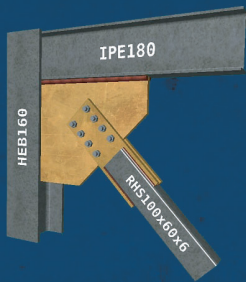


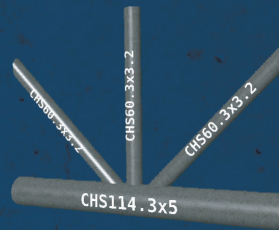
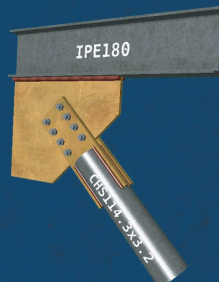
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ



Διαγώνιος
σύνδεσμος σε δοκό



Σύνδεση διαγώνιου συνδέσμου



Σύνδεση κοιλοδοκού

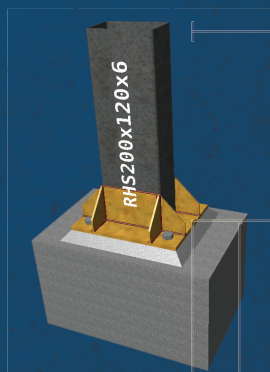
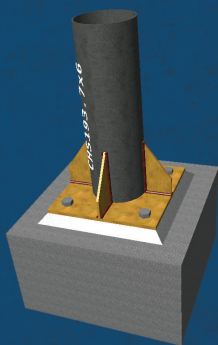


Αποκατάσταση συνέχειας δοκού



Αποκατάσταση συνέχειας
υποστυλώματος

Σύνδεση έδρασης κοιλοδοκών



160

εγχειρίδιο
χρήσης

FespaM

Σχεδιασμός κόμβων

Σχεδιασμός κόμβων μελών από δομικό χάλυβα σύμφωνα
με τον Ευρωκώδικα 3 (Μέρος 1.8)

Εγχειρίδιο χρήσης



Αθήνα, Νοέμβριος 2021

Version 3.0.32

Περιεχόμενα

1	Γενικά για το πρόγραμμα	5
1.1	Εισαγωγή	5
1.2	Χρήση του προγράμματος	7
1.3	Εκτύπωση αποτελεσμάτων	11
1.4	Εξαγωγή σχεδίου σε αρχείο.....	11
2	Σύνδεση ροπής.....	13
2.1	Μέθοδος υπολογισμού κατά EC3	13
2.2	Παράμετροι της σύνδεσης ροπής	16
2.3	Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση ροπής	22
2.4	Αντιμετώπιση προβλημάτων	39
3	Σύνδεση θεμελίου	43
3.1	Ορισμός της σύνδεσης	43
3.2	Παράμετροι	45
3.3	Ανάλυση αντοχής διατομών I και H (κρίσιμης φόρτισης)	58
3.4	Ανάλυση αντοχής διατομών RHS, SHS και CHS (κρίσιμης φόρτισης)	60
4	Σύνδεση τέμνουσας.....	62
4.1	Γενικά	62
4.2	Παράμετροι	63
4.3	Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση τέμνουσας	65
5	Σύνδεση διαγωνίου	73
5.1	Γενικά	73
5.2	Παράμετροι	75
5.3	Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση διαγωνίου	81

6	Αποκατάσταση συνέχειας	89
6.1	Γενικά	89
6.2	Παράμετροι	91
6.3	Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας δοκού.....	93
7	Σύνδεση κοιλοδοκών	97
7.1	Ορισμός της σύνδεσης.....	97
7.2	Παράμετροι	99
7.3	Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για τη σύνδεση	104
7.4	Αντιμετώπιση προβλημάτων	114
	Παράρτημα	115
	Παραδείγματα εφαρμογής.....	115
	Π.1 Σύνδεση ροπής δοκού - υποστυλώματος	115
	Π.2 Έλεγχος έδρασης υποστυλώματος σε πέδιλο.....	127
	Π.3 Σύνδεση τέμνουσας δοκού - υποστυλώματος.....	137
	Π.4 Σύνδεση δοκού με δοκό (κορφιάς)	141
	Π.5 Σύνδεση διαγωνίου	145
	Π.6 Σύνδεση κοιλοδοκού.....	148
	Π.7 Σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας	155

1

Γενικά για το πρόγραμμα

1.1 Εισαγωγή

Το πρόγραμμα χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των συνδέσεων μελών από δομικό χάλυβα. Εφαρμόζει τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 / EN 1993-1-8 : 2005 / Μέρος 1.8 : Σχεδιασμός κόμβων (Ελληνική έκδοση 4 Οκτωβρίου 2005).

Συνεργάζεται αμφίδρομα με το στατικό πρόγραμμα Fespa:

- αντλώντας από το αρχείο της μελέτης όλα τα αναγκαία στοιχεία για τον υπολογισμό (διαστάσεις μελών, εντατικά μεγέθη), και
- δημιουργώντας τα τεύχη υπολογισμών και τα σχέδια κάθε κόμβου.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και αυτόνομα, χρησιμοποιώντας τιμές γεωμετρικών χαρακτηριστικών που επιλέγει ο χρήστης.

Το πρόγραμμα επιλύει τους παρακάτω τύπους συνδέσεων:

Συνδέσεις ροπής

- την κοχλιωτή σύνδεση δοκού σε υποστύλωμα μέσω μετωπικής πλάκας,
- την κοχλιωτή σύνδεση δοκού με δοκό μέσω μετωπικής πλάκας,
- την σύνδεση έδρασης υποστυλώματος σε πέδιλο από οπλισμένο σκυρόδεμα, μέσω αγκυρίων.

Παρατήρηση

Στη σύνδεση ροπής, ελέγχεται και η στροφική δυσκαμψία του κόμβου.

Συνδέσεις τέμνουσας

- την κοχλιωτή σύνδεση δοκού στο πέλμα υποστυλώματος μέσω γωνιακών ελασμάτων,
- την κοχλιωτή σύνδεση δοκού στον κορμό υποστυλώματος μέσω γωνιακών ελασμάτων,
- την κοχλιωτή σύνδεση δοκού με δοκό μέσω γωνιακών ελασμάτων.

Σύνδεση διαγωνίου

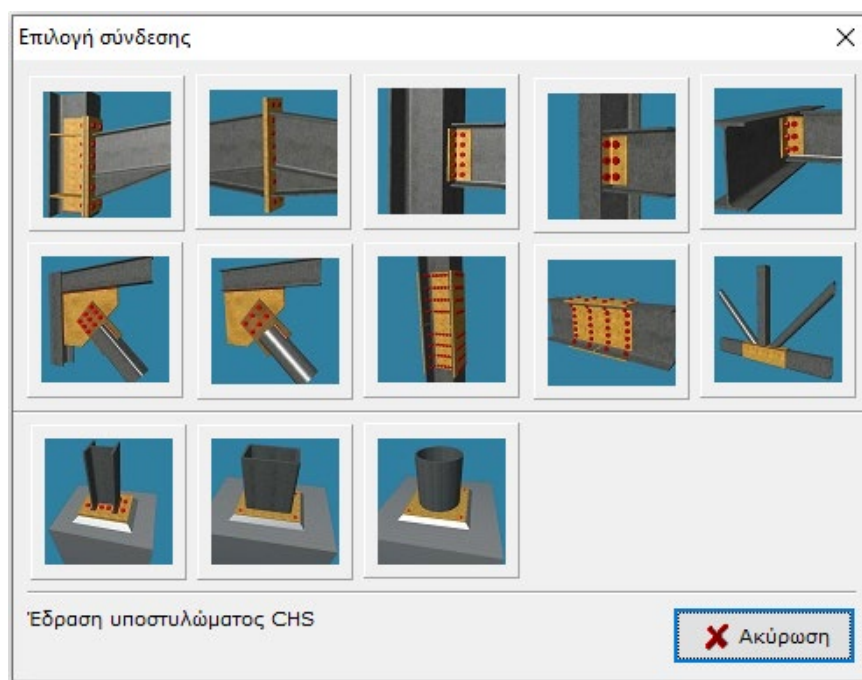
- την κοχλιωτή ή με συγκόλληση σύνδεση διαγωνίου μέλους,

Σύνδεση κοιλοδοκών

- την με συγκόλληση σύνδεση κοιλοδοκών δικτυώματος.

1.2 Χρήση του προγράμματος

1.2.1 Επιλογή τύπου σύνδεσης



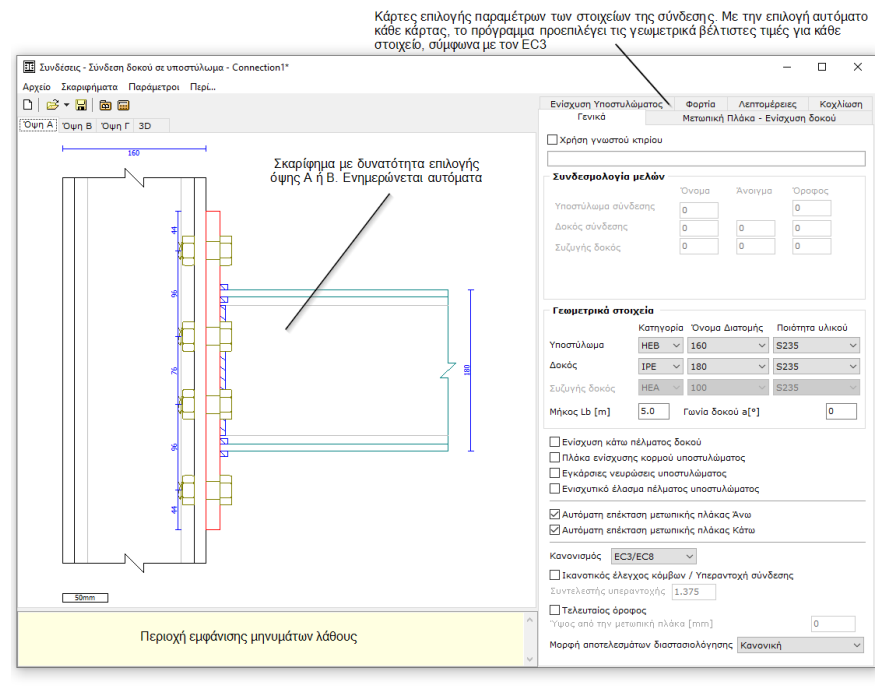
Εικόνα 1.1 Με την εντολή «Αρχείο > Επιλογή τύπου σύνδεσης» επιλέγεται ένας από τους διαθέσιμους τύπους σύνδεσης.

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται κατά σειρά οι εξής τύποι συνδέσεων :

- Σύνδεση δοκού με δοκό (Κεφάλαιο 2)
- Έδραση υποστυλώματος (Κεφάλαιο 3)
- Σύνδεση τέμνουσας δοκού με υποστύλωμα στο πέλμα (Κεφάλαιο 0)
- Σύνδεση τέμνουσας δοκού με υποστύλωμα στον κορμό (Κεφάλαιο 4)
- Σύνδεση τέμνουσας δοκού με δοκό (Κεφάλαιο 0)
- Σύνδεση διαγώνιου συνδέσμου (Κεφάλαιο 5)
- Αποκατάσταση συνέχειας δοκού και υποστυλώματος (Κεφάλαιο 6)

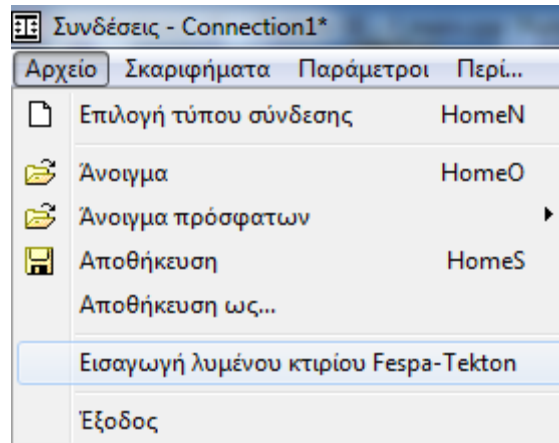
- Σύνδεση κοιλοδοκών (Κεφάλαιο 7)

1.2.2 Η βασική οθόνη του προγράμματος



Εικόνα 1.2 Το βασικό παράθυρο του προγράμματος. Δεξιά βρίσκονται οι κάρτες αλλαγής των **παραμέτρων** της σύνδεσης. Εδώ εισάγονται οι βασικές μορφολογικές παράμετροι της κοχλίωσης. Αν εξετάζεται **αρχείο μελέτης** που έχει ήδη επιλυθεί, εδώ επιλέγεται το όνομά του και τα μέλη που συνδέονται. Το **σκαρίφημα** που βρίσκεται αριστερά ενημερώνεται αυτόματα με κάθε αλλαγή των παραμέτρων.

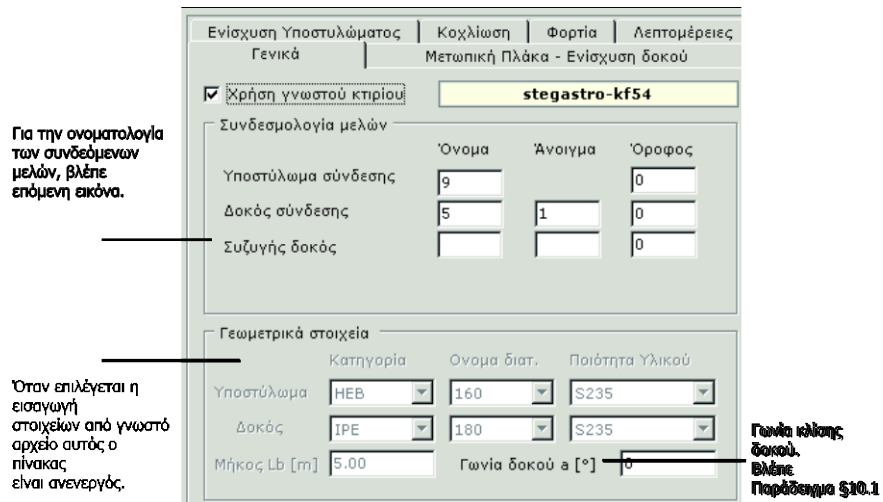
1.2.3 Υπολογισμός συνδέσεων με γνωστή φόρτιση (Με ανάγνωση από αρχείο \ μελέτης Fespa)



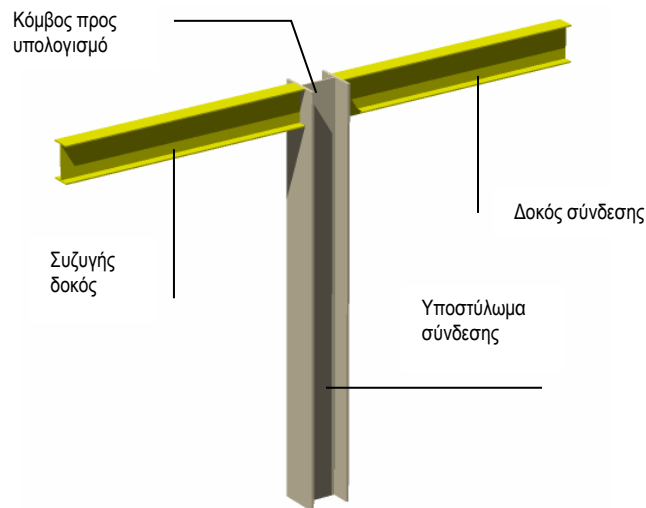
Εικόνα 1.3 Εισαγωγή δεδομένων από το Fespa.

Το πρόγραμμα αναγνωρίζει τις διατομές των μελών που συντρέχουν σε κάθε κόμβο, αλλά και τα εντατικά μεγέθη από όλους τους συνδυασμούς φορτίσεων.

Το εξαγόμενο είναι οι **λόγοι ικανότητας** (λόγοι εκμετάλλευσης αντοχής) της σύνδεσης, έναντι ροπής ($m_j = M_{sd} / M_{Rd}$), τέμνουσας ($v_j = V_{sd} / V_{Rd}$) και αξονικής ($n_j = N_{sd} / N_{Rd}$).



Εικόνα 1.4 Η επιλογή των μελών γίνεται με πληκτρολόγηση στις κατάλληλες θέσεις και χρήση του πλήκτρου [Tab]. Το πρόγραμμα ελέγχει τη συνδεσμολογία και σε περίπτωση λάθους εμφανίζει μήνυμα.



Εικόνα 1.5 Με τη «Χρήση γνωστού κτιρίου», ο χρήστης μπορεί να εξετάσει τη σύνδεση μεταξύ μελών του φορέα που συντρέχουν σε έναν κόμβο.

1.2.4 Υπολογισμός συνδέσεων χωρίς γνωστή φόρτιση

Στην περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να υπολογίσει τις αντοχές δεδομένου κόμβου, χωρίς γνώση των φορτίσεων, επιλέγει διατομές των συντρεχόντων μελών από τον παρακάτω πίνακα.

Τα εξαγόμενα είναι η **ροπή αντοχής** (M_{Rd}), **τέμνουσα αντοχής** (V_{Rd}) και **αξονική αντοχής** (N_{Rd}) της σύνδεσης.

Γεωμετρικά στοιχεία			
	Κατηγορία	Όνομα διατ.	Ποιότητα Υλικού
Δοκός	ΙΡΕ	220	S235
Υποστυλώμα	ΗΕΒ	300	S235

Εικόνα 1.6 Όταν δεν έχει επιλεγεί αρχείο μελέτης (tek), η επιλογή διατομών δοκού και υποστυλώματος γίνεται από το χρήστη.

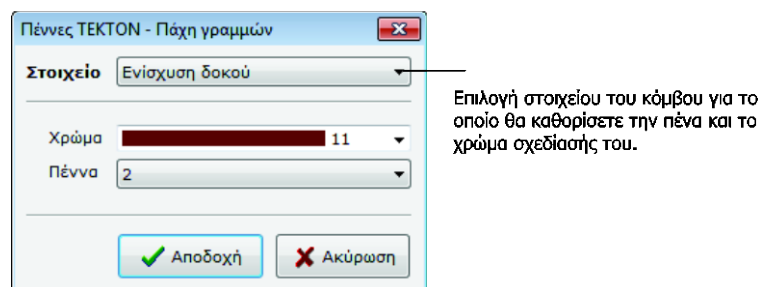
1.3 Εκτύπωση αποτελεσμάτων

Με την εντολή «Εμφάνιση αποτελεσμάτων στο Τεύχος» καταχωρούνται στο πρόγραμμα παρουσίασης και εκτύπωσης αποτελεσμάτων τα δεδομένα, σκαριφήματα και αποτελέσματα κάθε σύνδεσης.

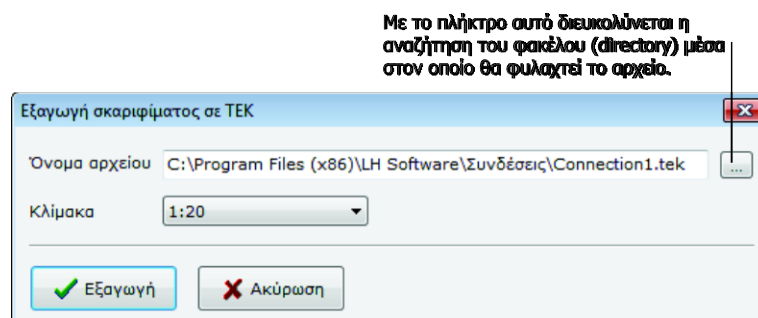
Από εκεί μπορούν να εκτυπωθούν όλα ή επιλεκτικά (με χρήση των «φίλτρων»).

1.4 Εξαγωγή σχεδίου σε αρχείο

Το πρόγραμμα έχει δυνατότητα εξαγωγής αρχείου tek, προκειμένου να γίνει περαιτέρω επεξεργασία και σχεδίαση μέσω του Fespa. Το παραγόμενο αρχείο αποτελείται από δύο «ορόφους»: στον έναν εμφανίζεται η πλάγια όψη («Όψη Α») και στον άλλο η πρόσθια όψη («Όψη Β»). Στη σύνδεση βάσης υποστυλώματος, όψη Β είναι η κάτοψη της σύνδεσης.



Εικόνα 1.7 Καθορισμός πέννας και χρώματος για καθένα από τα στοιχεία του κόμβου (δοκός, υποστύλωμα, κοχλίες, κλπ). Αν δεν παρέμβει ο χρήστης, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί τις προεπιλεγμένες τιμές.



Εικόνα 1.8 Επιλογή ονόματος αρχείου (tek) για αποθήκευση του σχεδίου.

2

Σύνδεση ροπής

2.1 Μέθοδος υπολογισμού κατά EC3

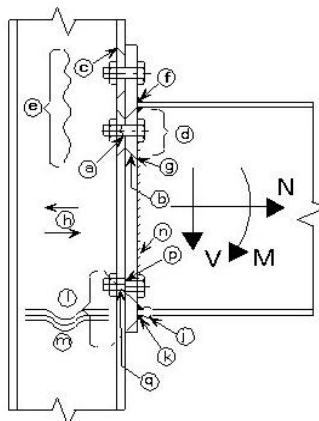
2.1.1 Η μέθοδος των συστατικών μερών

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3, ο κόμβος εξετάζεται ως ενιαίο σύνολο το οποίο απαρτίζεται από επιμέρους **συστατικά μέρη**. Ο υπολογισμός της συνολικής αντοχής του γίνεται βάσει πλαστικής ανάλυσης όλων των στοιχείων που απαρτίζουν τον κόμβο. Βλέπε .

Πιο συγκεκριμένα, η συνολική ροπή αντοχής M_{Rd} του κόμβου προκύπτει ως το άθροισμα των διαθέσιμων δυνάμεων F_{ti} κάθε σειράς κοχλιών επί την απόσταση d_i του καθενός από το κέντρο θλίψης, δηλαδή

$$M_{Rd} = \sum F_{ti} \cdot d_i.$$

Το πρόγραμμα υπολογίζει και εκτυπώνει τις διαθέσιμες δυνάμεις κάθε σειράς κοχλιών, επισημαίνοντας την κρίσιμη.



Σχήμα 2.1 Σύνδεση ροπής δοκού-υποστυλώματος με μετωπική πλάκα. Για αρνητική τιμή ροπής, κέντρο θλίψης του κόμβου είναι το κάτω πέλμα της δοκού (θέση j). Τα σημεία a έως q είναι οι θέσεις των ελέγχων.

Πίνακας 2.1 Ελεγχόμενα στοιχεία για διάφορους τύπους έντασης

Ένταση	Θέση	Ελεγχόμενο συστατικό	Αντιστοιχία Συμβολισμών πίνακες «Επίλυση σύνδεσης» των στους «Επίλυση»
Εφελκυστική ή ορθή δύναμη	a	Εφελκυσμός κοχλιών	$2Bt, R_d$
	b	Κάμψη μετωπικής πλάκας	F_t, t, e_p
	c	Κάμψη πέλματος στύλου	F_t, t, f_c
	d	Εφελκυσμός κορμού δοκού	F_t, t, w_b
	e	Εφελκυσμός κορμού στύλου	F_t, t, w_c
	f	Συγκόλληση πέλματος δοκού σε μετωπική πλάκα	$\sigma_w < \sigma_{wRd}$
Οριζόντια διατμητική δύναμη	h	Διάτμηση κορμού στύλου	F_t, v, w_p

Θλιπτική ορθή δύναμη	j	Θλίψη πέλματος και κορμού δοκού	F_{t,c,fb}
	l	Θλίψη κορμού στύλου	F_{t,c,wc}
Κατακόρυφη διατμητική δύναμη	n	Συγκόλληση κορμού δοκού σε μετωπική πλάκα	TW < TW_{Rd}
	p	Διάτμηση κοχλιών	F_v, Rd
	q	Αντοχή άντυνας	F_b, Rd

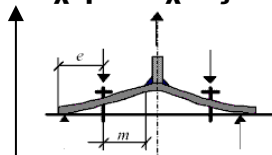
2.1.2 Υπολογισμός μετωπικής πλάκας, κοχλιών

2.1.2.1 Η μέθοδος των «Βραχέων T»

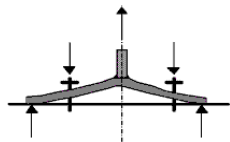
Ειδικά για τους ελέγχους αντοχής της μετωπικής πλάκας σε κάμψη και του πέλματος υποστυλώματος σε κάμψη εφαρμόζεται η μέθοδος των «Βραχέων T» και ελέγχονται όλες οι πιθανές μορφές / μηχανισμοί αστοχίας (modes 1, 2, 3).

Οι πιθανές μορφές αστοχίας ενός Βραχέως T είναι οι ακόλουθες:

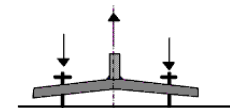
Ασθενής πλάκα Ισχυροί κοχλίες



Μορφή 1: Πλήρης διαρροή μετωπικής
πλάκας
 $F_t = 4M_{pl} / m$



Μορφή 2: Αστοχία κοχλιών και διαρροή
μετωπικής πλάκας
 $F_t = (2M_{pl} + e \cdot \Sigma B t_{Rd}) / (m + e)$



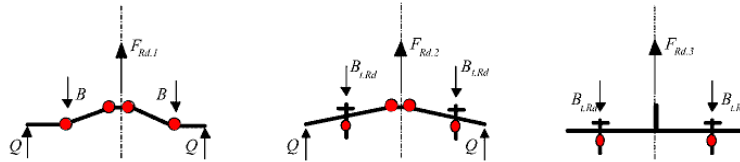
Μορφή 3: Αστοχία κοχλιών – ψαθυρή
αστοχία
 $F_t = \Sigma B t_{Rd}$

Ισχυρή πλάκα Ασθενείς κοχλίες

Όπου:

$$M_{pl} = I_{eff} \cdot t^2 \cdot f_y / 4\gamma_{M0} \quad (t: \text{πάχος μετωπικής πλάκας})$$

Bt_{Rd} = εφελκυστική αντοχή κοχλιών



Σχήμα 2.2 Θέσεις των πλαστικών αρθρώσεων στις τρεις μορφές αστοχίας.

Πλάστιμα συστατικά:

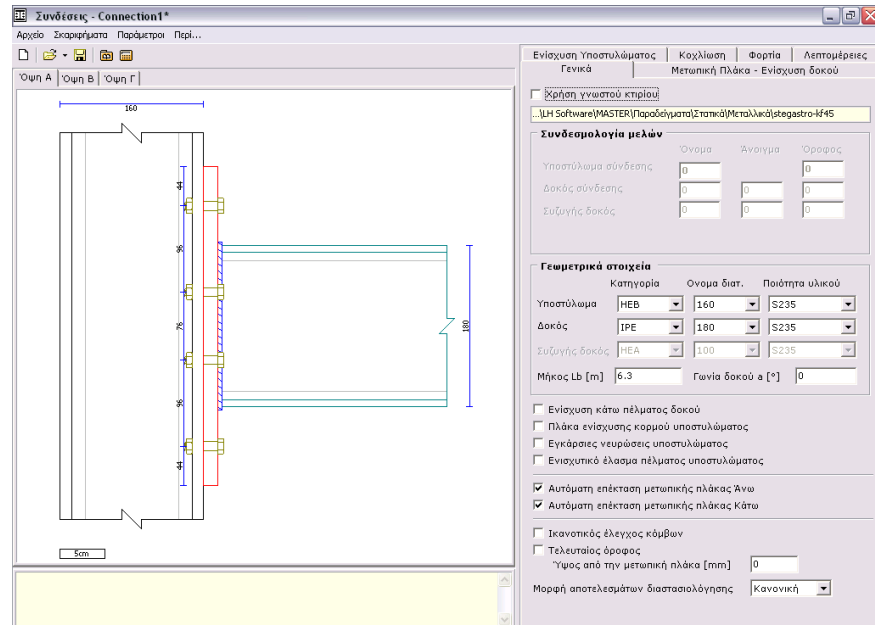
- Μετωπική πλάκα σε κάμψη
- Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση
- Κορμός δοκού σε εφελκυσμό

Ψαθυρά συστατικά:

- Κοχλίες σε διάτμηση και εφελκυσμό
- Συγκολλήσεις

2.2 Παράμετροι της σύνδεσης ροπής

Τα συστατικά μέρη που συνθέτουν τον κόμβο βρίσκονται στις κατάλληλες καρτέλες και έχουν προεπιλεγμένες τις γεωμετρικά βέλτιστες τιμές (π.χ. οι κοχλίες τοποθετούνται πάνω στη γραμμή ήλωσης του πέλματος).



Εικόνα 2.1 Αρχική κάρτα για τον ορισμό της σύνδεσης ροπής.

Η αυτόματη αρχική διαστασιολόγηση που κάνει το πρόγραμμα, δεν είναι απαραίτητα επαρκής για κάθε περίπτωση φόρτισης. Είναι όμως μια καλή αφετηρία, όσον αφορά τη γεωμετρία του κόμβου.

Ο παρακάτω πίνακας επιλογών είναι σημαντικός διότι τροποποιεί με αυτόματο τρόπο τη μορφή του κόμβου (όπως αρχικά προκύπτει από τα μέλη και την επιβαλλόμενη από αυτά κοχλίωση) και έτσι διευκολύνει τη διαστασιολόγηση του.

Για την κατάλληλη χρήση αυτών των επιλογών, δείτε την §2.4 «Αντιμετώπιση προβλημάτων».

☒ Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού
☐ Πλάκα ενίσχυσης κορμού υποστυλώματος
☐ Εγκάρσιες νευρώσεις υποστυλώματος
☒ Ενισχυτικό έλασμα πέλματος υποστυλώματος

☐ Αυτόματη επέκταση μετωπικής πλάκας Άνω
☒ Αυτόματη επέκταση μετωπικής πλάκας Κάτω

☐ Ικανοτικός έλεγχος κόμβων
☒ Τελευταίος όροφος
 Ύψος από την μετωπική πλάκα

Εικόνα 2.2 Από την κάρτα «Γενικά», ο χρήστης επιλέγει τα βασικά χαρακτηριστικά για τη διαμόρφωση ενίσχυσης του κόμβου (π.χ. αν θα τοποθετηθεί ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού ή ενισχυτικό έλασμα υποστυλώματος). Με κάθε αλλαγή, το σκαρίφημα ενημερώνεται άμεσα. Αυτές οι μέθοδοι ενίσχυσης αφορούν μόνο τη σύνδεση ροπής.

Με την επιλογή «**Ικανοτικός έλεγχος κόμβων**», το πρόγραμμα ελέγχει τη σύνδεση έτσι ώστε να αντέχει ροπή τουλάχιστον ίση με το $1.20 \cdot M_{pi}$ της δοκού (ΕΑΚ2000, Παράρτημα Γ, §Γ3 «Συνδέσεις»). Επίσης, σε περίπτωση ύπαρξης συζυγούς δοκού, η τιμή του συντελεστή β προκύπτει ίση με 2.00. Αυτή είναι μια πολύ δυσμενής απαίτηση.

Στην περίπτωση που εξετάζεται η σύνδεση του τελευταίου ορόφου του κτιρίου, θα πρέπει επίσης να οριστεί η απόσταση (σε mm) της μετωπικής πλάκας από το άνω άκρο του υποστυλώματος. Η συνέχεια του υποστυλώματος προς ανώτερο όροφο, εκτός από τη σχεδίαση, χρησιμοποιείται και στον υπολογισμό των διαστάσεων του βραχέως T.

Τροποποίηση παραμέτρων από τον χρήστη

Όπου η επιλογή «Αυτόματος υπολογισμός» είναι ανενεργή, ο χρήστης έχει δυνατότητα τροποποίησης των αντίστοιχων παραμέτρων. Σε περίπτωση **ανεπάρκειας του κόμβου**, κάποιοι αυτοματισμοί θα πρέπει οπωσδήποτε να απενεργοποιούνται, προκειμένου να ορίζει ο χρήστης νέες παραμέτρους (π.χ. μεγαλύτερο πάχος μετωπικής πλάκας από το προεπιλεγμένο).

Προτάσεις για τη **βέλτιστη μέθοδο ενίσχυσης** του κόμβου δίνονται στην §2.4 «Αντιμετώπιση προβλημάτων».

2.2.1 Κοχλίες – Αγκύρια

Προτάσεις βελτίωσης από §2.4.4(2), §2.4.4(3)§2.4.5(2), §2.4.5(3)

Γενικά | Μετωπική Πλάκα - Ενίσχυση δοκού

Ενίσχυση Υποστυλώματος | Κοχλίωση | Φορτία | Λεπτομέρειες

☒ Αυτόματος υπολογισμός

☐ Βέλτιστη απόσταση κοχλιών

☒ Δεδομένος αριθμός εσωτερικών σειρών 1 (2..2)

Διάμετρος [mm] M20

Ποιότητα 8.8

Γραμμές κοχλιών 4

☐ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα

w [mm] 82.0

e [mm] 39.0

Απόσταση	mm
e1	44.0
p1	96.0
p2	76.0
p3	96.0
e1n	44.0

Κοχλίας	M20	D (mm)	20	Ανοχή (mm)	2.00
Ποιότητα	8.8	Fy (Mpa)	640	Fu (Mpa)	800
		Asol (mm ²)	314.00	Asnet (mm ²)	245.00
m (mm)	16.0	k (mm)	13	t (mm)	4.0

Διαθέσιμο εύρος
πλήθους
εσωτερικών
σειρών κοχλιών

Εικόνα 2.3 Συνήθως χρειάζεται αλλαγή διαμέτρου, ποιότητας ή απόστασης κοχλιών w . Με «δεδομένο αριθμό εσωτερικών σειρών», το πρόγραμμα τοποθετεί τις επιθυμητές σειρές μέσα στον κορμό της δοκού. Κοχλίες M36x3 και άνω είναι αγκύρια.

2.2.2 Μετωπική πλάκα

Προτάσεις βελτίωσης από §2.4.5(1), §2.4.5(2)

Διαστάσεις μετωπικής πλάκας

☒ [Αυτόματος υπολογισμός τιμών]

Ύψος [mm]	Πλάτος [mm]	Πάχος [mm]	Υλικό
536.00	300.00	17.00	S235

Μήκος επέκτασης μετωπικής πλάκας άνω 15.00 [mm]

Μήκος επέκτασης μετωπικής πλάκας κάτω 116.00 [mm]

Πάχος συγκόλλησης κορμού $a_w = 5.00$ [mm]

Πάχος συγκόλλησης πέλματος $a_f = 8.00$ [mm]

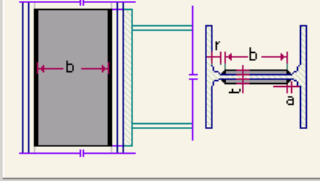
Εικόνα 2.4 Συνήθως τροποποιείται το πάχος, το υλικό αλλά και το πάχος των συγκολλήσεων που επηρεάζει την αντοχή της σύνδεσης.

