

Fespa R

For Windows

Προσθήκη ορόφου και ενισχύσεις σε υφιστάμενη κατασκευή

Αποτίμηση

της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου στη νέα κατάσταση σύμφωνα με
τον ΚΑΝ.ΕΠΕ 2012



Αθήνα, Δεκέμβριος 2012

Version 1.0.9

Πίνακας περιεχομένων

1	Στατικό παράδειγμα αποτίμησης κτιρίου	3
1.1	Εισαγωγή.....	3
1.2	Ο φορέας του παραδείγματος	3
2	Μεθοδολογία	6
2.1	Τα βήματα της διαδικασίας.....	6
2.2	Εισαγωγή φορέα στο Fespa – Εισαγωγή υφιστάμενων οπλισμών (Βήματα 1 & 2).....	7
2.2.1	Εισαγωγή οπλισμών στην υφιστάμενη κατασκευή	7
2.2.2	Τροποποίηση υφιστάμενων οπλισμών.....	7
2.2.3	Οπλισμός πλακών.....	8
2.2.4	Υποστυλώματα	8
2.3	Απεικόνιση και εποπτεία οπλισμών	8
2.4	Καθορισμός παραμέτρων χαρακτηρισμού μελών (Βήμα 3).....	10
2.5	Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) (Βήμα 4)	10
2.6	Αντοχές υφιστάμενων υλικών (Βήμα 4)	11
2.7	Στάθμη επιτελεστικότητας (Βήμα 5)	11
2.8	Επίλυση (Βήμα 6).....	12
3	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων.....	13
3.1	Υποστυλώματα. Εξεταζόμενη στάθμη SD	13
3.2	Επιλογή τρόπου ενίσχυσης (Βήμα 8).....	15
3.2.1	Ενισχύσεις έναντι κάμψης.....	15
3.2.2	Ενισχύσεις έναντι διάτμησης	17
3.3	Επίλυση με τα ενισχυόμενα μέλη και αξιολόγηση (Βήμα 9).....	18

1

Στατικό παράδειγμα αποτίμησης κτιρίου

1.1 Εισαγωγή

Στις επόμενες σελίδες πραγματοποιείται η διαδικασία ελέγχου φέρουσας ικανότητας μίας υφιστάμενης κατασκευής.

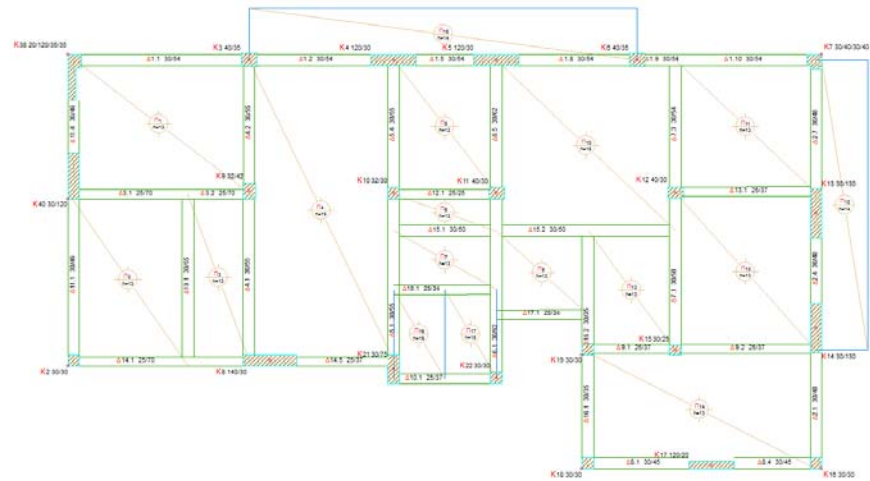
Απαιτούμενα προγράμματα:

Τα κλειδιά που απαιτούνται για την παραπάνω διαδικασία είναι:

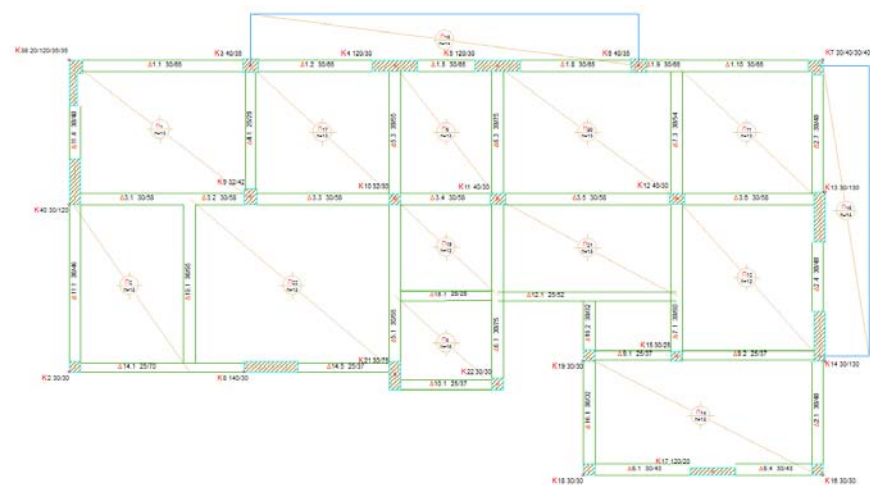
- Ευρωκώδικες, Static Pushover Analysis au/a1, Static Pushover Analysis ADRS, Οπλισμοί άκρων υποστυλωμάτων, Οπλισμοί άκρων δοκών.

