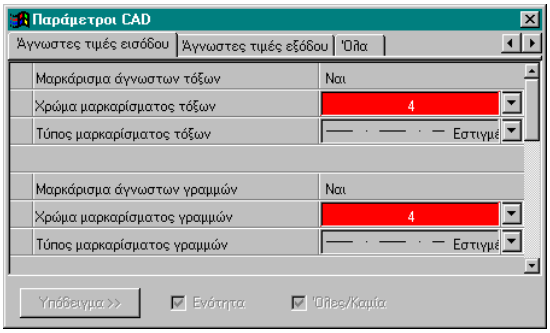


Εικόνα 13.2: *Στατικά ανά διαφανές*

Οι επιλογές της δεύτερης και τρίτης κάρτας των παραμέτρων αφορούν το αν στο παραγόμενο αρχείο DXF, η κάθε μεμονωμένη οντότητα θα αποθηκευτεί με το δικό της χρώμα, ή αν θα ακολουθεί το χρώμα του layer στο οποίο ανήκει. Με την επιλογή «Ναι» όλες π.χ. οι γραμμές θα έχουν ενιαίο χρώμα και τύπο (Color=ByLayer, με χρώμα του layer να λαμβάνεται από την τρέχουσα παράμετρο χρώματος της γραμμής του Master), ενώ με την επιλογή «Όχι» κάθε γραμμή διατηρεί το χρώμα (Color=…) και τον τύπο της (Linetype=…). Η επιλογή «Όχι» δίνει το πλεονέκτημα να υπάρχουν στην ίδια κάτοψη γραμμικές οντότητες (π.χ. γραμμές και κείμενα) που θα τυπωθούν με διαφορετικές πένες από το AutoCAD.

Προεπιλεγμένη τιμή: Ναι (για τις στατικές και αρχιτεκτονικές οντότητες), Όχι (για τις γραμμικές οντότητες).

13.1.1.3 Άγνωστες τιμές εισόδου



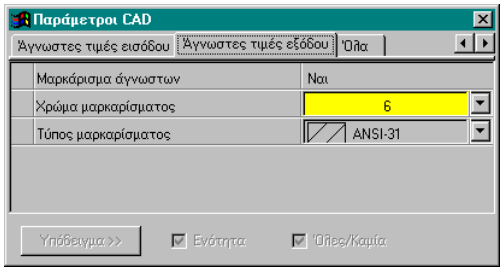
Εικόνα 13.3: *Άγνωστες τιμές εισόδου*

Οι τιμές αυτών των παραμέτρων καθορίζουν τη συμπεριφορά του προγράμματος όταν κατά την ανάγνωση αρχείου DXF βρεθούν οντότητες με ιδιότητες εκτός των διαθέσιμων στο Master (π.χ. μια γραμμή με linetype κατασκευής του χρήστη, ή μια γραμμοσκίαση που υπάρχει μόνο στο AutoCAD).

Με τις παραμέτρους «Ακτίνα κυκλικού σημείου» και «Χρώμα κύκλικου σημείου» ορίζετε αντίστοιχα την ακτίνα και το χρώμα του κύκλου με τα οποία θα εμφανίζονται στην κάτοψη τα σημεία (points) του DXF αρχείου.

Προεπιλεγμένη τιμή: Ακτίνα=0.05 m

13.1.1.4 Άγνωστες τιμές εξόδου



Εικόνα 13.4: *Άγνωστες τιμές εξόδου*

Οι τιμές αυτών των παραμέτρων καθορίζουν τη συμπεριφορά του προγράμματος όταν κατά την αποθήκευση αρχείου ως DXF, δεν υπάρχει στο AutoCAD αντίστοιχος τύπος γραμμοσκίασης με κάποιον από τη βιβλιοθήκη του Master.

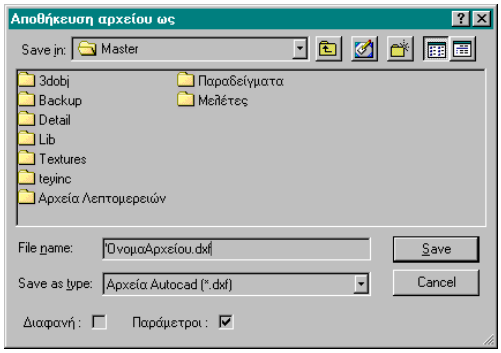
13.1.2 Η διαδικασία της φύλαξης

Ο απλούστερος τρόπος για να κάνετε φύλαξη αρχείου ως DXF στο δίσκο είναι να δώσετε την εντολή «**Αποθήκευση ως R14**». Στο παράθυρο που ανοίγει δίνετε τρία στοιχεία:

Τον φάκελο μέσα στον οποίο θα γίνει φύλαξη του αρχείου

Το όνομα του αρχείου (π.χ. onoma.dxf)

Τον τύπο του αρχείου (AutoCAD)



Εικόνα 13.5: *Φύλαξη αρχείου*

Αν η παράμετρος «**Φύλαξη όλων των ορόφων**» είναι «Ναι», τότε το πρόγραμμα αποθηκεύει στο δίσκο μια σειρά από αρχεία (με κατάλληλα ονόματα), τόσα όσα οι όροφοι του αρχείου σας.

Αν ακολουθήσετε την συνήθη διαδικασία των Windows («Αρχεία > Φύλαξη ως…»), τότε το αρχείο DXF που εξάγεται είναι τύπου R12 (βλέπε επόμενη παράγραφο). Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να τροποποιήσετε τον τύπο αρχείου από «Οικοδομές (*.tek)» σε «Αρχεία AutoCad (*.dxf)». **Προσοχή**: Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει εσείς να αλλάξετε την επέκταση του ονόματος (File name) από **.tek** σε **.dxf** διότι το πρόγραμμα δεν το κάνει αυτόματα.

Φύλαξη ως R12

Το Master έχει επίσης τη δυνατότητα να αποθηκεύει και αρχεία τύπου AutoCAD R12, προκειμένου να διατηρηθεί η συμβατότητα με ορισμένες εφαρμογές που δε μπορούν να διαβάσουν αρχεία DXF νεώτερης γενιάς. Η εντολή «Αποθήκευση ως R12» του menu «CAD» κάνει φύλαξη του αρχείου, στη μορφή που έκαναν οι παλαιότερες εκδόσεις του Master (μόνο Entities, χωρίς Header, Tables ή Blocks).

Η διαδικασία αυτή παράγει έναν πολύ απλό τύπο DXF, με την απλούστερη δυνατή οργάνωση, δηλαδή όλο το σχέδιο αποτελείται μόνο από γραμμές, τόξα κύκλους και κείμενα. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο όταν το πρόγραμμα στο οποίο αποστέλλεται είναι άγνωστο, ο μελετητής του ελάχιστα εκπαιδευμένος σε περιβάλλον τύπου AutoCAD και εν γένει το περιβάλλον υποδοχής άγνωστο, αφιλόξενο ή ακατάλληλο. Παρέχει δηλαδή τη μέγιστη συμβατότητα με το περιβάλλον υποδοχής σε βάρος της οργάνωσης του αρχείου.

13.1.3 Η ονοματολογία των layers

Ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων «Layers» και «Layers από οντότητες», το Master δίνει και διαφορετικά ονόματα στα layers που δημιουργεί. Τρεις είναι οι διαφορετικές δυνατότητες:

Layers με ονόματα οντοτήτων

Στην περίπτωση αυτή, τα παραγόμενα layers έχουν τα ονόματα των στατικών και αρχιτεκτονικών οντοτήτων που περιέχονται στο αρχείο σας. Π.χ. υπάρχουν ξεχωριστά layers στα οποία ανήκουν οι δοκοί, τα υποστυλώματα, τα σίδερα των πλακών, οι τοίχοι, οι γραμμικές οντότητες (γραμμές, τόξα, καμπύλες), τα κείμενα, κλπ.

Για να κάνει το Master το διαχωρισμό των οντοτήτων βάσει των ονομάτων των οντοτήτων, θα πρέπει η παράμετρος «Layers από οντότητες» να έχει την τιμή «Ναι». Η επιλογή αυτή υπερισχύει της παραμέτρου «Layers με χρώματα / πένες».

Το **πλεονέκτημα** αυτής της επιλογής είναι ότι δίνεται η δυνατότητα στο μελετητή του AutoCAD να επεξεργάζεται το σχέδιο, έχοντας το μέγιστο διαθέσιμο αριθμό

layers, λειτουργώντας με τη λογική των διαφανών του Master. **Μειονέκτημα** της επιλογής είναι ότι θα πρέπει ο μελετητής, προκειμένου να τυπώσει, να δηλώσει στο AutoCAD την αντιστοιχία χρωμάτων – πενών για όλα αυτά τα layers.

Αναλυτικός πίνακας με τα ονόματα όλων των layers δίνονται σε επόμενη παράγραφο.

Layers με ονόματα χρωμάτων

Με την επιλογή αυτή, το σχέδιο εξάγεται διαχωρισμένο σε layers βάσει των χρωμάτων που χρησιμοποιούνται. Οι ονομασίες των layers είναι του τύπου "**color_xx**", όπου xx οι αριθμοί των χρωμάτων (σε αντιστοιχία με την παλέτα του Master). Όλες οι οντότητες ομαδοποιούνται βάσει των χρωμάτων, ανεξάρτητα του είδους τους.

Για να κάνει το Master το διαχωρισμό των οντοτήτων βάσει των χρωμάτων, θα πρέπει η παράμετρος «Layers» να έχει την τιμή «Με χρώματα» και η παράμετρος «Layers από οντότητες» να έχει την τιμή «Όχι».

Το **πλεονέκτημα** αυτής της επιλογής είναι ότι διευκολύνεται η μαζική επεξεργασία του σχεδίου στο AutoCAD, δεδομένου ότι οι οντότητες είναι ομαδοποιημένες σε πολύ λιγότερα layers απ' ότι με την προηγούμενη μέθοδο.

Layers με ονόματα πενών

Με την επιλογή αυτή, το σχέδιο εξάγεται διαχωρισμένο σε layers βάσει των πενών που χρησιμοποιούνται. Οι ονομασίες των layers είναι του τύπου "**pen_xx**", όπου xx οι αριθμοί των πενών. Όλες οι εξαγόμενες οντότητες ομαδοποιούνται βάσει των πενών τους, έτσι όπως φαίνονται στο Master με ενεργοποιημένο το πλήκτρο «Χρώματα σχεδίασης» της κεντρικής εργαλειογραμμής. Η αντιστοιχία χρώματος και αριθμού πένας δίνεται στο παράθυρο «Χαρακτηριστικά πενών».

Για να κάνει το Master το διαχωρισμό των οντοτήτων βάσει των πενών, θα πρέπει η παράμετρος «Layers» να έχει την τιμή «Με πένες» και η παράμετρος «Layers από οντότητες» να έχει την τιμή «Όχι».