2.2.3 Ενίσχυση κορμού υποστυλώματος με πλάκα (προαιρετική)

☒ Πλάκα ενίσχυσης κορμού υποστυλώματος

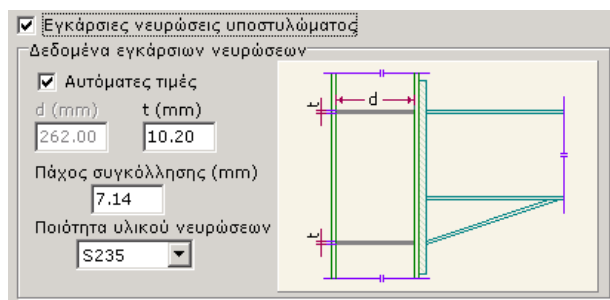
Δεδομένα πλάκας ενίσχυσης

b (mm)	81.37
t (mm)	8.00
Συγκόλληση (mm)	8.00
Υλικό	S235



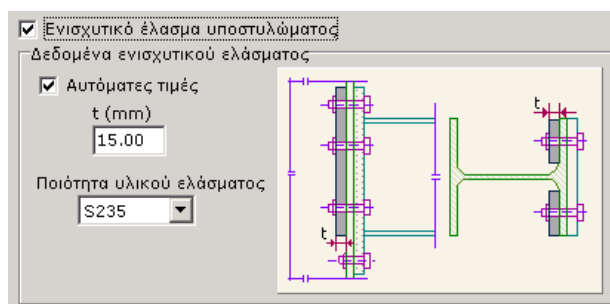
Εικόνα 2.5 Η ενίσχυση του κορμού εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που κρίσιμος έλεγχος είναι ο $F_{t,v,wp}$ (διάτμηση κορμού υποστυλώματος) ο $F_{t,c,wc}$ (θλίψη κορμού υποστυλώματος) ή ο $F_{t,t,wc}$ (εφελκυσμός κορμού υποστυλώματος). Βλέπε §2.4.1(1), §2.4.2(1), §2.4.3(1).

2.2.4 Ενίσχυση υποστυλώματος με εγκάρσιες νευρώσεις (προαιρετική)



Εικόνα 2.6 Οι εγκάρσιες νευρώσεις στο υποστυλώμα τοποθετούνται όταν κρίσιμοι έλεγχοι είναι αυτοί της προηγούμενης παραγράφου ή ο έλεγχος του F_t, t, f_c (κάμψη πέλματος υποστυλώματος). Βλέπε και §2.4.1(1), §2.4.2(1), §2.4.3(1), §2.4.4(4).

2.2.5 Ενίσχυση υποστυλώματος με έλασμα πέλματος (προαιρετική)



Εικόνα 2.7 Ενισχυτικό έλασμα υποστυλώματος τοποθετείται όταν κρίσιμος έλεγχος είναι ο F_t, f_c – mode 1 ή mode 2 (κάμψη πέλματος υποστυλώματος). Βλέπε και §2.4.4(1), §2.4.4(2).

2.2.6 Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού (προαιρετική)

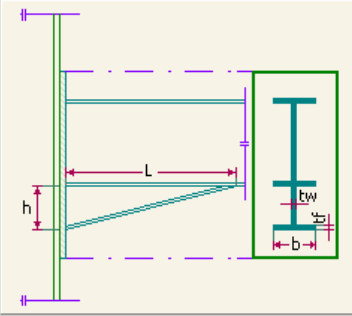
☒ Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού

Δεδομένα ενίσχυσης

☒ Αυτόματες τιμές

h (mm)	tw (mm)
135	6,6
b (mm)	tf (mm)
135	10,2
L (mm)	
540	

Υλικό S235



Εικόνα 2.8 Η ενίσχυση το πέλματος δοκού είναι απαραίτητη στην περίπτωση απαίτησης ικανοτικού ελέγχου. Αυξάνει κατά πολύ τη ροπή αντοχής (λόγω της αύξησης του μοχλοβραχίονα). Εφαρμόζεται όταν κρίσιμοι έλεγχοι είναι ο $F_{t,c,fb}$ (πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη) ή ο $F_{t,t,wb}$ (κορμός δοκού σε εφελκυσμό). Βλέπε και §2.4.6(1), §2.4.7(1).

2.3 Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση ροπής

Με την εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης» της κεντρικής εργαλειογραμμής, το πρόγραμμα κάνει αναλυτικό υπολογισμό όλων των συστατικών που απαρτίζουν τον κόμβο και εμφανίζει σε ξεχωριστό παράθυρο τις επιμέρους τιμές αντοχής καθενός.

2.3.1 Αντοχή σύνδεσης ανά φόρτιση

Ο πίνακας αυτός εμφανίζεται μόνον όταν γίνεται έλεγχος κόμβου με χρήση γνωστού αρχείου.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: \\Yannisd\shared\Syndeseis\k45_Σύνδεση_Ορ0_K9_Δ5.1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ				ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26				ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26				ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26				
Φορτ.	Nc (kN)	Mc (kNm)	k _{wc}	Mb2 (kNm)	Mb1 (kNm)	β	Vb1 (kN)	Mj,Rd (kNm)	Vj,Rd (kN)	mj	vj	σ _w (MPa)	τ _w (MPa)	σ _w / σ _{wRd}	τ _w / τ _{wRd}	Sj _{ini} / (EI/L)
17	-35.6	-87.0	1.00	0.0	-87.0	1.00	32.3	-128.1	1817.2	0.68	0.02	96.5	8.1	0.34	0.04	2.7
18	-18.2	-14.9	1.00	0.0	-14.9	1.00	13.1	-128.1	1817.2	0.12	0.01	15.2	3.3	0.05	0.02	2.7
19	-33.2	-26.2	1.00	0.0	-26.2	1.00	23.9	-128.1	1817.2	0.20	0.01	27.2	6.0	0.09	0.03	2.7
20	-58.9	-98.7	1.00	0.0	-98.7	1.00	48.4	-128.1	1817.2	0.77	0.03	108.3	12.2	0.38	0.06	2.7
21	-31.6	-25.0	1.00	0.0	-25.0	1.00	22.8	-128.1	1817.2	0.20	0.01	25.9	5.7	0.09	0.03	2.7
22	-48.8	-73.4	1.00	0.0	-73.4	1.00	39.1	-128.1	1817.2	0.57	0.02	80.0	9.8	0.28	0.05	2.7
23	-28.9	-23.0	1.00	0.0	-23.0	1.00	20.9	-128.1	1817.2	0.18	0.01	23.8	5.2	0.08	0.03	2.7
24	-46.1	-71.3	1.00	0.0	-71.3	1.00	37.2	-128.1	1817.2	0.56	0.02	77.9	9.3	0.27	0.04	2.7
25	-24.4	-19.6	1.00	0.0	-19.6	1.00	17.6	-128.1	1817.2	0.15	0.01	20.2	4.4	0.07	0.02	2.7
26	-53.1	-100.2	1.00	0.0	-100.2	1.00	44.9	-128.1	1817.2	0.78	0.02	110.4	11.3	0.38	0.05	2.7

Λόγοι Αντοχής :
nj = Nsd / NjRd mj = Msd / MjRd vj = Vsd / VjRd

Αριθμός
φόρτισης

Εικόνα 2.9 Για κάθε φόρτιση εμφανίζονται οι δράσεις, οι αντοχές και οι λόγοι εκμετάλλευσης αντοχής έναντι ροπής και τέμνουσας. Με έντονους χαρακτήρες επισημαίνεται η φόρτιση με τον κρίσιμο (μέγιστο) λόγο εκμετάλλευσης.

Ερμηνεία συμβολισμών

Nc, Mc	Αξονική δύναμη και ροπή κάμψης του υποστυλώματος [kN, kNm] αντίστοιχα.
k _{wc}	Μειωτικός συντελεστής που σχετίζεται με τη μέγιστη διαμήκη θλιπτική τάση στον κορμό λόγω αξονικής και ροπής, βλέπε prEN §6.2.6.2(2). Όταν δεν είναι γνωστά τα εντατικά μεγέθη του κόμβου, το k _{wc} λαμβάνεται ίσο με 1.0.
Mb1, Mb2	Ροπές κάμψης δοκού (1, δεξιά) και συζυγούς δοκού (2, αριστερά, αν υπάρχει). [kNm]. Είναι οι ροπές δράσης (MSd) για τη σύνδεση. Βλέπε Σχήμα 2.3.
β	Παράμετρος μετασχηματισμού που σχετίζεται με το αν οι ροπές των δοκών εκατέρωθεν του κόμβου είναι ομόσημες ή όχι, βλέπε prEN §5.3(7). Όταν δεν είναι γνωστά τα εντατικά μεγέθη του κόμβου, το β λαμβάνεται ίσο με 1.0.
Vb1	Τέμνουσα δύναμη δοκού 1 (δεξιά). [kN]
MjRd, VjRd	Ροπή αντοχής και τέμνουσα αντοχής κόμβου [kNm, kN] αντίστοιχα. Βλέπε

Σχήμα 2.1.

mj, vj

Λόγοι ικανότητας (λόγοι εκμετάλλευσης αντοχής) έναντι ροπής και τέμνουσας. Για τιμές > 1.0 απαιτείται ενίσχυση της σύνδεσης.

$$m_j = \frac{M_{bl}}{M_{jRd}} \leq 1, \quad v_j = \frac{V_{bl}}{V_{jRd}} \leq 1$$

Διάτμηση

σw

Ορθή τάση στη συγκόλληση του πέλματος της δοκού με τη μετωπική πλάκα [MPa].

$$\sigma_w \leq \sigma_{wRd} = \frac{f_y}{\gamma_{M2}}$$

τw

Διατμητική τάση στη συγκόλληση του κορμού της δοκού με τη μετωπική πλάκα [MPa], prEN, §6.2.2 (1)

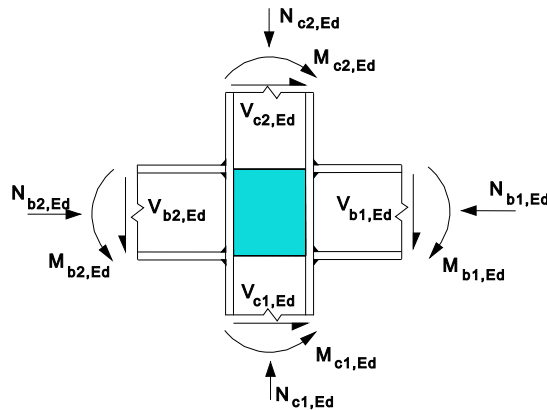
$$\tau_w \leq \tau_{wRd} = \frac{f_y}{\beta * \sqrt{3} * \gamma_{M2}}$$

σw / σwRd

Λόγος εκμετάλλευσης αντοχής έναντι ορθών τάσεων. Για τιμές > 1.0 απαιτείται αύξηση του πάχους συγκόλλησης.

τw / τwRd

Λόγος εκμετάλλευσης αντοχής έναντι διατμητικών τάσεων. Για τιμές > 1.0 απαιτείται αύξηση του πάχους συγκόλλησης.



Σχήμα 2.3

Θετική φορά των δυνάμεων και των ροπών που δρουν στον κόμβο.

2.3.2 Ανάλυση αντοχής (κρίσιμης φόρτισης)

Το πρόγραμμα υπολογίζει και εμφανίζει αφενός τη **συνολική αντοχή** του κόμβου, αφετέρου τον **αναλυτικό υπολογισμό** των αντοχών των επιμέρους τμημάτων του.

Για κάθε σειρά κοχλίων (γραμμές πίνακα 1, 2, 3, ...), το πρόγραμμα υπολογίζει την διαθέσιμη οριακή αντοχή F_{lim} κάθε «βασικού συστατικού μέρους» της (βλέπε

Σχήμα 2.1 καθώς και «Ερμηνεία συμβολισμών» λίγο πιο κάτω).

Σε κάθε γραμμή του πίνακα επισημαίνεται με μωβ γράμματα η ελάχιστη διαθέσιμη αντοχή του κρίσιμου συστατικού μέρους. Γνωρίζοντας το κρίσιμο συστατικό μέρος του κόμβου, ο χρήστης μπορεί να ενισχύσει αυτό που έχει περισσότερη ανάγκη.

Αν $m_j > 1.00$, τότε απαιτείται ενίσχυση του κόμβου. Προτάσεις για την ενίσχυση δίνονται στην §2.4 «Αντιμετώπιση προβλημάτων». Οι ενισχύσεις αρχίζουν να εφαρμόζονται πάντα στην πιο απομακρυσμένη από το σημείο θλίψης σειρά κοχλίων (σειρά 1). Βλέπε Σχήμα 2.4.

Συνολική αντοχή κόμβου και λόγος εκμετάλλευσης αντοχής.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: \\Yannisd\shared\Syndeseis\kf45_Σύνδεση_090_K9_Δ5.1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26	ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26														
$M_{j,Rd} = -128.1 \text{ kNm}$ $V_{j,Rd} = 1817.2 \text{ kN}$		$m_j = 0.78$ $v_j = 0.02$															
☐ Ανάλυση Τρέχουσας Διερεύνησης																	
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ (kN)																	
σειρά	ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ									ΔΙΑΤΜΗΣΗ							
	2Bt,Rd	Ft_lim, .v.wp	Ft_lim, .c.wc	Ft_lim, .c.fb	Ft_lim, .t.le	Ft_lim, .t.wc	Ft_lim, .t.ep	Ft_lim, .t.wb	Ft_lim, .t.9Bt,Rd	Fti,Rd	α	2Fv,Rd	2Fb,Rd	Fvi,Rd			
1	528.8	413.8	346.9	1835.8	335.0	A2.μ	364.9	μ	360.1	A2.μ	646.5	μ	335.0	100%	440.1	341.7	187.1
2	528.8	78.8	11.9	1500.8	0.0	A1.σ1	0.0	σ1	0.0	A1.σ1	212.2	σ1	0.0	79%	440.1	341.7	341.7
3	528.8	78.8	11.9	1500.8	119.0	A1.σ1	108.0	σ1	83.2	A1.σ1	289.7	σ2	11.9	58%	440.1	414.9	408.3
4	528.8	67.0	0.0	1488.9	308.6	A1.σ1	186.8	σ1	296.0	A1.σ1	543.2	σ3	0.0	19%	440.1	544.3	440.1
5	528.8														440.1	544.3	440.1

☐ σε μορφή ποσοστών (%) Μέγιστης Αντοχής σειρές κοχλίων

Μέγιστη Εφελκυστική Αντοχή σειρές κοχλίων: $2^{\circ}Bt,Rd = 2^{\circ}254.4 \text{ kN} = 528.8 \text{ kN}$
 Μέγιστη Διατμητική Αντοχή σειρές κοχλίων: $2^{\circ}Fv,Rd = 2^{\circ}220.0 \text{ kN} = 440.1 \text{ kN}$

Αντοχές της κάθε
σειράς κόμβων

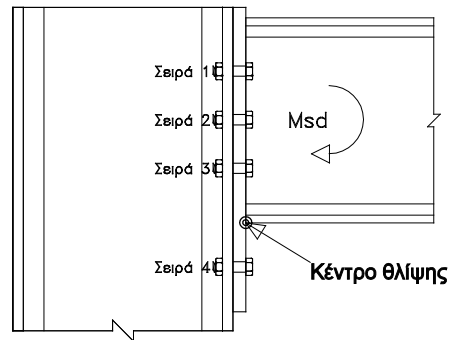
Εικόνα 2.10 Στην περίπτωση ελέγχου σύνδεσης με χρήση γνωστού αρχείου, εκτός από τις ροπές και τέμνουσες αντοχής του κόμβου, εμφανίζονται και οι λόγοι εκμετάλλευσης αντοχής του.

Υπενθυμίζεται ότι:

M_{jRd} , V_{jRd} , N_{jRd} Ροπή αντοχής, τέμνουσα αντοχής και αξονική αντοχής κόμβου [kNm, kN, kN] αντίστοιχα. Βλέπε

Σχήμα 2.1.

m_j , v_j , n_j Λόγοι ικανότητας (λόγοι εκμετάλλευσης αντοχής) έναντι ροπής, τέμνουσας και αξονικής.



Σχήμα 2.4 Το κέντρο θλίψης και η ονοματολογία των σειρών κοχλιών σε σχέση με την εφαρμοζόμενη ροπή κάμψης $MSd = Mb1$. Εδώ η MSd έχει αρνητικό πρόσημο (M-). Σειρά 1 είναι πάντα η πλέον απομακρυσμένη από το κέντρο θλίψης.

Δυνατότητα ελέγχου
για θετική και αρνητική
τιμή ροπής

Οι λόγοι εκμετάλλευσης αντοχής δεν έχουν τιμές όταν
δεν εξετάζεται γνωστό αρχείο, εφόσον το πρόγραμμα
δεν διαθέτει δεδομένα εξωτερικής φόρτισης.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: \\Yannisd\shared\Syndeseis\Kf45_Σύνδεση_Ορ0_K9_Δ5.1

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ

Mj,Rd = -128.1 kNm mj = 0.00
Vj,Rd = 1817.2 kN νj = 0.00

Ανάλυση Τρέχουσας Διερεύνησης

σειρά	ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ										ΔΙΑΤΜΗΣΗ						
	2Bt,Rd	Ft,lim, .v,wp	Ft,lim, .c,wc	Ft,lim, .c,fb	Ft,lim, .l,le	Ft,lim, .l,wc	Ft,lim, .l,ep	Ft,lim, .l,wb	Ft,lim, .l,9Bt,Rd	Fti,Rd	α	2Fv,Rd	2Fb,Rd	2Fvi,Rd			
1	528.8	413.8	346.9	1835.8	335.0	A2μ	364.9	μ	360.1	A2μ	646.5	μ	335.0	100%	440.1	341.7	187.1
2	528.8	78.8	11.9	1500.8	0.0	A1σ1	0.0	σ1	0.0	A1σ1	212.2	σ1	0.0	79%	440.1	341.7	341.7
3	528.8	78.8	11.9	1500.8	119.0	A1σ1	108.0	σ1	83.2	A1σ1	289.7	σ2	11.9	58%	440.1	414.9	408.3
4	528.8	67.0	0.0	1488.9	308.6	A1σ1	186.8	σ1	296.0	A1σ1	543.2	σ3	0.0	19%	440.1	544.3	440.1
5	528.8														440.1	544.3	440.1

σε μορφή ποσοστών (%) Μέγιστης Αντοχής σειράς κοχλίων

Μέγιστη Εφελκυστική Αντοχή σειράς κοχλίων: 2*Bt,Rd = 2*264.4 kN = 528.8 kN
Μέγιστη Διατμητική Αντοχή σειράς κοχλίων: 2*Fv,Rd = 2*220.0 kN = 440.1 kN

Σειρές κοχλίων.
Σειρά 1 είναι πάντα η πλέον
απομακρυσμένη από το κέντρο
θλίψης.

Εικόνα 2.11 Στην περίπτωση ελέγχου σύνδεσης χωρίς τη χρήση γνωστού αρχείου, διαφοροποιείται η σειρά αρίθμησης των κοχλίων: Για αρνητική ροπή (M-) όπου το κέντρο θλίψης είναι το κάτω πέλμα της δοκού, σειρά 1 είναι η ανώτατη, ενώ για θετική ροπή (M+, όπου το κέντρο θλίψης είναι το άνω πέλμα της δοκού, σειρά 1 είναι η κατώτατη.

Εφελκυσμός

2Bt Εφελκυστική αντοχή σειράς κοχλίων [kN]

Ft,v,wp Εφελκυστικό όριο λόγω τέμνουσας του κορμού του υποστυλώματος [kN]

Για την 1^η σειρά κοχλίων :

$$F_{t,v,wp} = V_{wp,Rd} = \frac{0.9 f_{y,wc} A_c}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

Ft,c,wc Εφελκυστικό όριο λόγω θλίψης του κορμού του υποστυλώματος [kN]

Για την 1^η σειρά κοχλίων :

		$F_{t,c,wc} = F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega * b_{eff,c,wc} * t_{wc} * f_{y,wc} * k_{wc}}{\gamma_{M0}}$
Ft,c,fb	Εφελκυστικό όριο λόγω θλίψης του πέλματος της δοκού [kN]	
	Για την 1 ^η σειρά κοχλίων : $F_{t,c,fb} = F_{c,fb,Rd} = \frac{M_{b,Rd}}{h - t_{fb}}$	
Ft,t,fc	Εφελκυστικό όριο λόγω εγκάρσιας κάμψης του πέλματος του υποστυλώματος (Βραχύ-Τ)[kN]	
	Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 6.2.4	
A1, A2, ή A3	Στους ελέγχους των Βραχέων-Τ, η ένδειξη αυτή δηλώνει αν η αστοχία είναι μορφής 1, 2 ή 3 αντίστοιχα	
μ ή ο	Στους ελέγχους των Βραχέων-Τ, η ένδειξη αυτή δηλώνει αν η αστοχία αφορά μεμονωμένη σειρά ή ομάδα σειρών κοχλίων.	
Ft,t,wc	Εφελκυστικό όριο λόγω εγκάρσιου εφελκυσμού του κορμού του υποστυλώματος (Βραχύ-Τ) [kN]	
	$F_{t,t,wc} = F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega * I_{eff,t,wc} * t_{wc} * f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$	
	Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 6.2.6.3	
Ft,t,ep	Εφελκυστικό όριο λόγω κάμψης της μετωπικής πλάκας (Βραχύ-Τ) [kN]	
	Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 6.2.6.5	
Ft,t,wb	Εφελκυστικό όριο λόγω εφελκυσμού του κορμού της δοκού (Βραχύ-Τ) [kN]	
	$F_{t,t,wb} = F_{t,wb,Rd} = \frac{b_{eff,t,wb} * t_{wb} * f_{y,wb}}{\gamma_{M0}}$	
	Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 6.2.6.8	
Ft,1.9Bt	Αν κάποια σειρά κοχλίων εφελκύεται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 1.9·Bt _{Rd} (ή του 95% = 1.9/2 της πλαστικής αντοχής της) τότε οι υπόλοιπες σειρές πρέπει να υπολογιστούν με γραμμικά απομειούμενη μεταβολή της αντοχής τους. Τότε στη στήλη αυτή αναγράφεται η απομειωμένη οριακή δύναμη της σειράς των κοχλίων [kN] λόγω υπέρβασης του ορίου σε προηγούμενη.	

	Βλέπε prEN §6.2.7.2(9). Αυτή η σχεδίαση πρέπει να αποφεύγεται.
Fti	Τελική (κρίσιμη) διαθέσιμη δύναμη σειράς. Προκύπτει ως ελάχιστη τιμή των προηγούμενων [kN]
α	Δείχνει την σχετική απόδοση μοχλοβραχίονα (= h_i / h_{max} , όπου $h_{max} = h_l$). Μικρές τιμές για μια σειρά κοχλίων (< 0.5) δείχνει ότι πιθανή ενίσχυσή τους θα έχει μικρή επίδραση στη συνολική αντοχή του κόμβου.

Διάτμηση

2Fv	Διατμητική αντοχή σειράς κοχλίων [kN]
-----	---------------------------------------

$$F_v = F_{v,Rd} = \frac{a_v * f_{ub} * A_s}{\gamma_{M2}}$$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

2Fb	Αντοχή σύνθλιψης άντυγας σειράς [kN]. Είναι η ελάχιστη μεταξύ των τιμών αντοχής μετωπικής πλάκας και πέλματος στύλου.
-----	---

$$F_b = F_{b,Rd} = \frac{k_1 * a_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}}$$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6/ Πίνακας 3.4

Fvi	Τελική (κρίσιμη) διατμητική δύναμη σειράς. Προκύπτει σαν ελάχιστη τιμή από τα προηγούμενα [kN]. Λαμβάνεται υπόψη και η ταυτόχρονη παρουσία εφελκυσμού με βάση τον τύπο :
-----	--

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd}} \leq 1.0$$

2.3.3 Διερεύνηση αντοχής

Εμφανίζεται πίνακας στον οποίο αναγράφονται όλες οι πιθανές τιμές της συνολικής αντοχής της κοχλίωσης, για κάθε **συνδυασμό διαμέτρου – ποιότητας** κοχλίων. Επίσης δίνεται στο χειριστή η δυνατότητα **άμεσης επιλογής μεθόδου ενίσχυσης** της κοχλίωσης (τοποθέτηση πλάκας ενίσχυσης, λοξή ενίσχυσης δοκού, εγκάρσιες νευρώσεις, κλπ) και εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της κάθε μιας.

Τιμή της ροπής αντοχής για τους τρέχοντες κοχλίες

Εναλλακτικοί τρόποι ενίσχυσης της κοχλίωσης

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΟΧΛΙΩΝ	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
M8	-15.7	-15.7	-19.7	-19.7	-23.6	-31.5	-39.3
M10	-25.0	-25.0	-31.2	-31.2	-37.4	-47.0	-56.2
M12	-36.3	-36.3	-43.7	-43.7	-50.3	-63.2	-84.3
M16	-60.0	-60.0	-80.0	-80.0	-99.6	-99.8	-109.4
M20	-91.4	-91.4	-98.8	-98.8	-108.9	-113.9	-117.0
M22	-98.4	-98.4	-107.7	-107.7	-113.0	-116.9	-120.7
M24	-104.6	-104.6	-112.7	-112.7	-114.9	-119.4	-126.3
M27	-113.1	-113.1	-116.0	-116.0	-119.0	-128.1	-128.7
M30	-115.7	-115.7	-119.3	-119.3	-124.2	-128.7	-128.7
M36	-123.0	-123.0	-128.7	-128.7	-128.7	-128.7	-128.7

Εμφάνιση Λόγων Αντοχής [n]

ΠΛΑΚΑ ΕΔΡΑΣΗΣ
t (mm) = 17 S235

☒ ΕΝΔΟΧΥΤΙΚΟ ΕΛΑΣΜΑ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΣΤΥΛΟΥ
t (mm) = 18 S235

☐ ΠΛΑΚΑ ΕΝΔΟΧΥΣΗΣ ΚΟΡΜΟΥ ΣΤΥΛΟΥ
t (mm) = 10.7 S235

☒ ΛΟΞΗ ΕΝΔΟΧΥΣΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΔΟΚΟΥ
h (mm) = 150

ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΠΙΝΑΚΑ

ΑΝΑΙΡΕΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ

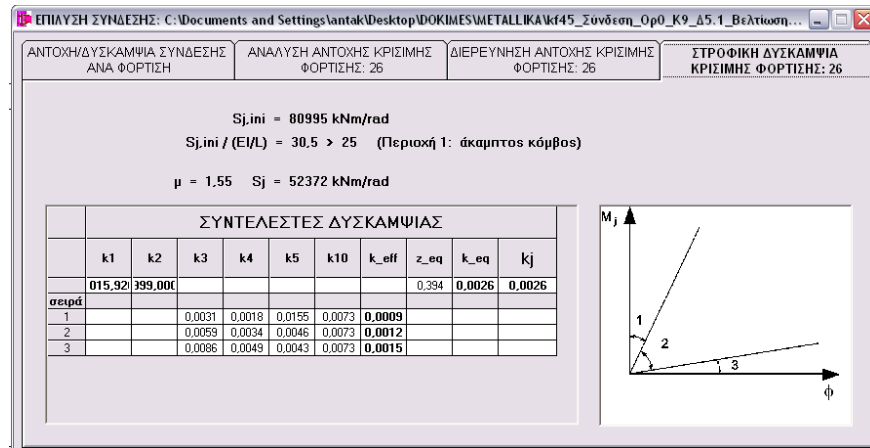
Εικόνα 2.12 Στον πίνακα δίνεται η τιμή της ροπής αντοχής ($M_{j,Rd}$) για κάθε συνδυασμό **διαμέτρου** και **ποιότητας** κοχλίων. Με κόκκινο χρώμα επισημαίνονται οι μη-επαρκείς συνδυασμοί. Έτσι μπορεί να γίνει ένας γρήγορος έλεγχος της επίδρασης διαφόρων μορφών ενίσχυσης στην $M_{j,Rd}$. Με την «Αναίρεση μεταβολών» αναιρούνται οι αλλαγές και ο πίνακας επανέρχεται στις τιμές της ισχύουσας κοχλίωσης.

Σημείωση

Οι αλλαγές που κάνει ο χρήστης στο παράθυρο «Διερεύνηση αντοχής» είναι **προσωρινές** και δεν επηρεάζουν τη μορφή της κοχλίωσης. Οριστικές αλλαγές γίνονται μόνο μέσω των καρτών διαμόρφωσης του κόμβου.

2.3.4 Διερεύνηση Στροφικής δυσκαμψίας

Στα αποτελέσματα εμφανίζεται ο ακόλουθος πίνακας. Με βάση την παραδοχή που έχουμε κάνει κατά την επίλυση του φορέα, επιθυμούμε οι κόμβοι να είναι άκαμπτοι. Πρέπει δηλαδή $S_{j,ini}/(EI/L) > 25$.

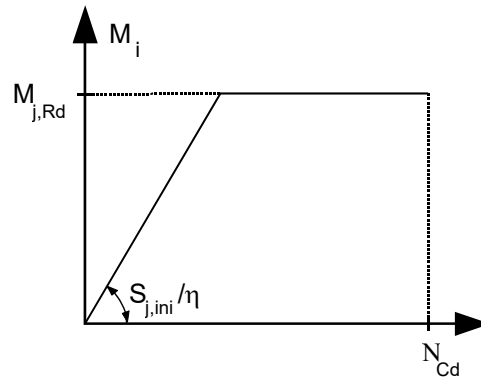


Εικόνα 2.13 Στον πίνακα δίνονται οι επιμέρους δυσκαμψίες k_i που συμμετέχουν κάθε φορά στον υπολογισμό του $S_{j,ini}$. Παρατηρούμε ότι το k_2 έχει πολύ μεγάλη τιμή (ουσιαστικά απειρίζεται). Αυτό συμβαίνει γιατί το k_2 σχετίζεται με τον κορμό του υποστυλώματος που στο συγκεκριμένο παράδειγμα έχει ενισχυθεί και όπως θα φανεί σε ακόλουθο πίνακα σε αυτήν την περίπτωση δεν συμμετέχει στον υπολογισμό της συνολικής ακαμψίας του κόμβου.

Για ελαστο-πλαστική ανάλυση φορέα ένας κόμβος μπορεί να ταξινομηθεί ως :

- Ονομαστικά αρθρωτός
- Άκαμπτος και πλήρους αντοχής
- Ημι-άκαμπτος

Σε κόμβους οι οποίοι συνδέουν διατομές H ή I , η ροπή αντοχής M_j, Rd , η αρχική στρωφική δυσκαμψία S_j και η στρωφική ικανότητα φ_{Cd} μπορούν να συσχετισθούν με την διγραμμική σχέση που φαίνεται στο Σχήμα 2.5:



Σχήμα 2.5 Διγραμμική σχέση που συνδέει τη ροπή αντοχής $M_{j,Rd}$, τη στρωφική δυσκαμψία S_j και τη στρωφική ικανότητα φ_{Cd} .

Ο διορθωτικός συντελεστής η λαμβάνεται από τον πίνακα EC3 – Part1.8, §5.1.2, Πίνακας 5.2

1. Ονομαστικά αρθρωτοί κόμβοι

Ένας ονομαστικά αρθρωτός κόμβος πρέπει να είναι σε θέση να μεταφέρει τα εντατικά μεγέθη χωρίς να αναπτύσσει σημαντικές ροπές οι οποίες μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στα μέλη ή στο σύνολο της κατασκευής. Επίσης πρέπει να μπορεί να εκδηλώσει τις στρωφές που προκύπτουν από τα φορτία σχεδιασμού.

2. Ημι-άκαμπτοι κόμβοι

Ένας κόμβος ο οποίος δεν ικανοποιεί τα κριτήρια άκαμπτου ή ονομαστικά αρθρωτού κόμβου πρέπει να ταξινομείται ως ημι-άκαμπτος.

Σημείωση

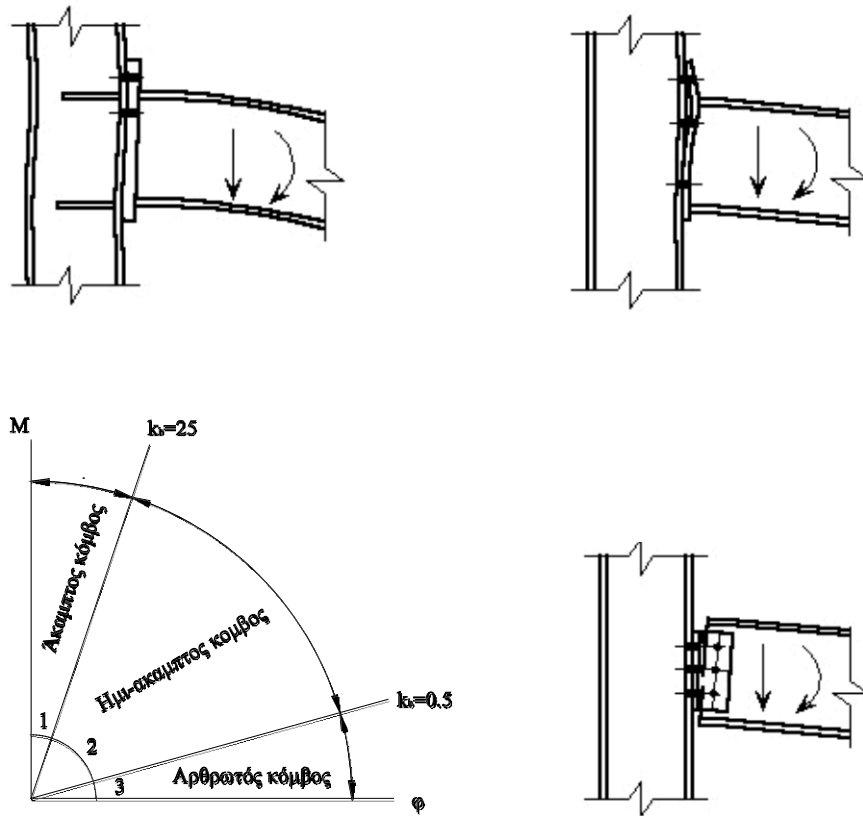
Οι ημι-άκαμπτοι κόμβοι παρέχουν τη δυνατότητα προβλέψιμης αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών, με βάση τις σχέσεις σχεδιασμού ροπής-στρωφής των κόμβων.

3. Άκαμπτοι κόμβοι

Οι κόμβοι που ταξινομούνται ως άκαμπτοι, μπορεί να θεωρηθεί ότι έχουν επαρκή στρωφική δυσκαμψία ώστε να δικαιολογούν ανάλυση με παραδοχή πλήρους συνέχειας.

Όρια ταξινόμησης με βάση την δυσκαμψία

Τα όρια για την ταξινόμηση των κόμβων (εξαιρούνται οι βάσεις υποστυλωμάτων) με βάση τη δυσκαμψία δίνονται στο **Σχήμα 2.6**:



Σχήμα 2.6 Διάγραμμα ροπών-καμπυλοτήτων για αρθρωτό, ημιάκαμπτο, άκαμπτο κόμβο.

Περιοχή 1: Άκαμπτοι, αν $S_{j,ini} \geq k_b EI_b / L_b$

όπου $k_b = 25$

Περιοχή 2: Ημι-άκαμπτοι

Όλοι οι κόμβοι της περιοχής 2 πρέπει να ταξινομούνται ως ημιάκαμπτοι. Οι κόμβοι της περιοχής 1 ή 3 μπορούν και αυτοί προαιρετικά να θεωρηθούν ημι-άκαμπτοι.