1.2 Ο φορέας του παραδείγματος

Ο φορέας που θα περιγράψουμε φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Αποτελείται από ισόγειο και όροφο, η μελέτη είναι του 1962 και η άδεια κατασκευής αναφέρεται σε «Κατασκευή διωρόφου οικίας μετά προβλέψεως προσθήκης ενός εισέτι ορόφου». Η θεμελίωση έχει πραγματοποιηθεί με πέδιλα.



Εικόνα 1.1: Όροφος 0

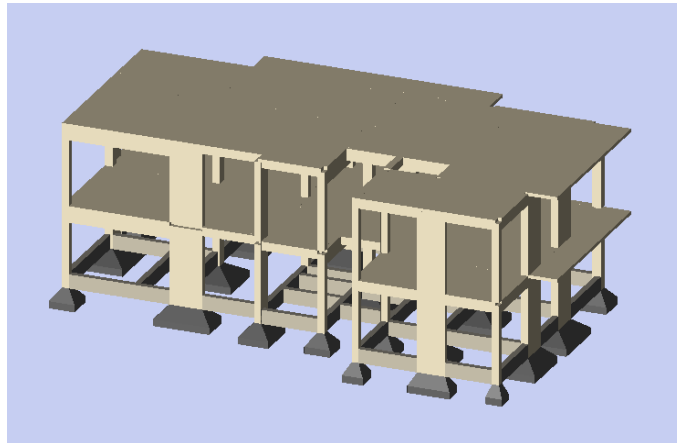


Εικόνα 1.2: Όροφος 1

Δεδομένα

- Κανονισμός σκυροδέματος: Παλαιός ('54)
- Αντισεισμικός κανονισμός: Παλαιός ('59)
- Σεισμικότητα 2, Σεισμικός συντελεστής $\varepsilon=0.08$

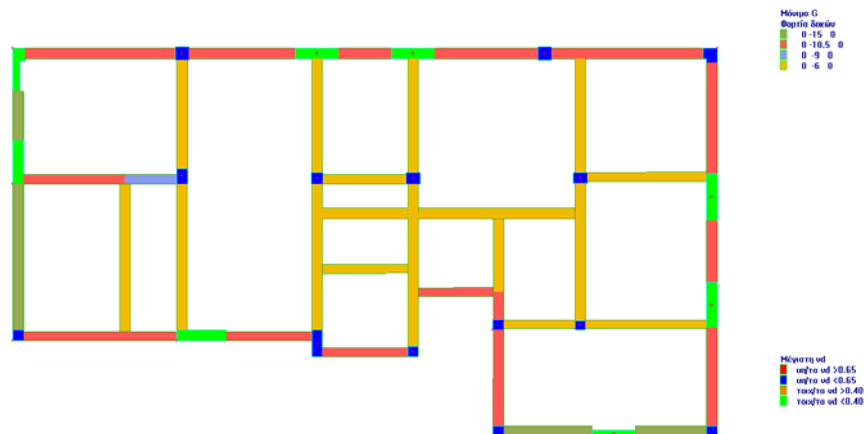
- Ποιότητα σκυροδέματος B160
- Ποιότητα χάλυβα οπλισμών StI
- Επιτρεπόμενη τάση εδάφους: 16 tn/m²



Εικόνα 1.3: Τρισδιάστατη απεικόνιση κτιρίου

Φορτία

Τα φορτία της υφιστάμενης κατασκευής εισήχθησαν σύμφωνα με το τεύχος επίλυσης της μελέτης. Ενδεικτικά ακολουθεί η εικόνα των φορτίων του ισογείου (Βλ. **Εικόνα 1.4**).



Εικόνα 1.4: Φορτία ισογείου

2

Μεθοδολογία

2.1 Τα βήματα της διαδικασίας

1. Εισαγωγή στο Fespa του **προσομοιώματος** της κατασκευής.
2. **Εισαγωγή** των υφιστάμενων **οπλισμών** στο μοντέλο που προέκυψαν με τον ισχύοντα κανονισμό κατά τον χρόνο κατασκευής και σημειώνονται στους διαθέσιμους ξυλότυπους της μελέτης.
3. Καθορισμός κάθε μέλους ως **υφιστάμενου, ενισχυόμενου ή νέου**.
4. Προσδιορισμός της **στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων** (ΣΑΔ) και των **μέσων τιμών** για τις αντοχές του σκυροδέματος και του χάλυβα.
5. Καθορισμός της **στάθμης επιτελεστικότητας** για την οποία θα γίνει ο έλεγχος καθώς και της σεισμικής απαίτησης που αντιστοιχεί σε αυτήν.
6. **Επιλύσεις** (κατασκευή καμπύλης ικανότητας, φάσμα απαίτησης, προσδιορισμός της στοχευόμενης μετακίνησης και υπολογισμός συντελεστών επάρκειας κάθε μέλους για κάθε εξεταζόμενη στάθμη επιτελεστικότητας).
7. **Αξιολόγηση** των αποτελεσμάτων για το κτίριο.
8. Εξετάζεται αν απαιτείται **ενίσχυση** κάποιων **μελών** ή καθορισμός κάποιων άλλων ως **δευτερευόντων**, ή **μείωση των απαιτήσεων** (όπως έχουν προσδιοριστεί στο βήμα 5) και για τα ενισχυόμενα μέλη επιλέγεται γεωμετρία και τύπος ενίσχυσης.
9. Επαναλαμβάνεται η διαδικασία της αποτίμησης, για υφιστάμενα και **ενισχυόμενα μέλη** και ελέγχεται αν οι **λόγοι επάρκειας** των μελών του κτιρίου προκύπτουν μικρότεροι της μονάδας.