Το **πλεονέκτημα** αυτής της επιλογής είναι ότι διευκολύνεται η σχεδίαση μέσω του AutoCAD, δεδομένου ότι οι οντότητες είναι ομαδοποιημένες βάσει των πενών του Master. Αυτή είναι και η πλέον κατάλληλη επιλογή, αν το μόνο που θέλετε είναι να κάνετε σχεδίαση σε plotter μέσω του AutoCAD.

13.1.4 Πρακτικές συμβουλές

Σε αυτή την παράγραφο δίνονται σύντομες συμβουλές για κάποιες από τις πιο συνηθισμένες περιπτώσεις επικοινωνίας του Master με το AutoCAD. Όλες οι παράμετροι του module CAD, οι πιθανοί συνδυασμοί τους, καθώς και τα πλεονεκτήματα του καθενός, δίνονται σε πίνακα που βρίσκεται στο τέλος αυτού του οδηγού.

13.1.4.1 Εξαγωγή σχεδίου από το Master για επεξεργασία στο AutoCAD

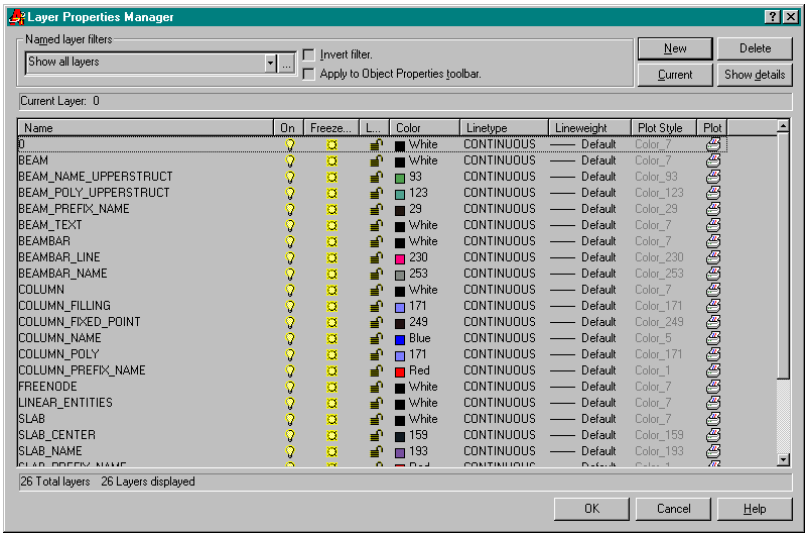
Για την επεξεργασία του σχεδίου στο AutoCAD, επειδή ο διαχωρισμός του σχεδίου με βάση τις οντότητες του Master (και χρώμα ByLayer) δίνει τη μέγιστη δυνατή ευελιξία, η προτεινόμενη πορεία εργασίας είναι η εξής:

Στο Master:

- Layers από οντότητες: Ναι
- Οντότητες ανά διαφανές: Ναι (για τις στατικές και αρχιτεκτονικές οντότητες) και Όχι (για τις γραμμικές οντότητες).
- Κάνετε φύλαξη ως DXF R14.

Στο AutoCAD:

- Εισάγετε το αρχείο DXF.
- Δώστε την εντολή **purge** στο AutoCAD, προκειμένου να διαγράψετε layers και text-styles που δεν χρησιμοποιούνται. Η εικόνα των layers είναι σαν την Εικόνα 13.6:



Εικόνα 13.6: *Layers*

13.1.4.2 Εξαγωγή σχεδίου από το Master για σχεδίαση μέσω AutoCAD

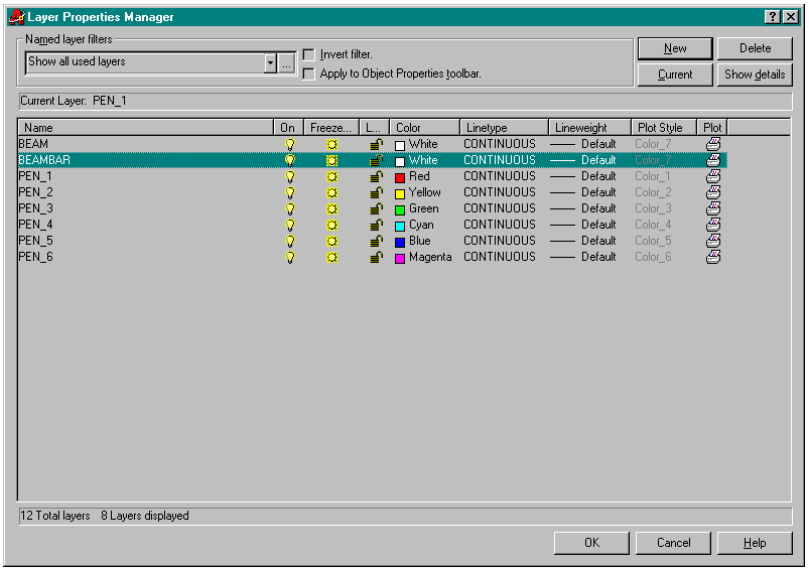
Αν δεν ενδιαφέρεστε να κάνετε μεγάλης κλίμακας αλλαγές στο σχέδιο (όπως π.χ. αλλαγές χρωμάτων και καθορισμό πενών), αλλά μόνο σχεδίαση μέσω του AutoCAD, τότε η προτεινόμενη πορεία εργασίας είναι η εξής:

Στο Master:

- Ορίζετε την παράμετρο Layers: με πένες
- Layers από οντότητες: Όχι
- Οντότητες ανά διαφανές: Ναι (για τις στατικές και αρχιτεκτονικές οντότητες) και Όχι (για τις γραμμικές οντότητες).
- Κάνετε φύλαξη ως DXF R14.

Στο AutoCAD:

- Εισάγετε το αρχείο DXF.
- Δώστε την εντολή **purge** στο AutoCAD, προκειμένου να διαγράψετε layers και text-styles που δεν χρησιμοποιούνται. Η εικόνα των layers είναι σαν την Εικόνα 13.7:



Εικόνα 13.7 : *Layers*

13.1.4.3 Εισαγωγή σχεδίου από άλλο πρόγραμμα στο Master

Προκειμένου να κάνετε εισαγωγή ενός τοπογραφικού ή αρχιτεκτονικού σχεδίου από το AutoCAD ή άλλο σχεδιαστικό πρόγραμμα στο Master δεν απαιτείται να προηγηθεί **explode**, ούτε να γίνει αποθήκευση ως αρχείο τύπου AutoCAD R12 όπως ήταν σε παλαιότερες εκδόσεις. Η προτεινόμενη σειρά εργασιών είναι η εξής:

Στο AutoCAD:

- Μεταφέρετε (με την εντολή **move**) το σχέδιο κοντά στην αρχή των αξόνων (0,0) αν δεν είναι ήδη εκεί. Αποφύγετε τις πολύ μεγάλες τιμές συντεταγμένων.
- Βεβαιωθείτε ότι οι μετρήσεις είναι σε μέτρα και όχι cm ή mm. Στο Master το σχέδιο εισάγεται 1:1. Σε αντίθετη περίπτωση, το Master κλιμακώνει αυτόματα το σχέδιο. Δείτε και την παράγραφο «Εισαγωγή αρχείων με μεγάλες συντεταγμένες».
- Κάνετε εξαγωγή ως DXF (τύπου R12, R14, ή νεώτερο).

Στο Master:

- Όταν εισάγετε το αρχείο, αυτό έρχεται πάντα στον όροφο 0. Αν θέλετε να εισάγετε μια σειρά αρχείων DXF σε διαφορετικούς ορόφους, θα πρέπει να ανοίξετε ξεχωριστά όλα τα αρχεία, και μετά να τα μεταφέρετε στους σωστούς ορόφους (με «αντιγραφή / επικόλληση»), ή να χρησιμοποιήσετε την εντολή «Ένωση» αντί της «Φόρτωμα».

- Αν το αρχείο dxf που έχετε δεν είναι τοποθετημένο κοντά στην αρχή των αξόνων (0,0), θα πρέπει να το κάνετε εσείς μέσα από το Master. Η διαδικασία περιγράφεται στην παράγραφο «Εισαγωγή αρχείων με μεγάλες συντεταγμένες».
- Στο τέλος, μην ξεχάσετε να κάνετε φύλαξη του σχεδίου ως αρχείο οικοδομής του Master (με κατάληξη .tek).

13.1.4.4 Εισαγωγή αρχείων με μεγάλες συντεταγμένες

Όταν εισάγεται στο Master αρχείο τύπου dxf, του οποίου οι συντεταγμένες δίνονται σε mm ή όταν τα όρια (extents) του σχεδίου έχουν πολύ μεγάλες τιμές, το πρόγραμμα κλιμακώνει αυτόματα το σχέδιο, εισάγοντάς το σε κλίμακα 1:1000, έτσι ώστε οι μονάδες μέτρησης να μετατραπούν σε m.

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που δεν είναι επιθυμητή αυτή η μετατροπή. Για να αναιρέσει ο μελετητής την κλιμάκωση, θα πρέπει να ακολουθήσει τα εξής βήματα:

- «Επεξεργασία» → «+ Όλα από διαφανή»
- «Επεξεργασία» → «Κλιμάκωση». Ως συντελεστή κλιμάκωσης ο μελετητής δίνει την τιμή 1000
- «Επεξεργασία» → «Νέα επιλογή»

Πάντα, μετά την εισαγωγή ενός αρχείου DXF μέσα στο περιβάλλον του Master, θα πρέπει να ελέγχετε τις συντεταγμένες στις οποίες βρίσκεται. Αν βρίσκεται σε πολύ μεγάλες τιμές X και Z, θα πρέπει να το μετακινείτε κοντά στην αρχή των αξόνων (0,0). Τα βήματα για τη μετακίνηση είναι τα εξής:

- «Επεξεργασία» → «+ Όλα από διαφανή»
- «Επεξεργασία» → «Κίνηση». Ως αρχική θέση δείξτε (με ένα κλικ του mouse) την πάνω – αριστερή γωνία του σχεδίου. Ως νέα θέση πληκτρολογήστε 0 [Enter] 0 [Enter]
- «Επεξεργασία» → «Νέα επιλογή»
- «Πλήρης όψη»