Περιοχή 3: Ονομαστικά αρθρωτοί, αν $S_{j,ini} \leq 0,5 EI_b / L_b$

Οι βάσεις υποστυλωμάτων μπορούν ταξινομηθούν ως άκαμπτες με την προϋπόθεση ότι πληρούνται οι επόμενες συνθήκες:

σε πλαίσια, στα οποία το σύστημα δυσκαμψίας μειώνει την οριζόντια μετακίνηση τουλάχιστον κατά 80 %, και στα οποία η επίδραση της παραμορφωσιμότητας μπορεί να αγνοηθεί:

- αν $\bar{\lambda}_0 \leq 0,5$
- αν $0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93$ και $S_{j,ini} \geq 7 (2 \bar{\lambda}_0 - 1) EI_c / L_c$
- αν $\bar{\lambda}_0 \geq 3,93$ και $S_{j,ini} \geq 48 EI_c / L_c$
- διαφορετικά αν $S_{j,ini} \geq 30 EI_c / L_c$.

όπου:

$\bar{\lambda}_0$ η λυγνρότητα του υποστυλώματος με την παραδοχή ότι και τα δύο άκρα του είναι αρθρωτά

Σημείωση

Το όριο $48 EI_c / L_c$ είναι συντηρητικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις εδράσεις υποστυλωμάτων. Η οριακή δυσκαμψία $12 EI_c / L_c$ μπορεί να ληφθεί για πλαίσια χωρίς συνδέσμους με λυγνρότητα υποστυλωμάτων μικρότερη του $\bar{\lambda}_0 = 1.36$.

Στροφική δυσκαμψία

Η στροφική δυσκαμψία ενός κόμβου πρέπει να προσδιορίζεται από τις ευκαμψίες των βασικών συστατικών μερών του, η κάθε μία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από έναν ελαστικό συντελεστή δυσκαμψίας k_i που προκύπτει από τον ακόλουθο πίνακα. Δείτε και EC3, Part1.8, §6.3.

Συστατικό μέρος	Συντελεστής δυσκαμψίας k_i	
Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση	Μη ενισχυμένος, μονόπλευρος κόμβος ή αμφίπλευρος κόμβος με παραπλήσια ύψη δοκών	Ενισχυμένος
	$k_1 = \frac{0.38 A_{vc}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	Μη ενισχυμένος	Ενισχυμένος

Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη	$k_2 = \frac{0.7 b_{eff,c,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_2 = \infty$
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό	Ενισχυμένη ή μη κοχλιωτή σύνδεση με μία σειρά κοχλιών σε εφελκυσμό ή μη ενισχυμένη συγκολλητή σύνδεση	Ενισχυμένη συγκολλητή σύνδεση
	$k_3 = \frac{0.7 b_{eff,t,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_3 = \infty$
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη (μία σειρά κοχλιών σε εφελκυσμό)	$k_4 = \frac{0.9 I_{eff} t_{fc}^3}{m^3}$	
Μετωπική πλάκα σε κάμψη (μία σειρά κοχλιών σε εφελκυσμό)	$k_5 = \frac{0.9 I_{eff} t_p^3}{m^3}$	
Κοχλίες σε εφελκυσμό (μία σειρά κοχλιών)	$k_{10} = \frac{1.6 A_s}{L_b}$	
Σκυρόδεμα σε θλίψη (μαζί με την τσιμεντοκονία)	$k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275 E}$	
Πλάκα έδρασης σε κάμψη υπό εφελκυσμό (μία σειρά κοχλιών σε εφελκυσμό)	με δυνάμεις επαφής	χωρίς δυνάμεις επαφής
	$k_{15} = \frac{0,85 \ell_{eff} t_p^3}{m^3}$	$k_{15} = \frac{0,425 \ell_{eff} t_p^3}{m^3}$
Αγκύρια σε εφελκυσμό	με δυνάμεις επαφής	χωρίς δυνάμεις επαφής
	$k_{16} = 1,6 A_s / L_b$	$k_{16} = 2,0 A_s / L_b$

Πίνακας 2.2 Συντελεστής δυσκαμψίας k_i για κάθε συστατικό μέλος.

Για συνδέσεις με μετωπική πλάκα με δύο ή περισσότερες σειρές κοχλιών σε εφελκυσμό, τα βασικά συστατικά μέρη που σχετίζονται με αυτές τις σειρές κοχλιών πρέπει να αντιπροσωπεύονται με έναν ισοδύναμο συντελεστή δυσκαμψίας k_{eq} , ο οποίος προκύπτει από τη σχέση:

$$k_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r}{Z_{eq}}$$

όπου :

h_r η απόσταση μεταξύ της σειράς κοχλίων r και του κέντρου θλίψης

$k_{eff,r}$ ο ενεργός συντελεστής δυσκαμψίας της σειράς κοχλίων r που υπολογίζεται από τη σχέση:

$$k_{eff,r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}},$$

$k_{i,r}$ ο συντελεστής δυσκαμψίας που εκφράζει το συστατικό μέρος i στην σειρά κοχλίων r

z_{eq} ο ισοδύναμος μοχλοβραχίονας που δίνεται από τη σχέση:

$$Z_{eq} = \frac{\sum_r k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r}$$

Στην περίπτωση κόμβου δοκού – υποστυλώματος με σύνδεση με μετωπική πλάκα, ο k_{eq} πρέπει να βασίζεται (και να αντικαθιστά) τους εξής συντελεστές δυσκαμψίας k_i :

- κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό (k_3)
- πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη (k_4)
- μετωπική πλάκα σε κάμψη (k_5)
- κοχλίες σε εφελκυσμό (k_{10})

Με την προϋπόθεση ότι η αξονική δύναμη N_{Ed} στο συνδεδεμένο μέλος δεν υπερβαίνει το 5% της αντοχής σχεδιασμού $N_{pl,Rd}$ της διατομής του, η στρωφική δυσκαμψία S_j ενός κόμβου δοκού – υποστυλώματος, για στάθμη ροπής $M_{j,Ed}$ μικρότερη από αντοχή σχεδιασμού σε ροπή $M_{j,Rd}$ του κόμβου υπολογίζεται από την σχέση :

$$S_{j,ini} = \frac{EZ^2}{\sum_i \frac{1}{k_i}}$$

όπου:

- k_i ο συντελεστής δυσκαμψίας του βασικού συστατικού μέρους i
 z ο μοχλοβραχίονας

Βάσεις υποστυλωμάτων

Η στρωφική δυσκαμψία S_j μιας βάσης υποστυλώματος που υπόκειται σε συνδυασμό αξονικής δύναμης και καμπτικής ροπής πρέπει να υπολογίζεται με τη μέθοδο που παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί τους εξής συντελεστές δυσκαμψίας:

- $k_{T,l}$ ο συντελεστής δυσκαμψίας σε εφελκυσμό της αριστερής πλευράς του κόμβου και πρέπει να λαμβάνεται ίσος με το άθροισμα των συντελεστών δυσκαμψίας k_{15} και k_{16} αναφορικά με την αριστερή πλευρά του κόμβου.
 $k_{T,r}$ ο συντελεστής δυσκαμψίας σε εφελκυσμό της δεξιάς πλευράς του κόμβου και πρέπει να λαμβάνεται ίσος με το άθροισμα των συντελεστών δυσκαμψίας k_{15} και k_{16} αναφορικά με τη δεξιά πλευρά του κόμβου.
 $k_{C,l}$ ο συντελεστής δυσκαμψίας σε θλίψη της αριστερής πλευράς του κόμβου και πρέπει να λαμβάνεται ίσος με το συντελεστή δυσκαμψίας k_{13} αναφορικά με την αριστερή πλευρά του κόμβου.
 $k_{C,r}$ ο συντελεστής δυσκαμψίας σε θλίψη της δεξιάς πλευράς του κόμβου και πρέπει να λαμβάνεται ίσος με το συντελεστή δυσκαμψίας k_{13} αναφορικά με τη δεξιά πλευρά του κόμβου.

Για τον υπολογισμό των $z_{T,l}$, $z_{C,l}$, $z_{T,r}$, $z_{C,r}$ βλέπε EC3 –Part1.8, §6.2.8.1

Φόρτιση	Μοχλοβραχίονας z	Στροφική δυσκαμψία $S_{j,ini}$
Αριστερή πλευρά σε εφελκυσμό Δεξιά πλευρά σε θλίψη	$z = z_{T,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ και $e > z_{T,l}$ $N_{Ed} \leq 0$ και $e \leq -z_{C,r}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,l} + 1/k_{C,r})} \frac{e}{e + e_k}$ $e_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r} - z_{T,l}k_{T,l}}{k_{T,l} + k_{C,r}}$ όπου
Αριστερή πλευρά σε εφελκυσμό Δεξιά πλευρά σε εφελκυσμό	$z = z_{T,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ και $0 < e < z_{T,l}$ $N_{Ed} > 0$ και $z_{T,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,l} + 1/k_{T,r})} \frac{e}{e + e_k}$ $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r} - z_{T,l}k_{T,l}}{k_{T,l} + k_{T,r}}$ όπου
Αριστερή πλευρά σε θλίψη Δεξιά πλευρά σε εφελκυσμό	$z = z_{C,l} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ και $e \leq -z_{T,r}$ $N_{Ed} \leq 0$ και $e > z_{C,l}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,l} + 1/k_{T,r})} \frac{e}{e + e_k}$ $e_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r} - z_{C,l}k_{C,l}}{k_{C,l} + k_{T,r}}$ όπου
Αριστερή πλευρά σε θλίψη Δεξιά πλευρά σε θλίψη	$z = z_{C,l} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ και $0 < e < z_{C,l}$ $N_{Ed} \leq 0$ και $z_{C,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,l} + 1/k_{C,r})} \frac{e}{e + e_k}$ $e_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r} - z_{C,l}k_{C,l}}{k_{C,l} + k_{C,r}}$ όπου

$M_{Ed} > 0$ είναι ωρολογιακή, $N_{Ed} > 0$ είναι εφελκυσμός, για το μ βλέπε EC3 – Part1.8, §6.3.1(6)

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$$

Πίνακας 2.3 Στροφική δυσκαμψία S_j βάσης υποστυλώματος

2.4 Αντιμετώπιση προβλημάτων

Ο τρόπος που αντιμετωπίζεται η σύνδεση είναι ο εξής:

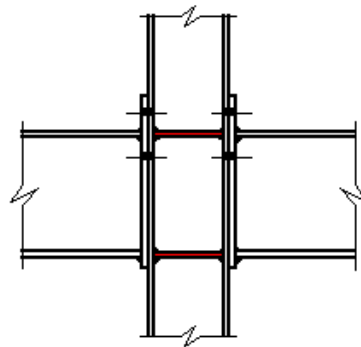
Μετά από μια πρώτη επίλυση της προτεινόμενης σύνδεσης, βλέπετε την αντοχή της (M_{jRd}) και εκτιμάτε το μέγεθος του προβλήματος, δηλαδή αν $M_{jRd} < M_{Sd}$ ($m_j > 1.00$) ή $M_{jRd} \ll M_{Sd}$ ($m_j \gg 1.00$).

Προσπαθείτε με κατάλληλα βήματα να ενισχύσετε την αντοχή των εφελκυσμένων σειρών κοχλιών, αντιμετωπίζοντας το πρόβλημα από την πλέον απομακρυσμένη από το κέντρο θλίψης (κάτω πέλμα δοκού για αρνητικές ροπές M^- , άνω πέλμα δοκού για θετικές M^+). Σειρά 1 είναι πάντα η πλέον απομακρυσμένη από το κέντρο θλίψης.

Ανάλογα με την κρίσιμη εφελκυστική αντοχή κάθε σειράς και σε συνδυασμό με ασθενέστερο «βασικό συστατικό μέρος», ενισχύετε με βάση τις παρακάτω προτάσεις:

2.4.1 Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση, F_t, v, w_p

1. Αύξηση της αντοχής μέσω πλάκας ενίσχυσης κορμού ή εγκάρσιων νευρώσεων. Βλέπε Σχήμα 2.7.



Σχήμα 2.7 Ενίσχυση υποστυλώματος με πλάκα στον κορμό του και εγκάρσιες νευρώσεις.

2.4.2 Κορμός υποστύλωματος σε θλίψη, F_{t,c,w_c}

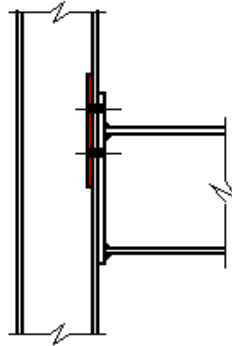
1. Ενίσχυση με τον ίδιο τρόπο.

2.4.3 Κορμός υποστύλωματος σε εφελκυσμό, F_{t,t,w_c}

1. Ενίσχυση με τον ίδιο τρόπο.

2.4.4 Πέλμα υποστύλωματος σε κάμψη (Βραχύ T), F_{t,t,f_c}

1. Αν η μορφή αστοχίας είναι η 1, η αντοχή μπορεί να αυξηθεί με ενισχυτικά ελάσματα πέλματος. Βλέπε Σχήμα 2.8.



Σχήμα 2.8 Ενισχυτικό έλασμα πέλματος υποστύλωματος.

2. Αν η μορφή αστοχίας είναι η 2 πρέπει να αυξήσουμε την αντοχή των κοχλιών (αύξηση διαμέτρου ή αλλαγή ποιότητας). Αν με τον τρόπο αυτό καταφέρουμε να περάσουμε σε μορφή 1 τότε μπορούμε να έχουμε επιπλέον αύξηση μέσω ελασμάτων πέλματος.
3. Αν έχουμε μορφή 3 τότε πρέπει να πάρουμε μεγαλύτερη αντοχή από τους κοχλίες (αύξηση διαμέτρου – ποιότητας). Η μορφή 3 αντιστοιχεί σε ψαθυρή μορφής αστοχίας και πρέπει να αποφεύγεται.
4. Επιπλέον μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εγκάρσιες νευρώσεις.

2.4.5 Μετωπική πλάκα σε κάμψη (Βραχύ T), F_{t,t,e_p}

1. Αν έχουμε μορφή 1 τότε πρέπει να αυξήσουμε το πάχος της μετωπικής πλάκας ή την ποιότητα αυτής.
2. Αν έχουμε μορφή 2 έχουμε δυνατότητα συνδυασμού αύξησης πάχους και ποιότητας πλάκας & αύξηση διαμέτρου και ποιότητας κοχλιών.

3. Αν έχουμε μορφή 3 τότε πρέπει να αυξήσουμε την αντοχή των κοχλίων (διάμετρος – ποιότητα). *Η μορφή 3 αντιστοιχεί σε ψαθυρή μορφής αστοχίας και πρέπει να αποφεύγεται.*

2.4.6 Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη, Ft,c,fb

1. Δεν βελτιώνεται με αύξηση των υλικών (πάχη, ποιότητα, νεύρα). Προκειμένου να αποφύγετε την αλλαγή διατομής, προτείνεται η αύξηση του μοχλοβραχίονα μέσω ενίσχυσης κόμβου (ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού) η οποία θα οδηγήσει σε σίγουρη αύξηση της ροπής αντοχής M_{jRd} . Αυτό ισχύει γενικότερα και για τις υπόλοιπες περιπτώσεις αστοχίας.

2.4.7 Κορμός δοκού σε εφελκυσμό, Ft,t,wb

1. Ενίσχυση με τον ίδιο τρόπο.

2.4.8 Τρόποι αύξησης της στροφικής δυσκαμψίας του κόμβου

Σε ορισμένες περιπτώσεις λόγω των θεωρήσεων που έχουμε κάνει στην ανάλυση του φορέα, προκειμένου να χαρακτηριστούν κάποιοι κόμβοι ως άκαμπτοι, ακολουθούνται μερικές από τις επόμενες προτάσεις:

1. Τοποθέτηση πλάκας ενίσχυσης στον κορμό του υποστυλώματος,
2. Βελτίωση της κοχλίωσης (διάμετρος κοχλίων, ποιότητα, αύξηση των γραμμών των κοχλίων),
3. Τοποθέτηση λοξής ενίσχυσης στο κάτω πέλμα της δοκού,
4. Αύξηση του μήκους του ανοίγματος της δοκού L_b (διόρθωση της τιμής που το πρόγραμμα διαβάζει από το αρχείο μελέτης, όταν αυτό έχει καταταμηθεί σε τμήματα).

3

Σύνδεση θεμελίου

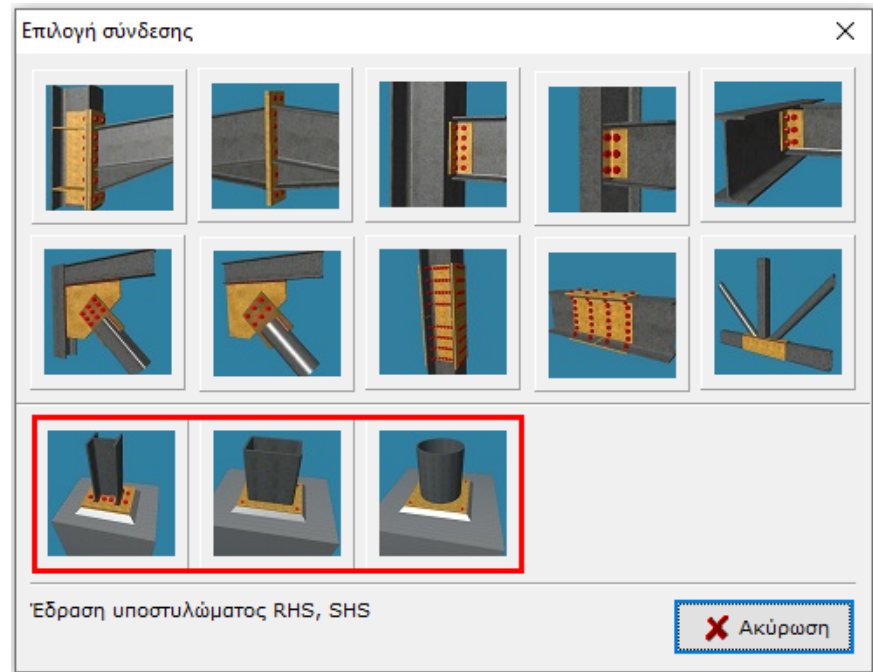
3.1 Ορισμός της σύνδεσης

Η σύνδεση θεμελίου αφορά τον έλεγχο της μεταφοράς των αξονικών δυνάμεων, καμπτικών ροπών και διατμητικών δυνάμεων από το υποστυλώμα στη θεμελίωση χωρίς υπέρβαση της αντοχής της. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μεταξύ των παρακάτω διατομών:

1. Υποστυλώματα διατομής I και H. Η σύνδεση αυτή μπορεί να παραλάβει αξονική δύναμη, καμπτικές ροπές και τέμνουσες και ελέγχεται στην ισχυρή διεύθυνση.
2. Υποστυλώματα κοίλης τετραγωνικής ή ορθογωνικής διατομής (RHS ή SHS, αντίστοιχα). Η σύνδεση αυτή μπορεί να παραλάβει αξονική δύναμη, καμπτικές ροπές και τέμνουσες και στις δύο διευθύνσεις.
3. Υποστυλώματα κοίλης κυκλικής διατομής (CHS). Και αυτή η σύνδεση μπορεί να παραλάβει αξονική δύναμη, καμπτικές ροπές και τέμνουσες και στις δύο διευθύνσεις.

Τα επιπλέον συστατικά μέρη για τη σύνδεση αυτή είναι το θεμέλιο (διαστάσεις και ποιότητα σκυροδέματος), τα ενισχυτικά ελάσματα βάσης και τα αγκύρια. Ο έλεγχος της σύνδεσης έδρασης πραγματοποιείται σύμφωνα με τους εξής κανονισμούς:

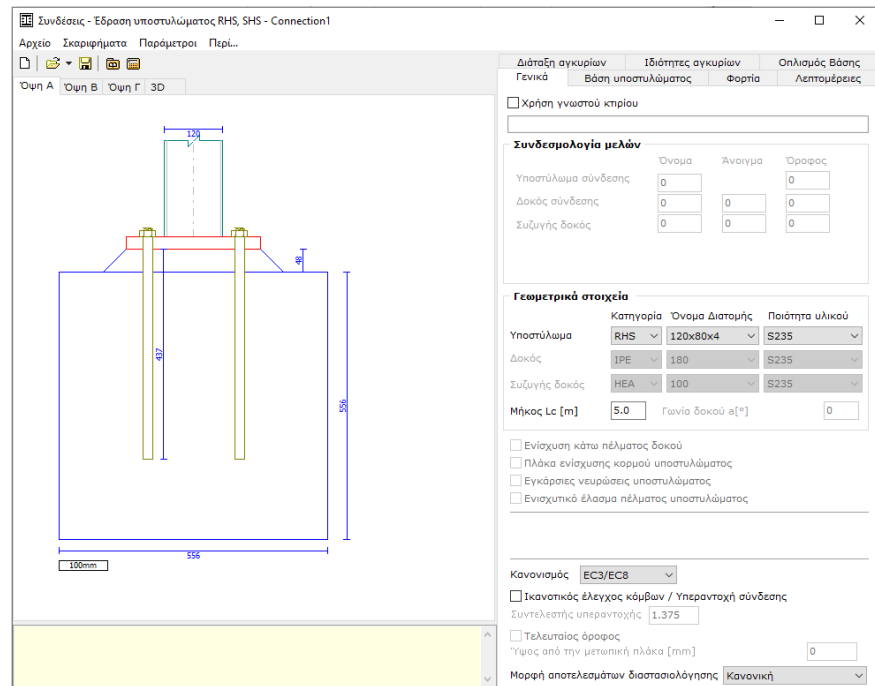
- Η έδραση υποστυλώματος σε πέδιλο από σκυρόδεμα υπολογίζεται με τον EC-3 μέρος 1.8. - Κεφ.6.
- Ο έλεγχος των αγκυρίων γίνεται με τον κανονισμό "Design Guide, Design of Fastenings in Concrete, COMITE EURO-INTERNATIONAL DU BETON (CEB)".
- Ο έλεγχος των χημικών αγκυρίων γίνεται με τον κανονισμό "EN 1992-4:2018".



Εικόνα 3.1: Με την εντολή «Αρχείο > Επιλογή τύπου σύνδεσης» επιλέγεται ένας από τους τρεις διαθέσιμους τύπους έδρασης υποστυλώματος: i) τύπου I και H, ii) κοίλη RHS/SHS και iii) κοίλη CHS.

3.2 Παράμετροι

3.2.1 Γενικά



Εικόνα 3.2 Αρχική καρτέλα για τον ορισμό της σύνδεσης θεμελίου.

Η μορφή της συνδεσμολογίας ορίζεται επιλέγοντας την κατηγορία της διατομής (HEB, IPE, CHS, RHS κτλ.), τις διαστάσεις της και την ποιότητα του δομικού χάλυβα. Σε περίπτωση καθορισμού της συνδεσμολογίας από υπάρχον αρχείο του προγράμματος Fespa – Tekton γίνεται επιλογή της εντολής “Χρήση γνωστού κτιρίου” με την αντίστοιχη διαδικασία που περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.3 του παρόντος εγχειριδίου.

3.2.2 Βάση υποστυλώματος

Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων	Οπλισμός βάσης
Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία
		Λεπτομέρειες

Γεωμετρικά στοιχεία επιφάνειας έδρασης

☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών

B [mm]	D [mm]	H [mm]	tg [mm]
476.0	556.0	556.0	47.6

Μηχανικές ιδιότητες σκυροδέματος

Ποιότητα Σκυροδέματος: C20/25

Ρηγματωμένο σκυρόδεμα: Ναι

Συντελεστής γωνίας τριβής τσιμεντοκονίας στρώσης εξομάλυνσης: 0.25

Πλάκα έδρασης

Διαστάσεις πλάκας έδρασης

☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών

bp [mm]	dp [mm]	tp [mm]	Ποιότητα χάλυβα
238.0	278.0	26.0	S235

Επέκταση πλάκας έδρασης

Μήκος επέκτασης πλάκας άνω/κάτω Lv: 79.0 [mm]

Μήκος επέκτασης πλάκας δεξιά/αριστερά Lh: 79.0 [mm]

Ενισχυτικό έλασμα βάσης έδρασης υποστυλώματος

☐ Ενισχυτικό έλασμα βάσης έδρασης υποστυλώματος

Είδος ενισχυτικών ελασμάτων: Γωνιακές Νευρώσεις

☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών

h [mm]	t [mm]	Ποιότητα χάλυβα
101.6	10.0	S235

Συγκολλήσεις

☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών

Πάχος συγκόλλησης διατομής, aw: 3.0 [mm]

Πάχος συγκόλλησης ενισχυτικού ελάσματος, as: 3.0 [mm]

Εικόνα 3.3 Καρτέλα «Βάση υποστυλώματος».

Στην καρτέλα «Βάση υποστυλώματος» δίνονται τα γενικά χαρακτηριστικά της βάσης έδρασης από σκυρόδεμα του υποστυλώματος καθώς και οι λεπτομέρειες της συνδεσμολογίας. Σε περίπτωση αυτόματου υπολογισμού των στοιχείων αυτών προεπιλέγονται από το πρόγραμμα τιμές αναλογικές με τη διατομή του υποστυλώματος.

- **Γεωμετρικά στοιχεία επιφάνειας έδρασης:** Η επιλογή μικρών διαστάσεων του θεμελίου (B, D και H) μπορεί να οδηγήσει σε απομείωση της αντοχής της έδρασης λόγω των οριακών αποστάσεων των αγκυρίων από τα όρια του θεμελίου. Συνιστάται οι διαστάσεις της επιφάνειας έδρασης (B x D) να είναι τριπλάσιες των αντιστοίχων διαστάσεων της πλάκας έδρασης. Επιπλέον, η επιλογή σκυροδέματος εξομάλυνσης μεγάλου πάχους tg είναι δυσμενής ως προς την αντοχή του αγκυρίου σε διάτμηση λόγω της αύξησης του μοχλοβραχίονα της οριζόντιας δύναμης. Το προεπιλεγμένο πάχος της στρώσης εξομάλυνσης ($t_g = 30 \text{ mm}$) είναι γενικά επαρκές.
- **Ρηγματωμένο σκυρόδεμα:** Η προεπιλεγμένη κατάσταση του σκυροδέματος θεωρείται ρηγματωμένη, ως πιο συντηρητική επιλογή, βάσει της παραγράφου 4.6(1) του EN1992-4. Η επιλογή αρηγμάτωτου σκυροδέματος επιτρέπεται σε περίπτωση που αποδεικνύεται κατά τον σχεδιασμό ότι το σύνολο του μήκους των αγκυρίων βρίσκεται εντός της μη-ρηγματωμένης περιοχής [βλ. EN1992-4/4.6(2)].
- **Συντελεστής τριβής τσιμεντοκονίας στρώσης εξομάλυνσης:** Ο συντελεστής τριβής μεταξύ της τσιμεντοκονίας εξομάλυνσης και της πλάκας έδρασης παίρνει, συντηρητικά, ως προεπιλογή την τιμή 0.25. Η τιμή του συντελεστή τριβής υπεισέρχεται στον υπολογισμό της αντίστασης σχεδιασμού σε τριβή (βλ. παράγραφο 5.6.5 του Τεύχους)
- **Πλάκα έδρασης:** Οι τελικές διαστάσεις της πλάκας έδρασης προκύπτουν από την επιλογή των μηκών επέκτασής της (L_v και L_h). Για την τροποποίηση των μηκών L_v και L_h απαιτείται η από-επιλογή των αυτόματων ελέγχων των διαστάσεων της πλάκας έδρασης καθώς και της διάταξης των αγκυρίων (στην ομώνυμη καρτέλα). Το πάχος της πλάκας έδρασης (t_p) συνιστάται να είναι περίπου το διπλάσιο του πάχους πέλματος υποστυλώματος.
- **Ενισχυτικό έλασμα βάσης έδρασης υποστυλώματος:**
 - A. Στην περίπτωση υποστυλωμάτων διατομής I ή H, τα ενισχυτικά ελάσματα αυξάνουν την αντοχή της σύνδεσης στην ισχυρή διεύθυνση. Λειτουργούν όμοια με τις εγκάρσιες νευρώσεις ενίσχυσης του υποστυλώματος (Εικόνα 3.4α).
 - B. Για τις κοίλες ορθογωνικές/τετραγωνικές διατομές (RHS/SHS) δίνεται η δυνατότητα επιλογής μεταξύ των παρακάτω δύο διαμορφώσεων ενισχυτικών ελασμάτων:
 - i) σε κάθε γωνία της διατομής του υποστυλώματος τοποθετούνται δύο ενισχυτικά ελάσματα κάθετα μεταξύ τους,
 - ii) τοποθετούνται δύο λεπίδες που εφάπτονται των πλευρών της διατομής οι οποίες είναι κάθετες στον ισχυρό άξονα της κάμψης. Επιπλέον

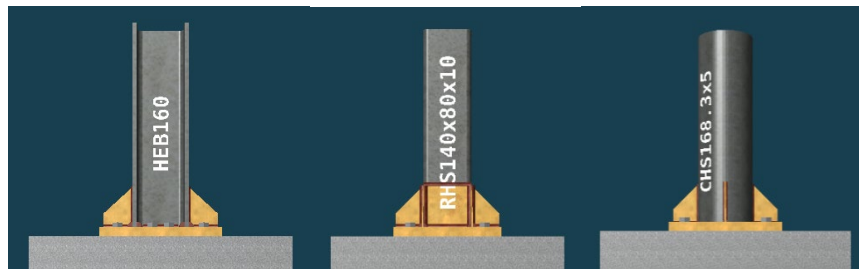
τοποθετούνται ενισχυτικά ελάσματα κάθετα στις λεπίδες, στην προέκταση των πλευρών της διατομής (Εικόνα 3.4β).

- Γ. Στην περίπτωση των κοίλων κυκλικών διατομών (CHS) η αντοχή της σύνδεσης μπορεί να αυξηθεί τοποθετώντας 4 ακτινικά ενισχυτικά ελάσματα, τα οποία είναι παράλληλα στις πλευρές της πλάκας έδρασης (Εικόνα 3.4γ).

- **Συγκολλήσεις:** Το πάχος συγκόλλησης δεν πρέπει να οδηγεί σε υπέρβαση της ελάχιστης επιτρεπόμενης απόστασης του αγκυρίου από την παρειά του υποστυλώματος, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$m_{v,h} \geq \max (1.2d_o; 1.5d; t_{\text{συγκ}} \cdot \sqrt{2} + r_{\text{παξιμαδιού}} + 5mm)$$

Σε διαφορετική περίπτωση εμφανίζεται μήνυμα λάθους. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η αύξηση των αποστάσεων μεταξύ των αγκυρίων p κι ενδεχομένως και των διαστάσεων της πλάκας έδρασης και του θεμελίου.



Εικόνα 3.4 Είδη ενισχυτικών ελασμάτων βάσης έδρασης υποστυλώματος για κατηγορία διατομής: (α) I, (β) RHS/SHS και (γ) CHS.

3.2.3 Διάταξη αγκυρίων

Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία	Λεπτομέρειες
Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων	Οπλισμός Βάσης	
☐ Αυτόματος υπολογισμός			
Γραμμές αγκυρίων horizontal	2	eh [mm]	47.6
Γραμμές αγκυρίων vertical	2	p.hor [mm]	178.8
☒ Επίπεδο διάτμησης στο απείρωμα		ev [mm]	47.6
		p.vert [mm]	278.8
Υπολογισμός μέγιστου αριθμού αγκυρίων		Όχι	
Σκαρίφημα Διάταξης			

Εικόνα 3.5 Καρτέλα «Διάταξη αγκυρίων»

Με τη χρήση της εντολής «Αυτόματος υπολογισμός» γίνεται αυτόματα η βέλτιστη τοποθέτηση των αγκυρίων ενώ παράλληλα ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τον επιθυμητό αριθμό γραμμών αγκυρίων κατακόρυφα (και οριζόντια στην περίπτωση των κοίλων διατομών). Η χειροκίνητη τοποθέτηση των αγκυρίων επιτρέπει την επιλογή της επιθυμητής απόστασης μεταξύ των αγκυρίων p και βάσει αυτής υπολογίζεται αυτόματα η απόσταση του αγκυρίου από το άκρο της πλάκας έδρασης e (ή το αντίστροφο).

3.2.4 Ιδιότητες αγκυρίων

Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία	Λεπτομέρειες
Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων	Οπλισμός Βάσης	
Τύπος αγκυρίου			
Τύπος: Ευθύγραμμο		☐ Αυτόματος υπολογισμός	
L1: 551.2 [mm]			
Διαστάσεις και ποιότητα αγκυρίου			
Διάμετρος Αγκυρίου: M20		Ποιότητα: 8.8	
D [mm]	20	Fy [Mpa]	640
m [mm]	16.0	t (mm)	4.0
Ανοχή [mm]	2.00	k (mm)	13
Asnet [mm ²]	245.00	Fu [Mpa]	800
Asol [mm ²]	314.00		
Έλεγχοι αγκύρωσης			
Εφελακυσμός			
Αστοχία χάλυβα	i Ναι	Απόσχιση κώνου σκυροδέματος	i Ναι
Εξόλκευση αγκυρίου	i Ναι	Διάρρηξη σκυροδέματος	i Ναι
Αστοχία χάλυβα και αγκύρωσης οπλισμού βάσης		i Ναι	
Διάτμηση			
Αστοχία χάλυβα αγκυρίων χωρίς μοχλοβραχίονα		i Ναι	
Αστοχία χάλυβα αγκυρίων με μοχλοβραχίονα		i Όχι	
Εκμόχλευση σκυροδέματος (pryout failure)		i Ναι	
Απόσχιση πλευρικού κώνου σκυροδέματος		i Ναι	

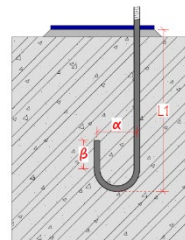
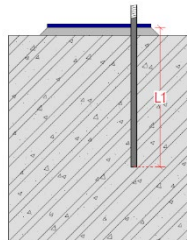
Εικόνα 3.6 Καρτέλα «Ιδιότητες αγκυρίων»

- **Τύπος αγκυρίου**

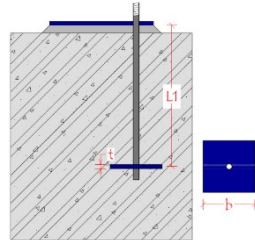
Οι εξής τύποι αγκυρίων υποστηρίζονται από το πρόγραμμα:

1) Ευθύγραμμη ράβδος

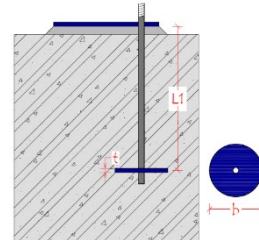
2) Ράβδος με άγκιστρο



3) Ράβδος με τετραγωνική πλάκα συγκράτησης



4) Ράβδος με κυκλική πλάκα συγκράτησης



5) Χημικά αγκύρια (pot-installed) τύπου HIT-RE 500 V3 της εταιρείας HILTI με:

- ενέσιμο κονίαμα Hilti HIT-RE 500 V3: εποξική ρητίνη με αδρανή 330 ml, 500 ml και 1400 ml
- μεταλλικό στέλεχος από επιψευδαργυρωμένο χάλυβα: σπειροειδής ράβδος HAS-E, όριο διαρροής $f_{yk} = 400 MPa$, εφελκυστική αντοχή $f_{uk} = 500 MPa$



Οι πρώτοι τέσσερις τύποι αγκυρίων (ευθύγραμμη ράβδος, ράβδος με άγκιστρο, ράβδος με τετραγωνική ή κυκλική πλάκα συγκράτησης) αποτελούν αγκύρια τα οποία τοποθετούνται στο στοιχείο θεμελίωσης πριν την σκυροδέτηση και ο έλεγχος τους γίνεται βάσει του «CEB (Comité euro-international du béton) Design Guide: Design of Fastenings in Concrete». Πιο συγκεκριμένα εφαρμόζεται το Μέρος ΙΙΙ (κεφάλαια 14-19) που αφορά αγκύρια με κεφαλή ενσωματούμετα πριν την σκυροδέτηση (cast-in-place headed anchors).