2.2 Εισαγωγή φορέα στο Fespa – Εισαγωγή υφιστάμενων οπλισμών (Βήματα 1 & 2)

Σκοπός: Αφού δημιουργηθεί το γεωμετρικό και το φορτιστικό προσομοίωμα του κτιρίου στο Fespa, θα ακολουθήσει η εισαγωγή των υφιστάμενων οπλισμών των σχεδίων, που προέκυψαν με τους κανονισμούς της μελέτης και είναι αναγκαίοι για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του.

2.2.1 Εισαγωγή οπλισμών στην υφιστάμενη κατασκευή

Καθορίζονται οι **παράμετροι**:

- Κτίριο> Γενικά> Γενική περιγραφή εργασίας= Προσθήκες – Ενισχύσεις – Αποτίμηση
- Κτίριο> Γενικά> Στόχος μελέτης= Αποτίμηση Φ.Ι. με pushover
- Κτίριο> Φάσμα> Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας= 2
- Κτίριο> Φάσμα> Σπουδαιότητα κτιρίου= II (συνήθη κτίρια)
- Κτίριο> Φάσμα> Κατηγορία εδάφους= C

2.2.2 Τροποποίηση υφιστάμενων οπλισμών

Δοκοί



Με την εντολή «**Πάρε παραμέτρους άκρου**» της οντότητας «Δοκός», επιλέγουμε μία δοκό και το επιθυμητό άκρο αυτής και μεταβαίνουμε στην καρτέλα των παραμέτρων «Ράβδοι άκρου» όπου μπορεί κανείς να εισάγει αναλυτικά τι συνολικό οπλισμό, διαμήκη και εγκάρσιο, έχει το δεδομένο άκρο.



Τροποποιούμε όπου απαιτείται τους υπάρχοντες οπλισμούς και επιλέγουμε την εντολή «**Δώσε παραμέτρους άκρου**» της οντότητας «Δοκός».



Ομοίως, με τις εντολές «**Πάρε/Δώσε παραμέτρους ανοίγματος**» της οντότητας «Δοκός» μπορούν να εισαχθούν και να επεξεργαστούν οι οπλισμοί ανοίγματος των δοκών στην καρτέλα «Ράβδοι ανοίγματος» των παραμέτρων.



Υπενθυμίζεται ότι οι οπλισμοί δοκών που εισάγουμε γίνονται ορατοί:

- Είτε με τη χρήση του εικονιδίου «Λεπτομέρειες» της εργαλειοθήκης «Σχεδιαστικά»

- Είτε επιλέγοντας «Διαφανή/ Λεπτομέρειες 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 «Κτίριο> Σκυρόδεμα> Περιγραφή οπλισμού άκρου»).

2.2.3 Οπλισμός πλακών

Ο οπλισμός **ανά μέτρο πλάτους** της πλάκας, που συμμετέχει στον έλεγχο της δοκού έναντι κάμψεως, απεικονίζεται στην παράμετρο «Διατομή άνω οπλισμού εκτός συνδετήρα [cm²/m]» της καρτέλας «Δοκός> Ράβδοι άκρου» που ανοίγει με την εντολή «Πάρε παραμέτρους άκρου». Η προκύπτουσα τιμή οπλισμού στην παράμετρο αυτή αναλύεται στο 1^ο παράδειγμα αποτίμησης κτιρίου που προηγήθηκε (Βλ. § 3.3.2).

2.2.4 Υποστυλώματα



Επιλέγουμε «**Διατομή> Παραγωγή διατομής από υποστυλώμα**» για να δημιουργήσουμε την διατομή του υποστυλώματος, της οποίας οι οπλισμοί θα εισαχθούν σύμφωνα με τα υπάρχοντα σχέδια.



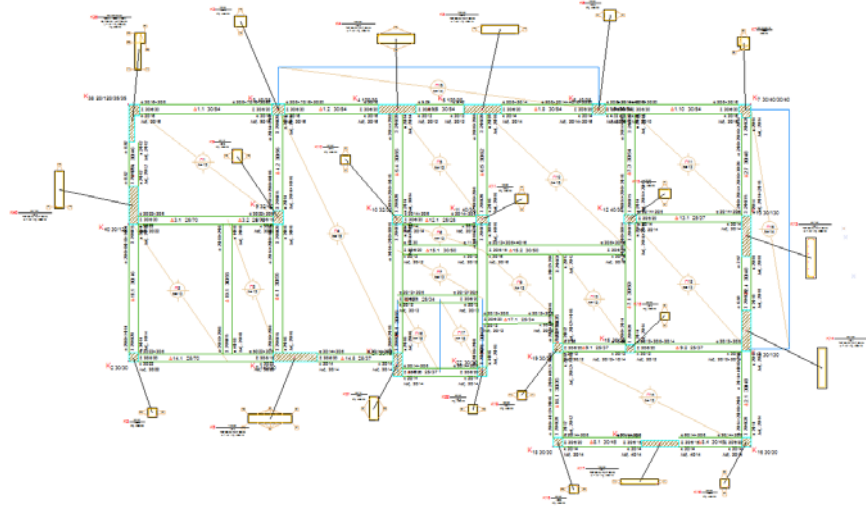
Οι διαμήκεις οπλισμοί (διάμετρος και θέση) εισάγονται επιλέγοντας «**Ράβδοι οπλισμού**», μέσω των εντολών «Πάρε/Δώσε παραμέτρους».