Ονομασίες των παραγόμενων layers

BEAM	**Δοκός**
BEAM_PREFIX_NAME	Σταθερό όνομα
BEAM_NAME_…	Όνομα
BEAM_POLY_…	Γραμμή Δοκού + Δοκός->Πλάκα
BEAM_FILLING	Γραμμοσκίαση Δοκού
BEAM_STATIC	Στατική Δοκός + Δεσμική +Άκαμπτη απόληξη
BEAM_WING_…	Φτερό Δοκού
BEAMBAR	**Σίδερο Δοκού**
BEAMBAR_NAME	Κείμενο
BEAMBAR_LINE	Γραμμή
BEAMBAR_DIM	Διαστάσεις
SLAB	**Πλάκα**
SLAB_PREFIX_NAME	Σταθερό όνομα
SLAB_NAME	Όνομα
SLAB_POLY	Χρώμα πλάκας
SLAB_CENTER	Χρώμα κύκλου + στατική
SLAB_ZÖLLNER	Χρώμα Zöllner
SLABBAR	**Σίδερο πλάκας**
SLABBAR_NAME	Κείμενο
SLABBAR_LINE	Γραμμή
COLUMN	**Υποστύλωμα**
COLUMN_PREFIX_NAME	Σταθερό όνομα + Σταθ. ονομα κόμβου
COLUMN_NAME	Ονομα + Ονομα κόμβου
COLUMN_POLY	Χρώμα περιγράμματος
COLUMN_FILLING	Χρώμα γεμίσματος
COLUMN_FIXED_POINT	Χρώμα σταθερής κορυφής
FOOTING	**Πέδιλο**
FOOTING_PREFIX_NAME	Σταθερό όνομα πέδιλου
FOOTING_NAME	Ονομα πέδιλου +Διαστάσεις + (h1+h2)
FOOTING_POLY	Χρώμα περιγράμματος + Διαγώνιος
FOOTING_DIM	Εκκεντρότητες πέδιλου

Πίνακας 13.1: *Ονομασίες των παραγώμενων Layers για τις στατικές οντότητες*

FREENODE	**Λοιπός Κόμβος**
FREENODE_PREFIX_NAME	Σταθερό όνομα Λ. Κόμβου
FREENODE_NAME	Ονομα Λ. Κόμβου
FREENODE_POLY	Χρώμα περιγράμματος Λ.Κ.
FREEBAR	**Σίδερο λεπτομερειών δοκού**
FREEBAR_NAME	Ονομα ράβδου
FREEBAR_LINE	Χρώμα γραμμής σιδήρου
FREEBAR_DIM	Χρώμα Διαστάσεων
SECTION	**Διατομή**
SECTION_NAME	Χρώμα ονόματος (Επικεφ/δα)
SECTION_POLY	Χρώμα περιγράμματος
SECTION_STIRRUP	Χρώμα συνδετήρων
SECTION_IRON	Χρώμα ράβδων διατομής
IRONLABELS	**Ετικέτες οπλισμών**
IRONLABELS_TEXT	Χρώμα κειμένου
IRONLABELS_POLY	Χρώμα κουτιού κειμένου
IRONLABELS_CONLINE	Χρώμα αράχνης

Πίνακας 13.1: *Ονομασίες των παραγώμενων Layers για τις στατικές οντότητες*

LINEAR_ENTITIES	Γραμμές, τόξα, καμπύλες
TEXT	Κείμενα
DIM	Διαστάσεις
GRID	Γραμμές οδηγού
HATCH	Γραμμοσκιάσεις

Πίνακας 13.2: *Ονομασίες των παραγώμενων Layers για τις* ***γραμμικές*** *οντότητες.*

14

Συχνές ερωτήσεις & θέματα προσομοίωσης

14.1 Γενικά θέματα χειρισμού

- Βάση κτιρίου - Υπερυψωμένα υπόγεια - Υπολογισμός nv – Σεισμικές δυνάμεις.

  Βλ. παραμέτρους στο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός» - «Υψόμετρο εφαρμογής σεισμικών δυνάμεων» και «Σκυρόδεμα» - «Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός ην & νd)».

- Πώς γίνεται η προσθήκη ενδιάμεσου ορόφου ή υπογείου;

Βλ. «Παραγωγές» §5.1.1.2

- Πώς αλλάζω το υψόμετρο κόμβου ή υποστυλώματος;

Βλ. **παράμετρο** «Λοιπός κόμβος» - «Υψόμετρο (m)» (§4.5.1.1)

Βλ. **παράμετρο** «Υποστύλωμα» - «Στατικά» - «Υψόμετρο άνω κόμβου»

Βλ. **εντολή** σε Υποστύλωμα ή Λοιπό κόμβο «Αλλαγή ονομάτων» (§4.4.2).

Βλ. **πίνακες** 205.2 και 301

- Πώς δίνω ενδιάμεσο κόμβο σε υποστύλωμα για την εισαγωγή μεσοδοκού;

Βλ. εντολή «Υποστύλωμα» - «Ανέγερση κεντροβαρικά» §4.4.2

- **Εισαγωγή κεκλιμένης δοκού μεταξύ δύο ορόφων** (π.χ. διαγώνιος σύνδεσμος).

  Βλ. εντολή «Δοκός» - «Προσθήκη» (§4.6.2).

- **Πώς αλλάζω την *ομάδα* δ των κόμβων ενός ορόφου;**

  Βλ. παράμετρο στον «Λοιπό κόμβο» και στο «Υποστύλωμα» - «Στατικά» - «Ομάδα διαφράγματος δ» §4.5.1.1.

- **Πώς περιγράφεται σύνθετη διατομή που αποτελείται από δύο ή περισσότερα τοιχώματα και τί είναι η *ομάδα* υποστυλωμάτων;**

  Βλ. εντολή στο «Υποστύλωμα» «Ομάδα υποστυλωμάτων» (§4.4.2),

  Βλ. παράμετρο «Οπλισμός» - «Ομάδα υποστυλωμάτων για όπλιση» (§4.4.1.5).

- **Απομείωση της διατομής τοιχώματος καθ' ύψος σε υποστύλωμα**; Βλ. §14.1.1.

- **Μέλη για διαστασιολόγηση.**

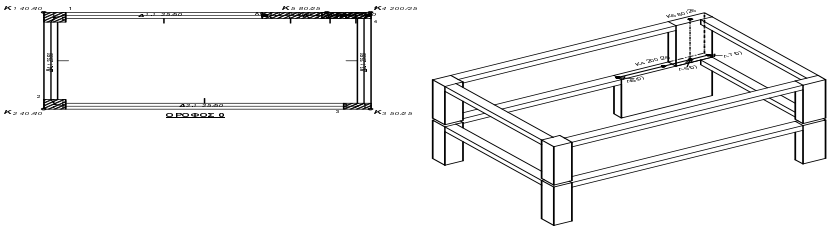
  Βλ. «Παραγωγές» - «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση»

  Βλ. Εντολή δοκού «Δοκός για διαστασιολόγηση» και πίνακα 703

  Βλ. Εντολή υποστυλώματος «Υποστύλωμα για διαστασιολόγηση» και πίνακα 702.

- **Συντελεστές ισοδύναμου και καθαρού μήκους λυγισμού** (Κ, α0) και μήκους για υπολογισμό βέλους (β0) – Έλεγχοι σε αξονική δύναμη και ΣΚΛ. Βλ. Σχήμα 4.112, Σχήμα 4.113.

14.1.1 Απομείωση της διατομής τοιχώματος καθ'ύψος σε υποστύλωμα

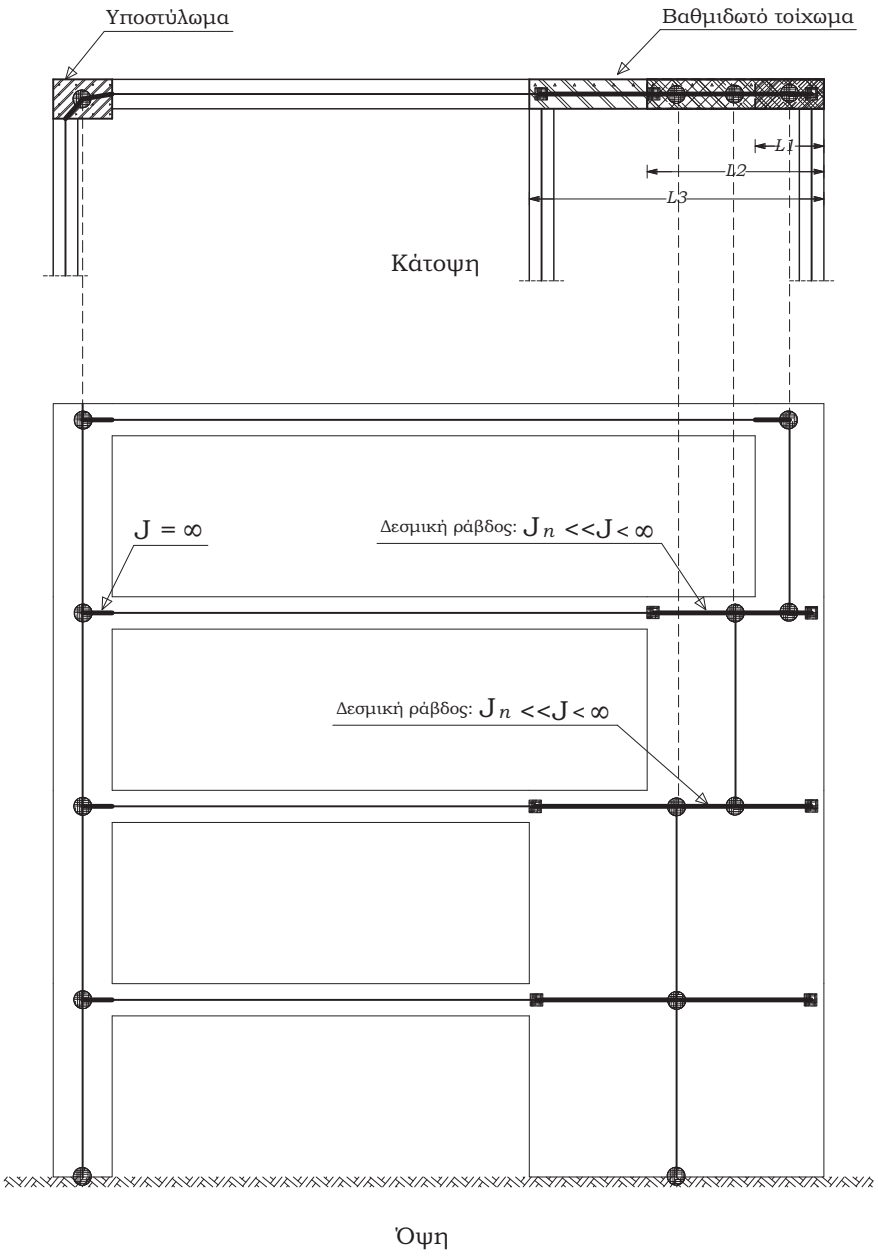


Η απομείωση της διατομής ενός υποστυλώματος περιγράφεται παρακάτω, στην περίπτωση που από τοίχωμα μετατρέπεται σε υποστύλωμα. Η διαδικασία βασίζεται στην **προσθήκη φυτευτού υποστυλώματος** (βλ. §4.4.2):

- Περιγράφεται η κάτοψη του επιπέδου στο οποίο βρίσκεται η αρχική διατομή του στύλου (Π.χ. το υποστύλωμα Κ4 200/25 στον όροφο 0).
- Στον ίδιο όροφο και στη θέση που θα βρίσκεται το κέντρο βάρους της νέας διατομής, εισάγεται ο Λοιπός Κόμβος 5.
- Εισάγεται η δοκός Δ1 π.χ. με «Έξυπνη εισαγωγή δοκού πλευρικά» επιλέγοντας ως κόμβους αρχής και τέλους τους Κ1 και Λ7. Με τον τρόπο αυτό παράγονται οι δοκοί Δ1 – Δ4 και ο κόμβος 5 συνδέεται με Δεσμικές Δοκούς με τον κόμβο του τοιχώματος Κ4 και τον Λοιπό Κόμβο της άκρης αυτού (κόμβοι 4 και 7).
- Γίνεται παραγωγή ορόφου.
- Στον άνω όροφο διαγράφονται οι οντότητες της περιοχής αυτής:
  - Διαγραφή των δοκών Δ1.1, Δ1.2, Δ1.3, Δ1.4 και Δ3.1 και των λοιπών κόμβων 6, 7.
  - Διαγραφή του υποστυλώματος Κ4 200/25.