❖ Χημικά Αγκύρια

Τα χημικά αγκύρια τοποθετούνται μετά τη σκυροδέτηση και ο έλεγχός τους γίνεται βάσει του EN1992-4:2018 καθώς και των αντίστοιχων προδιαγραφών του ETA 16/0180.

- **Μήκος αγκυρίου L_1/h_{eff}**

Στο μήκος των έγχυτων αγκυρίων L_1 προσμετράται το πάχος του κονιάματος εξομάλυνσης t_g . Αντίθετα, στην περίπτωση των χημικών αγκυρίων ο κανονισμός (ETA-16/0180) ορίζει ως μήκος αγκυρίου το καθαρό μήκος της οπής h_{eff} . Στον **αυτόματο υπολογισμό** του μήκους αγκυρίου το πρόγραμμα λαμβάνει ως προεπιλεγμένη τιμή $L_1=0.7 \cdot H$ (όπου H το ύψος του θεμελίου) ενώ, παράλληλα, διασφαλίζει την ελάχιστη απόσταση από τη βάση του θεμελίου (45mm).

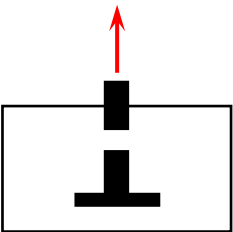
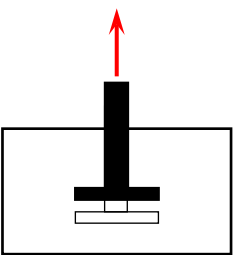
- ❖ **Χημικά Αγκύρια**

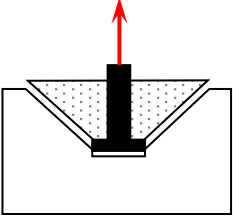
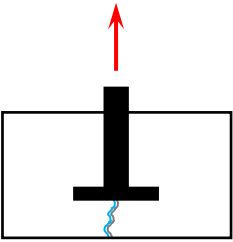
Επιπλέον των ανωτέρω, οι προδιαγραφές των χημικών αγκυρίων ορίζουν το μέγιστο (h_{max}) και ελάχιστο (h_{min}) βάθος έμπηξης το οποίο καθορίζεται συναρτήσει της διαμέτρου του αγκυρίου σύμφωνα με τις οδηγίες ETA-16/0180. Σε περίπτωση επιλογής h_{eff} εκτός των ορίων αυτών, το πρόγραμμα εμφανίζει προειδοποιητικό μήνυμα.

- **Έλεγχοι αγκύρωσης**

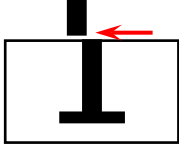
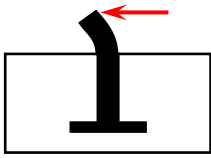
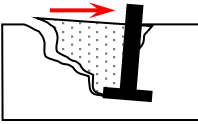
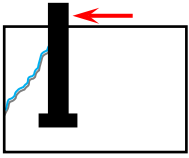
Οι έλεγχοι αγκύρωσης κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς «CEB (Comité euro-international du béton) Design Guide: Design of Fastenings in Concrete» και EN1992-4 σε ελέγχους για εφελκυστικό και διατμητικό φορτίο.

- **Έλεγχοι για εφελκυστικό φορτίο:**

E1	Αστοχία χάλυβα αγκυρίων	$N_{Sd} \leq N_{Rd,s}$ $= \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
E2	Εξόλκευση αγκυρίων	$N_{Sd} \leq N_{Rd,p}$ $= \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	

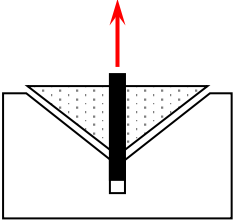
E3	Απόσχιση κώνου σκυροδέματος	$N_{Sd} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$	
E4	Διάρρηξη σκυροδέματος (concrete splitting failure)	$N_{Sd} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$	

▪ Έλεγχοι για διατμητικό φορτίο:

Δ1	Αστοχία χάλυβα αγκυρίων χωρίς μοχλοβραχίονα	$V_{Sd} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$	
Δ2	Αστοχία χάλυβα αγκυρίων με μοχλοβραχίονα	$V_{Sd} \leq V_{Rd,sm} = \frac{V_{Rk,sm}}{\gamma_{Ms}}$	
Δ3	Εκμόχλευση σκυροδέματος (pryout failure)	$V_{Sd} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$	
Δ4	Απόσχιση πλευρικού κώνου σκυροδέματος λόγω κοντινού άκρου (concrete edge failure)	$V_{Sd} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$	

❖ Χημικά Αγκύρια

Η μόνη διαφοροποίηση των ελέγχων των **χημικών αγκυρίων** συνίσταται στον έλεγχο «E2 Εξόλκευση» ο οποίος αντικαθίσταται από τον έλεγχο «E2' Συνδυασμός αστοχίας σκυροδέματος και εξόλκευσης χημικού αγκυρίου»:

E2'	Συνδυασμός αστοχίας σκυροδέματος και εξόλκευσης χημικού αγκυρίου	$N_{sd} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	
-----	--	---	---

Σε όλους τους παραπάνω ελέγχους είναι απαραίτητο να ορίσει ο χρήστης εάν το σκυρόδεμα θεωρείται ρηγματωμένο ή όχι (Καρτέλα «Βάση υποστυλώματος»).

E4: Διάρρηξη σκυροδέματος

Η ύπαρξη **πρόσθετου οπλισμού ανάρτησης** (μεταλλικός κλωβός που εγκιβωτίζει την αγκύρωση, βλ. §3.2.5), όπως ορίζεται στην επόμενη καρτέλα, ή/και **επαρκών αποστάσεων** των αγκυρίων από τα άκρα του θεμελίου δίνει τη δυνατότητα απαλλαγής από τον έλεγχο «**E4: Διάρρηξη σκυροδέματος**» τόσο για τα έγχυτα όσο και για τα χημικά αγκύρια. Για το λόγο αυτό η προεπιλογή του ελέγχου E4 είναι απενεργοποιημένη. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή της εν λόγω ευνοϊκής διάταξης μπορεί να εφαρμοστεί σύμφωνα με τον EN1992-4:2018 – §7.2.1.7 εάν συντρέχει τουλάχιστον μία από τις εξής συνθήκες:

- 1) Η απόσταση του αγκυρίου από τα άκρα του θεμελίου είναι $c > 1.0 c_{cr,sp}$ για μεμονωμένα αγκύρια και $c > 1.2 c_{cr,sp}$ για ομάδες αγκυρίων και το ύψος του θεμελίου είναι $h > h_{min}$ (με $h_{min} = c_{cr,sp}$). Προτεινόμενη τιμή κατά CEB: $c_{cr,sp} = 2h_{eff}$.
- 2) Οι αντοχές σε απόσχιση κώνου σκυροδέματος E3 και εξόλκευση αγκυρίου E2 (για έγχυτα αγκύρια) ή σε συνδυασμό αστοχίας σκυροδέματος και εξόλκευσης αγκυρίου E2' (για χημικά αγκύρια) υπολογίζονται για ρηγματωμένο σκυρόδεμα και επιπλέον θεωρείται ότι ο πρόσθετος οπλισμός αναλαμβάνει τις δυνάμεις διάρρηξης περιορίζοντας το πλάτος των ρωγμών σε $w_k < 0.3\text{mm}$.

3.2.5 Οπλισμός βάσης

Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία	Λεπτομέρειες
Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων	Οπλισμός Βάσης	
Πρόσθετος οπλισμός (ανάρτησης)			
Ονομαστική τάση διαρροής $f_{yk, re}$ (N/mm ²)	500		
Αριθμός ράβδων n_{re}	6		
Διάμετρος ράβδου φ_{re} (mm)	20		
Μήκος στον θεωρούμενο κώνο αστοχίας $l_{1, re}$ (mm)	300		
Παράμετρος cast-in-place αγκυρίων			
k_6	1.0		
Παράμετροι χημικών αγκυρίων			
α_1	1.0	α_2	1.0

Εικόνα 3.7 Καρτέλα «Οπλισμός βάσης»

Ο πρόσθετος οπλισμός ανάρτησης (μεταλλικός κλωβός) εντός της βάσης σκυροδέματος βελτιώνει τη συμπεριφορά της αγκύρωσης με τους εξής τρόπους:

- Αναλαμβάνει τις δυνάμεις απόσχισης κώνου σκυροδέματος (έλεγχος E3).
- Απαλλάσσει από τον έλεγχο διάρρηξης σκυροδέματος Δ4 σύμφωνα με τις προϋποθέσεις της προηγούμενης ενότητας.

Οι οδηγίες για το σχεδιασμό και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του πρόσθετου οπλισμού δίνονται στις ενότητες 7.2.2.6 και 7.2.2.2, αντίστοιχα, του EN1992-4:2018. Τα χαρακτηριστικά του πρόσθετου οπλισμού ορίζονται στην καρτέλα «Οπλισμός βάσης» ως εξής:

- n_{re} ο αριθμός των (κατακόρυφων) ράβδων του πρόσθετου οπλισμού που αντιστοιχεί σε κάθε αγκύριο. Π.χ. στην περίπτωση τοποθέτησης 4 αγκυρίων και 6 ράβδων πρόσθετου οπλισμού, υπολογίζεται $n_{re} = 6/4 = 1.5$. Είναι απαραίτητη η τοποθέτησή του όσο το δυνατόν εγγύτερα των αγκυρίων και με μέγιστη απόσταση $0.75 \cdot h_{eff}$ (h_{eff} : βάθος αγκύρωσης)
- φ_{re} η διάμετρος των (κατακόρυφων) ράβδων του πρόσθετου οπλισμού, η οποία δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 16mm.
- $l_{1, re}$ το μήκος των (κατακόρυφων) ράβδων του πρόσθετου οπλισμού (**Εικόνα 3.8**), το οποίο πρέπει να επιλέγεται ως $l_{1, re} \geq 10\varphi$ στην περίπτωση λείων αγκυρίων και $l_{1, re} \geq 4\varphi$ στην περίπτωση των υπόλοιπων τύπων αγκυρίων (με άγκιστρο ή πλάκα). Το πρόγραμμα

λαμβάνει ως προεπιλεγμένη τιμή l_{1_re} το διπλάσιο του ως άνω ελάχιστου μήκους.

k_6 (εφαρμόζεται για αγκύρια τοποθετημένα πριν τη σκυροδέτηση) συντελεστής που εξετάζει τη γωνία τοποθέτησης του πρόσθετου οπλισμού (CEB Design Guide, Design of Fastenings in Concrete §15.2.2):

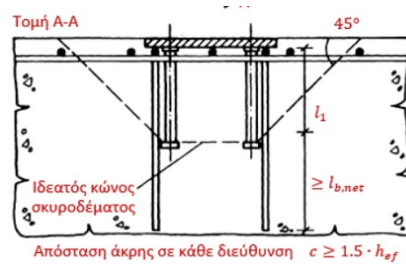
1.0 για γωνίες τοποθέτησης $45^\circ - 90^\circ$

0.7 για λοιπές γωνίες τοποθέτησης

a_1, a_2 (εφαρμόζεται για χημικά αγκύρια) συντελεστές που εξετάζουν το είδος της αγκύρωσης και το βάθος της επικάλυψης (EC1992-1-1 §8.4.4):

$a_1 = 1.0$

$a_2 = 0.7 - 1.0$



Εικόνα 3.8 Λεπτομέρεια (κατακόρυφου) πρόσθετου οπλισμού ανάρτησης περιμετρικά των αγκυρίων.

3.2.6 Φορτία

Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων	Οπλισμός Βάσης
Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία
Λεπτομέρειες		

Εισαγωγή Φορτίσεων

Αξονική N (kN) (Θλίψη αρνητική)	0
Ροπή My (kNm)	0
Ροπή Mz (kNm)	0
Τέμνουσα Vy (kN)	0
Τέμνουσα Vz (kN)	0

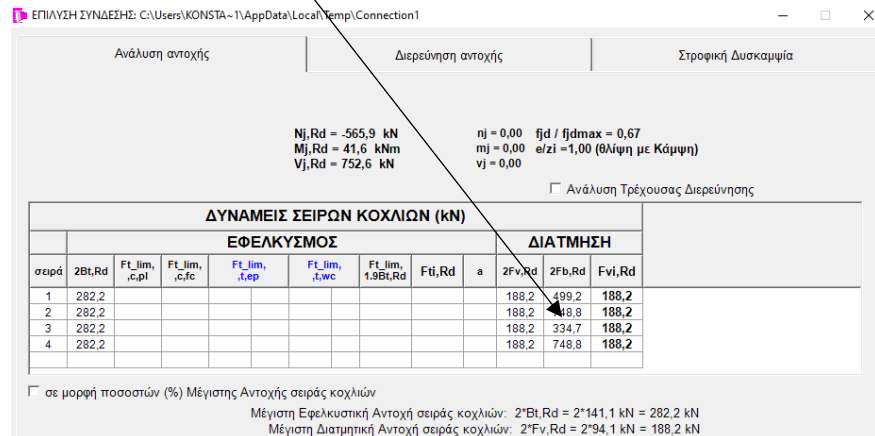
Άξονες φορτίσεων

Εικόνα 3.9 Η καρτέλα «Φορτία» της σύνδεσης έδρασης κοίλων διατομών, χωρίς χρήση γνωστού κτιρίου.

Στην περίπτωση που δεν έχει εισαχθεί γνωστό κτίριο από αρχείο *.tek, πρέπει να συμπληρωθούν οι τιμές των φορτίων που ασκούνται στην έδραση, στην αντίστοιχη καρτέλα. Στην περίπτωση εισαγωγής γνωστού κτιρίου από αρχείο *.tek, οι τιμές των αντίστοιχων φορτίων ενημερώνονται αυτόματα.

3.3 Ανάλυση αντοχής διατομών Ι και Η (κρίσιμης φόρτισης)

Έλεγχος της εκκεντρότητας λόγω φόρτισης. Βλέπε κείμενο που ακολουθεί.



Εικόνα 3.10 Στην περίπτωση ελέγχου έδρασης βάσης υποστυλώματος, εκτός από τους ελέγχους του βραχέως T, ελέγχεται η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος και η εφελκυστική αντοχή των αγκυρίων.

Ερμηνεία συμβολισμών

Ft,c,pl Πλάκα έδρασης σε κάμψη [kN]

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 6.2.6.11

Ft,c,fc Πέλμα και κορμός υποστυλώματος σε θλίψη [kN]

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 6.2.6.7

fjd αντοχή σχεδιασμού σε σύνθλιψη του κόμβου, prEN §6.2.5(7)

$$f_{jd} = \beta_j * F_{Rdu} / (b_{eff} * l_{eff})$$

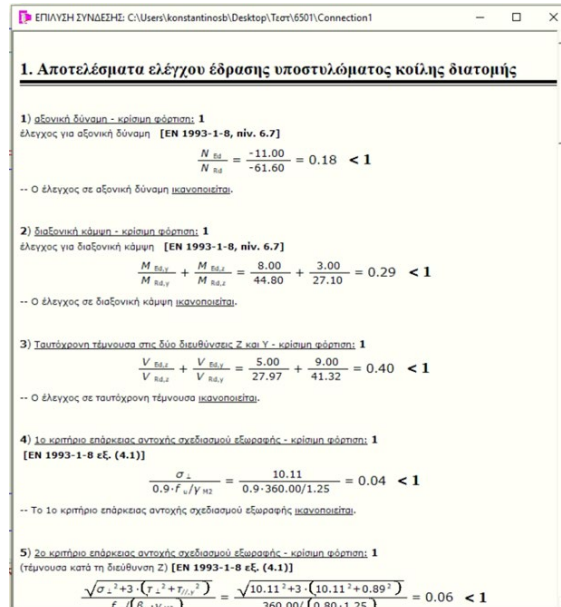
Εξαρτάται από τις διαστάσεις B, D και h του θεμελίου και από την ποιότητα fcd. Το FRdu υπολογίζεται με βάση τον EN1992-1-1:2003, §6.7.

$$F_{Rdu} = A_{c0} * f_{cd} * \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3.0 * f_{cd} * A_{c0},$$

Όπου $A_{c0} = b_{eff} * l_{eff}$

$f_{j\text{dmax}}$	είναι η μέγιστη θλιπτική αντοχή του πεδίου και είναι ίση με $2 \cdot f_{cd}$. Επιτυγχάνεται όταν οι διαστάσεις της επιφάνειας έδρασης ($B \times D$) είναι τριπλάσιες των αντιστοιχών διαστάσεων της πλάκας έδρασης και το ύψος h διπλάσιο της μεγαλύτερης πλευράς της πλάκας έδρασης.
$f_{jd} / f_{j\text{dmax}}$	λόγος εκμετάλλευσης Ω.Σ. πεδίου. Τιμή κοντά στο 1.00 δηλώνει ότι οι δεδομένες διαστάσεις B και D είναι βέλτιστες.
e	η εκκεντρότητα της φόρτισης ($= MSd / NSd$)
z_i	η αντίστοιχη διάσταση του μοχλοβραχίονα (z_c ή z_t), prEN, §6.2.8.3
e / z_i	λόγος από τον οποίο φαίνεται αν η σύνδεση βάσης υποστυλώματος λειτουργεί σε προέχουσα θλίψη, κάμψη ή εφελκυσμό. Σε περίπτωση προέχουσας θλίψης ($e / z_i < 1.0$) ορισμένοι έλεγχοι (π.χ. οι έλεγχοι του βραχέως- T που αφορούν εφελκυσμό κορμού στύλου) δεν έχουν εφαρμογή.

3.4 Ανάλυση αντοχής διατομών RHS, SHS και CHS (κρίσιμης φόρτισης)



Εικόνα 3.11 Εμφάνιση παραθύρου συνοπτικών αποτελεσμάτων κατά τη διαστασιολόγηση σύνδεσης.

Τα συνοπτικά αποτελέσματα της «Διαστασιολόγησης σύνδεσης» εμφανίζονται στο αναδυόμενο παράθυρο της **Εικόνα 3.11** και αφορούν τους εξής ελέγχους:

- Αξονικής δύναμης
- Διαξονικής κάμψης
- Ταυτόχρονης τέμνουσας δύναμης
- Αντοχής συγκολλήσεων (εξωραφής)
- Αντοχής ενισχυτικού ελάσματος

Στην **ενότητα Π.2** του **Παραρτήματος** περιγράφεται αναλυτικά ένα παράδειγμα έδρασης διατομής RHS.

Ερμηνεία συμβολισμών

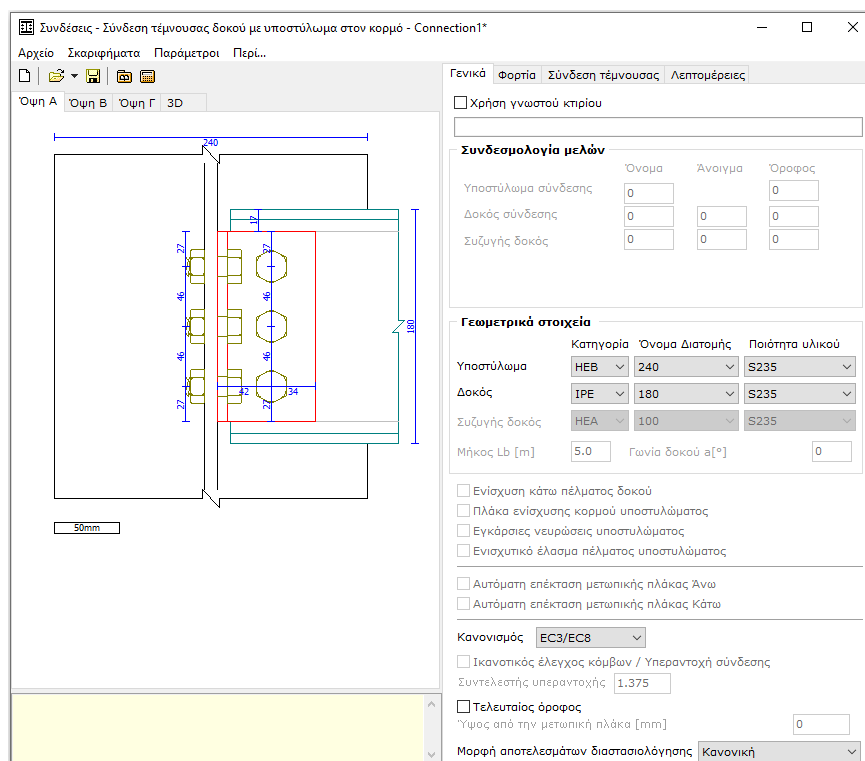
N_{Ed}, V_{Ed}, M_{Ed}	Κρίσιμη φόρτιση έδρασης σε αξονική δύναμη, τέμνουσα δύναμη και κάμψη [kN]
N_{Rd}, V_{Rd}, M_{Rd}	Αντοχή σχεδιασμού της έδρασης σε αξονική δύναμη, τέμνουσα δύναμη και κάμψη [kN]
$\sigma_{\perp}$	ορθή τάση σχεδιασμού ασκούμενη κάθετα στον άξονα της ραφής συγκόλλησης [MPa]
$\tau_{\perp}$	διατμητική τάση σχεδιασμού ασκούμενη κάθετα στον άξονα της ραφής συγκόλλησης [MPa]
$\tau_{\parallel}$	διατμητική τάση σχεδιασμού ασκούμενη παράλληλα στον άξονα της ραφής συγκόλλησης [MPa]
f_u	αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα της συγκόλλησης [MPa]

4

Σύνδεση τέμνουσας

4.1 Γενικά

Πρόκειται για τη σύνδεση δοκού σε υποστυλώμα (είτε στον κορμό είτε στο πέλμα του) καθώς και για τη σύνδεση δοκού με δοκό, μέσω γωνιακού.



Εικόνα 4.1 Όψη A της σύνδεσης δοκού σε κορμό υποστυλώματος.

4.2 Παράμετροι

4.2.1.1 Γωνιακό σύνδεσης – κοχλίωση

Γενικά

Φορτία

Σύνδεση τέμνουσας

Λεπτομέρειες

Γωνιακό Σύνδεσης
 Επιλογή γωνιακού σύνδεσης: 60x60x8
☒ Αυτόματος υπολογισμός γεωμ. στοιχείων γωνιακού
 Τοποθέτηση [mm]
 Μήκος L [mm]: 127.2 Οριζόντια: 10.0 Κατακόρυφα: 16.4 Ποιότητα χάλυβα: S235
☒ Μέγιστη διάμετρος κοχλιών

Σύνδεση Γωνιακού με Δοκό
 Διάμετρος [mm]: M12 Ποιότητα: 8.8
☒ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα
☒ Αυτόματος υπολογισμός κοχλίωσης
 Γραμμές κοχλιών: 3 Στήλες κοχλιών: 1
 p1 [mm]: 44.1 e1 [mm]: 19.5 p2 [mm]: 0.0 e2 [mm]: 26.0

Σύνδεση Γωνιακού με Υποστύλωμα
 Διάμετρος [mm]: M12 Ποιότητα: 8.8
☒ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα
☒ Αυτόματος υπολογισμός κοχλίωσης
 Γραμμές κοχλιών: 3 Στήλες κοχλιών: 1
 p1 [mm]: 44.1 e1 [mm]: 19.5 p2 [mm]: 0.0 e2 [mm]: 26.0

Εικόνα 4.2 Ακόμα και όταν ο χειριστής απενεργοποιήσει τον «Αυτόματο υπολογισμό», το πρόγραμμα ελέγχει τις μέγιστες και ελάχιστες αποστάσεις (για τα $e1$, $p1$, $e2$, $p2$) με βάση τις διατάξεις του EC3-1.8 Σε περίπτωση μη τήρησής τους εμφανίζει μήνυμα στο κάτω αριστερά τμήμα του παραθύρου.

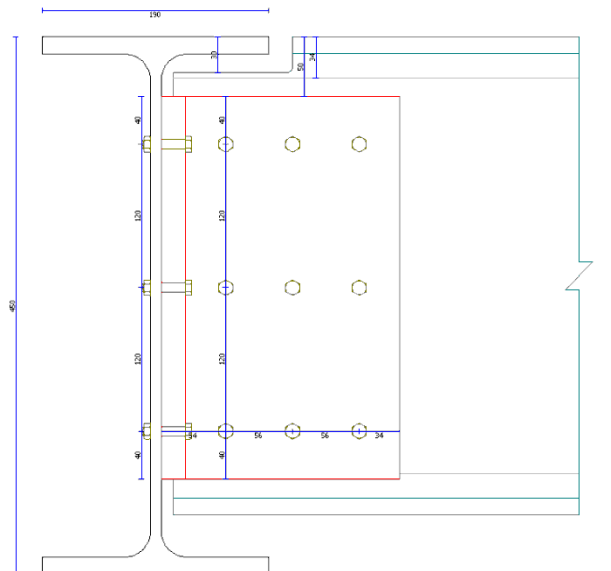
Στοιχεία δευτερεύουσας δοκού

☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών
 Κατ. θέση δοκού [mm]

☒ Απότμηση πάνω ☐ Απότμηση κάτω

Μήκος [mm] Ύψος [mm]

Εικόνα 4.3 Ειδικά για τη σύνδεση δοκού με δοκό, ο χρήστης μπορεί να καθορίσει αν η δευτερεύουσα δοκός θα έχει απότμηση (πάνω ή και κάτω) καθώς και την κατακόρυφη απόστασή της από το άνω πέλμα της κύριας δοκού. Βλέπε **Εικόνα 4.4**.



Εικόνα 4.4 Σύνδεση δοκού με δοκό μέσω γωνιακού με τρεις σειρές και τρεις στήλες κοχλιών και **άνω απότμηση** της δευτερεύουσας δοκού.

4.3 Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση τέννουσας

Με την εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης» της κεντρικής εργαλειογραφμής, το πρόγραμμα κάνει αναλυτικό υπολογισμό όλων των συστατικών που απαρτίζουν τον κόμβο και εμφανίζει σε ξεχωριστό παράθυρο τις επιμέρους τιμές αντοχής καθενός. Η μορφή των αποτελεσμάτων για την σύνδεση τέννουσας παρουσιάζεται στην **Εικόνα 4.5**.

3. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης τέννουσας	
Μέγιστη Τέννουσα δύναμη:	$V_{Ed} = 4,28 \text{ kN}$
3.1 Έλεγχοι Στηρίζοντος (κύριου) μέλους	
Εφαρμοζόμενη Τέννουσα κοχλία:	$F_{v,Ed} = 1,07 \text{ kN}$
Αντοχή σε διάτμηση κοχλίας:	$F_{v0,c,Rd} = 7,03 \text{ kN} \geq 1,07 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλίψη άντυνας γωνιακού:	$F_{b,Lc,Rd} = 21,33 \text{ kN} \geq 1,07 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλίψη άντυνας κύριου μέλους:	$F_{b,c,Rd} = 42,16 \text{ kN} \geq 1,07 \text{ kN}$
Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική):	$V_{eff,2,Lc,Rd} = 67,34 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$
3.2 Έλεγχοι στηριζόμενης δοκού (δευτερεύον μέλος)	
Εισαγόμενη Ροπή (Λόγω εκκεντρότητας):	$M_{Ed} = 0,17 \text{ kNm}$
Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τέννουσα κοχλία (κατακόρυφα):	$F_{vy,b,Ed} = 2,14 \text{ kN}$
Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τέννουσα κοχλία (οριζόντια):	$F_{vx,b,Ed} = 5,71 \text{ kN}$
Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τέννουσα κοχλία (συνισταμένη):	$F_{v,b,Ed} = 6,10 \text{ kN}$
Αντοχή σε διάτμηση κοχλίας:	$F_{v0,b,Rd} = 14,05 \text{ kN} \geq 6,10 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας γωνιακού (κατακόρυφα):	$F_{by,Lb,Rd} = 21,33 \text{ kN} \geq 2,14 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας γωνιακού (οριζόντια):	$F_{bx,Lb,Rd} = 21,33 \text{ kN} \geq 5,71 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας δοκού (κατακόρυφα):	$F_{by,b,Rd} = 23,31 \text{ kN} \geq 2,14 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας δοκού (οριζόντια):	$F_{bx,b,Rd} = 27,07 \text{ kN} \geq 5,71 \text{ kN}$
Αντοχή γωνιακών σε διάτμηση (συνολική):	$V_{pl,L,Rd} = 86,34 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$
Αντοχή γωνιακών σε κάμψη (συνολική):	$M_{pl,L,Rd} = 2,33 \text{ kNm} \geq 0,17 \text{ kNm}$
Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική):	$V_{eff,2,Lb,Rd} = 67,34 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$
Αντοχή δοκού σε διάτμηση:	$V_{pl,b,Rd} = 94,23 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$
Αντοχή δοκού σε κάμψη:	$M_{pl,b,Rd} = 18,87 \text{ kNm} \geq 0,17 \text{ kNm}$
Αντοχή δοκού σε απόσχιση:	$V_{eff,2,b,Rd} = 58,71 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$

Εικόνα 4.5 Η εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης» εμφανίζει πίνακα με τα αποτελέσματα των ελέγχων για την επάρκεια σύνδεσης τέννουσας.

Σημείωση

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν εντατικά μεγέθη, το πρόγραμμα για να κάνει τους ελέγχους χρησιμοποιεί ως τιμή δράσης σχεδιασμού το $\frac{1}{2}$ της αντοχής της δοκού σε διάτμηση (Μέγιστη τέμνουσα δύναμη $V_{Ed} = V_{pl,b,Rd} / 2$).

4.3.1 Έλεγχοι στηρίζοντος (κύριου) μέλους:**4.3.1.1 Εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοχλία, $F_{v,Ed}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n}$$

όπου n ο αριθμός των κοχλίων που υπάρχουν στον κορμό του κύριου μέλους

4.3.1.2 Αντοχή σε διάτμηση κοχλία, $F_{v0,c,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

$$F_{v0,c,Rd} = \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

4.3.1.3 Αντοχή σε θλίψη άντυγας γωνιακού, $F_{b,Lc,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

Σημείωση

Το k_1 υπολογίζεται τόσο για πλευρικά ακραίους κοχλίες όσο και για εσωτερικούς και λαμβάνεται η μικρότερη τιμή.

$$F_{b,Lc,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

4.3.1.4 Αντοχή σε θλίψη κύριου μέλους, $F_{b,c,Rd}$

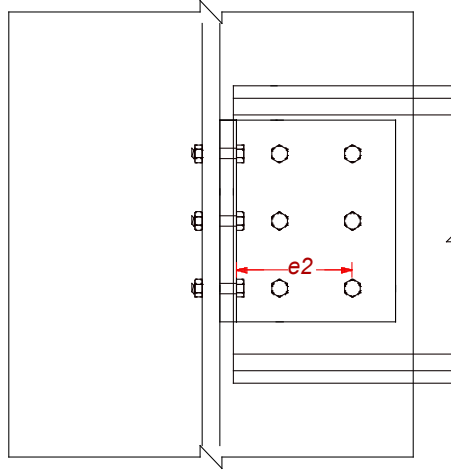
Ομοίως με προηγούμενο έλεγχο.

4.3.1.5 Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική), $V_{eff,2,Lc,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.10.2

$$V_{eff,2,Lc,Rd} = 0.5 f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1 / \sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0}$$

Στο **Σχήμα 4.1** φαίνεται το τμήμα του γωνιακού που κινδυνεύει να αποσχιστεί και που λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του A_{nt} .



Σχήμα 4.1 Το τμήμα του γωνιακού που κινδυνεύει να αποσχιστεί και λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του A_{nt} .

4.3.2 Έλεγχοι στηριζόμενης δοκού (δευτερεύον μέλος):

4.3.2.1 Εισαγόμενη Ροπή (λόγω εκκεντρότητας), M_{Ed}

$$M_{Ed} = F_{V,Ed} \cdot e$$

όπου e η απόσταση του Κ.Β. της κοιλίωσης μέχρι την παρειά του κυρίου μέλους.

Μέγιστη εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία (συνισταμένη), $F_{v,b,Ed}$:

$$F_{v,b,Ed} = \sqrt{F_{vy,b,Ed}^2 + F_{vx,b,Ed}^2}$$

4.3.2.2 Μέγιστη εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία (κατακόρυφα), $F_{vy,b,Ed}$

Είναι η κατακόρυφη συνολική δύναμη στον δυσμενέστερο κοιλία.

4.3.2.3 Μέγιστη εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία (οριζόντια), $F_{vx,b,Ed}$

Είναι η οριζόντια δύναμη λόγω ροπής στους γωνιακούς κοιλίες.

(Βλέπε: ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΤΟΜΟΣ Ι, Παραδείγματα εφαρμογής του Ευρωκώδικα 3, Ι.Βάγιας, Ι.Ερμόπουλος, Γ.Ιωαννίδης, Παράδειγμα 46, Σελ. 364).

4.3.2.4 Αντοχή σε διάτμηση κοχλίας, $F_{v0,b,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

Το αποτέλεσμα που προκύπτει πολλαπλασιάζεται επί 2 επειδή ο κοχλίας είναι δίτμητος.

$$F_{v0,b,Rd} = 2 * \frac{a_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

4.3.2.5 (α) Αντοχή σε θλίψη άντυγας γωνιακού (κατακόρυφα), $F_{by,Lb,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

Σημείωση

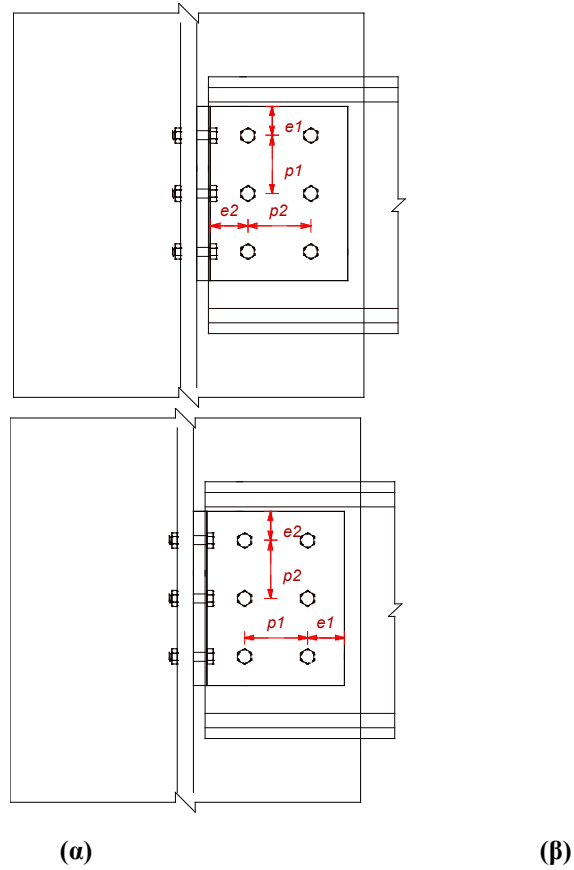
Το k_1 υπολογίζεται τόσο για πλευρικά ακραίους κοχλίες όσο και για εσωτερικούς και λαμβάνεται η μικρότερη τιμή.

$$F_{by,Lb,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

Στο **Σχήμα 4.2** παρουσιάζονται οι αποστάσεις που πρέπει να λάβει κανείς υπόψη του για τον υπολογισμό των k_1 , a_b .