Οι συνδετήρες της διατομής του υποστυλώματος τροποποιούνται μέσω της καρτέλας «Υποστυλώμα> Συνδετήρες», με τη βοήθεια των εντολών «Πάρε/Δώσε παραμέτρους».

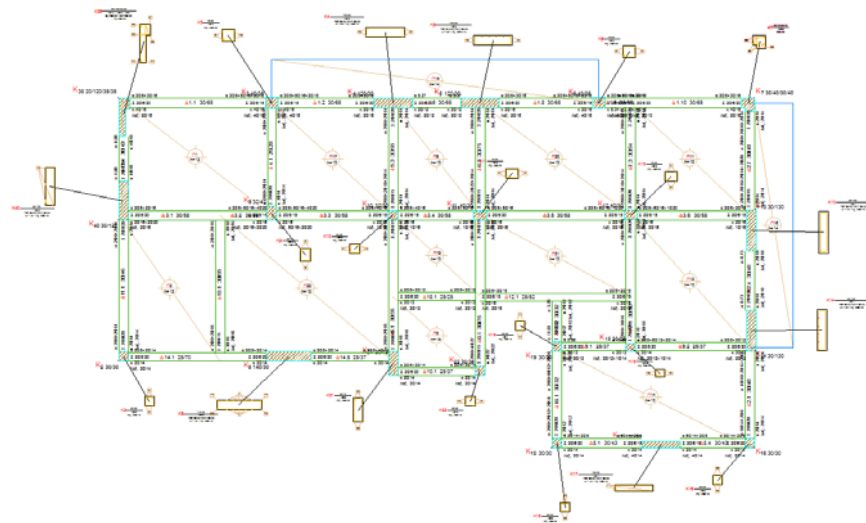
2.3 Απεικόνιση και εποπτεία οπλισμών

Σκοπός: Χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες εντολές και διαφανή, μπορούμε να έχουμε την εικόνα του τελικού οπλισμού γραμμικών μελών που θα θεωρηθεί από το πρόγραμμα ως υφιστάμενος.

Με τη χρήση του διαφανούς «Διαφανή/ Λεπτομέρειες Οπλισμών/ Οπλισμός διατομής άκρου δοκού» αναγράφεται στο σχέδιο ο οπλισμός στα άκρα κάθε μέλους, είτε με την μορφή ράβδων, είτε με τη μορφή As. Ο υφιστάμενος οπλισμός των σχεδίων της μελέτης που εισάγαμε στο Fespa φαίνεται στην **Εικόνα 2.1** και την **Εικόνα 2.2**.

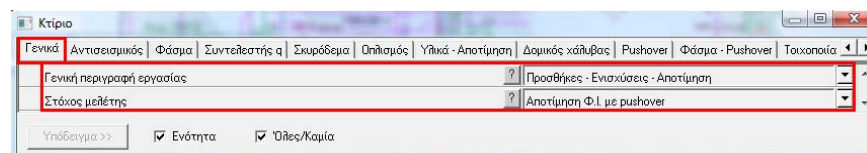


Εικόνα 2.1: Υφιστάμενοι οπλισμοί ορόφου 0

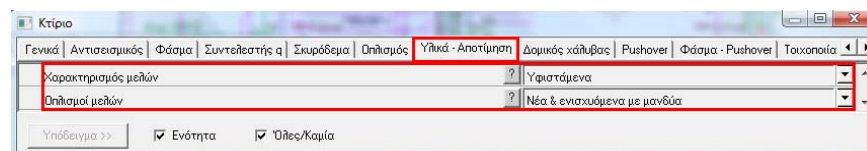


Εικόνα 2.2: Υφιστάμενοι οπλισμοί ορόφου 1

2.4 Καθορισμός παραμέτρων χαρακτηρισμού μελών (Βήμα 3)

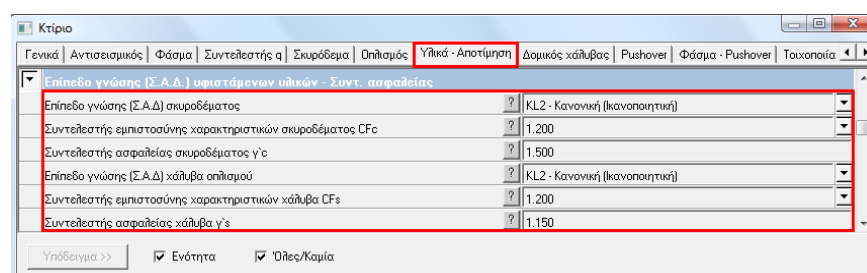


Εικόνα 2.3: Επιλέγουμε «Κτίριο» Γενικά» Γενική περιγραφή εργασίας= Προσθήκες-Ενισχύσεις-Αποτίμηση» και «Κτίριο» Γενικά» Στόχος μελέτης= Αποτίμηση Φ.Ι. με pushover» για να χαρακτηρίσουμε το είδος και τον σκοπό της μελέτης.



Εικόνα 2.4: Επιλέγουμε «Κτίριο» Υλικά-αποτίμηση» Χαρακτηρισμός μελών= Υφιστάμενα» και «Κτίριο» Υλικά-αποτίμηση» Οπλισμοί μελών= Μόνο νέα και ενισχυόμενα με μανδύα» ώστε σε περίπτωση διαστασιολόγησης να μην οπλίζονται εκ νέου τα υφιστάμενα μέλη.

2.5 Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ) (Βήμα 4)



Εικόνα 2.5: Επιλέγουμε «Κτίριο» Υλικά-Αποτίμηση» Επίπεδο γνώσης σκυροδέματος= KL2» και ομοίως για το επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) χάλυβα οπλισμού.