- Με την εντολή «Υποστύλωμα» - «Προσθήκη φυτευτού» αντικαθίσταται ο ΛΚ5(1) με υποστύλωμα διατομή 80/25. Ως κόμβος βάσης του φυτευτού θα χρησιμοποιηθεί ο Λοιπός Κόμβος 5(0).
- Εισαγωγή των δοκών Δ1.1 και Δ3.1.



Σχήμα 14.1: *Απομείωση διατομής τοιχώματος καθ' ύψος.*

14.2 Θέματα θεμελιώσεων

- **Πώς δίνω το ενιαίο πέδιλο στον πυρήνα του ανελκυστήρα**; Βλ. §4.8.1.1
- **Πως παράγεται θεμελίωση υπογείου με περιμετρικά τοιχώματα;** Βλ §5.1.2.4
- **Πώς εισάγω κτίριο με ανισόσταθμη θεμελίωση**; Βλ. §5.1.2.4.
- **Μικτή θεμελίωση με πέδιλα και πεδιλοδοκούς.** §5.1.2.4.
- **Θεμελίωση με πασσάλους**. Βλ. §5.1.2.4 και §4.4.1.9.

14.3 Πλάκες

- **Πώς περιγράφω κεκλιμένη πλάκα**; Βλ. §4.3.1.1
- **Ανισοσταθμία μεταξύ πλακών (split-level, πατάρι)**. §14.3.1
- **Πώς αλλάζω τη συνέχεια των πλακών;**

  Βλ. «Παραγωγές» - «Αυτόματος υπολογισμός κατακόρυφων άκαμπτων απολήξεων υποστυλωμάτων

  ► **Ναι / Όχι**

Γίνεται ή όχι ο επαναϋπολογισμός μήκους άκαμπτων απολήξεων.



Βλ. και σχετική εντολή «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων»

Καθορισμός συνέχειας πλακών» §5.1.3.1.

- **Πώς μπορώ να επέμβω στη συνδεσμολογία δοκών – πλακών;**

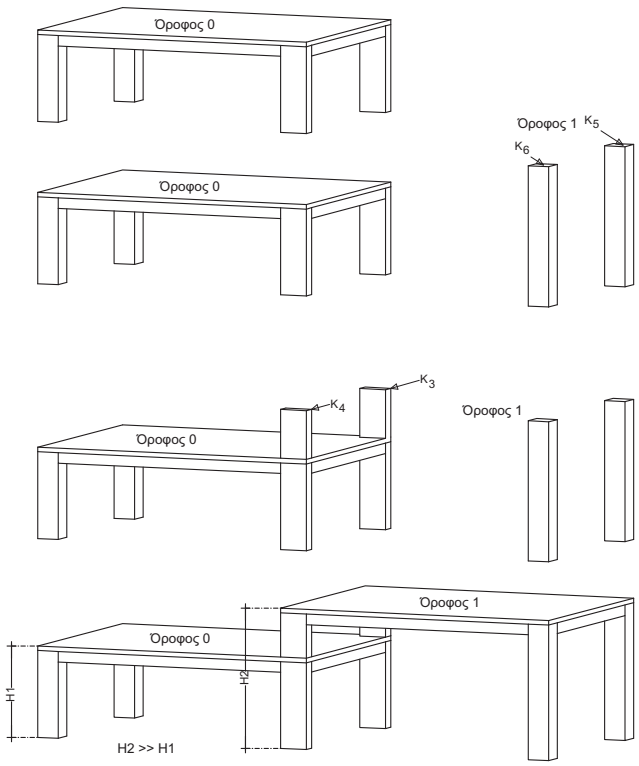
  Βλ. §4.6.2 «Εντολές της Δοκού» - «Σύνδεση σε πλάκα / Αποσύνδεση από πλάκα».

- **Προσομοίωση τρύπας σε πλάκα:** §14.3.2.

14.3.1 Ανισοσταθμία μεταξύ πλακών (Split-level, πατάρι)

Διακρίνονται δυο περιπτώσεις:

Α. Δύο όροφοι: Η υψομετρική διαφορά είναι σχετικά μεγάλη και στην θέση της ανισοσταθμίας διαμορφώνονται ανεξάρτητες δοκοί σε κάθε στάθμη



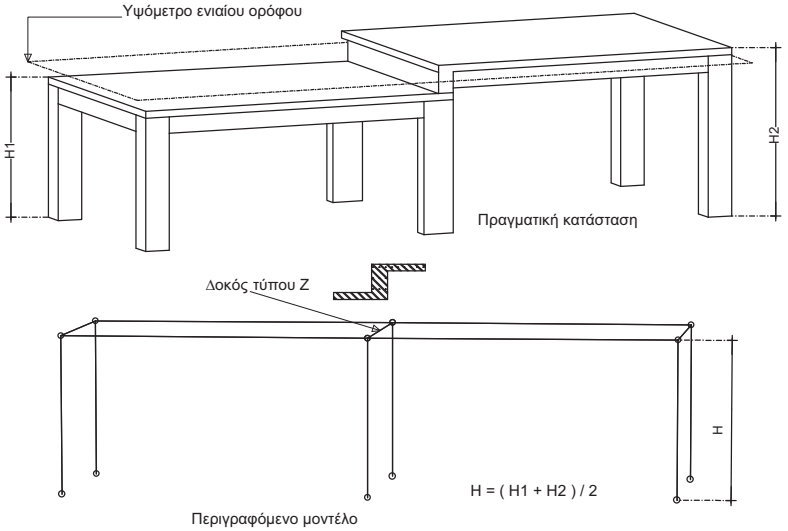
Περιγραφή ορόφου 0:

Στο επίπεδο αυτό περιγράφεται το τμήμα με το χαμηλό υψόμετρο.

Περιγραφή ορόφου 1:

- Στο επίπεδο του ορόφου 1 εισάγονται τα υποστυλώματα, των οποίων ο κάτω κόμβος κείται στην στάθμη θεμελίων (K5, K6). Παράμετρος «Υποστύλωμα» – «Στατικά» – «Όροφος κάτω κόμβου» = Θεμέλια.
- Εισάγονται οι στύλοι K3 & K4 για τους οποίους είναι Υποστύλωμα – Στατικά – «Όροφος κάτω κόμβου» = υποκείμενος.
- Περιγράφονται τα υπόλοιπα στοιχεία της κάτοψης (δοκοί πλάκες)

Β. Ένας όροφος: Η υψομετρική διαφορά είναι μικρή και στην θέση της ανισοσταθμίας διαμορφώνονται ενιαία δοκός π.χ τύπου Z.



- Περιγράφεται ολόκληρη η κάτοψη σε ένα υψόμετρο π.χ. H=(H1+H2)/2 ή -προτιμότερα- στο ψηλότερο H2.
- Η δοκός στη θέση της ανισοσταθμίας μπορεί να δοθεί ως τύπου Z
- Δεν υπάρχει συνέχεια πλακών συνεπώς για την εξασφάλιση ορθής όπλισης των πλακών απαιτείται τροποποίηση της συνέχειας μέσω του πίνακα 701. Βλ. «Παραγωγές» - «Αυτόματος υπολογισμός κατακόρυφων άκαμπτων απολήξεων υποστυλωμάτων

  ► **Ναι / Όχι**

Γίνεται ή όχι ο επαναϋπολογισμός μήκους άκαμπτων απολήξεων.



Βλ. και σχετική εντολή «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων»

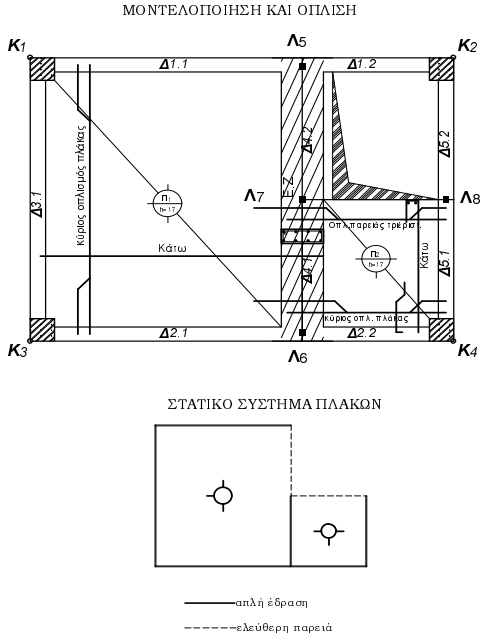
- Καθορισμός συνέχειας πλακών» §5.1.3.1.
- Προκειμένου να προσομοιωθεί ορθά η διαφορά πραγματικού ελαστικού ύψους των υποστυλωμάτων και συνεπώς η διαφορά στην δυσκαμψία τους θα πρέπει στα πιο κοντά υποστυλώματα:
  - Είτε να αποδοθούν «Άκαμπτες απολήξεις» στη καθολική διεύθυνση Y αρχής ή τέλους με θετική ή αρνητική τιμή αντίστοιχα. Βλ. παράμετρο στο «Υποστύλωμα» - «Στατικά».

- Είτε ισοδύναμα να δοθεί «Κάτω άκαμπτο τμήμα Ητ [m]». Βλ. παράμετρο στο «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα». Η δεύτερη αυτή επιλογή επηρεάζει μόνο την άκαμπτη απόληξη αρχής, δηλαδή στον πόδα των υποστυλωμάτων.

Και στις δυο περιπτώσεις η τιμή της παραμέτρου θα πρέπει να ισούται με την διαφορά υψομέτρου των υποστυλωμάτων.

Η μοντελοποίηση που περιγράφεται στις δυο παραπάνω περιπτώσεις είναι προτιμότερη έναντι της χρήσης μεσοδοκών και συνεχόμενων υποστυλωμάτων στον ίδιο όροφο. Βλ. π.χ. «Εισαγωγή μεσοδοκού & ανέγερση κεντροβαρικά» στην §4.4.2 «Εντολές του Υποστυλώματος».

14.3.2 Προσομοίωση τρύπας σε πλάκα



Σχήμα 14.2: *Μοντελοποίηση και όπλιση*

Περιγραφή διαδικασίας – παράδειγμα

- Εισαγωγή του μοντέλου με 2 τριέρειστες πλάκες και ενισχυμένες ζώνες (Λ5-Λ6, Λ7-Λ8).