4.3.2.6 (β) Αντοχή σε θλίψη άντυγας γωνιακού (οριζόντια), $F_{bx,Lb,Rd}$

Ομοίως με προηγούμενο έλεγχο. (Εναλλάσσεται ο ρόλος των e_1 , p_1 με τα e_2 , p_2 σε σχέση με τον προηγούμενο έλεγχο).



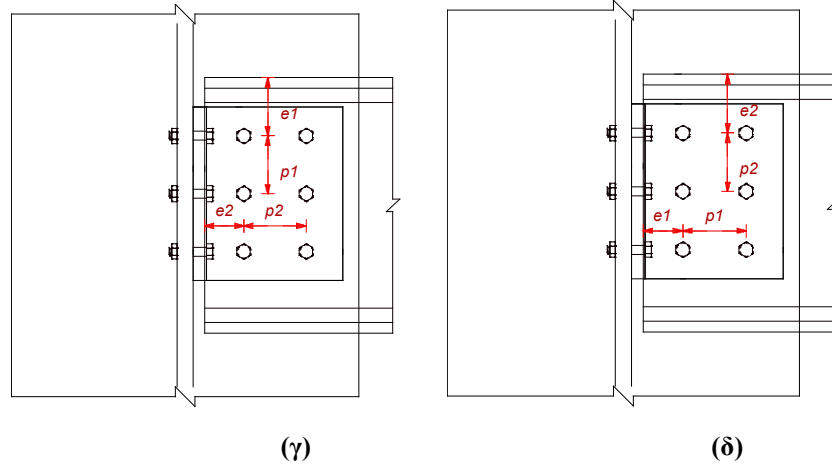
Σχήμα 4.2 Οι αποστάσεις που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό των k_1 και α_b .

4.3.2.7 (γ) Αντοχή σε θλίψη άντυγας δοκού (κατακόρυφα), $F_{by,b,Rd}$

Ομοίως με προηγούμενο έλεγχο.

4.3.2.8 (δ) Αντοχή σε θλίψη άντυγας δοκού (οριζόντια), $F_{bx,b,Rd}$

Ομοίως με προηγούμενο έλεγχο. (Εναλλάσσεται ο ρόλος των $e1$, $p1$ με τα $e2$, $p2$ σε σχέση με τον προηγούμενο έλεγχο.)



Σχήμα 4.3 Οι αποστάσεις που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό των k_1 και α_b .

4.3.2.9 Αντοχή γωνιακών σε διάτμηση (συνολική), $V_{pl,L,Rd}$

$$V_{pl,L,Rd} = 2 * \frac{A_v f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

4.3.2.10 Αντοχή γωνιακών σε κάμψη (συνολική), $M_{pl,L,Rd}$

Αρχικά γίνεται έλεγχος εάν θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η οπή που βρίσκεται στο εφελκόμενο τμήμα κατά τον υπολογισμό της αντοχής σε κάμψη.

Το κριτήριο είναι :

$$0.9 \frac{A_{net}}{A} \geq \frac{f_y \gamma_{M2}}{f_u \gamma_{M0}}$$

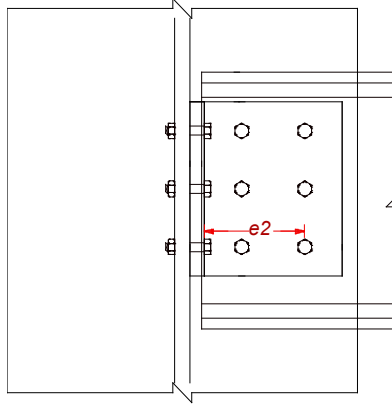
$$M_{pl,L,Rd} = 2 * \frac{W_{pl,L} f_y}{\gamma_{M0}}$$

4.3.2.11 Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική), $V_{eff,2,Lb,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.10.2

$$V_{eff,2,Lb,Rd} = 0.5 f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1/\sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0}$$

Στο **Σχήμα 4.4** φαίνεται το τμήμα του γωνιακού που κινδυνεύει να αποσχιστεί και που λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του A_{nt} .



Σχήμα 4.4 Το τμήμα του γωνιακού που κινδυνεύει να αποσχιστεί και λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του A_{nt} .

4.3.2.12 Αντοχή δοκού σε διάτμηση, $V_{pl,b,Rd}$

$$V_{pl,b,Rd} = \frac{A_{v,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

4.3.2.13 Αντοχή δοκού σε κάμψη, $M_{pl,b,Rd}$

Αρχικά γίνεται έλεγχος εάν θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι οπές που βρίσκονται στο εφελκόμενο τμήμα κατά τον υπολογισμό της αντοχής σε κάμψη.

Το κριτήριο είναι :

$$0.9 \frac{A_{net}}{A} \geq \frac{f_y \gamma_{M2}}{f_u \gamma_{M0}}$$

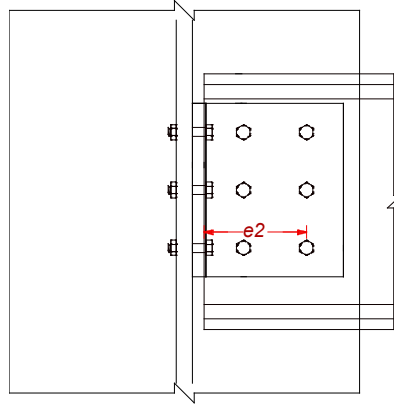
$$M_{pl,b,Rd} = \frac{W_{pl,b} f_y}{\gamma_{M0}}$$

4.3.2.14 Αντοχή δοκού σε απόσχιση, $V_{eff,2,b,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.10.2

$$V_{eff,2,b,Rd} = 0.5 f_u A_{nt} / \gamma_{M2} + (1 / \sqrt{3}) f_y A_{nv} / \gamma_{M0}$$

Στο **Σχήμα 4.5** φαίνεται το τμήμα της δοκού που κινδυνεύει να αποσχιστεί και που λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του A_{nt} .



Σχήμα 4.5 Το τμήμα του γωνιακού που κινδυνεύει να αποσχιστεί και λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του A_{nt} .

5

Σύνδεση διαγωνίου

5.1 Γενικά

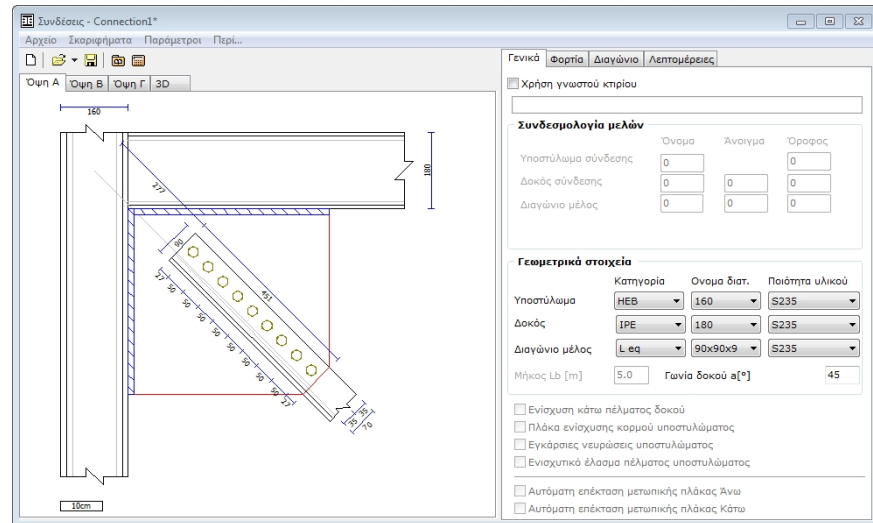
Πρόκειται για δύο παρόμοιες συνδέσεις:

Τη σύνδεση διαγωνίου συνδέσμου σε κόμβο δοκού - υποστυλώματος είτε με συγκόλληση είτε με κοχλίωση και τη σύνδεση διαγωνίου συνδέσμου σε δοκό μέσω κομβοελάσματος.

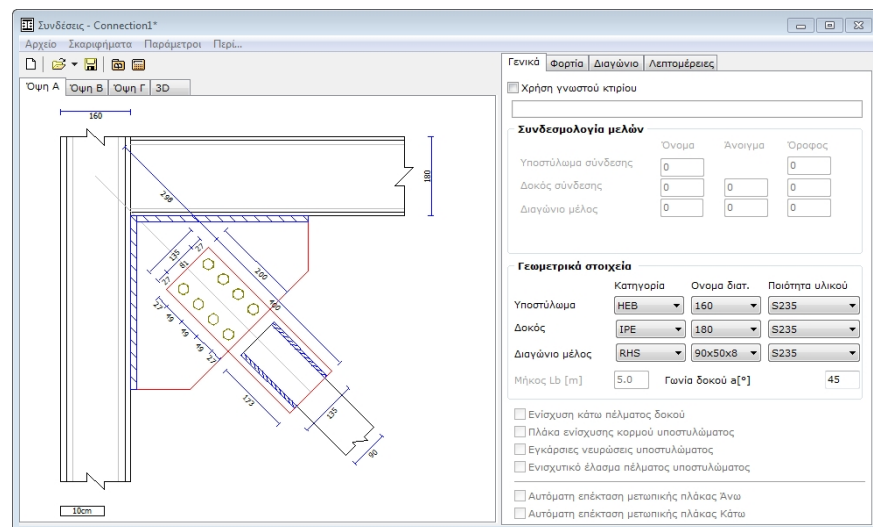
Το διαγώνιο μέλος μπορεί να ανήκει σε μία από τις ακόλουθες διατομές :

- Οικογένεια διπλών ταυ (IPE, HEA, HEB, HEM, IPN)
- Ισοσκελή γωνιακά (Leq)
- Διατομές UPN, UPE
- Κοιλοδοκοί (RHS, SHS, CHS)

5.1.1.1 Με υποστυλώμα



Εικόνα 5.1 Όψη A της σύνδεσης διαγωνίου συνδέσμου (μορφής L) σε κόμβο δοκού-υποστυλώματος.



Εικόνα 5.1β Όψη A της σύνδεσης διαγωνίου συνδέσμου (κοιλοδοκού) σε κόμβο δοκού-υποστυλώματος.

5.2.1.1 Διαγώνιο μέλος

Γενικά

Φορτία

Διαγώνιο

Λεπτομέρειες

Λοιπά Γεωμετρικά στοιχεία

☐ Στύλος σε ασθενή διεύθυνση

☐ Δοκός σε ασθενή διεύθυνση

Διαγώνιο στοιχείο

☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών

s1 [mm]

264.9

L [mm]

400

☐ Διπλό διαγώνιο μέλος
 ☐ Διαγώνιο σε ασθενή διεύθυνση

Κομβοέλασμα

Lx1 [mm]

432.6

Lx2 [mm]

442.6

t [mm]

15.0

Ποιότητα χάλυβα

S235

sy1 [mm]

10.0

sy2 [mm]

10.0

☐ Διπλό έλασμα
 ☒ Ορθογώνιο

Σύνδεση

☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών

☒ Συγκόλληση

Lx3 [mm]

100.0

sy3 [mm]

8.0

Lx4 [mm]

100.0

sy4 [mm]

8.0

☒ Κοχλίωση

Διάμετρος [mm]

M12

Ποιότητα

10.9

☐ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα

Στήλες κοχλιών

12

Γραμμές κοχλιών

2

e1 [mm]

19.5

e2 [mm]

19.5

p1 [mm]

32.8

p2 [mm]

45.0

Εικόνα 5.3 Η καρτέλα «Διαγώνιο» στην περίπτωση διαγωνίου μέλους μορφής διπλού ταυ, γωνιακού ή μορφής U.

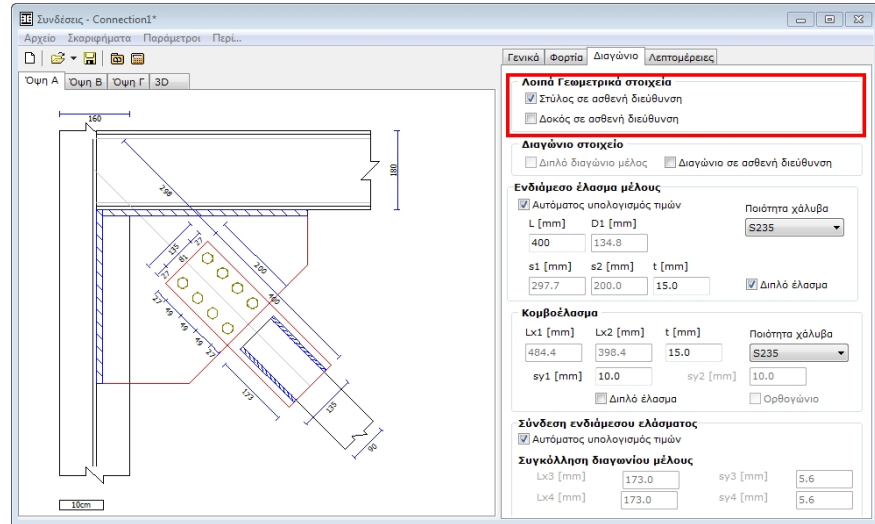
Ο χρήστης ορίζει το μήκος του διαγωνίου στοιχείου, την απόστασή του από τον κόμβο δοκού-υποστυλώματος (ή τον κόμβο αρχής της δοκού στην περίπτωση της σύνδεσης χωρίς υποστυλώμα), αν υπάρχει διπλό διαγώνιο μέλος ή αν αυτό βρίσκεται στην ασθενή διεύθυνση. Επίσης καθορίζεται η μορφή και οι διαστάσεις του κομβοελάσματος, αν αυτό είναι διπλό ή όχι καθώς και αν είναι ορθογώνιο ή όχι. Τέλος προσδιορίζεται η σύνδεση του διαγωνίου μέλους (συγκόλληση ή κοχλίωση) και δίνονται κατά περίπτωση οι αντίστοιχες παράμετροι.

Γενικά	Φορτία	Διαγώνιο	Λεπτομέρειες
Λοιπά Γεωμετρικά στοιχεία ☐ Στύλος σε ασθενή διεύθυνση ☐ Δοκός σε ασθενή διεύθυνση			
Διαγώνιο στοιχείο ☐ Διπλό διαγώνιο μέλος ☐ Διαγώνιο σε ασθενή διεύθυνση			
Ενδιάμεσο έλασμα μέλους ☐ Αυτόματος υπολογισμός πημών L [mm] 400 D1 [mm] 150 Ποιότητα χάλυβα S235 s1 [mm] 308.3 s2 [mm] 200.0 t [mm] 15.0 ☒ Διπλό έλασμα			
Κομβοέλασμα Lx1 [mm] 426.9 Lx2 [mm] 436.9 t [mm] 15.0 Ποιότητα χάλυβα S235 sy1 [mm] 10.0 sy2 [mm] 10.0 ☐ Διπλό έλασμα ☐ Ορθογώνιο			
Σύνδεση ενδιάμεσου ελάσματος ☒ Αυτόματος υπολογισμός πημών Συγκόλληση διαγωνίου μέλους Lx3 [mm] 173.0 sy3 [mm] 4.2 Lx4 [mm] 173.0 sy4 [mm] 4.2			
Κοχλίωση Διάμετρος [mm] M16 Ποιότητα 10.9 ☐ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα Στήλες κοχλιών 4 Γραμμές κοχλιών 3 e1 [mm] 27.0 e2 [mm] 27.0 p1 [mm] 48.7 p2 [mm] 48.0			

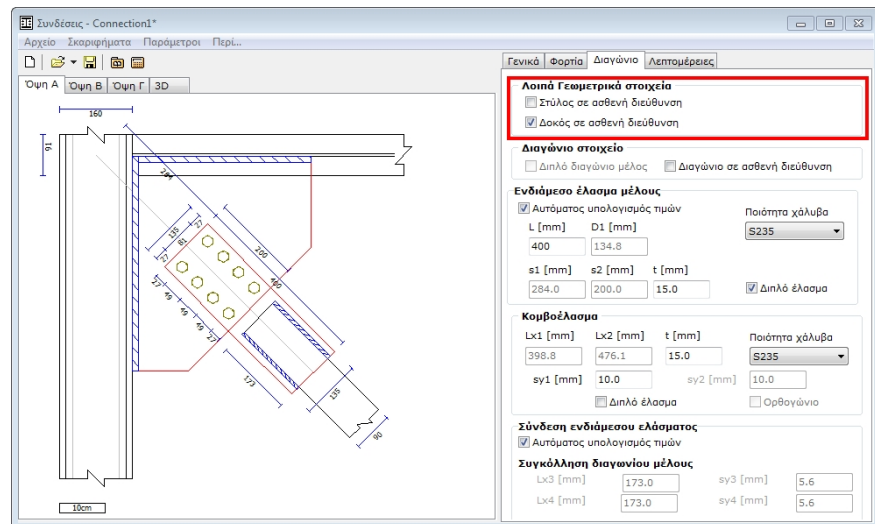
Εικόνα 5.3β Η καρτέλα «Διαγώνιο» στην περίπτωση διαγωνίου μέλους μορφής κοιλοδοκού.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται κοιλοδοκός ως διαγώνιο μέλος, ο χρήστης στην καρτέλα αυτή ορίζει τις διαστάσεις του ενδιάμεσου ελάσματος, το οποίο χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του διαγωνίου μέλους με το κομβοέλασμα, την απόσταση του ενδιάμεσου αυτού ελάσματος από τον κόμβο δοκού-υποστυλώματος (ή τον κόμβο αρχής της δοκού στην περίπτωση της σύνδεσης χωρίς υποστύλωμα), αν υπάρχει διπλό διαγώνιο μέλος ή αν αυτό βρίσκεται στην ασθενή διεύθυνση. Επίσης, καθορίζεται η μορφή και οι διαστάσεις του κομβοελάσματος καθώς και αν αυτό είναι διπλό ή όχι. Τέλος, προσδιορίζεται η σύνδεση του διαγωνίου μέλους με το κομβοέλασμα (συγκόλληση ή κοχλίωση) ή

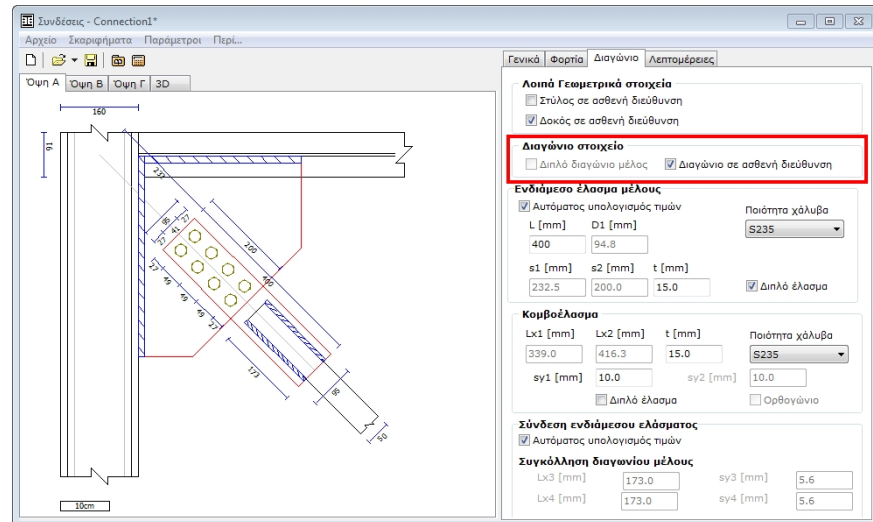
η σύνδεση του διαγώνιου μέλους με το ενδιάμεσο κομβοέλασμα (περίπτωση που το διαγώνιο μέλος είναι κοιλοδοκός) και δίνονται κατά περίπτωση οι αντίστοιχες παράμετροι.



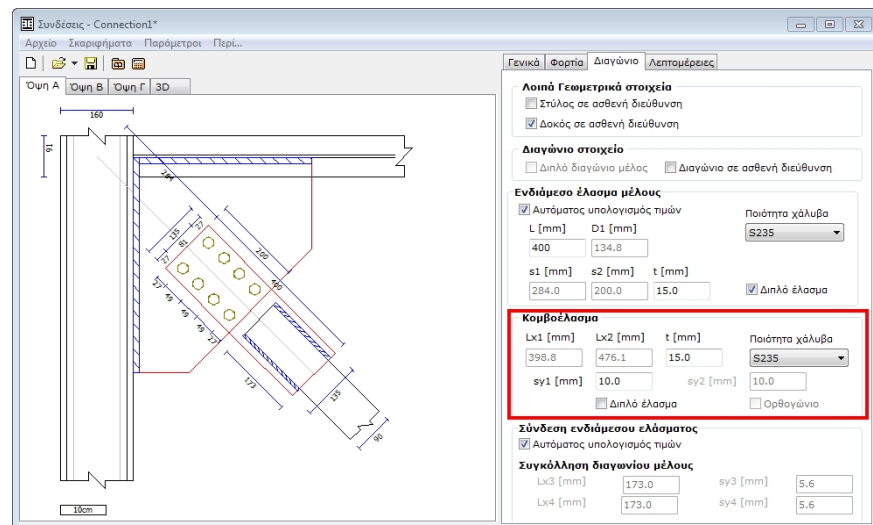
Εικόνα 5.4 Ορισμός στύλου στην ασθενή διεύθυνση.



Εικόνα 5.5 Ορισμός δοκού στην ασθενή διεύθυνση.

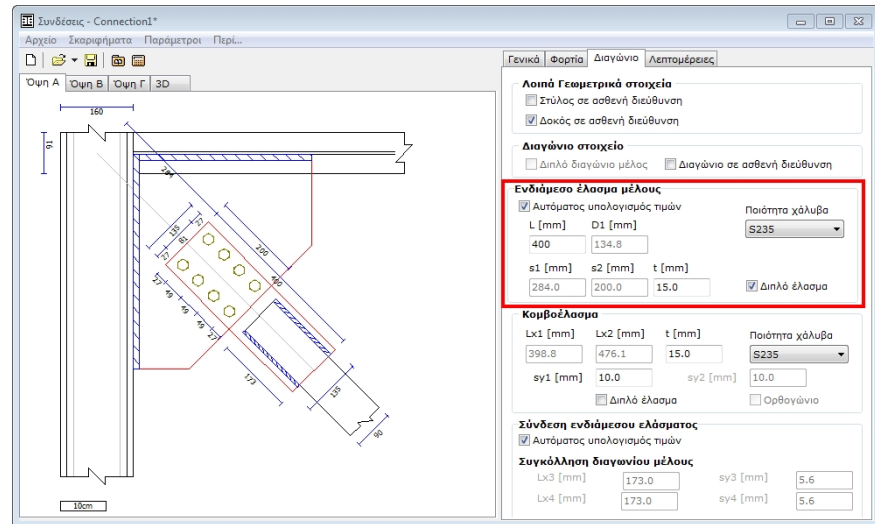


Εικόνα 5.6 Ορισμός διαγωνίου στοιχείου στην ασθενή διεύθυνση.



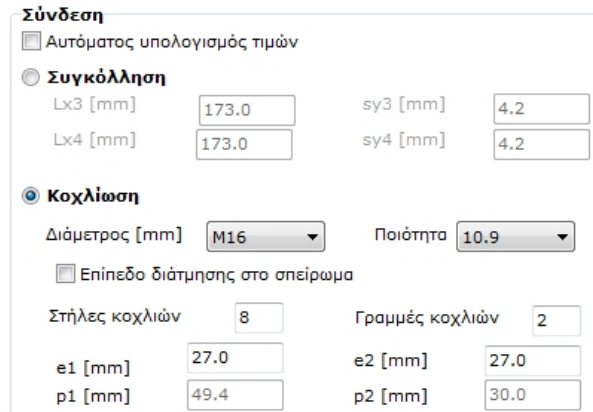
Εικόνα 5.7 Ορισμός των διαστάσεων του κομβοελάσματος.

Στην καρτέλα «Διαγώνιο» ο χρήστης ορίζει το μήκος συγκόλλησης $Lx1$ και το πάχος συγκόλλησης $sy1$ του κομβοελάσματος κατά μήκος της δοκού, το μήκος συγκόλλησης $Lx2$ και το πάχος συγκόλλησης $sy2$ του κομβοελάσματος κατά μήκος του υποστρώματος, το πάχος t και την ποιότητα χάλυβα του κομβοελάσματος καθώς και την μορφή του.



Εικόνα 5.8 Ορισμός των διαστάσεων του ενδιάμεσου ελάσματος (περίπτωση που το διαγώνιο μέλος είναι κοιλοδοκός).

Στην καρτέλα «Διαγώνιο» ο χρήστης ορίζει το μήκος L και το πλάτος $D1$ του ενδιάμεσου ελάσματος, την απόσταση $s1$ του ενδιάμεσου ελάσματος από τον κόμβο δοκού – υποστυλώματος (ή τον κόμβο αρχής της δοκού στην περίπτωση της σύνδεσης χωρίς υποστύλωμα), το μήκος $s2$ του ενδιάμεσου ελάσματος που βιδώνεται πάνω στο κομβοέλασμα, το πάχος t και την ποιότητα χάλυβα του κομβοελάσματος και του ενδιάμεσου ελάσματος καθώς και τη μορφή τους.



Εικόνα 5.9 Στην καρτέλα «Σύνδεση», ο χρήστης καθορίζει τον τρόπο σύνδεσης του διαγώνιου μέλους με το κομβοέλασμα (συγκόλληση ή κοχλίωση). Μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στον αυτόματο

υπολογισμό των τιμών ή να δώσει από μόνος του τα επιμέρους δεδομένα.

Σύνδεση ενδιάμεσου ελάσματος

☐ Αυτόματος υπολογισμός τιμών

Συγκόλληση διαγωνίου μέλους

Lx3 [mm]	173.0	sy3 [mm]	4.2
Lx4 [mm]	173.0	sy4 [mm]	4.2

Κοχλίωση

Διάμετρος [mm] Ποιότητα

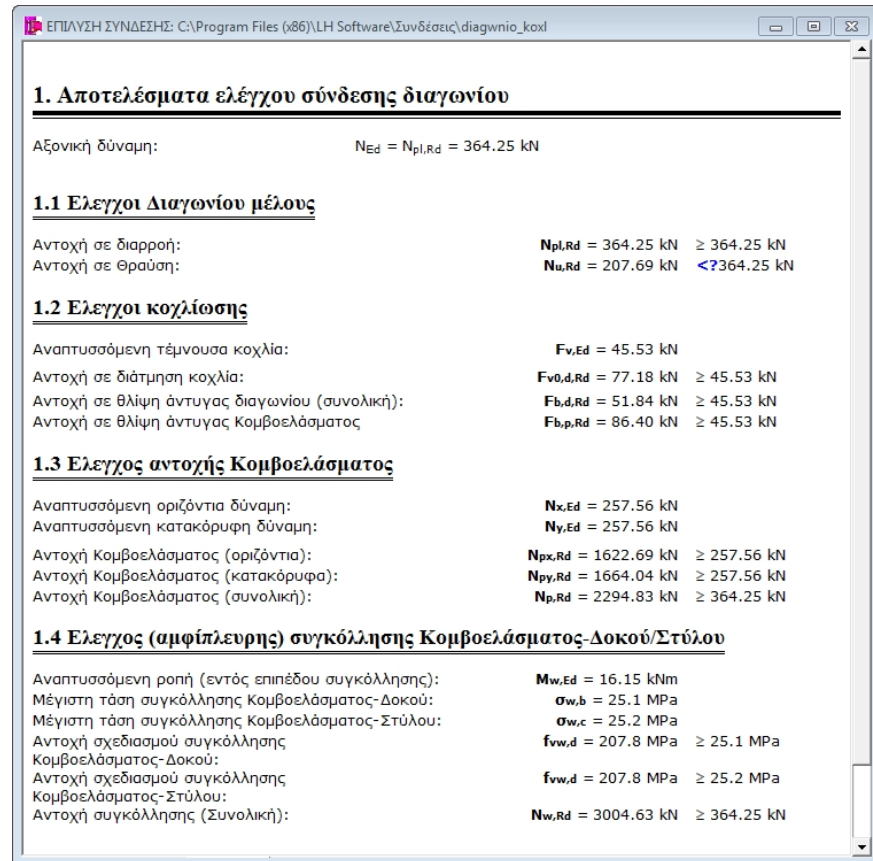
☐ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα

Στήλες κοχλιών	4	Γραμμές κοχλιών	3
e1 [mm]	27.0	e2 [mm]	27.0
p1 [mm]	48.7	p2 [mm]	48.0

Εικόνα 5.10 Στην καρτέλα «Σύνδεση ενδιάμεσου ελάσματος», ο χρήστης καθορίζει τον τρόπο σύνδεσης του διαγωνίου μέλους με το ενδιάμεσο έλασμα (συγκόλληση) και του ενδιάμεσου ελάσματος με το κομβοέλασμα (κοχλίωση). Μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στον αυτόματο υπολογισμό των τιμών ή να δώσει από μόνος του τα επιμέρους δεδομένα.

5.3 Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση διαγωνίου

Με την εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης» της κεντρικής εργαλειογραμμής, το πρόγραμμα κάνει αναλυτικό υπολογισμό όλων των συστατικών που απαρτίζουν τον κόμβο και εμφανίζει σε ξεχωριστό παράθυρο τις επιμέρους τιμές αντοχής καθενός. Η μορφή των αποτελεσμάτων για την σύνδεση διαγωνίου παρουσιάζεται στην **Εικόνα 5.11**.



Εικόνα 5.11 Μορφή αποτελεσμάτων στην περίπτωση που η σύνδεση του διαγωνίου μέλους γίνεται μέσω κοχλίωσης.

Σημείωση

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν εντατικά μεγέθη, το πρόγραμμα για να κάνει τους ελέγχους χρησιμοποιεί ως τιμή δράσης σχεδιασμού την αντοχή του διαγωνίου μέλους σε διαρροή ($N_{Ed} = N_{pl,Rd}$).

1. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης διαγωνίου

Αξονική δύναμη: $N_{Ed} = N_{pl,Rd} = 364.25 \text{ kN}$

1.1 Ελεγχος Διαγωνίου μέλους

Αντοχή σε διαρροή: $N_{pl,Rd} = 364.25 \text{ kN} \geq 364.25 \text{ kN}$

1.2 Έλεγχος συγκόλλησης Διαγωνίου-Κομβοελάσματος

Διατμητική τάση συγκόλλησης: $\tau_w = 76.0 \text{ MPa}$
 Αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης: $f_{vw,d} = 207.8 \text{ MPa} \geq 76.0 \text{ MPa}$
 Αντοχή συγκόλλησης (συνολική): $N_{w,Rd} = 996.21 \text{ kN} \geq 364.25 \text{ kN}$

1.3 Έλεγχος αντοχής Κομβοελάσματος

Αναπτυσσόμενη οριζόντια δύναμη: $N_{x,Ed} = 257.56 \text{ kN}$
 Αναπτυσσόμενη κατακόρυφη δύναμη: $N_{y,Ed} = 257.56 \text{ kN}$
 Αντοχή Κομβοελάσματος (οριζόντια): $N_{px,Rd} = 1930.68 \text{ kN} \geq 257.56 \text{ kN}$
 Αντοχή Κομβοελάσματος (κατακόρυφα): $N_{py,Rd} = 1972.02 \text{ kN} \geq 257.56 \text{ kN}$
 Αντοχή Κομβοελάσματος (συνολική): $N_{p,Rd} = 2730.39 \text{ kN} \geq 364.25 \text{ kN}$

1.4 Έλεγχος (αμφίπλευρης) συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Δοκού/Στύλου

Αναπτυσσόμενη ροπή (εντός επιπέδου συγκόλλησης): $M_{w,Ed} = 16.15 \text{ kNm}$
 Μέγιστη τάση συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Δοκού: $\sigma_{w,b} = 22.9 \text{ MPa}$
 Μέγιστη τάση συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Στύλου: $\sigma_{w,c} = 23.0 \text{ MPa}$
 Αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Δοκού: $f_{vw,d} = 207.8 \text{ MPa} \geq 22.9 \text{ MPa}$
 Αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Στύλου: $f_{vw,d} = 207.8 \text{ MPa} \geq 23.0 \text{ MPa}$
 Αντοχή συγκόλλησης (Συνολική): $N_{w,Rd} = 3290.60 \text{ kN} \geq 364.25 \text{ kN}$

Εικόνα 5.12 Μορφή αποτελεσμάτων στην περίπτωση που η σύνδεση του διαγωνίου μέλους γίνεται μέσω συγκόλλησης.

1. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης διαγώνιου	
Αξονική δύναμη:	$N_{Ed} = N_{pl,Rd} = 451.20 \text{ kN}$
1.1 Έλεγχος Διαγώνιου μέλους	
Αντοχή σε διαρροή:	$N_{pl,Rd} = 451.20 \text{ kN} \geq 451.20 \text{ kN}$
1.2 Αντοχή Ενδιάμεσου Ελάσματος (συνολική)	
Αντοχή σε διαρροή:	$N_{q,Rd} = 950.34 \text{ kN} \geq 451.20 \text{ kN}$
Αντοχή σε θραύση:	$N_{qu,Rd} = 853.63 \text{ kN} \geq 451.20 \text{ kN}$
1.3 Έλεγχος (αμφίπλευρης) συγκόλλησης Ενδιάμ.Ελάσματος-Διαγώνιου	
Διατμητική τάση συγκόλλησης:	$\tau_w = 58.2 \text{ MPa}$
Αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης:	$f_{vw,d} = 207.8 \text{ MPa} \geq 58.2 \text{ MPa}$
Αντοχή συγκόλλησης (συνολική):	$N_{w,Rd} = 1610.89 \text{ kN} \geq 451.20 \text{ kN}$
1.4 Έλεγχος κοχλίωσης	
Αναπτυσσόμενη τέμνουσα κοχλία:	$F_{v,Ed} = 56.40 \text{ kN}$
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία:	$F_{v0,d,Rd} = 154.37 \text{ kN} \geq 56.40 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλίψη άντυνας Ενδιάμεσου Ελάσματος (συνολική):	$F_{b,q,Rd} = 86.40 \text{ kN} \geq 56.40 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλίψη άντυνας Κομβοελάσματος	$F_{b,p,Rd} = 86.40 \text{ kN} \geq 56.40 \text{ kN}$
1.5 Έλεγχος αντοχής Κομβοελάσματος	
Αναπτυσσόμενη οριζόντια δύναμη:	$N_{x,Ed} = 319.05 \text{ kN}$
Αναπτυσσόμενη κατακόρυφη δύναμη:	$N_{y,Ed} = 319.05 \text{ kN}$
Αντοχή Κομβοελάσματος (οριζόντια):	$N_{px,Rd} = 1439.29 \text{ kN} \geq 319.05 \text{ kN}$
Αντοχή Κομβοελάσματος (κατακόρυφα):	$N_{py,Rd} = 1439.37 \text{ kN} \geq 319.05 \text{ kN}$
Αντοχή Κομβοελάσματος (συνολική):	$N_{p,Rd} = 2035.47 \text{ kN} \geq 451.20 \text{ kN}$
1.6 Έλεγχος (αμφίπλευρης) συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Δοκού/Στύλου	
Αναπτυσσόμενη ροπή (εντός επιπέδου συγκόλλησης):	$M_{w,Ed} = 12.35 \text{ kNm}$
Μέγιστη τάση συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Δοκού:	$\sigma_{w,b} = 31.3 \text{ MPa}$
Μέγιστη τάση συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Στύλου:	$\sigma_{w,c} = 31.4 \text{ MPa}$
Αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Δοκού:	$f_{vw,d} = 207.8 \text{ MPa} \geq 31.3 \text{ MPa}$
Αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης Κομβοελάσματος-Στύλου:	$f_{vw,d} = 207.8 \text{ MPa} \geq 31.4 \text{ MPa}$
Αντοχή συγκόλλησης (Συνολική):	$N_{w,Rd} = 2989.42 \text{ kN} \geq 451.20 \text{ kN}$

Εικόνα 5.13 Μορφή αποτελεσμάτων στην περίπτωση σύνδεσης που το διαγώνιο μέλος είναι κοιλοδοκός.