2.6 Αντοχές υφιστάμενων υλικών (Βήμα 4)

- Μέση αντοχή σκυροδέματος $f_{cm} = 16 \text{ MPa}$ όπως προκύπτει από επί τόπου δοκιμές
- Μέση αντοχή χάλυβα $f_{ym} = 275 \text{ MPa}$
- Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{ywm} = 275 \text{ MPa}$

Υφιστάμενο σκυρόδεμα % Οπλισμός		
Μέση αντοχή σκυροδέματος f_{cm} [MPa]	?	16.0
Μέση αντοχή χάλυβα f_{ym} [MPa]	?	275.0
Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενου οπλισμού $\varepsilon_{u,e}$ [%]	?	10.000
Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων f_{ywm} [MPa]	?	275.0

Υπόδειγμα >> ☒ Ενότητα ☒ Όλες/Χαμία

Εικόνα 2.6: Επιλέγουμε «Κτίριο» Υλικά-Αποτίμηση», ορίζουμε τις μέσες αντοχές σκυροδέματος και χάλυβα των υλικών και την οριακή παραμόρφωση του υφιστάμενου οπλισμού.

Παράμετροι Pushover

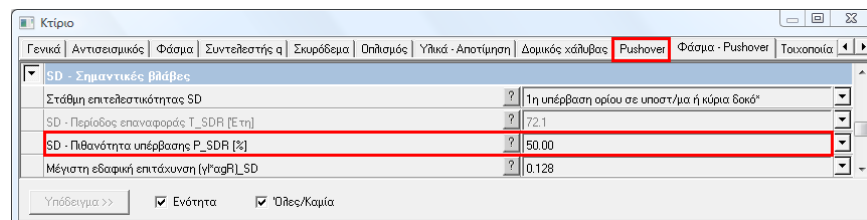
Επιλέγουμε «Κτίριο» Pushover» και τροποποιούμε κατάλληλα τις παραμέτρους (Βλ. παράδειγμα 1^ο, §3.4.8).

2.7 Στάθμη επιτελεστικότητας (Βήμα 5)

Σεισμική Απαίτηση

Μεταβαίνουμε στην καρτέλα «Κτίριο» Φάσμα- Pushover» για να επιλέξουμε τους στόχους της αποτίμησης. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.2 του αρχικού παραδείγματος αποτίμησης Φ.Ι. κτιρίου που περιλαμβάνει τους ανεκτούς στόχους αποτίμησης υφιστάμενων κτιρίων, και επειδή η σπουδαιότητα του κτιρίου είναι Σ2 (συνήθης) επιλέγουμε:

Στάθμη επιτελεστικότητας «Προστασία ζωής» (SD ή B) με πιθανότητα υπέρβασης **50%**.



Εικόνα 2.7: Επιλέγουμε «Κτίριο» Pushover» SD-Πιθανότητα υπέρβασης $P_SDR[\%] = 50\%$

2.8 Επίλυση (Βήμα 6)



Επιλέγουμε την εντολή «**Διαγράμματα P-K, Επίλυση Pushover**» της επίλυσης ώστε να υπολογιστούν τα διαγράμματα Ροπών-καμπυλοτήτων και ροπών-γωνιών στροφής χορδής όπως ορίζονται στον ΚΑΝ.ΕΠΕ και εν συνεχεία να πραγματοποιηθεί η μη γραμμική ανάλυση Pushover.

Από το τρισδιάστατο προσομοίωμα (3DV) επιλέγοντας τα εικονίδια «Pushover» και «Διάγραμμα Απαίτησης-Ικανότητας» δίνεται η καμπύλη αντίστασης του κτιρίου, δηλαδή η συμπεριφορά του υπό αυξανόμενη ένταση και η σεισμική απαίτηση για την επιλεγμένη στάθμη επιτελεστικότητας.

3

Αξιολόγηση αποτελεσμάτων (Βήμα 7)

Έλεγχος σφαλμάτων

Σκοπός: Τα αποτελέσματα της αποτίμησης Φ.Ι. με Pushover αξιολογούνται και συμπεραίνουμε ποια μέλη πρέπει να ενισχυθούν.

3.1 Υποστυλώματα. Εξεταζόμενη στάθμη SD

Λόγοι στατικής επάρκειας υποστυλωμάτων

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Υποστυλωμάτων

Μέλος	K/Δ	Ισλ. Λογός	Ισλ. Τέλος	ΙΣΘ Λογός	ΙΣΘ Τέλος	ΙΗΣ Λογός	ΙΗΣ Τέλος	Λ VRy	Λ VRz
K2(0)	KM	-	-	0.65	0.72	-	-	0.45	0.31
K2(1)	KM	-	-	0.78	0.78	-	-	0.35	0.30
K3(0)	KM	-	-	0.83	0.90	-	-	0.45	0.51
K3(1)	KM	-	-	0.73	0.84	-	-	0.30	0.39
K4(0)	KM	-	-	0.91	0.59	-	-	-	0.86
K4(1)	KM	-	-	0.57	0.65	-	-	-	0.23
K5(0)	KM	-	-	0.84	0.56	-	-	-	0.79
K5(1)	KM	-	-	0.54	0.68	-	-	-	0.32
K6(0)	KM	-	-	0.86	0.57	-	-	0.33	0.50
K6(1)	KM	-	-	0.58	0.83	-	-	0.19	0.38
K7(0)	KM	-	-	0.92	0.67	-	-	0.24	0.29
K7(1)	KM	-	-	0.78	0.80	-	-	0.25	0.24
K8(0)	KM	-	-	0.98	0.60	-	-	-	1.05
K8(1)	KM	-	-	0.58	0.35	-	-	-	0.25
K9(0)	KM	-	-	0.92	0.90	-	-	0.46	0.62
K9(1)	KM	-	-	0.67	0.81	-	-	0.46	0.47
K10(0)	KM	-	-	0.81	0.88	-	-	0.42	0.33
K10(1)	KM	-	-	0.84	0.69	-	-	0.42	0.29
K11(0)	KM	-	-	0.69	0.77	-	-	0.46	0.41
K11(1)	KM	-	-	0.86	0.72	-	-	0.44	0.34
K12(0)	KM	-	-	0.90	0.90	-	-	0.45	0.42
K12(1)	KM	-	-	0.85	0.75	-	-	0.40	0.38
K13(0)	KM	-	-	1.07	0.70	-	-	-	0.45
K13(1)	KM	-	-	0.41	0.62	-	-	-	0.11
K14(0)	KM	-	-	1.07	0.51	-	-	-	0.41
K14(1)	KM	-	-	0.42	0.59	-	-	-	0.10