  Η εισαγωγή των λοιπών κόμβων Λ7 και Λ8 είναι απαραίτητη για να κατανεμηθούν τα φορτία από την πλάκα Π2 μόνο στο συγκεκριμένο μήκος των δοκών Δ4 και Δ5 στο οποίο αυτή εδράζεται και όχι σε όλο τους το μήκος.



- Εντολή «Παραγωγές / Προσαρμογή δοκών».
- Εντολή της δοκού «Αποσύνδεση από πλάκα» =>Αποσύνδεση της Π1 από τις δοκούς 4.1 και 4.2.
- Επίλυση και όπλιση κτιρίου.

Παρατήρηση

Ο οπλισμός της ενισχυμένης ζώνης καλύπτει και τον απαιτούμενο οπλισμό που χρειάζεται το άκρο της τριέρειστης πλάκας Π1

14.4 Ξυλότυπος, αποτελέσματα και κανονισμοί

- **Μεταβλητά φορτία πλακών** ανάλογα με την χρήση του ορόφου. (Πίνακας 4.51).
- **Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις**.

  Βλ. «παραγωγές» - «Κατασκευή δυσμενών φορτίσεων» §5.1.3.2.
- **Τερματισμός οπλισμών ανοιγμάτων στις στηρίξεις.**

  Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.5
- **Γιατί δεν φαίνεται ο οπλισμός σε κάποια ανοίγματα συνεχούς δοκού;**

  Τι όπλιση κάνει το πρόγραμμα; Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.5.5
- **Πως υπολογίζεται το μήκος lc ενισχυμένου άκρου τοιχώματος (κρυφή κολώνα);**

  Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.8.4.3
- **Σεισμικός αρμός**. Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.4.2
- **Πώς βελτιώνω τη στρεπτική συμπεριφορά του κτιρίου**; Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.2
- **Έλεγχος φέρουσας ικανότητας θεμελίων και εκκεντρότητα.** Βλ. Ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.6.3**.**
- **Που υπεισέρχεται η κατάταξη του στατικού συστήματος;**

  Βλ. «Κτίριο» - «Συντελεστής q» §4.1.1.4.

  Βλ. «Επίλυση» - «Έλεγχος απαίτησης **Ικανοτικού σχεδιασμού**» §5.2.2 και ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.1.

Βλ. Τοπικές **επιδράσεις τοιχοπλήρωσης** στο «Υποστύλωμα» - «Σκυρόδεμα» - «Ύψος lcl ή lc για Ικανοτική τέμνουσα - Αντοχή φατνώματος τοιχοπλήρωσης» §4.4.1.4.

Βλ. επιδράσεις **τοιχοπλήρωσης** λόγω **μη κανονικότητας καθ' ύψος** στον «Όροφο» - «Αντισεισμικός» - «Μείωση διατμητικής αντοχής τοιχ/ρώσεων» §4.2.1.2 και ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.2.5.

Βλ. σχετικά με **περιβάλλουσες τεμνουσών** τοιχωμάτων §9.8.4.1.

- **Υπολογισμός βέλους σε μεταλλικά στοιχεία**. Βλ. Σχήμα 4.114.
- **Συνδυασμοί δράσεων**. Βλ. §7
- **Πότε και πώς λαμβάνονται υπόψη οι δράσεις ατελειών;**

  Βλ. ανάλυση στην §7.4.6 στις «Δράσεις» & εντολή «Παραγωγή» - «Υπολογισμός ατελειών χωρικού πλαισίου» (§5.1.3.15)

14.5 Θέματα προσομοίωσης

- **Ισοδύναμο πλαισιακό προσομοίωμα πυρήνα ανελκυστήρα**.

  Βλ. Σχήμα 4.86 και «Δοκός» - «Δεσμική» §4.6.1.3

- **Ελαστική έδραση πεδίλου και δοκοί προσομοίωσης.**

  Βλ. §4.6.1.1 και Σχήμα 4.92

- **Διαφραγματική λειτουργία σε κτίριο από σκυρόδεμα**. Βλ. §14.5.1
- **Διαφραγματική λειτουργία σε κτίριο σε χάλυβα**. Βλ. §14.5.2

14.5.1 Διαφραγματική λειτουργία σε κτίριο από σκυρόδεμα

Η διαφραγματική λειτουργία των ορόφων εξασφαλίζεται από την πλαισιακή λειτουργία των δοκών στο επίπεδο της κάτοψης (ροπές My). Ο ***συντελεστής διαφραγματικής λειτουργίας δοκών*** (προεπιλεγμένη τιμή: 10.000) πολλαπλασιάζει τις ροπές αδρανείας των πλακοδοκών Iy. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η δυσκαμψία του πλαισίου (διάφραγμα) ώστε να προσομοιωθεί το απαραμόρφωτο των πλακών.

$$I_{y,\Delta.\Lambda} = I_y \cdot 10.000$$

Βλ. παράμετρο «Κτίριο» - «Αντισεισμικός» - «Συντελεστές δυσκαμψίας»

(4.1.1.2).

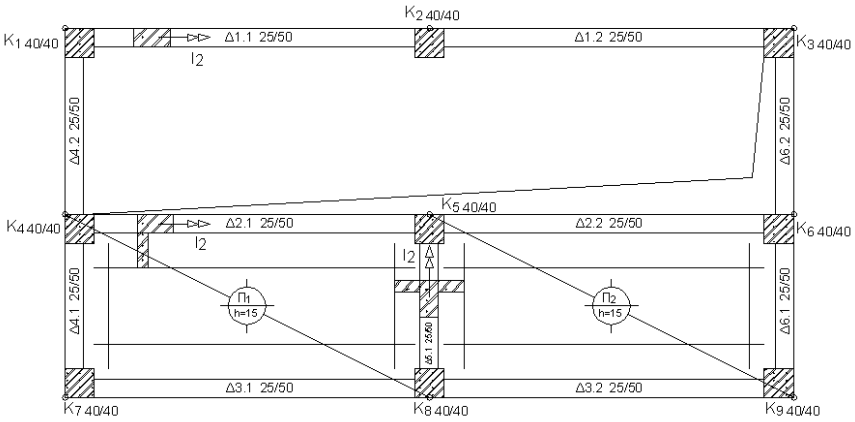
Η ροπή Iy (ή 2) εξαρτάται από το συνεργαζόμενο πλάτος δοκού (b_{eff}).




ή  Το «Συνεργαζόμενο πλάτος δοκών» (b_{eff}) υπολογίζεται αυτόματα στα πλαίσια της Εντολής «Παραγωγές» - «Προσαρμογή δοκών - πλακών» (§5.1.3.1), η οποία πρέπει να έπεται της εισαγωγής των πλακών. Διαφορετικά, αν γίνει - «Προσαρμογή δοκών - πλακών» πριν την εισαγωγή των πλακών, το πρόγραμμα μετατρέπει αυτόματα τις διατομές των δοκών από πλακοδοκούς σε ορθογωνικές.

Αν οι διατομές των δοκών είναι ορθογωνικές, δεν υπολογίζεται συνεργαζόμενο πλάτος δοκών και δεν υπάρχει διαφραγματική λειτουργία.

Το συνεργαζόμενο πλάτος των δοκών φαίνεται αν από τα διαφανή ενεργοποιηθεί η επιλογή «Στατικά-Εμφάνιση > Φτερό Δοκού».

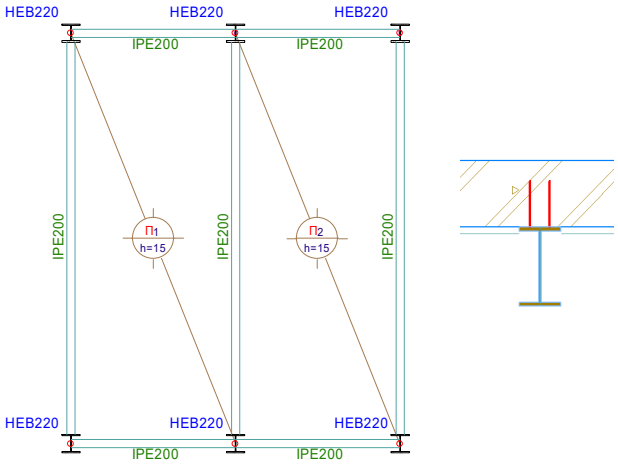


Σχήμα 14.3: *Φορέας χωρίς διαφραγματική λειτουργία σε όλη την κάτοψη λόγω μεγάλου ανοίγματος. Εμφάνιση φτερού δοκού για έλεγχο b_{eff}.*

14.5.2 Διαφραγματική λειτουργία σε κτίριο από Δομικό χάλυβα

14.5.2.1 Προϋποθέσεις διαφραγματικής λειτουργίας

Ύπαρξη ισχυρής διατμητικής σύνδεσης



Σχήμα 14.4: *Θεωρείται ότι εξασφαλίζεται η διαφραγματική λειτουργία σε περίπτωση πλάκας από σκυρόδεμα που συνδέεται με διατμητικούς ήλους με τις μεταλλικές δοκούς.*

Σε περίπτωση μεταλλικής δοκού που συνδέεται με πλάκα σκυροδέματος (βλ. σχήμα 13.4), το πρόγραμμα υπολογίζει με την εντολή των παραγωγών «Προσαρμογή δοκών - πλακών» το συνεργαζόμενο πλάτος b_{eff} της σύμμικτης δοκού :

$$b_{eff} = b_{eff1} + b_{eff2}$$

όπου:

b_{eff1} και b_{eff2} το αριστερό και δεξιό τμήμα του συνεργαζόμενου πλάτους

Με βάση το πλάτος b_{eff} το πρόγραμμα υπολογίζει την ροπή αδρανείας Iy της σύμμικτης δοκού:

$$Ip = \frac{1}{12} \cdot b_{eff}{}^{3} \cdot h_{\pi} \cdot \lambda$$

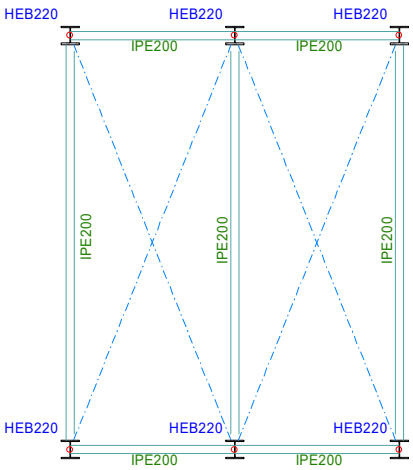
όπου:

$\mathbf{h_{\pi}}$ το μέσο πάχος των δύο πλακών (όταν υπάρχουν δύο πλάκες)

λ συντελεστής διαφραγματικής λειτουργίας δοκών. Βλ. «Κτίριο > Αντισεισμικός-> Συντελεστές δυσκαμψίας»

Όταν προβλέπεται πλάκα από σκυρόδεμα, αλλά δεν εισάγεται στο μοντέλο, η προσομοίωση της διαφραγματικής λειτουργίας είναι δυνατή με χρήση δοκών

προσομοίωσης διαφράγματος. Βλ. σχήμα 13.5 και «Δοκός» - «Διατομή» - «Είδος μέλους».