5.3.1 Έλεγχος διαγώνιου μέλους

5.3.1.1 Αντοχή σε διαρροή, $N_{pl,Rd}$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

5.3.1.2 Αντοχή σε θραύση, $N_{u,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.10.3

5.3.2 Έλεγχοι κοιλίωσης**5.3.2.1 Εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία, $F_{v,Ed}$**

$$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n}$$

όπου n ο αριθμός των κοιλιών που υπάρχουν στο διαγώνιο μέλος**5.3.2.2 Αντοχή σε διάτμηση κοιλία, $F_{v0,d,Rd}$**

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

5.3.2.3 Αντοχή σε θλίψη άντυγας διαγωνίου, $F_{b,d,Rd}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

(ΣΗΜΕΙΩΣΗ : t είναι το πάχος του διαγωνίου μέλους)**5.3.2.4 Αντοχή σε θλίψη άντυγας ελάσματος, $F_{b,p,Rd}$**

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 3.6 / Πίνακας 3.4

(ΣΗΜΕΙΩΣΗ : t είναι το πάχος του κομβοελάσματος)**5.3.3 Έλεγχος συγκόλλησης Διαγωνίου-Ελάσματος****5.3.3.1 Διατμητική τάση συγκόλλησης, τ_w**

$$\tau_w = \frac{N}{A_{tot}} = \frac{N}{a \sum l}$$

- όταν οι συνδέσεις σχετίζονται με γνωστό αρχείο N είναι η εφελκυστική δύναμη του διαγωνίου μέλους
- όταν δεν υπάρχουν εντατικά μεγέθη το πρόγραμμα για να κάνει τους ελέγχους χρησιμοποιεί την αντοχή του διαγωνίου μέλους σε διαρροή ($N = N_{pl,Rd}$).

5.3.3.2 Αντοχή σχεδιασμού συγκόλλησης, $f_{vw,d}$

Ευρωκώδικας 3 / Μέρος 1.8 / § 4.5.3.3

5.3.3.3 Αντοχή συγκόλλησης (συνολική), $N_{w,Rd}$

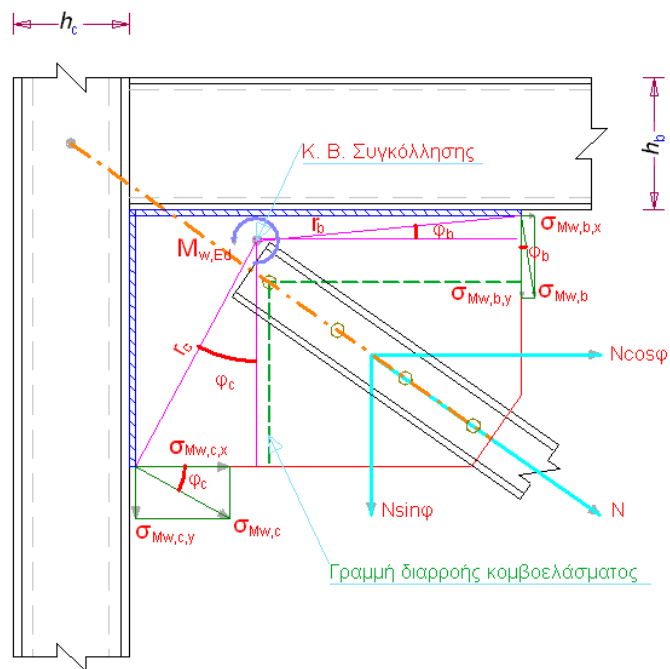
$$N_{w,Rd} = F_{w,Rd} \sum l = \frac{af_u}{\sqrt{3}\beta_w\gamma_{M2}} \sum l$$

β_w Συντελεστής συσχέτισης που λαμβάνεται από τον Ευρωκώδικα 3 / Μέρος 1.8 / Πίνακας 4.1

5.3.4 Έλεγχος αντοχής Ελάσματος

Ανάλογα με την μορφή του κομβοελάσματος υπολογίζεται η γραμμή διαρροής του και στην συνέχεια η αντοχή του.

5.3.5 Έλεγχος αμφίπλευρης συγκόλλησης Ελάσματος-Δοκού / Στόλου



Σχήμα 5.1

Η κατανομή των τάσεων της συγκόλλησης στην δοκό γίνεται με ελαστική ανάλυση :

$$\sigma_{Mw,b} = \frac{M_{w,Ed}}{I_{wx} + I_{wy}} r_b$$

όπου I_{wx} και I_{wy} είναι οι ροπές αδράνειας κατά x και y των συγκολλήσεων του κομβοελάσματος με την δοκό και το υποστύλωμα.

$$\sigma_{Mw,b,x} = \sigma_{Mw,b} \cdot \sin \phi_b$$

$$\sigma_{Mw,b,y} = \sigma_{Mw,b} \cdot \cos \phi_b$$

$$\sigma_{wx} = \frac{N \cos \phi}{A_s}$$

$$\sigma_{wy} = \frac{N \sin \phi}{A_s}$$

όπου A_s το συνολικό εμβαδόν της συγκόλλησης

Η μέγιστη τάση συγκόλλησης Ελάσματος-Δοκού δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\sigma_{w,b} = \sqrt{(\sigma_{Mw,b,x} + \sigma_{wx})^2 + (\sigma_{Mw,b,y} + \sigma_{wy})^2}$$

Η κατανομή των τάσεων της συγκόλλησης στο υποστύλωμα γίνεται με ελαστική ανάλυση :

$$\sigma_{Mw,c} = \frac{M_{w,Ed}}{I_{wx} + I_{wy}} r_c$$

όπου I_{wx} και I_{wy} είναι οι ροπές αδράνειας κατά x και y των συγκολλήσεων του κομβοελάσματος με την δοκό και το υποστύλωμα.

$$\sigma_{Mw,c,x} = \sigma_{Mw,c} \cdot \cos \phi_c$$

$$\sigma_{Mw,c,y} = \sigma_{Mw,c} \cdot \sin \phi_c$$

$$\sigma_{wx} = \frac{N \cos \phi}{A_s}$$

$$\sigma_{wy} = \frac{N \sin \phi}{A_s}$$

όπου A_s το συνολικό εμβαδόν της συγκόλλησης

Η μέγιστη τάση συγκόλλησης Ελάσματος-Στύλου δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$\sigma_{w,c} = \sqrt{(\sigma_{Mw,c,x} + \sigma_{wx})^2 + (\sigma_{Mw,c,y} + \sigma_{wy})^2}$$

Η αντοχή σχεδιασμού της συγκόλλησης του ελάσματος με την δοκό και τον στύλο υπολογίζεται ως εξής :

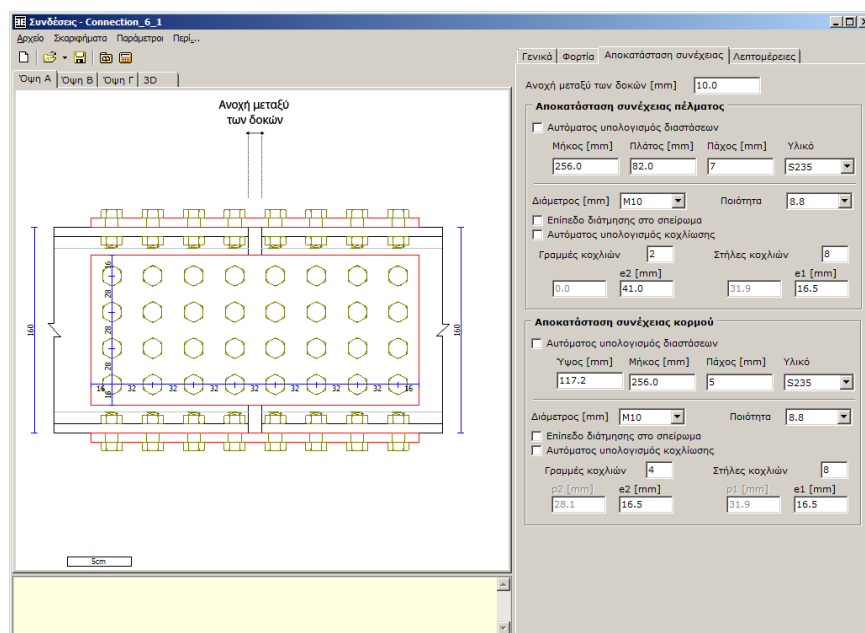
$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}}$$

6

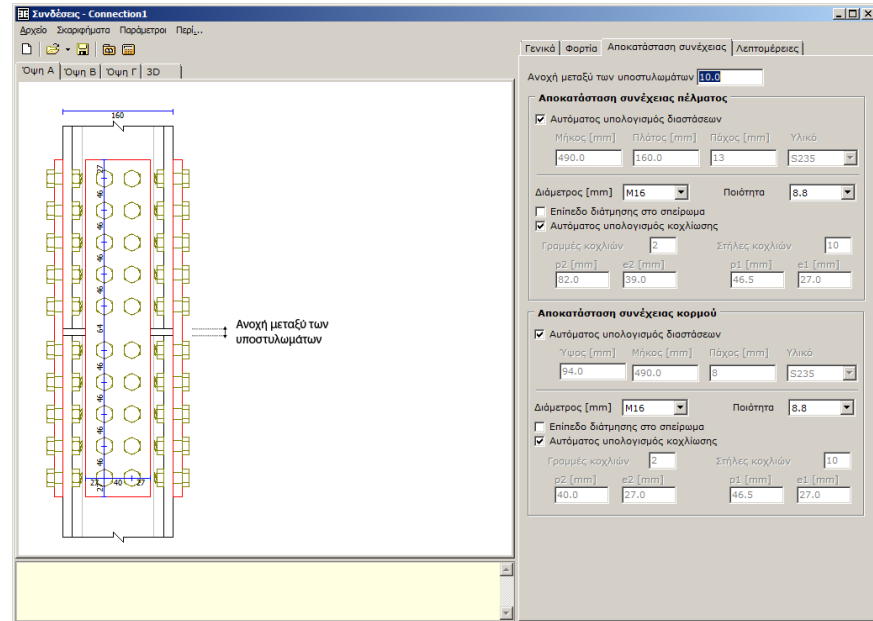
Αποκατάσταση συνέχειας

6.1 Γενικά

Πρόκειται για τη σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας του πέλματος ή του κορμού δοκού με κοχλίωση.

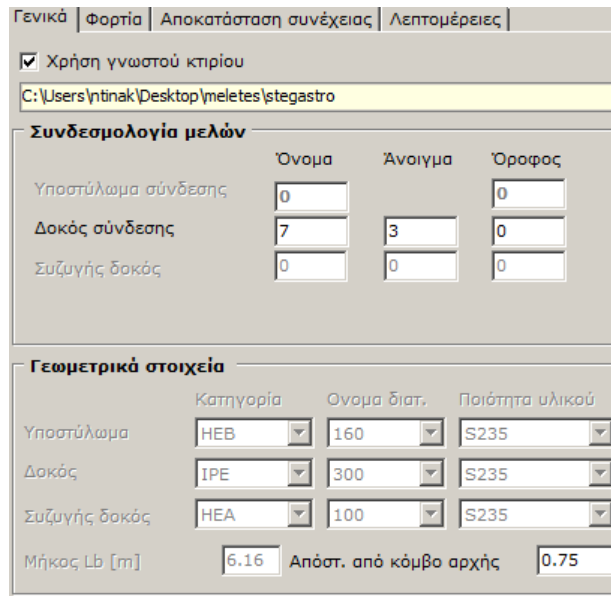


Εικόνα 6.1 Όψη Α της σύνδεσης αποκατάστασης συνέχειας δοκού.



Εικόνα 6.2 Όψη Α της σύνδεσης αποκατάστασης συνέχειας υποστυλώματος.

6.2 Παράμετροι



Γενικά | Φορτία | Αποκατάσταση συνέχειας | Λεπτομέρειες

☒ Χρήση γνωστού κτιρίου

C:\Users\ntinak\Desktop\meletes\stegastro

Συνδεσμολογία μελών

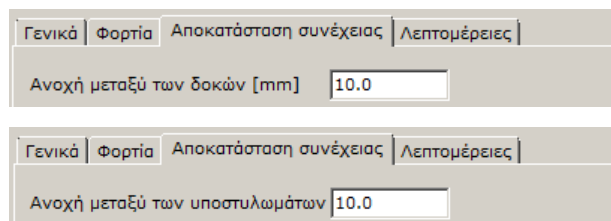
	Όνομα	Άνοιγμα	Όροφος
Υποστύλωμα σύνδεσης	0		0
Δοκός σύνδεσης	7	3	0
Συζυγής δοκός	0	0	0

Γεωμετρικά στοιχεία

	Κατηγορία	Όνομα διατ.	Ποιότητα υλικού
Υποστύλωμα	HEB	160	S235
Δοκός	IPE	300	S235
Συζυγής δοκός	HEA	100	S235

Μήκος Lb [m] 6.16 Απόστ. από κόμβο αρχής 0.75

Εικόνα 6.3 Στην καρτέλα «Γενικά», ο χρήστης καθορίζει την απόσταση της θέσης όπου γίνεται η αποκατάσταση συνέχειας από τον κόμβο αρχής του μέλους.



Γενικά | Φορτία | Αποκατάσταση συνέχειας | Λεπτομέρειες

Ανοχή μεταξύ των δοκών [mm] 10.0

Γενικά | Φορτία | Αποκατάσταση συνέχειας | Λεπτομέρειες

Ανοχή μεταξύ των υποστυλμάτων 10.0

Εικόνα 6.4 Δίνεται η τιμή της ανοχής μεταξύ των μελών.

Αποκατάσταση συνέχειας πέλματος

☐ Αυτόματος υπολογισμός διαστάσεων

Μήκος [mm]	Πλάτος [mm]	Πάχος [mm]	Υλικό
256.0	82.0	7	S235

Διάμετρος [mm] M10 Ποιότητα 8.8

☐ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα

☐ Αυτόματος υπολογισμός κοχλίωσης

Γραμμές κοχλιών	Στήλες κοχλιών	e2 [mm]	e1 [mm]
2	8	41.0	16.5

Εικόνα 6.5 Στην καρτέλα «Αποκατάσταση συνέχειας πέλματος», ο χρήστης καθορίζει τις διαστάσεις του ελάσματος καθώς και τα χαρακτηριστικά και τις αποστάσεις μεταξύ των κοχλιών. Μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στον αυτόματο υπολογισμό των τιμών ή να δώσει από μόνος του τα επιμέρους δεδομένα.

Αποκατάσταση συνέχειας κορμού

☐ Αυτόματος υπολογισμός διαστάσεων

Ύψος [mm]	Μήκος [mm]	Πάχος [mm]	Υλικό
117.2	256.0	5	S235

Διάμετρος [mm] M10 Ποιότητα 8.8

☐ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα

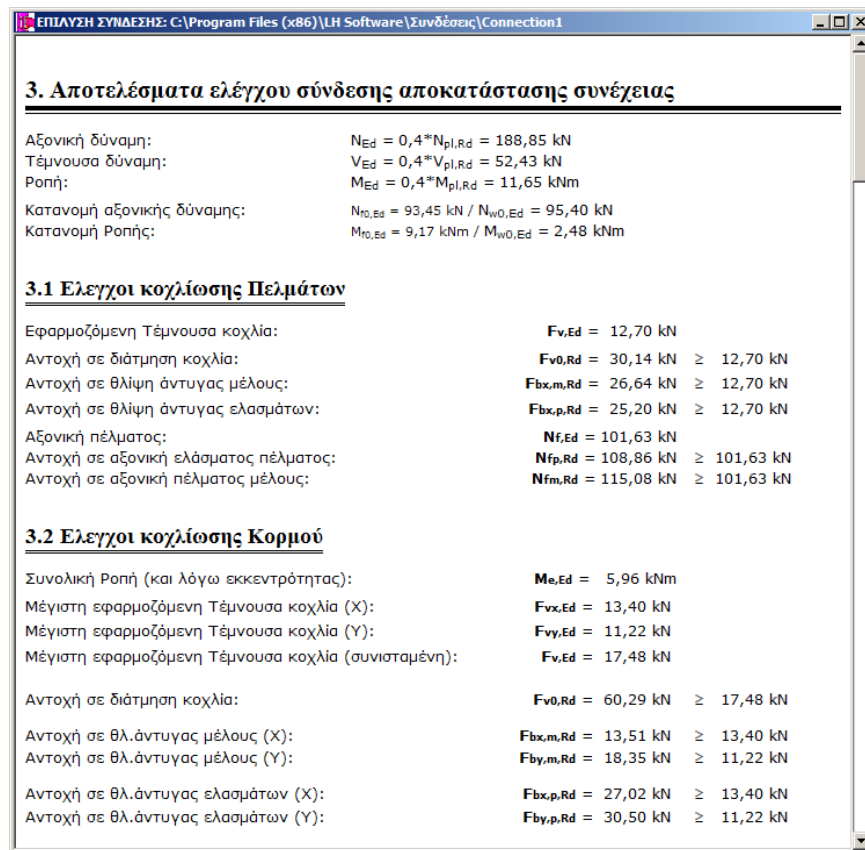
☐ Αυτόματος υπολογισμός κοχλίωσης

Γραμμές κοχλιών	Στήλες κοχλιών	p2 [mm]	e2 [mm]	p1 [mm]	e1 [mm]
4	8	28.1	16.5	31.9	16.5

Εικόνα 6.6 Στην καρτέλα «Αποκατάσταση συνέχειας κορμού», ο χρήστης καθορίζει τις διαστάσεις του ελάσματος καθώς και τα χαρακτηριστικά και τις αποστάσεις μεταξύ των κοχλιών. Μπορεί να επιλέξει ανάμεσα στον αυτόματο υπολογισμό των τιμών ή να δώσει από μόνος του τα επιμέρους δεδομένα.

6.3 Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για την σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας δοκού

Με την εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης» της κεντρικής εργαλειογραμμής, το πρόγραμμα κάνει αναλυτικό υπολογισμό όλων των συστατικών που απαρτίζουν τον κόμβο και εμφανίζει σε ξεχωριστό παράθυρο τις επιμέρους τιμές αντοχής καθενός. Η μορφή των αποτελεσμάτων για την σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας δοκού παρουσιάζεται στην **Εικόνα 6.7**.



Εικόνα 6.7 Η εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης» εμφανίζει πίνακα με τα αποτελέσματα των ελέγχων για την επάρκεια σύνδεσης αποκατάστασης συνέχειας.

Σημείωση

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν εντατικά μεγέθη, το πρόγραμμα για να κάνει τους ελέγχους χρησιμοποιεί ως τιμή δράσης σχεδιασμού το 40% της αντοχής του μέλους σε διαρροή ($N_{Ed} = 0,4N_{pl,Rd}$, $V_{Ed} = 0,4V_{pl,Rd}$, $M_{Ed} = 0,4M_{pl,Rd}$).

Εκτυπώνεται οι τιμές της αξονικής δύναμης και της ροπής που παραλαμβάνει ο κορμός και αυτές που παραλαμβάνει το πέλμα της διατομής. Η κατανομή γίνεται με βάση τις τιμές του w_{el} ή w_{pl} των στοιχείων.

6.3.1 Έλεγχοι κοιλίωσης πελμάτων**6.3.1.1 Εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία $F_{v,Ed}$**

$F_{v,Ed} = \frac{N_{Ed}}{n}$, όπου n ο αριθμός των κοιλιών που υπάρχουν στο πέλμα του μέλους.

6.3.1.2 Αντοχή σε διάτμηση κοιλία $F_{v0,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.1.3 Αντοχή σε θλίψη άντυνας μέλους $F_{bx,m,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.1.4 Αντοχή σε θλίψη άντυνας ελασμάτων $F_{bx,p,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.1.5 Αξονική πέλματος $N_{f,Ed}$

Περιλαμβάνεται η τιμή της αξονικής που προέρχεται από την ανάλυση της ροπής σε ζεύγος δυνάμεων.

6.3.1.6 Αντοχή σε αξονική, ελάσματος πέλματος $N_{fp,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.1.7 Αντοχή σε αξονική, πέλματος μέλους $N_{fm,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.2 Έλεγχοι κοιλίωσης κορμού**6.3.2.1 Συνολική ροπή (και λόγω εκκεντρότητας) $M_{e,Ed}$** **6.3.2.2 Μέγιστη εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία (X) $F_{vx,Ed}$** **6.3.2.3 Μέγιστη εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία (Y) $F_{vy,Ed}$** **6.3.2.4 Μέγιστη εφαρμοζόμενη τέμνουσα κοιλία (συνισταμένη) $F_{v,Ed}$** **6.3.2.5 Αντοχή σε διάτμηση κοιλία $F_{v0,Rd}$**

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.2.6 Αντοχή σε θλίψη άντυγας μέλους (X) $F_{bx,m,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.2.7 Αντοχή σε θλίψη άντυγας μέλους (Y) $F_{by,m,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.2.8 Αντοχή σε θλίψη άντυγας ελασμάτων (X) $F_{bx,p,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.4

6.3.2.9 Αντοχή σε θλίψη άντυγας ελασμάτων (Y) $F_{by,p,Rd}$

Ευρωκώδικας 3/ Μέρος 1.8/ Πίνακας 3.

7

Σύνδεση Κοιλοδοκών

7.1 Ορισμός της σύνδεσης

Πρόκειται για τη συγκολλητή σύνδεση κοιλοδοκών δικτυώματος. Υποστηρίζονται οι εξής κόμβοι, στη βάση των διαγωνίων μελών που συντρέχουν σε αυτούς, βάσει του κανονισμού Ευρωκώδικα 3 / EN 1993-1-8, κεφάλαιο 7, σχήμα 7.1

Σύνδεση - Σύνδεση κοιλοδοκού - Connection1*

Αρχείο Σχεδιασμός Παράμετροι Περι...

Όψη A Όψη B Όψη Γ 3D

Γενικά Ενίσχυση Πέλματος Φορτία Λεπτομέρειες

☐ Χρήση γινωστού κτηρίου

Συνδυασμοί μελών

Μέλος	Πέλος	Αριστερά	Κεντρικό	Δεξιά
Όνομα	0	0	0	0
Ανισομετρία	0	0	0	0
Όροφος	0	0	0	0

Γεωμετρικά στοιχεία

Μέλος	Πέλος	Αριστερά	Κεντρικό	Δεξιά
Κατηγορία	☒ Ενεργό	☒ Ενεργό	☒ Ενεργό	☒ Ενεργό
Όνομα διατομής	CHS	CHS	CHS	CHS
Όνομα διατομής	114.3x5	101.6x3.2	101.6x3.2	101.6x3.2
Ποιότητα υλικού	S235	S235	S235	S235
Γωνία δοκού α [°]	45	45	45	45
Διεύθυνση	☐ Ασθενής	☐ Ασθενής	☐ Ασθενής	☐ Ασθενής
Πάχος συγκόλλησης [mm]	4	4	4	4

☐ Χωρίς πέλος Αριστερά ☐ Χωρίς πέλος Δεξιά

☒ Αυτόματος γεωμετρικός σχεδιασμός

Είδος σύνδεσης

☐ Διάκενο ☒ υπερκάλυψη

α [mm] α2 [mm] Εκκεντρότητα e [mm] Εκκεντρότητα 2 e2 [mm]

65.5 65.5 0.0 0.0

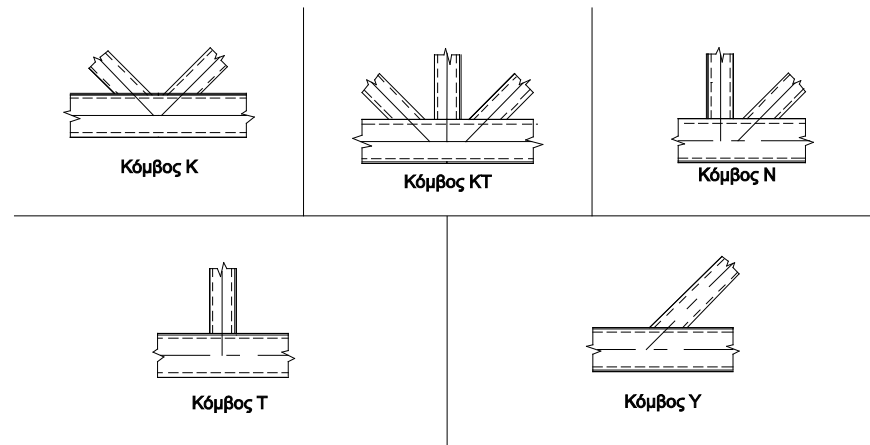
Κανονισμός EC3/EC8

Μορφή αποτελεσμάτων διαστασιολόγησης Κανονική

Εικόνα 7.1 Ορισμός της σύνδεσης κοιλοδοκών στην καρτέλα «Γενικά».

- ο κόμβος K, με δύο πλευρικά διαγώνια μέλη,
- ο κόμβος KT με τρία διαγώνια μέλη,
- ο κόμβος N με κεντρικό και ένα πλευρικό διαγώνιο μέλος,

- ο κόμβος T, με μόνο το κεντρικό διαγώνιο μέλος,
- ο κόμβος Y, με μόνο ένα πλευρικό διαγώνιο μέλος.



Σχήμα 7.1 Διαθέσιμοι τύποι συνδέσεων κοιλοδοκών δικτύωματος στο πρόγραμμα υπολογισμού συνδέσεων

7.2 Παράμετροι

7.2.1 Γενικά

7.2.1.1 Στοιχεία και βασική γεωμετρία μελών κόμβου

Γενικά Ενίσχυση Πέλματος Φορτία Λεπτομέρειες

☐ Χρήση γνωστού κτιρίου

Συνδεσμολογία μελών

Μέλος: Πέλμα

Όνομα 0

Άνοιγμα 0

Όροφος 0

Αριστερό	Κεντρικό	Δεξί
0	0	0
0	0	0
0	0	0

Γεωμετρικά στοιχεία

Μέλος: Πέλμα

☒ Ενεργό

Κατηγορία CHS

Όνομα διατομής 114.3x5

Ποιότητα υλικού S235

Γωνία δοκού α [°] 45

Διεύθυνση ☐ Ασθενής

Πάχος Συγκόλλησης [mm] 4

Αριστερό	Κεντρικό	Δεξί
☒ Ενεργό	☒ Ενεργό	☐ Ενεργό
CHS	CHS	CHS
101.6x3.2	101.6x3.2	101.6x3.2
S235	S235	S235
45		45
☐ Ασθενής	☐ Ασθενής	☐ Ασθενής
4	4	4

☐ Χωρίς πέλμα Αριστερά ☐ Χωρίς πέλμα Δεξιά

☒ Αυτόματος γεωμετρικός σχεδιασμός

Είδος σύνδεσης

☐ διάκενο ☒ υπερκάλυψη

q [mm] 65.5

Εκκεντρότητα e [mm] 0.0

Κανονισμός EC3/EC8

Μορφή αποτελεσμάτων διαστασιολόγησης Κανονική

Εικόνα 7.2 «Συνδεσμολογία μελών» και «Γεωμετρικά στοιχεία» στην καρτέλα «Γενικά» στην περίπτωση σύνδεσης κοιλοδοκών.

Η μορφή της συνδεσμολογίας ορίζεται επιλέγοντας ποια από τα διαγώνια μέλη υφίστανται σε κάθε σύνδεση, το αριστερό, το κεντρικό και το δεξί, καθώς και τη γωνία που σχηματίζουν με το πέλμα τα πλευρικά διαγώνια μέλη. Επίσης ορίζονται και τα πάχη της συγκόλλησης, για τα οποία το πρόγραμμα επιλέγει μια αρχική τιμή αναλόγως την επιλεγμένη διατομή. Στις ορθογωνικές διατομές υπάρχει και η δυνατότητα να τοποθετηθούν στην ασθενή διεύθυνση. Για σχεδιαστικούς λόγους επιτρέπεται και η αποκοπή του πέλματος της σύνδεσης στο αριστερό ή το δεξί άκρο.

Εάν τα δεδομένα εισάγονται από γνωστό αρχείο, ακολουθείται η αντίστοιχη διαδικασία που περιγράφεται στην παράγραφο 1.2.3 του παρόντος εγχειριδίου.

7.2.1.2 Τύπος σύνδεσης κοιλοδοκών

Αυτόματος γεωμετρικός σχεδιασμός

Είδος σύνδεσης

☒ διάκενο ☐ υπερκάλυψη

g [mm] 12.0

Εκκεντρότητα e [mm] 27.6

Εικόνα 7.3 Ορισμός είδους σύνδεσης κοιλοδοκών και γεωμετρικών αποστάσεων στην καρτέλα «Γενικά» στην περίπτωση σύνδεσης κοιλοδοκών.

Εάν επιλεγεί ο «Αυτόματος γεωμετρικός σχεδιασμός», το πρόγραμμα υπολογίζει τη βέλτιστη συνδεσμολογία με δεδομένες τις διατομές και τις γωνίες των πλευρικών διαγώνιων μελών, εάν αυτά υπάρχουν, εκκινώντας από τη μηδενική εκκεντρότητα, και επιχειρώντας να καλύψει όλους τους περιορισμούς του κανονισμού.

Εάν δεν έχει επιλεγεί ο «Αυτόματος γεωμετρικός σχεδιασμός», ο χρήστης καθορίζει εάν η σύνδεση θα είναι σύνδεση «με διάκενο» ή «με υπερκάλυψη». Στη συνέχεια μπορεί να επιλέξει είτε τις αποστάσεις μεταξύ των διαγώνιων μελών (διάκενου ή υπερκάλυψης) είτε τις εκκεντρότητες, με τη μία παράμετρο να επηρεάζει την άλλη και αντίστροφα. Το ίδιο ισχύει και για τις παραμέτρους των κόμβων KT, στους οποίους συντρέχουν και τα τρία πιθανά διαγώνια μέλη.

7.2.2 Ενίσχυση Πέλματος

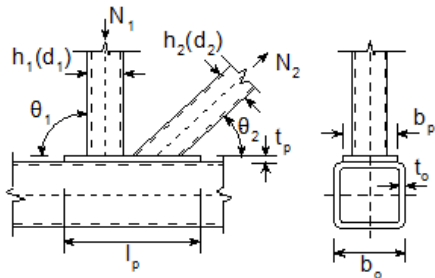
Γενικά Ενίσχυση Πέλματος Φορτία Λεπτομέρειες

Στοιχεία Ενίσχυσης

☒ Ενίσχυση
☒ Αυτόματος υπολογισμός

bp [mm] 47.4 lp [mm] 236.4
 tp [mm] 6.4 s [mm] 4.4

Ποιότητα υλικού
 S235

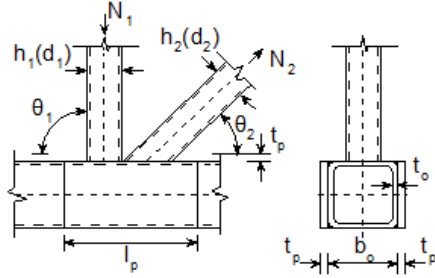


Στοιχεία Πλευρικής Ενίσχυσης

☒ Πλευρική Ενίσχυση
☒ Αυτόματος υπολογισμός

bp [mm] 120.0 lp [mm] 236.4
 tp [mm] 6.3 s [mm] 4.4

Ποιότητα υλικού
 S235



Εικόνα 7.4 Η καρτέλα «Ενίσχυση Πέλματος» της σύνδεσης κοιλοδοκών.

Στην καρτέλα «Ενίσχυση Πέλματος» ο χρήστης μπορεί να επιλέξει εάν θα υπάρχει ή όχι ενίσχυση ή/και πλευρική ενίσχυση του μέλους που αποτελεί το πέλμα της σύνδεσης.

- Το bp αναφέρεται στο πλάτος της ενίσχυσης
- Το lp αναφέρεται στο μήκος της ενίσχυσης
- Το tp αναφέρεται στο πάχος της ενίσχυσης
- Το s αναφέρεται στο πάχος συγκόλλησης της ενίσχυσης με το πέλμα

Η ποιότητα υλικού καθορίζεται αυτόματα να είναι ίδια με την ποιότητα υλικού της διατομής του πέλματος. Εάν επιλεγεί ο «Αυτόματος υπολογισμός», τότε τα παραπάνω στοιχεία καθορίζονται στη βάση του κανονισμού.

7.2.3 Φορτία

7.2.3.1 Χωρίς χρήση γνωστού κτιρίου

Με ένα διαγώνιο μέλος

Γενικά	Ενίσχυση Πέλματος	Φορτία	Λεπτομέρειες	
Εισαγωγή Φορτίσεων				
Μέλος:	Πέλμα	Αριστερό	Κεντρικό	Δεξί
Αξονική (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00
Ροπή (kN/m2)		0		
Τέμνουσα (kN)		0		

Εικόνα 7.5 Η καρτέλα «Φορτία» της σύνδεσης κοιλοδοκών, χωρίς χρήση γνωστού κτιρίου, με ένα μόνο διαγώνιο μέλος.

Με περισσότερα διαγώνια μέλη

Γενικά	Ενίσχυση Πέλματος	Φορτία	Λεπτομέρειες	
Εισαγωγή Φορτίσεων				
Μέλος:	Πέλμα	Αριστερό	Κεντρικό	Δεξί
Αξονική (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00

Εικόνα 7.6 Η καρτέλα «Φορτία» της σύνδεσης κοιλοδοκών, χωρίς χρήση γνωστού κτιρίου, με περισσότερα διαγώνια μέλη.

Στην περίπτωση που δεν έχει εισαχθεί γνωστό κτίριο από αρχείο *.tek, πρέπει να συμπληρωθούν οι τιμές των φορτίων που ασκούνται στις διατομές, στην αντίστοιχη καρτέλα. Εάν υπάρχει μόνο ένα διαγώνιο μέλος, τότε υποστηρίζεται και ο έλεγχός του σε κάμψη με δοσμένη ροπή και τέμνουσα δύναμη. Επισημαίνεται ότι οι δυνάμεις που ασκούνται συνολικά στον κόμβο πρέπει να ισορροπούν.