Σημείωση: Ο λόγος επάρκειας έναντι διάτμησης υπολογίζεται στη στάθμη SD

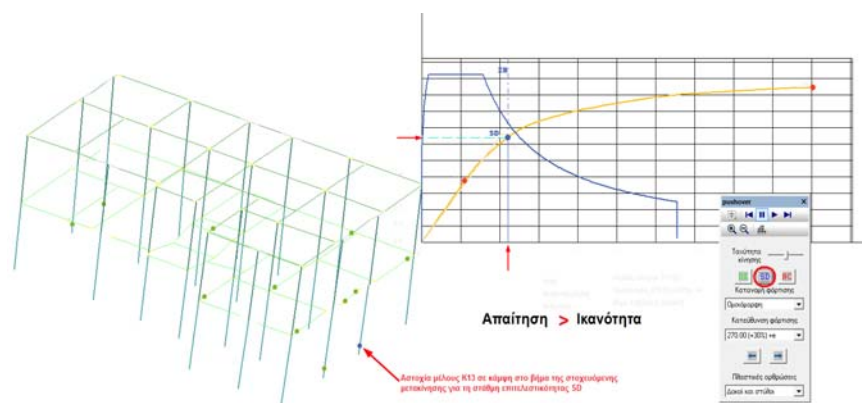
Εικόνα 3.1: Συγκεντρωτικοί λόγοι στατικής επάρκειας υποστυλωμάτων.

Μέγιστοι λόγοι στατικής επάρκειας υποστυλωμάτων

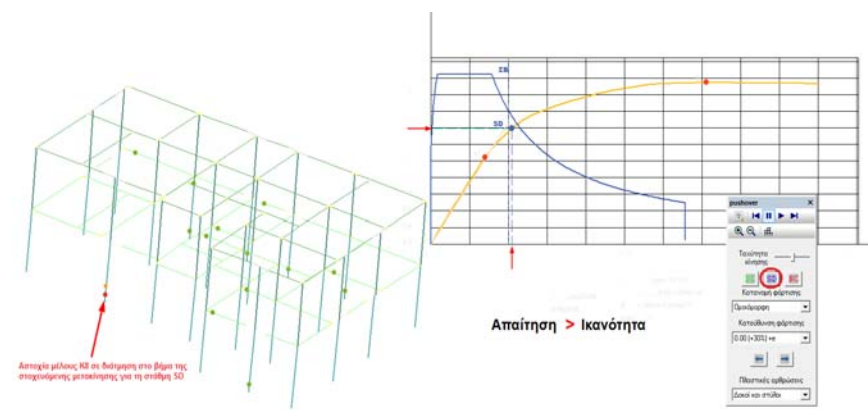
Μέγιστοι Λόγοι Επάρκειας- Έλεγχος Στροφής		
Στόλη/ Επιτελεστικότητα	Μέλος (I)	Λόγος Επάρκειας (I)
SD	K13(0)	1.07
Μέγιστοι Λόγοι Επάρκειας- Έλεγχος Διάτμησης		
Στόλη/ Επιτελεστικότητα	Μέλος (I)	Λόγος Επάρκειας (I)
SD	K8(0)	1.05

Εικόνα 3.2: Μέγιστοι λόγοι στατικής επάρκειας υποστυλωμάτων.

Κατά την αποτίμηση Φ.Ι με Pushover, προέκυψαν τρεις λόγοι επάρκειας υποστυλωμάτων μεγαλύτεροι της μονάδος σε μέλη που πρέπει να ενισχυθούν. Στην **Εικόνα 3.3** και την **Εικόνα 3.4** που ακολουθούν φαίνονται οι πλαστικές αρθρώσεις των μελών στο βήμα της στοχευόμενης μετακίνησης για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD και σημειώνονται τα μέλη εκείνα που έχουν εξαντλήσει την οριακή παραμόρφωση για τη στάθμη αυτή.



Εικόνα 3.3: Διάγραμμα απαίτησης – ικανότητας ADRS και εικόνα πλαστικών αρθρώσεων κτιρίου κατά την εξάντληση της στάθμης επιτελεστικότητας «Σημαντικών βλαβών» SD έναντι κάμψεως.



Εικόνα 3.4: Διάγραμμα απαίτησης – ικανότητας ADRS και εικόνα πλαστικών αρθρώσεων κτιρίου κατά την εξάντληση της στάθμης επιτελεστικότητας «Σημαντικών βλαβών» SD έναντι διάτμησης.