Σχήμα 14.5: *Μοντέλο με Δοκούς προσομοίωσης διαφράγματος αντί πλακών.*

Απουσία ισχυρής διατμητικής σύνδεσης.

Στην συνήθη περίπτωση μεταλλικών στεγάστρων, όπου οι αντιανέμιοι οριζόντιοι σύνδεσμοι διατάσσονται σε τμήμα μόνο της κάτοψης δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι εξασφαλίζουν ουσιαστική διαφραγματική λειτουργία.

Σε τέτοιες περιπτώσεις προτείνεται ως «Μέθοδος επίλυσης» η «Απλοποιημένη φασματική» ή η «Δυναμική με στρεπτικά ζεύγη», ενώ θα πρέπει, ακόμη, να επιλεγεί «Υπολογισμός πλασματικού άξονα» = Όχι. Βλ. «Κτίριο» - «Αντισεισμικός».

15

Βιβλιογραφία

15.1 Ελληνική

«FESPA 10 - ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΕΣ & PUSHOVER - Οδηγίες χρήσης», LH Λογισμική, 2010.

[ΒΑΓ105] **Βάγιας Ι., Ερμόπουλος Ι., Ιωαννίδης Γ,** «Σιδηρές Κατασκευές», Τόμος Ι, Κλειδάριθμος, 2005.

[ΒΑΓ103] **Βάγιας Ι.,** «Σιδηρές Κατασκευές», Κλειδάριθμος, 2003.

[ΠΕΝΕ95] **Γ. Πενέλη** και **Κ. Στυλιανίδη** και **Α. Κάππου** και **Χ. Ιγνατάκη**, «*Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα*», Θεσσαλονίκη, 1995.

[ΨΥΧΑ10] **Ιωάννη Ψυχάρη**, «Εφαρμογή Ευρωκωδίκων στο FESPA», 2010.

15.2 Αγγλική

[BOWL88] **Joseph E. Bowles,** "Foundation Analysis and Design" 4th Edition, McGraw-Hill, 1988.

[CONC95] "Concrete Structures Euro-Design Handbook 1994/96", Ernst & Sohn, Berlin, 1995.

[FARD09] **Michael N. Fardis**, «Seismic Design, Assesment and Retrofitng of Concrete Buildings», 2009.

[FRAN04] **R. Frank, C Bauduin, R. Driscoli, M. Kavvadas, N. Krebs Ovesen, T. Orr and B. Shuppene**r, «Designers' Guide to EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical Design - General Rules», 2004.

[MOSL07] **Bill Mosley, John Bungey and Ray Hulse,** «Reinforced Concrete Design to Eurocode 2», 2007.

[NARA05] **A.W. Beeby and R.S. Narayanan**, «Designers' Guide to EN 1992-1-1 and EN 1992-1-2 Eurocode 2: Design of Concrete Structures», 2005.

[PAUL92] **T. Paulay and M. J. N. Priestley,** «Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings», 1992.

[PENE97] **G. Penelis and A. Kappos,** «Earthquake-resistant concrete structures», 1997.

[SIMO75] **N.E.Simons, B.K.Menzies,** "*A short course in Foundation Engineering*", IPC Science and Technology Press, 1975.

A1

Θεωρητικά στοιχεία

1.1 Ελαστικός άξονας, πόλος στροφής κτιρίου

1.1.1 Γενικά

Η έννοια του πόλου στροφής των πατωμάτων των κτιρίων (κέντρου ελαστικής στροφής) ανάγεται στην εποχή του πρώτου αντισεισμικού κανονισμού του 1959 που στηριζόταν στη θεωρία του μονορώφου και οι υπολογισμοί γίνονταν σχεδόν πάντα με το χέρι [ΡΟΥΣ69]. Το κέντρο ελαστικής στροφής οριζόταν ως το σημείο που συγκέντρωνε την συνολική ακαμψία των κατακόρυφων στοιχείων, υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων, που βρίσκονταν σε διάφορες θέσεις της κάτοψης. Στα μονώροφα κτίρια, η μέθοδος λειτουργούσε με επιτυχία, καθώς η ακαμψία κάθε μέλους (τοιχώματος ή υποστυλώματος) δινόταν από απλές σχέσεις, χωρίς συντελεστές αλληλεπίδρασης ή συμβατότητας μεταξύ ορόφων. Σε περιπτώσεις πολυώροφων κτιρίων, η θεωρία αυτή απλά επεκτεινόταν, θεωρώντας τα ως μία σειρά από μονώροφα που βρίσκονταν το ένα πάνω στο άλλο, χωρίς όμως να λαμβάνεται υπόψη η συμβατότητα των μετακινήσεων μεταξύ των ορόφων. Φυσικά αυτή η μέθοδος μόνο προσεγγιστικά ανέλυε τους πιο σύνθετους πραγματικούς χωρικούς φορείς.

Οι σύγχρονες υπολογιστικές μέθοδοι δεν απαιτούν τον αναλυτικό καθορισμό του πόλου στροφής για να βρεθούν τα εντατικά μεγέθη κάθε δομικού στοιχείου. Παρ' όλα αυτά, για τα κριτήρια δυστρεψίας και κανονικότητας σε κάτοψη του ΕC8-1 §4.2.3.2 απαιτείται υπολογισμός του πόλου στροφής και των ακτίνων δυστρεψίας.

Στη γενική περίπτωση ενός πολυώροφου χωρικού φορέα, όπου η σεισμική συμπεριφορά της κάθε οριζόντιας στάθμης αλληλεπιδρά με την καθ' ύψος συμπεριφορά του συνολικού φορέα, απαιτείται ένας διευρυμένος ορισμός του πόλου στροφής. Ένας τέτοιος διευρυμένος ορισμός διατυπώθηκε από τους Κ. Αναστασιάδη και Τ. Μακάριο, στο [ΜΑΚΑ97α] και επεξηγήθηκε με παραδείγματα στο [ΜΑΚΑ97β], με την εισαγωγή της έννοιας του **πλασματικού ελαστικού άξονα** και του **πόλου στροφής**. Η μεθοδολογία της ανεύρεσης αυτού του πόλου στροφής περιγράφεται περιληπτικά πιο κάτω.

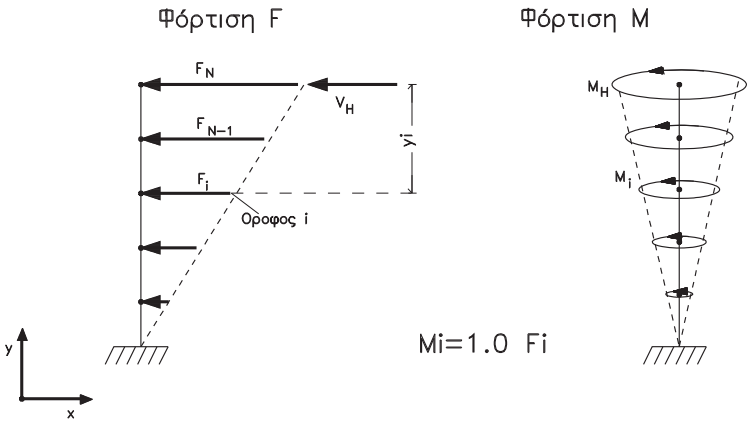
1.1.2 Προσδιορισμός του πλασματικού ελαστικού άξονα

Οι «μοναδιαίες» φορτίσεις F και M

Η «μοναδιαία» φόρτιση F αποτελείται από οριζόντιες δυνάμεις F_1, F_2, …, F_N που ασκούνται επί των οριζοντίων διαφραγμάτων – πατωμάτων και διέρχονται από το ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Οι δυνάμεις έχουν ανεστραμμένη τριγωνική κατανομή και οι τιμές τους δίνονται από τη σχέση

$$F_i = 10000 \cdot \frac{m_i \cdot z_i}{\sum_{j=1}^{N} m_j \cdot z_j} \quad \text{..... i, j = 1,2,…, N (αριθμός ορόφων)}$$

Η «μοναδιαία» φόρτιση M αποτελείται από τα στρεπτικά ζεύγη $M_i = +1.0 \cdot F_i$ τα οποία παράγονται από τις δυνάμεις F_i με μοναδιαίο μοχλοβραχίονα. Στο **Σχήμα A1. 1** φαίνονται οι φορτίσεις F και M.



Σχήμα A1. 1: *Οι μοναδιαίες φορτίσεις F και M.*

Υπολογισμός του πραγματικού ή πλασματικού άξονα

Για να υπολογίσουμε τις συντεταγμένες του πραγματικού ή πλασματικού ελαστικού άξονα, φορτίζουμε το κτίριο με τη φόρτιση M η οποία προκαλεί μετατοπίσεις και στροφές στο διάφραγμα y_i ίσες με $u_x(y_i)$, $u_z(y_i)$, $\theta_y(y_i)$

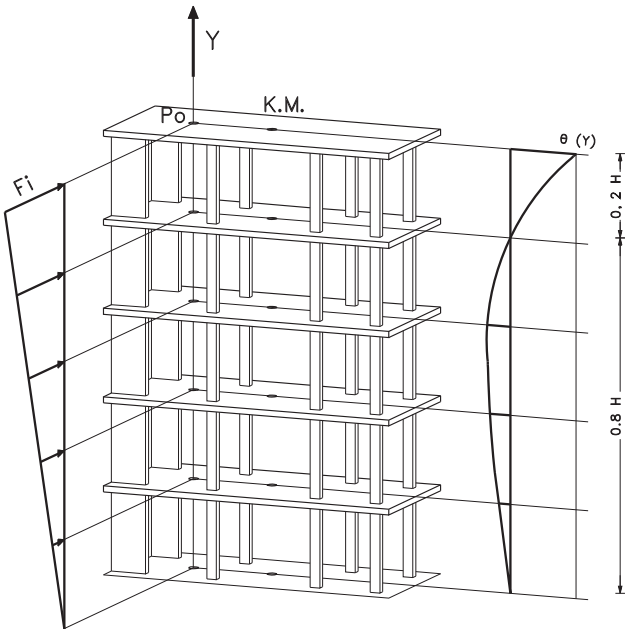
Οι συντεταγμένες του πλασματικού ή πραγματικού ελαστικού άξονα βρίσκονται από τις σχέσεις:

$$P_0\left\{x_p=\frac{-u_{zy}(y_i)}{\theta_{yy}(y_i)},z_p=\frac{-u_{yz}(y_i)}{\theta_{yy}(y_i)}\right\}$$

όπου $y_ι$ είναι το διάφραγμα που βρίσκεται πλησιέστερα στο υψόμετρο y_0=0.8·Η, με Η το ύψος του κτιρίου, όπως φαίνεται στο σχήμα Α1.2

Η στρέψη του κτιρίου θεωρείται βέλτιστη όταν ο μέσος τετραγωνικός των γωνιών στροφής $\theta^2 = (\theta_1^2+\theta_2^2+\ldots+\theta_N^2) / N$ των πατωμάτων είναι ελάχιστος. Από διερεύνηση μιας σειράς κανονικών μικτών συστημάτων προέκυψε ότι το εύρος μεταβολής του y_0 κυμαίνεται από 0.75Η και 0.85Η. Έτσι, μέσα στα πλαίσια της ακρίβειας της ισοδύναμης στατικής μεθόδου μπορεί να θεωρηθεί οτι y_0=0.8Η. Η στρέψη λοιπόν του κτιρίου μπορεί να θεωρείται βέλτιστη όταν ο μηδενισμός της γωνίας στροφής των ορόφων γίνεται στη στάθμη y_o=0.8Η.