7.2.3.2 Με χρήση γνωστού κτιρίου

Γενικά Ενίσχυση Πέλματος Φορτία Λεπτομέρειες

Φορτία από γνωστό αρχείο

Πέλμα - Εντατικά μεγέθη κόμβου τέλους: Δ1.4 (0)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
1	12.5	-0.1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	16.8	-0.2	0.0	0.0	0.0
4	33.6	-0.1	-0.1	-0.3	0.0
5	-8.7	-0.1	0.1	0.3	0.0

Αριστερό Μέλος - Εντατικά μεγέθη κόμβου τέλους: Δ16.1 (0)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
1	-3.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	-4.4	-0.2	0.0	0.0	0.0
4	-1.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0
5	-5.4	-0.1	0.0	0.1	0.0

Κεντρικό Μέλος - Εντατικά μεγέθη κόμβου αρχής: Δ6.1 (0)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
1	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
4	7.8	0.0	0.0	0.1	0.0
5	2.3	0.0	0.0	-0.1	0.0

Δεξί Μέλος - Εντατικά μεγέθη κόμβου αρχής: Δ17.1 (0)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
1	-3.2	0.1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	-4.3	0.2	0.0	0.0	0.0
4	-1.5	0.1	0.0	0.1	0.0
5	-4.8	0.1	0.0	-0.1	0.0

Εικόνα 7.7 Η καρτέλα «Φορτία» της σύνδεσης κοιλοδοκών, με χρήση γνωστού κτιρίου

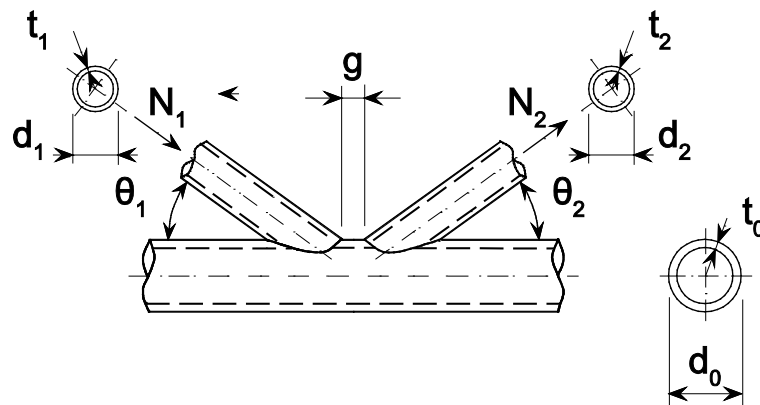
7.3 Έλεγχοι επάρκειας κόμβου για τη σύνδεση

7.3.1 Έλεγχοι πλήρωσης γεωμετρικών ορίων του κανονισμού (EN1993-1-8:2005, κεφάλαιο 7)

Οι έλεγχοι αυτοί εμφανίζονται ως μηνύματα στο πλαίσιο κάτω από το σχέδιο της διατομής. Επιλέγοντας επίλυση του κόμβου, εμφανίζονται και ως άμεσα μηνύματα προς τον χρήστη. Ορισμένοι από τους ελέγχους είναι αυστηροί, δηλαδή δεν επιτρέπεται στον χρήστη να προχωρήσει στην επίλυση εάν δεν πληρούνται, ενώ σε άλλους υπάρχει η δυνατότητα ο χρήστης να επιλέξει εάν θα προχωρήσει ή όχι στην επίλυση.

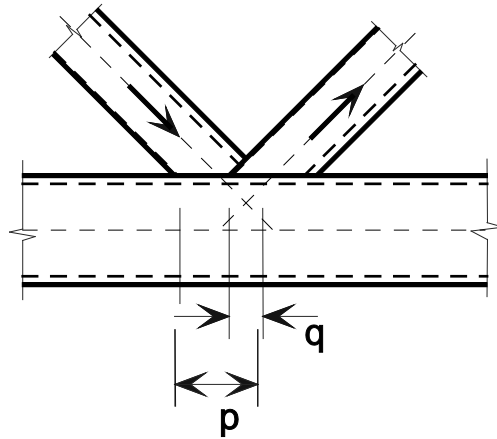
7.3.1.1 Γενικά όρια διατομών και γεωμετρίας

Το ονομαστικό πάχος των τοιχωμάτων των κοιλοδοκών δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 2.5mm και μεγαλύτερο από 25mm. [§7.1.1.(5)-(6)].



Σχήμα 7.2 Σχεδιάγραμμα σύνδεσης κοιλοδοκών κόμβου K με διάκενο

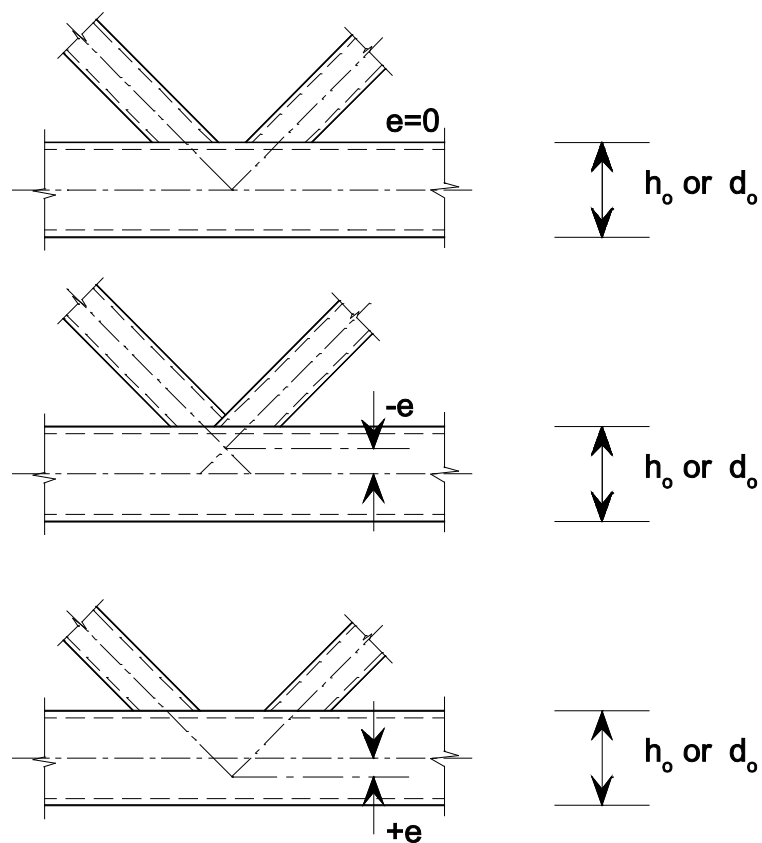
- Οι γωνίες θ_i μεταξύ πελμάτων και διαγωνίων και μεταξύ γειτονικών διαγωνίων πρέπει να ικανοποιούν τον περιορισμό $\theta_i \geq 30^\circ$ [§7.1.2.(3)]
- Εάν το πέλμα είναι τύπου CHS, τότε και τα διαγώνια μέλη πρέπει να είναι τύπου CHS
- Σε κόμβους με διάκενο, αυτό πρέπει να είναι μεγαλύτερο του αθροίσματος του πάχους των αντίστοιχων διατομών που το σχηματίζουν $g \geq t_1 + t_2$ [§7.1.2.(5)].



Σχήμα 7.3 Σχεδιάγραμμα σύνδεσης κοιλοδοκών κόμβου Κ με υπερκάλυψη

Η υπερκάλυψη λον προκύπτει από τη σχέση $\lambda_{ov} = \left(\frac{q}{p}\right) * 100\%$

- Σε κόμβους με υπερκάλυψη, αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 25% [§7.1.2.(6)] και το πολύ 100%.
- Επίσης, στους κόμβους με υπερκάλυψη, το πρόγραμμα καθορίζει το υπερκαλύπτον μέλος στη βάση των εξής δεδομένων [§7.1.2.(7)-(8)].
 - Το στενότερο μέλος πρέπει να υπερκαλύπτει το άλλο.
 - Εάν έχουν διαφορετικά πάχη και ποιότητες, το μέλος με το μικρότερο γινόμενο $t_i f_i$, πρέπει να υπερκαλύπτει το άλλο μέλος.
- Για να μη λαμβάνονται υπόψη οι ροπές λόγω εκκεντροτήτων, θα πρέπει οι τυχόν εκκεντρότητες να πληρούν τη συνθήκη $-0,55 d_0 \leq e \leq 0,25 d_0$ (§5.1.5).



Σχήμα 7.4 Απεικόνιση μηδενικής, αρνητικής και θετικής εκκεντρότητας

7.3.1.2 Όρια ισχύος για συγκολλητούς κόμβους μεταξύ διαγωνίων CHS και πελμάτων CHS (§7.4.1, Πίνακας 7.1)

0,2	≤	d_i/d_0	≤	1,0
Κατηγορία 2	και	10	≤	d_0/t_0 ≤ 50
Κατηγορία 2	και	10	≤	d_i/t_i ≤ 50

Πίνακας 7.1: Όρια ισχύος για συγκολλητούς κόμβους μεταξύ διαγωνίων CHS και πελμάτων CHS

7.3.1.3 Όρια ισχύος για συγκολλητούς κόμβους μεταξύ διαγωνίων CHS ή RHS και πελμάτων RHS (§7.5.1, Πίνακας 7.8)

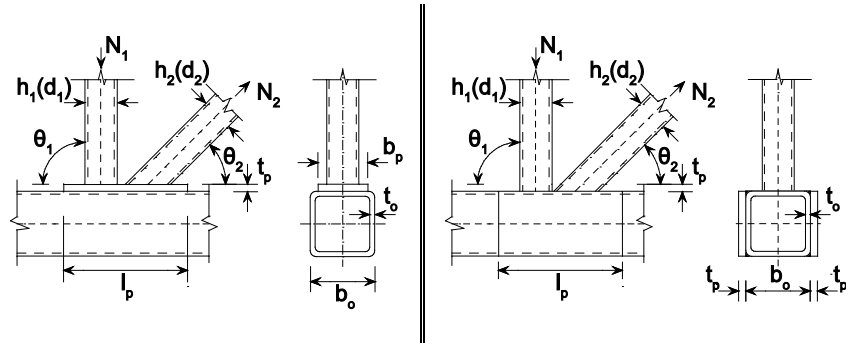
Τύπος κόμβου	Παράμετροι κόμβου [i = 1 ή 2, j = καλυπτόμενη διαγώνιος]					
	b_i/b_0 ή d_i/b_0	b_i/t_i και h_i/t_i ή d_i/t_i Θλίψη	Εφελκυ σμός	h_0/b_0 και h_i/b_i	b_0/t_0 και h_0/t_0	Διάκενο ή υπερκάλυψη b_i/b_j
Τ ή Υ	$b_i/b_0 \geq 0,25$	$b_i/t_i \leq 35$ και $h_i/t_i \leq 35$ και Κατηγο ρία 2	$b_i/t_i \leq 35$ και $h_i/t_i \leq 35$	$\geq 0,5$ αλλά $\leq 2,0$	≤ 35 και Κατη γορία 2	—
Κ με διάκενο Ν με διάκενο	$b_i/b_0 \geq 0,35$ και $\geq 0,1 + 0,01$ b_0/t_0				≤ 35 και Κατη γορία 2	$g/b_0 \geq 0,5(1-\beta)$ αλλά $\leq 1,5(1-\beta)^{1)}$ και ως ελάχιστο $g \geq t_1 + t_2$
Κ με υπερκά λυση Ν με υπερκά λυση	$b_i/b_0 \geq 0,25$	Κατηγο ρία 1			Κατη γορία 2	$\lambda_{ov} \geq 25\%$ αλλά $\lambda_{ov} \leq 100\%^{2)}$ και $b_i/b_j \geq 0,75$
Κυκλικ ό διαγώνι ο μέλος	$d_i/b_0 \geq 0,4$ αλλά $\leq 0,8$	Κατηγο ρία 1	$d_i/t_i \leq 50$	Ως άνω αλλά με d_i στη θέση του b_i και d_j στη θέση του b_j .		

1) Αν $g/b_0 > 1,5(1-\beta)$ και $g/b_0 > t_1 + t_2$ ο κόμβος αντιμετωπίζεται ως δύο διακριτοί κόμβοι Τ ή Υ.

2) Η υπερκάλυψη μπορεί να αυξηθεί ώστε να επιτρέψει τη συγκόλληση του άκρου του καλυπτόμενου μέλους στο πέλμα

Πίνακας 7.2: Όρια ισχύος για συγκολλητούς κόμβους μεταξύ διαγωνίων CHS ή RHS και πελμάτων RHS

7.3.1.4 Έλεγχοι ενίσχυσης πέλματος με ελάσματα (EN 1993-1-8 :2005, κεφάλαιο 7, §7.5.2.2, Πίνακας 7.18)



Σχήμα 7.5: Οι υποστηριζόμενες ενισχύσεις πέλματος

Ο πρώτος έλεγχος είναι κοινός για τις 2 μορφές ενίσχυσης του πέλματος, άνω και με πλευρικά ελάσματα

- $$l_p \geq 1.5 \left(\frac{h_1}{\sin \theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin \theta_2} \right)$$

Οι επόμενοι δύο έλεγχοι εφαρμόζονται μόνο για την άνω ενίσχυση πέλματος

- $$b_p \geq b_0 - 2t_0$$
- $$t_p \geq t_1 \text{ και } t_p \geq t_2$$

Ο χρήστης ορίζει το την μορφή της συνδεσμολογίας επιλέγοντας ποια από τα διαγώνια μέλη υφίστανται.

7.3.2 Γεωμετρικά στοιχεία σύνδεσης

Στο 2^ο κεφάλαιο του Τεύχους μελέτης εκτυπώνονται τα αναλυτικά γεωμετρικά δεδομένα της σύνδεσης και ειδικότερα, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διατομών που τη συναπαρτίζουν, καθώς και οι αποστάσεις και οι εκκεντρότητες που καθορίζουν τη συνολική γεωμετρία του κόμβου.

7.3.3 Εντατικά μεγέθη μελών για κάθε φόρτιση του κτιρίου

Όταν υπάρχει γνωστό κτίριο, η επίλυσή του δίνει τα εντατικά μεγέθη για κάθε φόρτιση, για τα μέλη που συγκλίνουν στον κόμβο. Αυτά χρησιμοποιούνται αυτόματα και εκτυπώνονται στο 3^ο κεφάλαιο του τεύχους μελέτης.

3. Εντατικά μεγέθη μελών

3.2 Δ16.1.(0) (Κόμβος Τέλους)

Φόρτιση [/]	Nd [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	-3,26	-0,12	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-4,40	-0,16	0,00	0,00	0,00
4	-1,12	-0,12	-0,02	-0,12	0,00
5	-5,40	-0,12	0,02	0,12	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	-3,26	-0,12	0,00	0,00	0,00

Εικόνα 7.8 Πίνακας εντατικών μεγεθών στο τοπικό σύστημα του μέλους (αξονική δύναμη Nd, τέμνουσα ανά διεύθυνση: Vy, Vz, και ροπής κάμψης ανά διεύθυνση: My, Mz) για κάθε φόρτιση του κτιρίου

7.3.4 Έλεγχοι αντοχής

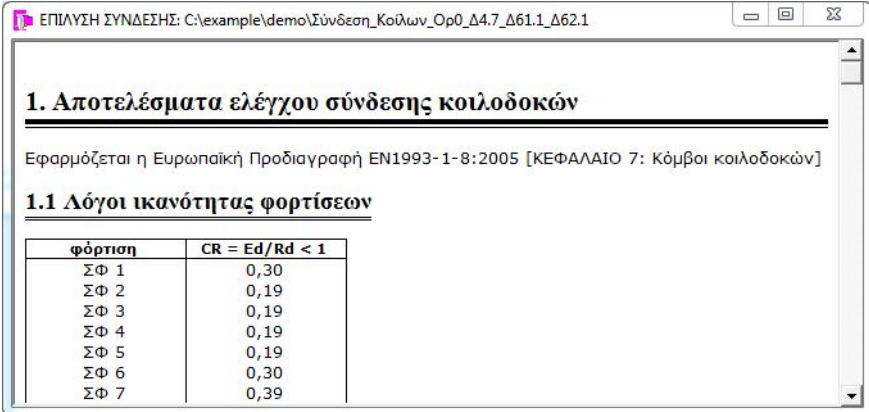
Τα αποτελέσματα των ελέγχων αντοχής εμφανίζονται στη μάσκα επίλυσης της σύνδεσης κοιλοδοκών, καθώς και στο κεφάλαιο 4 του τεύχους μελέτης που προκύπτει από την επίλυση. Οι έλεγχοι βασίζονται στους πίνακες του κεφαλαίου 7 «Κόμβοι κοιλοδοκών» του EN 1993-1-8 :2005 και ειδικότερα στους πίνακες:

- 7.2, «Αξονικές αντοχές σχεδιασμού συγκολλητών κόμβων μεταξύ διαγωνίων CHS και πελμάτων CHS»
- 7.5, «Αντοχές σχεδιασμού σε ροπή συγκολλητών κόμβων μεταξύ διαγωνίων CHS και πελμάτων CHS»
- 7.6, «Κριτήρια σχεδιασμού ειδικών τύπων συγκολλητών κόμβων μεταξύ διαγωνίων CHS και πελμάτων CHS» για τους κόμβους τύπου KT
- 7.10, «Αξονικές αντοχές σχεδιασμού συγκολλητών κόμβων μεταξύ τετραγωνικών ή κυκλικών κοιλοδοκών»
- 7.9, «Πρόσθετοι περιορισμοί για χρήση με τον πίνακα 7.10»
- 7.11, «Αξονικές αντοχές σχεδιασμού συγκολλητών κόμβων T, X και Y μεταξύ διαγωνίων RHS ή CHS και πελμάτων RHS» , για τους κόμβους τύπου T και Y
- 7.12, «Αξονικές αντοχές σχεδιασμού συγκολλητών κόμβων K και N μεταξύ διαγωνίων RHS ή CHS και πελμάτων RHS»
- 7.14, «Αντοχές σχεδιασμού σε ροπή συγκολλητών κόμβων μεταξύ διαγωνίων RHS και πελμάτων RHS»
- 7.15, «Κριτήρια σχεδιασμού ειδικών τύπων συγκολλητών κόμβων μεταξύ διαγωνίων μελών RHS και πελμάτων RHS» για τους κόμβους τύπου KT
- 7.17, «Αντοχές σχεδιασμού ενισχυμένων συγκολλητών κόμβων T, X και Y μεταξύ διαγωνίων μελών RHS ή CHS και πελμάτων RHS» , για τους κόμβους τύπου T και Y
- 7.18, «Αντοχές σχεδιασμού ενισχυμένων συγκολλητών κόμβων K και N μεταξύ διαγωνίων μελών RHS ή CHS και πελμάτων RHS»

Οι έλεγχοι συγκολλήσεων βασίζονται στο κεφάλαιο 4 και κυρίως στην §4.5.3.3 «Απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού αντοχής σχεδιασμού εξωραφής». Τα μέλη θεωρούνται συγκολλημένα σε όλη την περίμετρο επαφής μεταξύ τους, ακόμα και σε συνδέσεις με υπερκάλυψη.

7.3.4.1 Λόγοι ικανότητας φορτίσεων με χρήση γνωστού κτιρίου

Ο συγκεκριμένος πίνακας εμφανίζει, για κάθε φόρτιση, τον κρισιμότερο λόγο ικανότητας (CR) που προκύπτει από τους ελέγχους αντοχής της συγκεκριμένης φόρτισης. Οι λόγοι ικανότητας δεν πρέπει να υπερβαίνουν την μονάδα.



ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: C:\example\demo\Σύνδεση_Κοίλων_Ορ0_Δ4.7_Δ61.1_Δ62.1

1. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης κοιλοδοκών

Εφαρμόζεται η Ευρωπαϊκή Προδιαγραφή EN1993-1-8:2005 [ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Κόμβοι κοιλοδοκών]

1.1 Λόγοι ικανότητας φορτίσεων

φόρτιση	CR = $E_d/R_d < 1$
ΣΦ 1	0,30
ΣΦ 2	0,19
ΣΦ 3	0,19
ΣΦ 4	0,19
ΣΦ 5	0,19
ΣΦ 6	0,30
ΣΦ 7	0,39

Εικόνα 7.9 Παράθυρο αποτελεσμάτων ελέγχου σύνδεσης κοιλοδοκών, «Λόγοι ικανότητας φορτίσεων» με τη χρήση γνωστού κτιρίου

7.3.4.2 Γενικά στοιχεία

Στη συνέχεια εκτυπώνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τη δυσμενέστερη φόρτιση εφόσον έχουμε γνωστό κτίριο, ή για τη φόρτιση που έχει εισαχθεί απευθείας στο πρόγραμμα των συνδέσεων από την αντίστοιχη καρτέλα «Φορτία». Η πρώτη παράγραφος των εκτυπώσεων αφορά τα γενικά γεωμετρικά στοιχεία της σύνδεσης, δηλαδή τους τύπους των διατομών και την αρίθμησή τους με βάση τις διατάξεις του κανονισμού (το μέλος 1 είναι πάντα θλιβόμενο και το μέλος 2 είναι πάντα εφελκόμενο). Περιγράφεται επίσης και ο ρόλος τους στη συνδεσμολογία της σύνδεσης, όταν πρόκειται για τύπο σύνδεσης με υπερκάλυψη, εάν δηλαδή πρόκειται για καλύπτον ή καλυπτόμενο μέλος.

1.2 Αποτελέσματα δυσμενέστερης φόρτισης : ΣΦ 14

1.2.1 Γενικά στοιχεία

ΚΟΜΒΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΚΑΛΥΨΗ

(0) Πέλμα:	(SHS120X8)
(1=i) Καλύπτων μέλος:	Αριστερή διαγώνιος (CHS60.3X5)
(2=j) Καλυπτόμενο μέλος:	Δεξιά διαγώνιος (CHS60.3X5)
(3=j) Καλυπτόμενο μέλος:	Κεντρικός ορθοστάτης (CHS60.3X5)

Εικόνα 7.10 Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης κοιλοδοκών, «Γενικά Στοιχεία»

7.3.4.3 Εντατικά μεγέθη μελών κόμβου

Στην τρίτη ενότητα των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται τα εντατικά μεγέθη των μελών του κόμβου τα οποία λαμβάνονται υπόψη στην επίλυση, για την συγκεκριμένη φόρτιση. Όταν υπάρχει γνωστό κτίριο, πρόκειται για την δυσμενέστερη φόρτιση που έχει προκύψει. Όταν δεν υπάρχει γνωστό κτίριο, πρόκειται για την δοσμένη φόρτιση σχεδιασμού.

1.2.2 Εντατικά μεγέθη μελών κόμβου

Αξονικά φορτία πέλματος:	N_{0,1,Ed} = 0,0 kN
	N_{0,2,Ed} = 0,0 kN
Αξονικά φορτία διαγωνίων:	N_{1,Ed} = -25,9 kN
	N_{2,Ed} = 2,0 kN
	N_{3,Ed} = 0,0 kN

Εικόνα 7.11 Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης κοιλοδοκών, «Εντατικά μεγέθη μελών κόμβου»

7.3.4.4 Γεωμετρικοί λόγοι

Στην συγκεκριμένη παράγραφο παρουσιάζεται ο υπολογισμός των γεωμετρικών λόγων που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς που απαιτούν οι προαναφερθέντες πίνακες του κανονισμού. Οι λόγοι αυτοί διαφέρουν ανάλογα με τους απαιτούμενους υπολογισμούς, για παράδειγμα οι λόγοι υπερκάλυψης λ_{ov} εμφανίζονται μόνο για τύπους συνδέσεων με υπερκάλυψη, ενώ οι λόγοι η στην περίπτωση συνδέσεων κοιλοδοκών τύπου T ή Y.

1.2.3 Γεωμετρικοί Λόγοι

$$\beta = b_{sv} / b_o \Rightarrow \beta = 0,503$$

$$\gamma = \frac{b_o}{2 \cdot t_o} \Rightarrow \gamma = 7,500$$

λόγος υπερκάλυψης: $\lambda_{sv} = q / p \Rightarrow \lambda_{sv} = 25,0\%$

Εικόνα 7.12 Παράγραφος μάσκας αποτελεσμάτων ελέγχου σύνδεσης κοιλοδοκών, «Γεωμετρικοί Λόγοι»

7.3.4.5 Στοιχεία αντοχής

Στην τελευταία παράγραφο των αποτελεσμάτων των ελέγχων αντοχής εκτυπώνονται οι αναλυτικοί υπολογισμοί που απαιτούνται από τον κανονισμό για τους ελέγχους επάρκειας της σύνδεσης, και εξαρτώνται από τον τύπο και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης σε κάθε περίπτωση. Στην επικεφαλίδα της παραγράφου των ελέγχων υπάρχει και η παραπομπή στο αντίστοιχο εδάφιο ή πίνακα του κανονισμού ώστε να διευκολύνεται η παρακολούθηση των υπολογισμών, όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 7.13**. Στο τέλος παρουσιάζεται ο «Κρίσιμος λόγος ικανότητας» της σύνδεσης ο οποίος δεν πρέπει να υπερβαίνει την μονάδα.

1.2.4 Στοιχεία Αντοχής

Ενεργό πλάτος καλύπτοντος διαγωνίου:	$b_{e,ov} = \frac{10}{b/t_1} \cdot \frac{f_{t1} \cdot t_1}{f_{t1} \cdot t_1} \cdot b_1 \Rightarrow$	$b_{e,ov} = 0,050$
		$b_{eff1} = 0,060$
		$b_{eff2} = 0,060$
		$b_{eff3} = 0,060$
Αστοχία διαγωνίου		$N_{Rd1} = 148,2 \text{ kN}$
Ελεγχος συγκολλήσεων [EN 1993-1-8:2005 / 4.5.3.3]:		
Δύναμη συγκόλλησης στο μοναδιαίο μήκος:		
		$F_{w,1,Ed} = 109,6 \text{ kN/m}$
		$F_{w,2,Ed} = 0,0 \text{ kN/m}$
		$F_{w,3,Ed} = 0,0 \text{ kN/m}$
Αντοχή συγκόλλησης στο μοναδιαίο μήκος:	$F_{w,1,Rd} = \frac{f_y}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \cdot a_1 \Rightarrow$	$F_{w,1,Rd} = 1039,2 \text{ kN/m}$
		$F_{w,2,Rd} = 1039,2 \text{ kN/m}$
		$F_{w,3,Rd} = 1039,2 \text{ kN/m}$
Λόγος ικανότητας συγκόλλησης:	$CR_{w,1} = F_{w,1,Ed} / F_{w,1,Rd} \Rightarrow$	$CR_{w,1} = 0,11$
		$CR_{w,2} = 0,00$
		$CR_{w,3} = 0,00$
Κρίσιμος λόγος ικανότητας:		CR = 0,18 ≤ 1

Εικόνα 7.13 Παράγραφος μάσκας αποτελεσμάτων ελέγχου σύνδεσης κοιλοδοκών, «Στοιχεία αντοχής»

7.4 Αντιμετώπιση προβλημάτων

7.4.1 Προβλήματα στα όρια εφαρμογής του κανονισμού

Γενικώς τα μηνύματα του προγράμματος για τη μη τήρηση των ορίων εφαρμογής του κανονισμού πριν την επίλυση καθοδηγούν τον χρήστη στην εξεύρεση βέλτιστων λύσεων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο «Αυτόματος γεωμετρικός υπολογισμός» επαρκεί για να βρεθεί μια ικανοποιητική λύση.

Όμως, ο αυτόματος υπολογισμός καθορίζει τη γεωμετρία του κόμβου, δηλαδή τις αποστάσεις μεταξύ των διαγωνίων μελών και τις εκκεντρότητες, και όχι την επιλογή των διατομών, και χρειάζεται αλλαγή των επιλεγμένων από τον χρήστη διατομών, για παράδειγμα σε περιπτώσεις όπου δεν πληρούνται:

- Οι λόγοι πλάτους d_i/d_0 μεταξύ των διαγωνίων μελών και του πέλματος.
- Ο λόγος πλάτους προς το πάχος για κάθε διαγώνιο μέλος d_i/t_i για το πέλμα d_0/t_0 .
- Ο περιορισμός για την ελάχιστη κατηγορία θλιβόμενης διατομής.

Σε αυτές τις περιπτώσεις χρειάζεται επιλογή κατάλληλου συνδυασμού διατομών πέλματος και διαγωνίων μελών ώστε να βρεθεί επαρκής λύση.

7.4.2 Προβλήματα στους ελέγχους αντοχής

Οι υπολογιζόμενοι λόγοι ικανότητας (CR) δεν πρέπει να υπερβαίνουν την μονάδα. Όταν προκύψει $CR > 1$ θα πρέπει να επέμβουμε στα γεωμετρικά στοιχεία της σύνδεσης, στις διατομές των μελών, εφόσον είναι δυνατόν, είτε/και στην ποιότητα των υλικών. Μπορούμε στην περίπτωση πέλματος RHS/SHS να συγκολλήσουμε έλασμα ενίσχυσης όψης είτε/και πλευρικά ελάσματα.

Κατά κανόνα οι κόμβοι με υπερκάλυψη έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τους κόμβους με διάκενο, όπως επίσης και οι κόμβοι με πέλμα CHS υπερέχουν αυτών με πέλμα RHS/SHS. Προκύπτει γενικά μεγαλύτερη αντοχή όταν το πάχος τοιχώματος της διατομής του πέλματος μεγαλώνει και είναι μεγαλύτερο από αυτό των διαγωνίων. Δεν συμβαίνει το ίδιο με την αύξηση του πλάτους του πέλματος. Σε κόμβους με διάκενο, το πλάτος των διαγωνίων θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν μεγαλύτερο (φαινόμενα διάτρησης). Αντίθετα σε κόμβους με υπερκάλυψη προτιμότερη είναι η αύξηση του πάχους τοιχώματος.

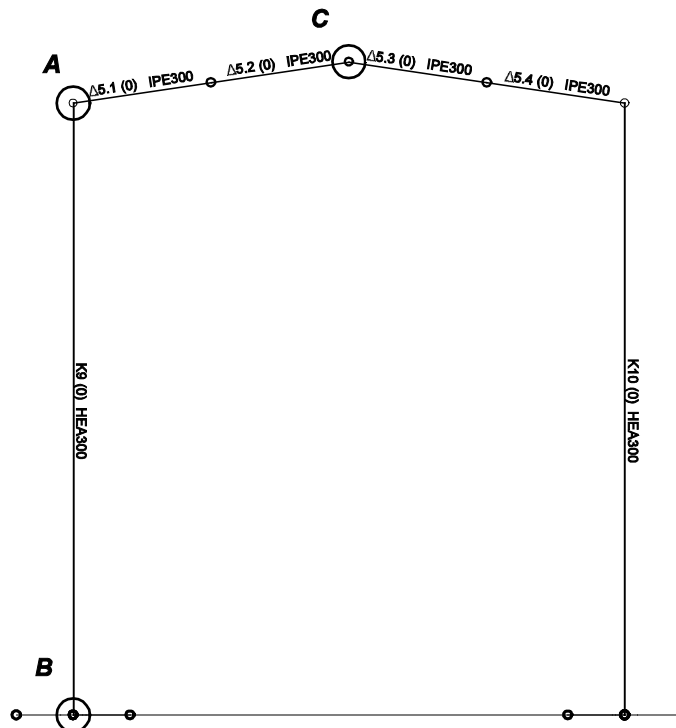
Παράρτημα

Παραδείγματα εφαρμογής

Π.1 Σύνδεση ροπής δοκού - υποστυλώματος

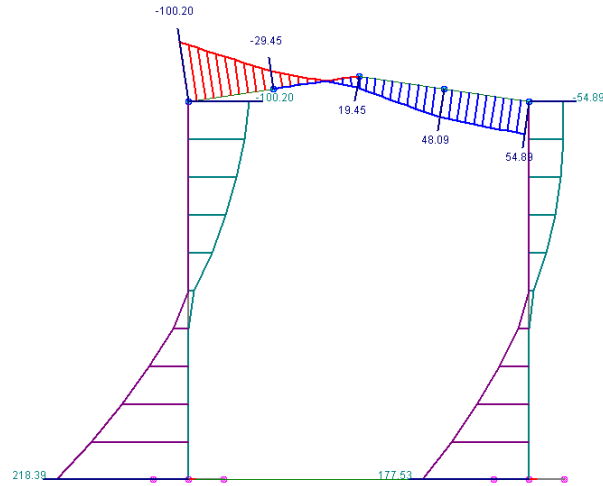
Το αρχείο της μελέτης από το Fespa

Έστω ότι θα ελεγχθεί η επάρκεια των κόμβων του φορέα που απεικονίζεται στο **Σχήμα Π1. 1** Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το αρχείο να έχει επιλυθεί και όλες οι διατομές του να προκύπτουν επαρκείς.



Σχήμα Π1. 1 Οι διατομές των μελών του πλαισίου του παραδείγματος και οι κόμβοι που θα εξεταστούν.

Από το αρχείο της μελέτης, εκτός από τις διατομές των μελών, είναι γνωστά και τα εντατικά μεγέθη για όλες τις φορτίσεις και τους συνδυασμούς τους.



Σχήμα Π1. 2 Παράδειγμα διαγράμματος ροπών κάμψης του πλαισίου του παραδείγματος. Εδώ για το συνδυασμό φόρτισης $\Sigma\Phi 13 = 1.35 G + 1.50 W_z + 0.90 [Q + S]$. Αυτός ο συνδυασμός φορτίσεων δίνει τις δυσμενέστερες τιμές ροπών (M_{sd}), όπως θα φανεί και στη συνέχεια.