3.2 Επιλογή τρόπου ενίσχυσης (Βήμα 8)

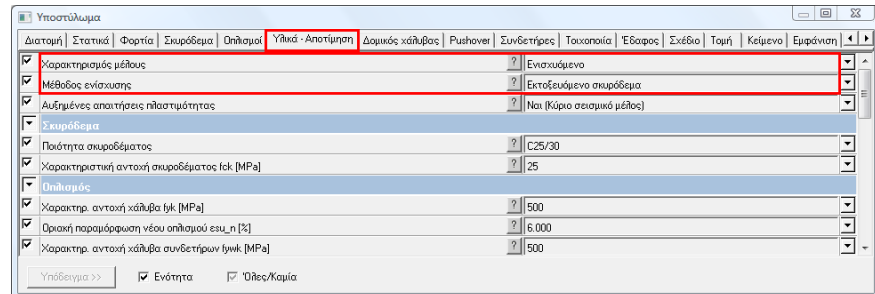
Σκοπός: Πραγματοποιείται η επιλογή του τύπου ενίσχυσης για τα μέλη που αστόχησαν έναντι κάμψης και έναντι διάτμησης.

3.2.1 Ενισχύσεις έναντι κάμψεως

Διατομή ενισχυόμενου μέλους

Στα υποστυλώματα K13 και K14 του ισογείου, που εμφάνισαν λόγο λ μεγαλύτερο της μονάδας, θα πραγματοποιηθεί **μανδύας εκτοξευόμενου σκυροδέματος**.

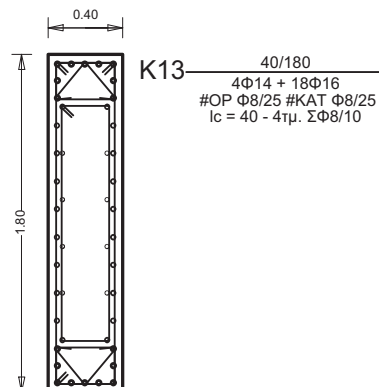
Τα μέλη που θα ενισχυθούν πρέπει να χαρακτηριστούν ως ενισχυόμενα από τις παραμέτρους του υποστυλώματος έτσι ώστε να παραλάβουν τις ορθές χαρακτηριστικές τιμές αντοχών που θα οριστούν για το νέο υλικό του μανδύα (Βλ. **Εικόνα 3.5**).



Εικόνα 3.5: Χαρακτηρισμός μέλους επιλέγοντας «Πάρε/Δώσε παραμέτρους» Υλικό-Αποτίμηση> Χαρακτηρισμός μέλους= Ενισχυόμενο» και «Μέθοδος ενίσχυσης= Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα».

Το τοιχείο θα ενισχυθεί με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα **C25/30** κατά 5cm κατά τη μικρή του διεύθυνση και κατά 25cm εκατέρωθεν της μεγάλης με σκοπό να δημιουργηθούν δύο «κρυφοκολώνες», οι οποίες και θα οπλιστούν κατάλληλα, εξασφαλίζοντας περισφιγξη στο μέλος.

Αρχικά παράγεται η νέα, αυξημένη διατομή του τοιχείου μέσω της εντολής «Διατομή> Παραγωγή διατομής από υποστύλωμα». Στη συνέχεια και αφού εισαχθεί στη νέα διατομή ο οπλισμός του υφιστάμενου τοιχείου, θεωρώντας ότι συμμετέχει στην ανάληψη της έντασης (προαιρετικά), ο μανδύας σκυροδέματος του τοιχείου οπλίζεται με **9Φ16** ως διαμήκη οπλισμό κάθε «κρυφοκολώνας» και **16Φ12** ως συνολικό οπλισμό κορμού. Η διατομή του ενισχυόμενου μέλους φαίνεται στην **Εικόνα 3.6**.



Εικόνα 3.6: Διατομή ενισχυόμενου μέλους K13

Για να εκτιμηθεί ο **οπλισμός του μανδύα** ενός ενισχυόμενου μέλους, μπορεί προαιρετικά να πραγματοποιηθεί μία επίλυση διαστασιολόγησης για να προκύψει ο απαιτούμενος οπλισμός, σύμφωνα με τον κανονισμό που έχει οριστεί και στη συνέχεια να κατανεμηθεί λαμβανομένου υπόψη τυχόν κατασκευαστικούς περιορισμούς. Είναι σημαντικό ωστόσο να έχει ζητηθεί στις παραμέτρους «Κτίριο» Υλικά Αποτίμηση» Οπλισμοί μελών= Νέα & Ενισχυόμενα με μανδύα» ώστε το πρόγραμμα να μην οπλίσει εκ νέου τα μέλη του κτιρίου που έχουν χαρακτηριστεί ως υφιστάμενα.

Διατομή	Στατική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμοί	Υλικά - Αποτίμηση	Δομικός χάλυβας	Pushover	Συνθετικές	Τοιχοποιία	Έδαφος	Σχέδιο	Ταμή	Κείμενο	Εμφάνιση
☒	Αρχή - Δυνατότητα πλαστικής άρθρωσης						?	Ναι						
☒	Τέλος - Δυνατότητα πλαστικής άρθρωσης						?	Ναι						
☒	Ολισθήση στην αγκύρωση ράβδων						?	Ναι						
☒	Ολισθήση στην αγκύρωση ράβδων αρχής						?	Ναι						
☒	Μήκος υπερέκλυσης lo [m]						?	1.00						
☒	Ολισθήση στην αγκύρωση ράβδων τέλους						?	Ναι						
☒	Εγκρίσεις οπλισμός - Περίσφιγξη						?	Ναι						
☒	Επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής						?	Ναι						

Υποδείγματα >> ☒ Ενότητα ☒ Όλες/Καμία

Εικόνα 3.7: Στα τοιχεία που θα ενισχυθούν με μανδύα εκτοξευόμενου σκυροδέματος λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της περίσφιγξης που με κατάλληλη όπλιση εξασφαλίστηκε τοπικά. Επιλέγουμε «Υποστυλώματα» Pushover» Επιρροή περίσφιγξης στα διαγράμματα αντοχής= Ναι».