Αυτό το σημείο P_0 εξαρτάται μόνον από τις γεωμετρικές παραμέτρους του φορέα και είναι ανεξάρτητο από την οποιαδήποτε φόρτιση.

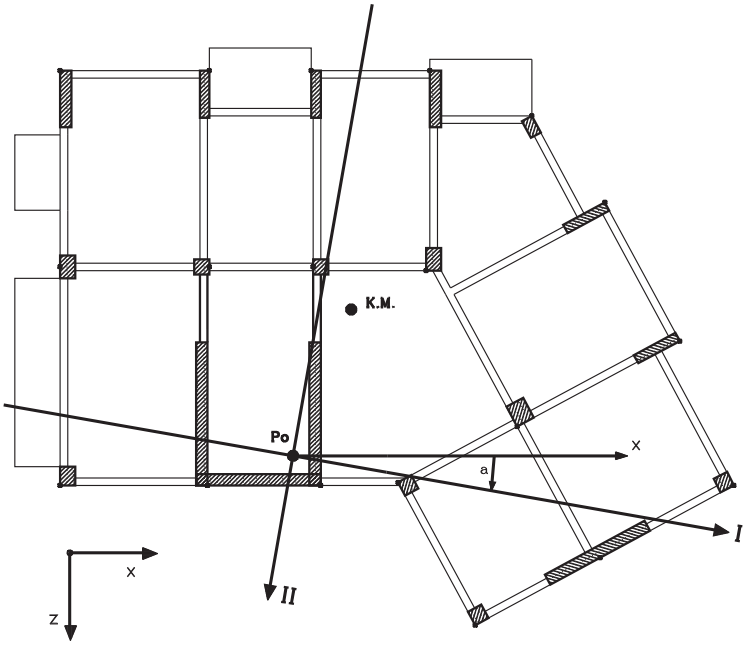


Σχήμα Α1.2: *Σεισμικά φορτία διερχόμενα από τον πλασματικό άξονα προκαλούν την ελάχιστη στρεπτική καταπόνηση του κτιρίου*

Υπολογισμός της γωνίας των κυρίων αξόνων

Στη συνέχεια εφαρμόζεται η φόρτιση F διαδοχικά μέσα στα κατακόρυφα επίπεδα X=Xp και Z=Zp και υπολογίζεται η μετακίνηση του συστήματος, η οποία αποτελεί αντίστοιχα τις καταστάσεις Ex και Ez. Αν είναι $u_{xx}(y_i)$, $u_{zx}(y_i)$ και $u_{xz}(y_i)$, $u_{zz}(y_i)$ και δεδομένου ότι $u_{xz} = u_{zx}$ λόγω της συνθήκης αμοιβαιότητας, οι μετατοπίσεις του σημείου Po στη στάθμη y_0=0.8H κατά τις καταστάσεις Ex και Ez, τότε η κύρια διεύθυνση I του κτιρίου καθορίζεται από την οξεία γωνία που προκύπτει από τη σχέση:

$$\tan 2a = \frac{2 \cdot u_{xz}(y_i)}{u_{xx}(y_i) - u_{zz}(y_i)}$$



Σχήμα Α1. 3: *Στροφή των κύριων αξόνων της κάτοψης ως προς το καθολικό σύστημα αξόνων XZ*

Υπολογισμός των ακτίνων δυστρεψίας ρ_I και ρ_{II}

Με γνωστή τη γωνία α των κυρίων αξόνων, υπολογίζονται οι κύριες καταστάσεις E_I, E_{II} και E_{III} από τις σχέσεις:

$$E_{\mathrm{I}} = +\frac{F_I}{10000} \cdot E_X \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha + \frac{F_I}{10000} \cdot E_Z \cdot \eta\mu\alpha$$

$$E_{II} = -\frac{F_{II}}{10000} \cdot E_X \cdot \eta\mu\alpha + \frac{F_{II}}{10000} \cdot E_Z \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha$$

που αντιστοιχούν σε φόρτιση συστήματος μέσα στα κύρια επίπεδα (I, III) και (II, III), όπου III ο κατακόρυφος κύριος άξονας.

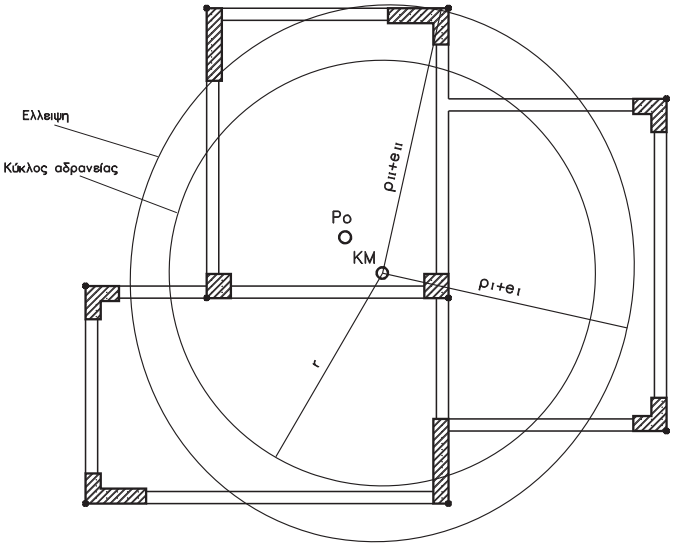
Οι καταστάσεις $E_{III,I}$ και $E_{III,II}$ αντιστοιχούν σε φόρτιση συστήματος με τα στρεπτικά ζεύγη $1 \cdot F_I$, $1 \cdot F_{II}$ και υπολογίζονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$E_{III,I} = \frac{F_I}{10000} \cdot E_Y \text{ ,} \quad \ldots\ldots\ldots\

Εφαρμογή στο Fespa

Σύμφωνα με τη μέθοδο, όπως περιγράφηκε πιο πάνω, ο προσδιορισμός του κέντρου στροφής είναι διαδικασία που απαιτεί μεγάλο όγκο αριθμητικών υπολογισμών, δεδομένου ότι απαιτεί τη στατική ανάλυση όλου του φορέα για τρεις φορτίσεις. Αυτή η μεθοδολογία έχει κατασκευαστεί και ενσωματωθεί στο Fespa, έτσι ώστε ο καθορισμός του πόλου στροφής του κτιρίου να αποτελεί μέρος της διαδικασίας επίλυσης του φορέα.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.4.9



Σχήμα Α1. 4: *Το κριτήριο στρεπτικής ευαισθησίας*

Κτίρια που διαθέτουν πραγματικό ή πλασματικό άξονα

Στον πιο κάτω πίνακα συνοψίζονται οι κατηγορίες των κτιρίων που διαθέτουν πραγματικό ή πλασματικό ελαστικό άξονα.

	Πραγματικός ελαστικός άξονας	***Πλασματικός ελαστικός άξονας***
Διαθέτουν	Κάθε είδους μονώροφα κτίρια με εξασφαλισμένη διαφραγματική λειτουργία. Ειδικές (και σπάνιες) κατηγορίες πολυώροφων κτιρίων.	Κάθε είδους μονώροφα και **πολυώροφα** κτίρια με εξασφαλισμένη διαφραγματική λειτουργία.

Δε διαθέτουν	Πολυώροφα κτίρια εν γένει.	Κτίρια που **δεν** έχουν εξασφαλισμένη και σαφή διαφραγματική λειτουργία.

Ιδιότητες πραγματικού και πλασματικού άξονα

Στον πιο κάτω πίνακα συνοψίζονται οι ιδιότητες τόσο του πραγματικού, όσο και του πλασματικού ελαστικού άξονα.

Πραγματικός ελαστικός άξονας	***Πλασματικός ελαστικός άξονας***
1. Η στατική απόκριση του συστήματος προκύπτει ως επαλληλία δύο καταστάσεων **καθαρής** κάμψης μέσα στα επίπεδα (I, III) και (II, III) και μίας κατάστασης **καθαρής** στρέψης γύρω από τον άξονα III.	1. Η στατική απόκριση του συστήματος προκύπτει ως επαλληλία δύο καταστάσεων **βέλτιστης** κάμψης μέσα στα επίπεδα (I, III) και (II, III) και μίας κατάστασης **βέλτιστης** στρέψης γύρω από τον άξονα III.
2. Τυχόν σύστημα οριζοντίων δυνάμεων F που περιέχει τον άξονα III, προκαλεί μεταφορά **χωρίς στροφή** των πατωμάτων (άξονας κάμψης). Η μεταφορά γίνεται κατά τη διεύθυνση των δυνάμεων, όταν αυτές έχουν τη διεύθυνση I ή II.	2. Τυχόν σύστημα οριζοντίων δυνάμεων F που περιέχει τον άξονα III, προκαλεί μεταφορά **με βέλτιστη στροφή** των πατωμάτων (άξονας **βέλτιστης** κάμψης). Η μεταφορά **στη στάθμη y_o=0.8H** γίνεται κατά τη διεύθυνση των δυνάμεων, όταν αυτές έχουν τη διεύθυνση I ή II.
3. Τυχόν σύστημα στρεπτικών ροπών M=1.0·F προκαλεί στροφή των πατωμάτων γύρω από τον άξονα III (άξονας συστροφής).	3. Τυχόν σύστημα στρεπτικών ροπών M=1.0·F προκαλεί στροφή με **βέλτιστη** μεταφορά των πατωμάτων γύρω από τον άξονα III (άξονας **βέλτιστης** συστροφής).

Από τις πιο πάνω ιδιότητες, είναι φανερό ότι όταν η οι σεισμικές δυνάμεις διέρχονται από τον πλασματικό ελαστικό άξονα, τότε οι στρέψεις των πατωμάτων του κτιρίου είναι οι «ελάχιστες» (βέλτιστη στρέψη συστήματος), ενώ καθώς αυξάνεται η απόσταση εφαρμογής των δυνάμεων από τον πλασματικό άξονα, τόσο αυξάνονται και οι στρέψεις των πατωμάτων.