Αντιγραφή διατομών

Αφού ολοκληρωθεί η όπλιση του ενισχυόμενου μέλους, μπορεί εύκολα να αντιγραφεί και σε άλλα μέλη με την εντολή «Παραγωγές» Αντιγραφή διατομής σε υποστυλώματα» ή με την εντολή «Εξυπνη αντιγραφή διατομής» όταν πρόκειται για υποστυλώματα ίδιας διατομής όπως είναι τα K13, K14.

Η διατομή ενισχυόμενου μέλους που έχει δημιουργηθεί αντιγράφεται και στο **οριζόντιο τοιχείο** ακαμψίας K8 του ισογείου, μέσω της παραπάνω εντολής αφού προηγουμένως μέσω των εντολών «Πάρε/Δώσε παραμέτρους» αλλάξει κατάλληλα η γεωμετρία του μέλους και χαρακτηριστεί και αυτό ως «Ενισχυόμενο».

3.2.2 Ενισχύσεις έναντι διάτμησης

Το τοιχείο K40 του ισογείου θα ενισχυθεί έναντι διάτμησης με ινοπλισμένα πολυμερή (FRP).

Εικόνα 3.8: Επιλέγουμε «Υποστυλώματα» Υλικά-Αποτίμηση» Μέθοδος ενίσχυσης= Ινοπλισμένα πολυμερή FRP». Ως συνολικό πάχος υλικού εισάγουμε 1mm.

3.3 Επίλυση με τα ενισχυόμενα μέλη και αξιολόγηση (Βήμα 9)



Επιλέγουμε την εντολή «**Διαγράμματα P-K, Επίλυση Pushover**» της επίλυσης ώστε να υπολογιστούν **εκ νέου** τα διαγράμματα **ροπών-γωνιών στροφής χορδής** υφιστάμενων και ενισχυόμενων μελών και εν συνεχεία να πραγματοποιηθεί η μη γραμμική ανάλυση Pushover.

Λόγοι στατικής επάρκειας μελών

Οι λόγοι επάρκειας λ για δοκούς και υποστυλώματα, για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD που μελετάται, προέκυψαν μεγαλύτεροι της μονάδας για όλα τα μέλη στο τεύχος επίλυσης (Βλ. **Εικόνα 3.9** και **Εικόνα 3.10**). Συνεπώς, δεν απαιτείται αλλαγή στις επιλεγμένες ενισχύσεις ή ενίσχυση κάποιου άλλου μέλους λόγω **ανακατανομής της έντασης**.

Μέγιστα Λόγων Επάρκειας, Έλεγχος Στροφής		
Στάθμη Επιτελεστικότητας	Μέλος (I)	Λόγος Επάρκειας (I)
SD	ΚΩΣ (I)	0.88
Μέγιστα Λόγων Επάρκειας, Έλεγχος Διάτμησης		
Στάθμη Επιτελεστικότητας	Μέλος (I)	Λόγος Επάρκειας (I)
SD	ΚΩΣ (I)	0.79

Εικόνα 3.9: Μέγιστοι λόγοι επάρκειας λ υποστυλωμάτων

Μέγιστα Λόγων Επάρκειας Έλεγχος Στροφών		
Στάθμη Επιτελεστικότητας	Μέλος [I]	Λόγος Επάρκειας [I]
SD	Δ11.4(R)	0.67
-	-	-
Μέγιστα Λόγων Επάρκειας Έλεγχος Διάτμησης		
Στάθμη Επιτελεστικότητας	Μέλος [I]	Λόγος Επάρκειας [I]
SD	Δ11.4(S)	0.78

Εικόνα 3.10: Μέγιστοι λόγοι επάρκειας λ δοκών

Συμπερασματικά, με τις επιλεγμένες ενισχύσεις το υφιστάμενο κτίριο ικανοποιεί τον έλεγχο επάρκειας για τη στάθμη επιτελεστικότητας «Σημαντικών βλαβών» SD, κάτι το οποίο συμπεραίνεται τόσο από τους λόγους επάρκειας στο τεύχος επίλυσης όσο και από το τρισδιάστατο προσομοίωμα (3DV) όπου στο βήμα της **στοχευόμενης μετακίνησης** για τη στάθμη SD κανένα μέλος και σε καμία περίπτωση φόρτισης δεν εμφανίζει πλαστική άρθρωση που να **εξαντλεί την οριακή παραμόρφωση** για αυτή τη στάθμη (δηλαδή $\theta < (\theta_y + \theta_u) / 2\gamma_{Rd}$).

Όταν πρέπει να πραγματοποιηθούν **ενισχύσεις** σε μία κατασκευή προτείνεται να ενισχύονται και μέλη που δεν αστόχησαν κατά την αποτίμηση φέρουσας ικανότητας, στοχεύοντας σε μία καλή συμπεριφορά του κτιρίου σε βάθος χρόνου και όχι απλώς στην οριακή βελτίωση των λόγων απαίτησης προς ικανότητα.