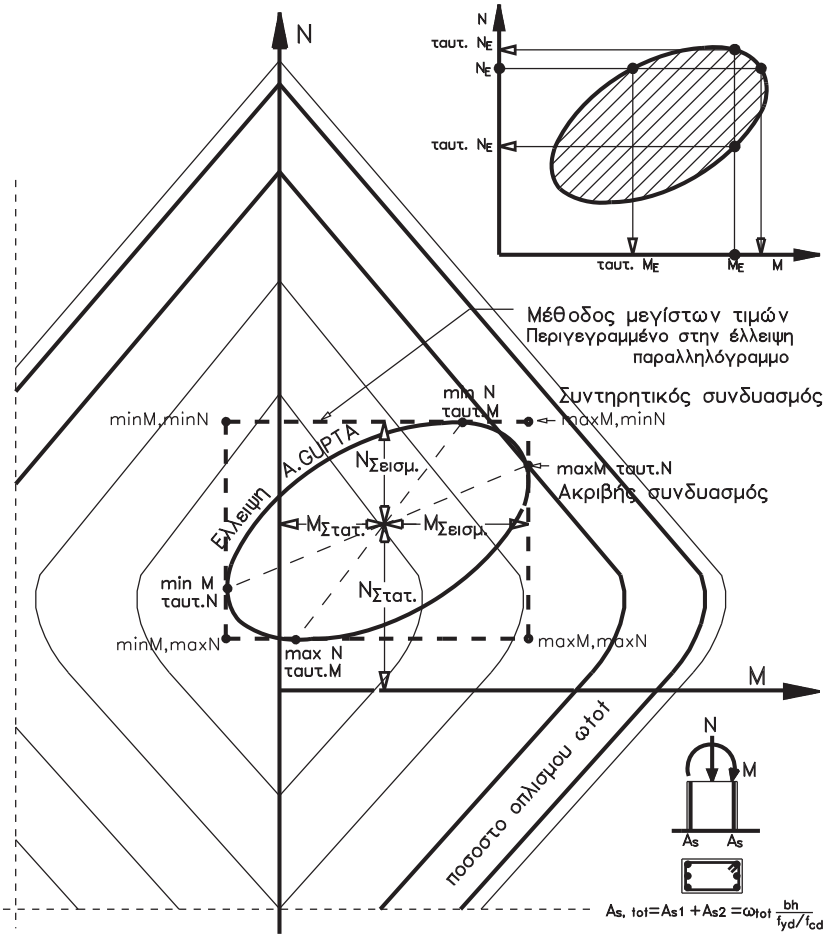
Επειδή μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι σεισμικές δυνάμεις προσάγονται στα κέντρα μάζας του συστήματος, η απόσταση του ελαστικού άξονα από το κέντρο μάζας, αποκτά κρίσιμη σημασία. Με άλλα λόγια, όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του κέντρου μάζας (Κ.Μ.) από το **ίχνος P_0** του ελαστικού άξονα σε κάθε πάτωμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η δομική εκκεντρότητα του συστήματος.

Είναι κρίσιμο λοιπόν θέμα για το μηχανικό η αναζήτηση της μεθόδου με την οποία θα ελαχιστοποιηθεί η απόσταση του κέντρου μάζας από τον πλασματικό άξονα.

1.2 Η μέθοδος υπολογισμού ταυτόχρονων τιμών

Για τον υπολογισμό των πιθανών ταυτόχρονων μεγεθών της σεισμικής δράσης στον EC8-1 αντί της συντηρητικής εκτίμησης που δίδει η τετραγωνική επαλληλία επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται ακριβέστερα προσομοιώματα. Βλ. EC8-1 §4.3.3.5.1(2)γ.

1.2.1 Η έλλειψη Gupta



Σχήμα A1. 5: Διαγράμματα αλληλεπιδράσεως για το συνδυασμό στατικών και σεισμικών φορτίων

Οι πιθανές ταυτόχρονες τιμές των εντατικών μεγεθών βρίσκονται, όπως απέδειξε ο A. Gupta [GUPT77], για την περίπτωση δύο μεγεθών (π.χ. ***M*** και ***N***), στο εσωτερικό ελλείψεως, όπως φαίνεται στο σχήμα Α1.5, ή στο εσωτερικό ελλειψοειδούς στο χώρο για τρία μεγέθη (**M_y**, **M_z**, **N**: διαξονική κάμψη υποστυλώματος), ή στο εσωτερικό ενός γενικότερου σχήματος υπερελλειψοειδούς, για περισσότερα μεγέθη (**M_{y1}, M_{z1}, M_{y2}, M_{z2}, N:** έλεγχος λυγισμού υποστυλώματος). Μετά από αυτά, είναι φανερό ότι είναι δυνατός ο προσδιορισμός των πιθανών ταυτόχρονων τιμών αυτών των μεγεθών, οπότε π.χ. η διαστασιολόγηση σε λοξή κάμψη υποστυλώματος απαιτεί τον έλεγχο έξι τριάδων, ως εξής:

1. **N_{max}**, $M_{y\tau\alpha\upsilon\tau}$, $M_{z\tau\alpha\upsilon\tau}$
2. **N_{min}**, $M_{y\tau\alpha\upsilon\tau}$, $M_{z\tau\alpha\upsilon\tau}$
3. $N_{\tau\alpha\upsilon\tau}$, **$M_{ymax}$**, $M_{z\tau\alpha\upsilon\tau}$
4. $N_{\tau\alpha\upsilon\tau}$, **$M_{ymin}$**, $M_{z\tau\alpha\upsilon\tau}$
5. $N_{\tau\alpha\upsilon\tau}$, $M_{y\tau\alpha\upsilon\tau}$, **$M_{zmax}$**
6. $N_{\tau\alpha\upsilon\tau}$, $M_{y\tau\alpha\upsilon\tau}$, **$M_{zmin}$**

Προσδιορισμός των ταυτοχρόνων μεγεθών

Για παράδειγμα, αν θέλουμε να προσδιορίσουμε την πρώτη από τις πιο πάνω τριάδες, όπως θα προκύψει από τη χωρική επαλληλία όπου τα μεγέθη είναι ασυσχέτιστα, τότε οι αντίστοιχες τιμές των εντατικών μεγεθών δίδονται από τις σχέσεις:

$$N_{\max} = +\sqrt{N_x^2 + N_y^2 + N_z^2}$$

$$M_{y,\tau\alpha\upsilon\tau} = \frac{N_x \cdot M_{y,x} + N_y \cdot M_{y,y} + N_z \cdot M_{y,z}}{N_{\max}}$$

$$M_{z,\tau\alpha\upsilon\tau} = \frac{N_x \cdot M_{z,x} + N_y \cdot M_{z,y} + N_z \cdot M_{z,z}}{N_{\max}}$$

Στη γενική περίπτωση της δυναμικής ανάλυσης, οπότε είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της ιδιομορφικής επαλληλίας για τον προσδιορισμό των ταυτοχρόνων μεγεθών, ακολουθείται η γενικότερη διαδικασία που περιγράφεται πιο κάτω.

Οι πιθανές ακραίες τιμές exA τυχόντος μεγέθους απόκρισης Α δίδονται από τη σχέση:

$$ex\,\mathrm{A} = \pm\sqrt{\sum_{\mathrm{i}}\sum_{\mathrm{j}}\left(\varepsilon_{\mathrm{ij}} \cdot A_i \cdot A_j\right)}$$

όπου A_i, A_j οι ιδιομορφικές τιμές του μεγέθους Α ενώ το ε_{ij} που δίνεται από τη σχέση

$$\varepsilon_{ij} = \frac{8 \cdot \zeta^2 \cdot (1+r) \cdot r^{3/2}}{10^4 \cdot (1-r^2)^2 + 4 \cdot \zeta^2 \cdot r \cdot (1+r)^2}$$

είναι ο συντελεστής συσχέτισης των ιδιομορφών i και j.

Η πιθανή ταυτόχρονη προς την exA τιμή B,A ενός άλλου μεγέθους απόκρισης Β δίνεται από τη σχέση:

$$B_{,A} = \frac{P_{AB}}{exA}$$

όπου

$$P_{AB} = P_{BA} = \sum_i \sum_j \varepsilon_{ij} (A_{i,x} \cdot B_{j,x} + A_{i,y} \cdot B_{j,y} + A_{i,z} \cdot B_{j,z})$$

είναι ο παράγων συσχέτισης των μεγεθών Α, Β και ($A_{i,x}$, $B_{j,x}$), ($A_{i,y}$, $B_{j,y}$), ($A_{i,z}$, $B_{j,z}$), i, j = 1, 2, …, N οι ιδιομορφικές τιμές των μεγεθών Α και Β για ανεξάρτητη σεισμική δράση κατά τις διευθύνσεις x, y, z αντίστοιχα.

Εφαρμογή στο Fespa

Το Fespa υπολογίζει, με τη μέθοδο των ταυτόχρονων τιμών, τα εντατικά μεγέθη που επενεργούν σε μια διατομή υποστυλώματος ή τοιχώματος.

Βλ. ερμηνεία αποτελεσμάτων §9.4.5

1.1 Βιβλιογραφία

1.1.1 Ελληνική

[ΑΝΑΣ92α] **Κ. Αναστασιάδη** και **Τ. Μακάριου,** «*Δυναμικές εκκεντρότητες σε μεικτά πολυώροφα συστήματα*», 1ο Ελληνικό συνέδριο αντισεισμικής μηχανικής και τεχνικής σεισμολογίας, τόμ. Α, σελ. 427-436, Αθήνα 1992**.**

[ΑΝΑΣ92β] **Κ. Αναστασιάδη** και **Τ. Μακάριου** και **Ε. Μητσοπούλου,** «*Σύγκριση ψευδοστατικού και δυναμικού φασματικού υπολογισμού σε έκκεντρα πολυώροφα κτίρια*», 1ο Ελληνικό συνέδριο αντισεισμικής μηχανικής και τεχνικής σεισμολογίας, τόμ. Α, σελ. 437-446, Αθήνα 1992**.**

[ΜΑΚΑ97α] **Τ. Μακάριος, Κ. Αναστασιάδης,** «*Πραγματικός και Πλασματικός Ελαστικός Άξονας Πολυώροφων Κτιρίων: Θεωρία*», Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, Ι, τεύχ.1-2, 1997.

[ΜΑΚΑ97β] **Τ. Μακάριος, Κ. Αναστασιάδης,** «*Πραγματικός και Πλασματικός Ελαστικός Άξονας Πολυώροφων Κτιρίων: Εφαρμογή*», Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, Ι, τεύχ.3, 1997.

[ΡΟΥΣ69] **Α. Ρουσόπουλου**, «*Αντισεισμικαί κατασκευαί*», εκδόσεις Τ.Ε.Ε. 1969.

1.3 Αγγλική

[ANAS98] **K. Anastassiadis, A. Athanatopoulou, T. Makarios,** "*Equivalent Static Eccentricities in the Simplified Methods of Seismic Analysis of Buildings*", Earthquake Spectra, Volume 14, No. 1, February 1998, pp 1-36.

[GUPT77] **A. K. Gupta** and **M. P. Singh**, *«Design of column sections subjected to three components of earthquake»*, Nuclear Engineering and Design, Vol. 41, pp. 129-133, 1977.

[GUPT90] **A. K. Gupta**, *«Response Spectrum Method in Seismic Analysis and Design of Structures»*, Blackwell Scientific Publications Cambridge MA, 1993