Δοκός 5, Άνοιγμα 1, Όροφος 0

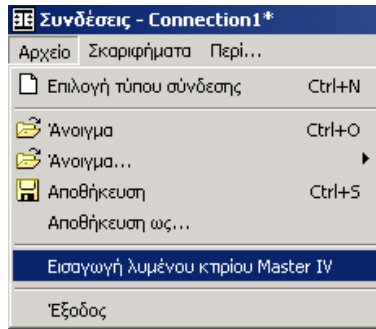
Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	9	-	32	Μέλος	156	ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	ΣΤΕΜ	1,00
Διατομή	IPE300			Μήκος L=	1,49 m	Ky=1,00 Kz=1,00	αθ=1,00	αλφ=4,00
Υλικό	Δομικός χάλυβας			S235				

Εντατικά μεγέθη δοκού

Φόρτ [J]	wy [kN/m]	wz [kN/m]	Αρχή My [kNm]	[9] Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Τέλος My [kNm]	[32] Mz [kNm]	Vy [kN]	Vz [kN]	Αξονική N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]
Φ 1	0,42			-4,76	3,75		0,68	3,08			-2,76		0,68
Φ 2	0,56			-9,02	8,61		4,69	8,61			-3,07		4,69
ΣΦ 1	0,56			-19,96	17,98		7,95	17,08			-8,33		7,95
ΣΣ: +x	0,42			-14,45	8,47	0,41	-0,65	5,67	3,53	-0,41	-2,27	0,65	5,67
ΣΣ: +x	0,42			-0,48	4,19	-0,41	0,65	-1,49	7,81	0,41	-5,10		-14,45
ΣΣ: +x	0,42			-14,45	8,47	0,41	-0,65	5,67	3,53	-0,41	-2,27	0,65	5,67
ΣΣ: +x	0,42			-0,48	4,19	-0,41	0,65	-1,49	7,81	0,41	-5,10		-14,45
ΣΣ: +x	0,42			-14,45	8,47	0,41	-0,65	5,67	3,53	-0,41	-2,27	0,65	5,67
ΣΣ: +x	0,42			-0,48	4,19	-0,41	0,65	-1,49	7,81	0,41	-5,10		-14,45
ΣΣ: +x	0,42			-14,45	8,47	0,41	-0,65	5,67	3,53	-0,41	-2,27	0,65	5,67
ΣΣ: +x	0,42			-0,48	4,19	-0,41	0,65	-1,49	7,81	0,41	-5,10		-14,45
Φ 3				-5,62	5,36		2,92	5,36			-1,91		2,92
Φ 4						-0,63	-1,00			-0,63			
Φ 5				-53,73	18,16		-24,81	18,16			-3,11		-53,73
ΣΦ 2	0,42			-13,78	12,36		5,37	11,69			-5,83		5,37
ΣΦ 3	0,56		0,01	-6,42	5,06	-0,94	-1,49	0,92	4,16	-0,94	-3,73	0,01	0,92
ΣΦ 4	0,56			-87,02	32,30		-36,30	31,40			-8,40		-87,02
ΣΦ 5	0,56			-14,86	13,11		5,30	12,21			-6,60		5,30
ΣΦ 6	0,56		0,01	-36,19	23,92	-0,85	-1,34	11,19	23,03	-0,85	-10,45	0,01	11,19
ΣΦ 7	0,56			-98,73	48,44		-22,30	47,54			-14,66		-98,73
ΣΦ 8	0,56			-25,02	22,80	-0,57	-0,90	15,85	21,90	-0,57	-10,05		10,58
ΣΦ 9	0,56			-38,38	39,14		-11,75	38,25			-12,86		-73,38
ΣΦ 10				-22,98	20,85	-0,57	-0,90	9,52	19,96	-0,57	-9,96		9,52
ΣΦ 11	0,56			-71,34	34,27		-21,81	36,30			-15,16		-71,34
ΣΦ 12	0,56		0,01	-19,60	17,63	-0,94	-1,49	7,77	16,74	-0,94	-8,21	0,01	7,77
ΣΦ 13	0,56			-100,20	47,80		-29,45	43,98			-12,88		-100,20

- Βήμα 1 Από το παρακάτω menu, επιλέγεται ο τύπος σύνδεσης «δοκού – υποστυλώματος».
- Βήμα 2 Επιλέγεται επίσης και το αρχείο επίλυσης Stegastro-kf45.tek από το Fespa :



Εικόνα ΠΙ. 2 Εισαγωγή δεδομένων από το Fespa.

- Βήμα 3 Επιλέγονται τα επιθυμητά μέλη K9 και Δ5.1 ορόφου 0.

☒ Χρήση γνωστού κτιρίου

...\\LH Software\\MASTER\\Παραδείγματα\\Στατικά\\Μεταλλικά\\stegastro-kf45

Συνδεσμολογία μελών

	Όνομα	Άνοιγμα	Όροφος
Υποστύλωμα σύνδεσης	9		0
Δοκός σύνδεσης	5	1	0
Συζυγής δοκός	0	0	0

Γεωμετρικά στοιχεία

	Κατηγορία	Όνομα διατ.	Ποιότητα Υλικού
Υποστύλωμα	HEA	300	S235
Δοκός	IPE	300	S235
Συζυγής δοκός	HEA	100	S235
Μήκος Lb [m]	1.49	Γωνία δοκού α [°]	8.54

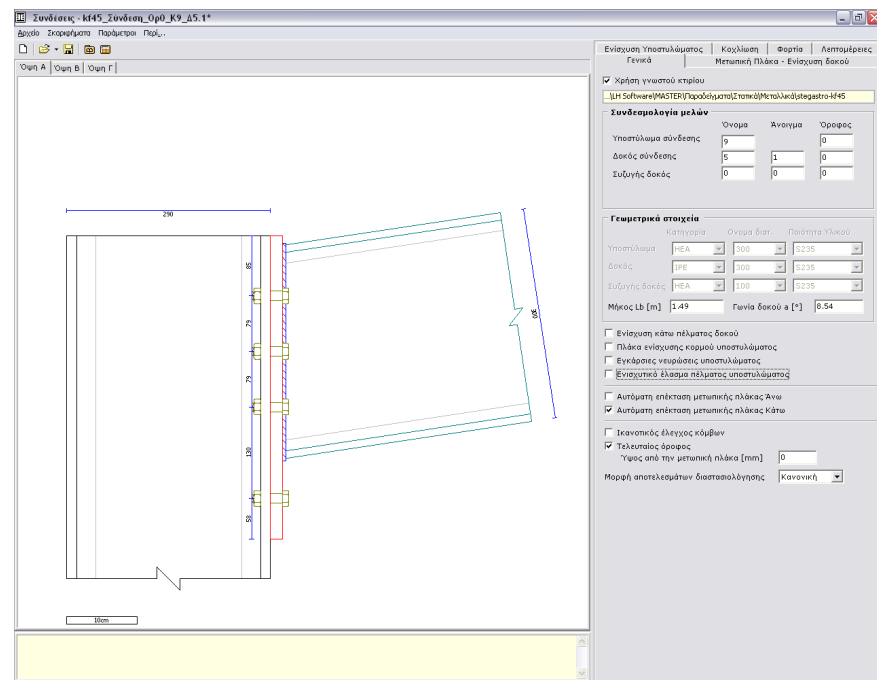
Πληκτρολογήστε τα ονόματα των μελών που ορίζουν τον κόμβο. Με [Tab] μεταβαίνετε από τη μία θέση στην άλλη.

Εικόνα ΠΙ. 3 Για τον έλεγχο του κόμβου Α, ορίζετε τα ονόματα των μελών που συντρέχουν εκεί: το υποστύλωμα **K9(0)** διατομής HEB300 με τη δοκό **Δ5.1(0)** διατομής IPE300.

- Βήμα 4 Δώστε και τη σωστή γωνία κλίσης της δοκού ($\alpha = 8.54^\circ$).

Με δεδομένο ότι το υποστύλωμα δεν συνεχίζει προς ανώτερο όροφο, τσεκάρετε την επιλογή «**Τελευταίος όροφος**». Για τον ίδιο λόγο μην ενεργοποιήσετε την επιλογή «**Ικανοτικός έλεγχος**». Επίσης απενεργοποιήστε την «**Αυτόματη επέκταση μετωπικής πλάκας άνω**».

Το πρόγραμμα έχει διαβάσει όλες τις φορτίσεις και τα δεδομένα των μελών. Ήδη στην οθόνη φαίνεται η πρόταση της σύνδεσης με επιλεγμένους κοχλίες και μετωπική πλάκα.



Εικόνα ΠΙ. 4 Η οθόνη του προγράμματος μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων.

Αρχική δοκιμή

Με «**Διαστασιολόγηση σύνδεσης**» γίνεται η επίλυση.

Από την κάρτα «**Αντοχή σύνδεσης ανά φόρτιση**» φαίνεται αν σε κάποιες φορτίσεις προκύπτει ανεπάρκεια του κόμβου (m_j ή $n_j > 1.00$).

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: \\Yannis.d\shared\SYNDESEIS\Kf45_Σύνδεση_Ορ0_K9_Δ5.1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ				ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26				ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26				ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26				
Φόρτ.	Nc (kN)	Mc (kNm)	k _{wc}	Mb2 (kNm)	Mb1 (kNm)	β	Vb1 (kN)	Mj,Rd (kNm)	Vj,Rd (kN)	m _j	v _j	σ _w (MPa)	τ _w (MPa)	σ _w / σ _{wRd}	τ _w / τ _{wRd}	S _{j,ini} / (EI/L)
17	-35.6	-87.0	1.00	0.0	-87.0	1.00	32.3	-45.5	1420.8	1.91	0.02	150.7	13.0	0.52	0.06	1.1
18	-18.2	-14.9	1.00	0.0	-14.9	1.00	13.1	-45.5	1420.8	0.33	0.01	24.5	5.3	0.09	0.03	1.1
19	-33.2	-26.2	1.00	0.0	-26.2	1.00	23.9	-45.5	1420.8	0.58	0.02	43.5	9.6	0.15	0.05	1.1
20	-58.9	-98.7	1.00	0.0	-98.7	1.00	48.4	-45.5	1420.8	2.17	0.03	169.8	19.5	0.59	0.09	1.1
21	-31.6	-25.0	1.00	0.0	-25.0	1.00	22.8	-45.5	1420.8	0.55	0.02	41.5	9.2	0.14	0.04	1.1
22	-48.8	-73.4	1.00	0.0	-73.4	1.00	39.1	-45.5	1420.8	1.61	0.03	125.7	15.7	0.44	0.08	1.1
23	-28.9	-23.0	1.00	0.0	-23.0	1.00	20.9	-45.5	1420.8	0.50	0.01	38.1	8.4	0.13	0.04	1.1
24	-46.1	-71.3	1.00	0.0	-71.3	1.00	37.2	-45.5	1420.8	1.57	0.03	122.3	15.0	0.42	0.07	1.1
25	-24.4	-19.6	1.00	0.0	-19.6	1.00	17.6	-45.5	1420.8	0.43	0.01	32.4	7.1	0.11	0.03	1.1
26	-53.1	-100.2	1.00	0.0	-100.2	1.00	44.9	-45.5	1420.8	2.20	0.03	172.8	18.1	0.60	0.09	1.1

Λόγοι Αντοχής :
nj = Nsd / NjRd
mj = Msd / MjRd
vj = Vsd / VjRd

Εικόνα ΠΙ. 5 Στην περίπτωση του παραδείγματος, ο **δυσμενέστερος λόγος ικανότητας** m_j προκύπτει ίσος με 2.20 για τη φόρτιση με αριθμό 26. Από το τεύχος της μελέτης φαίνεται ότι η 26^η φόρτιση είναι ο ΣΦ13 δηλαδή η 1.35G+1.50Wz+0.90[Q+S]. Η **δρώσα ροπή MSd** που καλείται να παραλάβει ο κόμβος είναι ίση με Mb1 = -100.20 kNm ενώ η **αντοχή** του είναι **MRd** = -45.5 kNm.

Το πρόγραμμα έχει βρει τη μέγιστη τιμή m_j για τη φόρτιση 26. Προφανώς η σύνδεση είναι ανεπαρκής. Η ενίσχυση θα γίνει με βάση όσα αναφέρονται στην §5 «Αντιμετώπιση προβλημάτων».

Διερεύνηση της σύνδεσης με την «Ανάλυση αντοχής»

Μέσω της καρτέλας «Ανάλυση αντοχής κρίσιμης φόρτισης» θα γίνουν οι απαραίτητες διερευνήσεις.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: C:\Documents and Settings\lantak\Desktop\ΔΟΚΙΜΕΣ\ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ\kf45_Σύνδεση_Ορ0_K9_Δ5.1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26		ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26		ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26	
$M_{j,Rd} = -45.5 \text{ kNm}$ $V_{j,Rd} = 1420.8 \text{ kN}$				$m_j = 2.20$ $\nu_j = 0.03$			
☐ Ανάλυση Τρέχουσας Διερεύνησης							
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ (kN)							
ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ							
σειρά	2Bt,Rd	Ft_lim, .v.wp	Ft_lim, .c.wc	Ft_lim, .c.fb	Ft_lim, .t.fc	Ft_lim, .t.wc	Ft_lim, .t.ep
1	528.8	413.8	346.9	464.0	185.7	364.9	360.1
2	528.8	228.2	161.2	278.4	0.0	141.0	133.5
3	528.8	228.2	161.2	278.4	57.0	250.9	278.8
4	528.8						
ΔΙΑΤΜΗΣΗ							
σειρά	2Bt,Rd	Ft_lim, .v.wp	Ft_lim, .c.wc	Ft_lim, .c.fb	Ft_lim, .t.fc	Ft_lim, .t.wc	Ft_lim, .t.ep
1	528.8	413.8	346.9	464.0	185.7	364.9	360.1
2	528.8	228.2	161.2	278.4	0.0	141.0	133.5
3	528.8	228.2	161.2	278.4	57.0	250.9	278.8
4	528.8						

☐ σε μορφή ποσοστών (%) Μέγιστης Αντοχής σειρών κοχλίων
 Μέγιστη Εφελκυστική Αντοχή σειρών κοχλίων: $2^{\circ}Bt,Rd = 2^{\circ}264.4 \text{ kN} = 528.8 \text{ kN}$
 Μέγιστη Διατμητική Αντοχή σειρών κοχλίων: $2^{\circ}Fv,Rd = 2^{\circ}220.0 \text{ kN} = 440.1 \text{ kN}$

Εικόνα ΠΙ. 6 Εκτός από τη ροπή αντοχής και την αντοχή σε διάτμηση, οι λόγοι αντοχής του κόμβου δίνονται στην καρτέλα “Ανάλυση αντοχής κρίσιμης φόρτισης”.

Το κρίσιμο στοιχείο είναι το πέλμα του υποστυλώματος. Η ελάχιστη διαθέσιμη αντοχή παρουσιάζεται στην πρώτη σειρά κοχλίων ($Ft_lim_t_fc = 185.7 \text{ kNm}$ με μορφή αστοχίας 1). Σύμφωνα με τις οδηγίες της §2.4.4(1) τοποθετούμε ενισχυτικό έλασμα πέλματος με πάχος $t=18\text{mm}$. Ακολουθεί επίλυση.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: C:\Documents and Settings\lantak\Desktop\ΔΟΚΙΜΕΣ\ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ\kf45_Σύνδεση_Ορ0_K9_Δ5.1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26		ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26		ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26	
$M_{j,Rd} = -76.1 \text{ kNm}$ $V_{j,Rd} = 1377.1 \text{ kN}$				$m_j = 1.32$ $\nu_j = 0.03$			
☐ Ανάλυση Τρέχουσας Διερεύνησης							
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ (kN)							
ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ							
σειρά	2Bt,Rd	Ft_lim, .v.wp	Ft_lim, .c.wc	Ft_lim, .c.fb	Ft_lim, .t.fc	Ft_lim, .t.wc	Ft_lim, .t.ep
1	528.8	413.8	346.9	464.0	335.0	364.9	360.1
2	528.8	78.8	11.9	129.0	0.0	0.0	212.2
3	528.8	78.8	11.9	129.0	108.2	101.6	193.1
4	528.8						
ΔΙΑΤΜΗΣΗ							
σειρά	2Bt,Rd	Ft_lim, .v.wp	Ft_lim, .c.wc	Ft_lim, .c.fb	Ft_lim, .t.fc	Ft_lim, .t.wc	Ft_lim, .t.ep
1	528.8	413.8	346.9	464.0	335.0	364.9	360.1
2	528.8	78.8	11.9	129.0	0.0	0.0	212.2
3	528.8	78.8	11.9	129.0	108.2	101.6	193.1
4	528.8						

☐ σε μορφή ποσοστών (%) Μέγιστης Αντοχής σειρών κοχλίων
 Μέγιστη Εφελκυστική Αντοχή σειρών κοχλίων: $2^{\circ}Bt,Rd = 2^{\circ}264.4 \text{ kN} = 528.8 \text{ kN}$
 Μέγιστη Διατμητική Αντοχή σειρών κοχλίων: $2^{\circ}Fv,Rd = 2^{\circ}220.0 \text{ kN} = 440.1 \text{ kN}$

Εικόνα ΠΙ. 7 Εκτός από τη ροπή αντοχής και την αντοχή σε διάτμηση, οι λόγοι αντοχής του κόμβου δίνονται στην καρτέλα “Ανάλυση αντοχής κρίσιμης φόρτισης”.

Ο λόγος επάρκειας έπεσε στο 1.32. Κρίσιμο στοιχείο είναι πάλι το πέλμα του υποστυλώματος αλλά τώρα με μορφή αστοχίας 2. Σύμφωνα με τις οδηγίες της

§2.4.4(2) βελτιώνουμε τους **κοχλίες** σε M30 (τοποθετούνται τώρα 2 αντί για 3 σειρές που είχαμε) και την **ποιότητα** σε 10.9. Ακολουθεί επίλυση.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: C:\Documents and Settings\antak\Desktop\ΔΟΚΙΜΕΣ\ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ\kf45_Σύνδεση_Ορ0_K9_Δ5.1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26

ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26

Mj,Rd = -75.8 kNm

Vj,Rd = 1628.9 kN

mj = 1.32

vj = 0.03

☐ Ανάλυση Τρέχουσας Διερεύνησης

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ (kN)

ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

ΔΙΑΤΜΗΣΗ

σειρά	2Bt,Rd	Ft_lim, .v.wp	Ft_lim, .c.wc	Ft_lim, .c.fb	Ft_lim, .l.fc	Ft_lim, .l.wc	Ft_lim, .l.ep	Ft_lim, .l.wb	Ft_lim, .l.9Bt,Rd	Ft,Rd	α	2Fv,Rd	2Fb,Rd	Fvi,Rd			
1	807.8	413.8	346.9	464.0	347.8	Δ1.μ	371.6	μ	366.8	Δ1.μ	628.9	μ	346.9	100%	678.7	604.8	419.3
2	807.8	67.0	0.0	117.2	96.3	Δ1.οι	89.7	οι	148.2	Δ1.οι	502.0	οι	0.0	33%	678.7	604.8	604.8
3	807.8														678.7	604.8	604.8

☐ σε μορφή ποσοστών (%) Μέγιστης Αντοχής σειρές κοιλιών

Μέγιστη Εφελκυστική Αντοχή σειρές κοιλιών: 2*Bt,Rd = 2*403.9 kN = 807.8 kN

Μέγιστη Διατμητική Αντοχή σειρές κοιλιών: 2*Fv,Rd = 2*339.4 kN = 678.7 kN

Εικόνα ΠΙ. 8 Εκτός από τη ροπή αντοχής και την αντοχή σε διάτμηση, οι λόγοι αντοχής του κόμβου δίνονται στην καρτέλα “Ανάλυση αντοχής κρίσιμης φόρτισης”.

Ο λόγος mj έμεινε ο ίδιος, αλλά το κρίσιμο συστατικό του κόμβου είναι πλέον ο κορμός του στύλου σε θλίψη ($F_{t,lim,c,wc} = 346.9$ kNm). Σύμφωνα με τις οδηγίες της §2.4.2 τοποθετούμε πλάκα ενίσχυσης στον κορμό καθώς και εγκάρσιες νευρώσεις. Ωστόσο ο λόγος mj εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερος του 1.00.

Η σύνδεση αυτή θα χρειαστεί ενίσχυση του κάτω πέλματος δοκού. Ταυτόχρονα αλλάζουμε τους κοχλίες σε M27 με ποιότητα 8.8 και (λόγω της αυτόματης τοποθέτησης κοχλιών) το πρόγραμμα αυξάνει τον αριθμό των σειρών σε 4. Η τελική οθόνη υπολογισμού είναι η παρακάτω.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: \\Yannis.d\shared\Syndeseis\Connection1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26	ΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 26														
$M_{j,Rd} = -128,1 \text{ kNm}$ $m_j = 0,78$ $V_{j,Rd} = 1554,0 \text{ kN}$ $v_j = 0,03$																	
☐ Ανάλυση Τρέχουσας Διερεύνησης																	
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ (kN)																	
ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ										ΔΙΑΤΜΗΣΗ							
σειρά	2Bt,Rd	Ft_lim, .v.wp	Ft_lim, .c.wc	Ft_lim, .c.fb	Ft_lim, .l.fc	Ft_lim, .l.wc	Ft_lim, .l.ep	Ft_lim, .l.wb	Ft_lim, .l.9Bt,Rd	Fti,Rd	α	2Fv,Rd	2Fb,Rd	Fvi,Rd			
1	528,8	413,8	346,9	1835,8	335,0	A2,μ	364,9	μ	360,1	A2,μ	646,5	μ	335,0	100%	440,1	544,3	240,9
2	528,8	78,8	11,9	1500,8	119,0	A1,ο1	108,0	ο1	83,2	A1,ο1	382,1	ο1	11,9	58%	440,1	544,3	433,0
3	528,8	67,0	0,0	1488,9	308,6	A1,ο1	186,8	ο1	296,0	A1,ο1	558,1	μ	0,0	19%	440,1	544,3	440,1
4	528,8														440,1	544,3	440,1

☐ σε μορφή ποσοτών (%) Μέγιστης Αντοχής σειράς κοχλίων

Μέγιστη Εφελκυστική Αντοχή σειράς κοχλίων: 2°Bt,Rd = 2°264,4 kN = 528,8 kN
 Μέγιστη Διατμητική Αντοχή σειράς κοχλίων: 2°Fv,Rd = 2°220,0 kN = 440,1 kN

Εικόνα ΠΙ. 9 Εκτός από τη ροπή αντοχής και την αντοχή σε διάτμηση, οι λόγοι αντοχής του κόμβου δίνονται στην καρτέλα “Ανάλυση αντοχής κρίσιμης φόρτισης”.

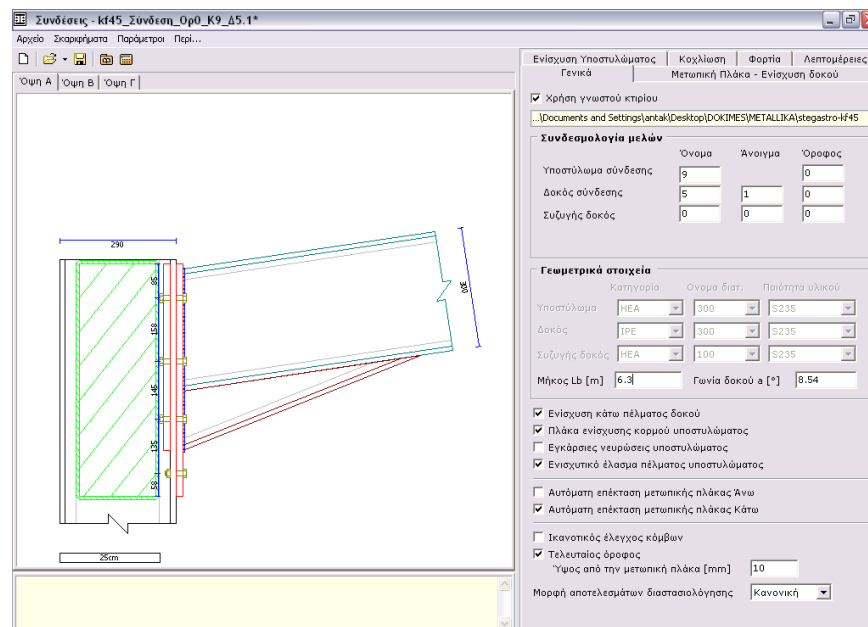
Η σύνδεση είναι επαρκής με $m_j=0.78$.

Τέλος, δώστε «Αποθήκευση» για να κρατήσετε τα δεδομένα του κόμβου Α στο δίσκο σας. Τα αρχεία των συνδέσεων έχουν την επέκταση **.MTC**.

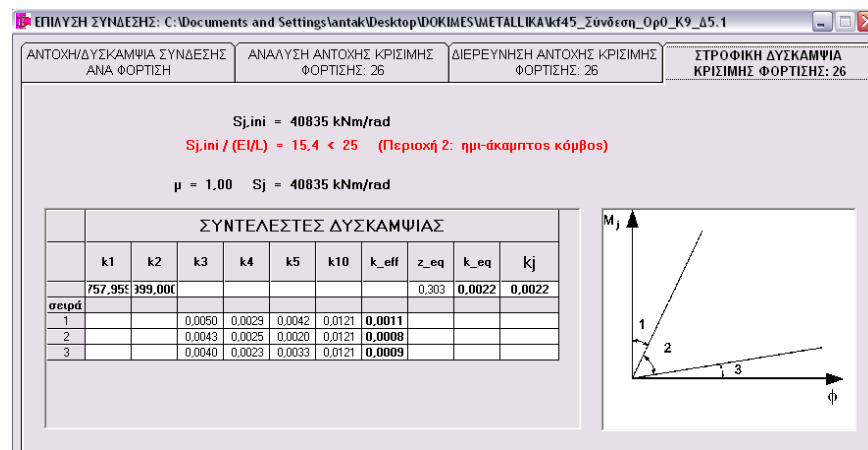
Έλεγχος δυσκαμψίας κόμβου

Παρατηρώντας την κάρτα του ελέγχου δυσκαμψίας, φαίνεται ότι ο κόμβος είναι αρκετά εύκαμπτος ($S_j,ini/(EI/L) < 25$). Επειδή όμως η επίλυση έχει γίνει θεωρώντας τους κόμβους ως άκαμπτους, θα πρέπει να κάνουμε κάποιες μεταβολές προκειμένου να το επιτύχουμε. Αυτό γίνεται με τα ακόλουθα βήματα:

- Αύξηση του μήκους L_b σε 6.3m που είναι και το κατασκευαστικό μήκος της πλήρους δοκού,
- Τοποθετούμε πλάκα ενίσχυσης στον κορμό του υποστυλώματος

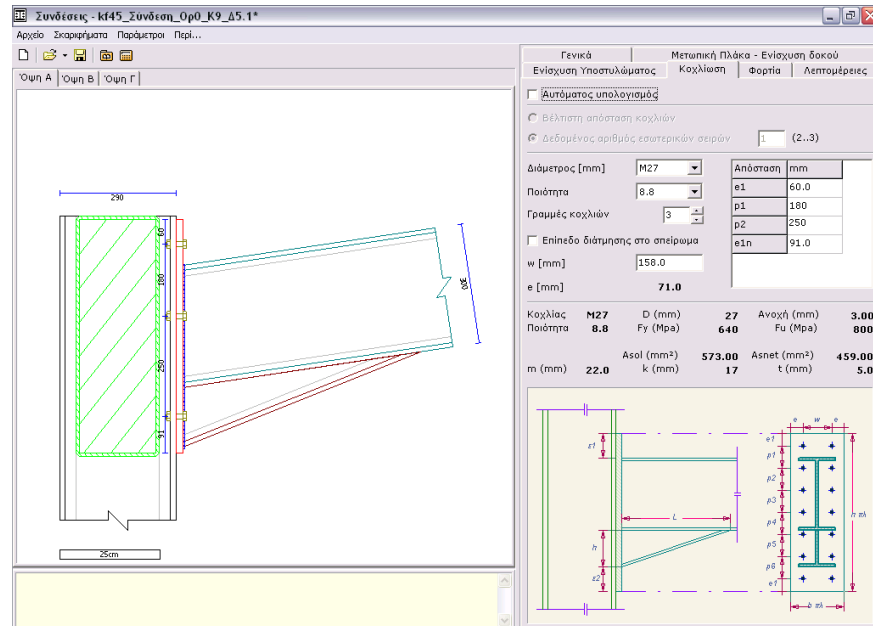


Εικόνα Π1. 10 Η οθόνη του προγράμματος μετά την εισαγωγή της πλάκας ενίσχυσης στον κορμό του υποστυλώματος και την αύξηση του μήκους Lb.



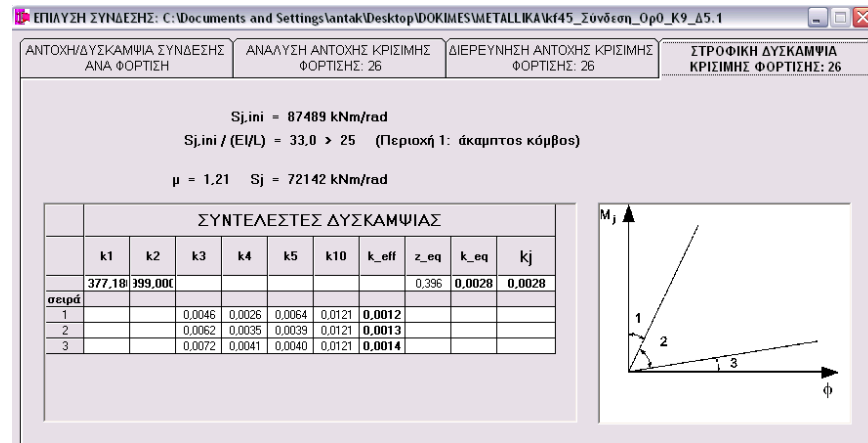
Εικόνα Π1. 11 Η στροφική δυσκαμψία του κόμβου δίνεται στην καρτέλα “Στροφική δυσκαμψία κρίσιμης φόρτισης”. Στην περίπτωση αυτή, ο κόμβος ταξινομείται ως ημι-άκαμπτος.

Παρατηρούμε ότι η δυσκαμψία του κόμβου απαιτεί περαιτέρω βελτίωση. Αυξάνουμε την μετωπική πλάκα άνω κατά 10mm και επειδή πλέον τα μέτρα ενίσχυσης είναι υπερβολικά αφαιρούμε την πλάκα ενίσχυσης του πέλματος του υποστυλώματος, μειώνουμε τον αριθμό των γραμμών των κοχλιών σε 3 και επιλύουμε ξανά.



Εικόνα Π1. 12 Η οθόνη του προγράμματος μετά την αύξηση του πάχους της μετωπικής πλάκας.

Ο λόγος της αντοχής m_j έπεσε στο 0.72 ενώ η δυσκαμψία του κόμβου βελτιώθηκε σημαντικά όπως φαίνεται και στην **Εικόνα Π1. 13**.



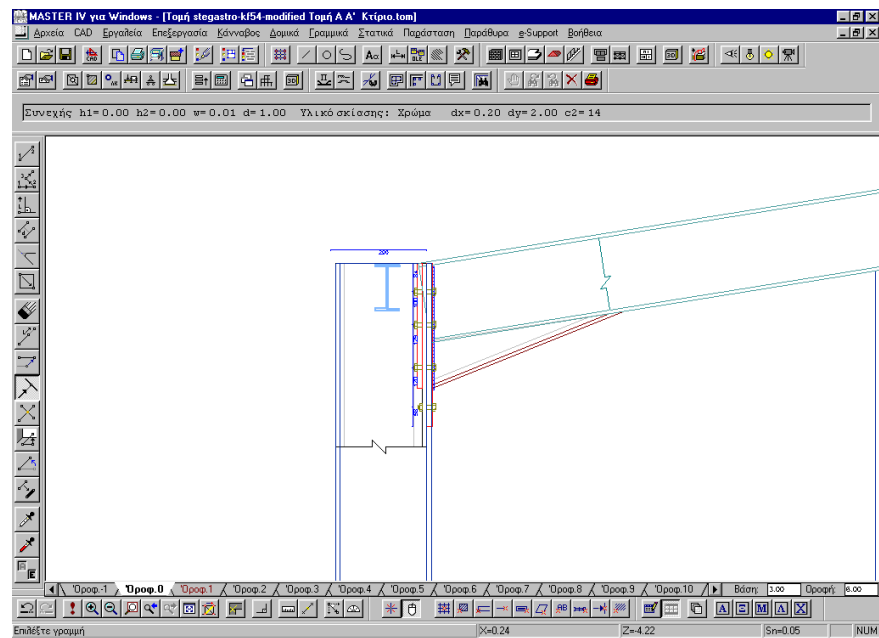
Εικόνα ΠΙ. 13 Η στροφική δυσκαμψία του κόμβου δίνεται στην καρτέλα “Στροφική δυσκαμψία κρίσιμης φόρτισης”. Μετά την εισαγωγή των εγκάρσιων νευρώσεων στο υποστυλώμα, ο κόμβος ταξινομείται ως άκαμπτος.

Εκτύπωση τεύχους και σχεδίαση

Δώστε την εντολή «**Εμφάνιση αποτελεσμάτων στο Τεύχος**» της άνω εργαλειογραμμής. Το πρόγραμμα «Τεύχος» που ανοίγει, περιέχει πλήρη δεδομένα και αποτελέσματα για τον κόμβο Α.

Από εδώ μπορεί να γίνει η εκτύπωση με την εντολή «Αρχείο – Εκτύπωση», όπως ακριβώς γίνεται η εκτύπωση του τεύχους των μελετών του Fespa. Υπενθυμίζεται ότι για ταχύτερη και οικονομικότερη εκτύπωση επιλέξτε ως μέθοδο τη «Μονόχρωμη γραφικών – οικονομική».

Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία, δώστε την εντολή «**Σκαριφήματα – Εξαγωγή σκαριφήματος σε ΤΕΚ**». Το αρχείο που προκύπτει μπορεί να τυπωθεί αυτόνομα ή να μεταφερθεί (με αντιγραφή - επικόλληση) πάνω στο αρχείο της μελέτης.



Εικόνα ΠΙ. 14 Με την εντολή “Σκαριφήματα > Εξαγωγή σκαριφήματος σε TEK” δημιουργείται ένα αρχείο μορφής .tek, το οποίο μπορεί να εισαχθεί στο Fespa.

Π.2 Έλεγχος έδρασης υποστυλώματος σε πέδιλο

Ορισμός ιδιοτήτων έδρασης

Από το menu του προγράμματος επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος σύνδεσης με την εντολή «Αρχείο > Επιλογή τύπου σύνδεσης > Έδραση βάσης υποστυλώματος RHS, SHS».

Στη συνέχεια, από την κάρτα «Γενικά» ορίζεται το εξεταζόμενο υποστύλωμα το οποίο αποτελείται από διατομή RHS 400x200x10.

Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων	Οπλισμός Βάσης
Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία
		Λεπτομέρειες

☐ Χρήση γνωστού κτιρίου

Συνδεσμολογία μελών

	Όνομα	Άνοιγμα	Όροφος
Υποστύλωμα σύνδεσης	0		0
Δοκός σύνδεσης	0	0	0
Συζυγής δοκός	0	0	0

Γεωμετρικά στοιχεία

	Κατηγορία	Όνομα Διατομής	Ποιότητα υλικού
Υποστύλωμα	RHS	400x200x10	S235
Δοκός	IPE	180	S235
Συζυγής δοκός	HEA	100	S235

Μήκος Lc [m] 5.0 Γωνία δοκού α[°] 0

Εικόνα Π2. 1 Καρτέλα «Γενικά»

Στην καρτέλα «**Βάση υποστυλώματος**» δίνονται οι προεπιλεγμένες τιμές των διαστάσεων της επιφάνειας έδρασης (θεμελίου) και της μεταλλικής πλάκας έδρασης. Το πρόγραμμα στην περίπτωση της προεπιλογής «Αυτόματος υπολογισμός τιμών» προσαρμόζει τις διαστάσεις του θεμελίου και της πλάκας έδρασης βάσει των διαστάσεων του εδραζόμενου υποστυλώματος. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα προκύπτουν διαστάσεις θεμελίου $B=716\text{mm}$, $D=1116\text{mm}$ και $H=1116\text{mm}$. Οι διαστάσεις της πλάκας έδρασης προκύπτουν $b_p=358\text{mm}$, $d_p=558\text{mm}$ και $t_p=13\text{mm}$.

- **Χειροκίνητη επιλογή αριθμού αγκυρίων και διαστάσεων πλάκας έδρασης**

Βήμα 1 Από την καρτέλα «**Βάση υποστυλώματος**» απο-επιλέγεται ο «Αυτόματος υπολογισμός τιμών».

Βήμα 2 Από την καρτέλα «**Διάταξη αγκυρίων**» απο-επιλέγεται ο «Αυτόματος υπολογισμός τιμών».

Βήμα 3 Επιλέγεται ο επιθυμητός αριθμός γραμμών αγκυρίων στην οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση.

Βήμα 4 Επιλέγεται το επιθυμητό μήκος επέκτασης της πλάκας έδρασης άνω/κάτω και δεξιά/αριστερά. Οι τελικές διαστάσεις της πλάκας

έδρασης (br, dp) προκύπτουν ως το άθροισμα της επέκτασης και της διάστασης του κορμού υποστυλώματος.

Βήμα 5 Υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετεί αυτόματα από το πρόγραμμα ο μέγιστος αριθμός αγκυρίων βάσει των απαιτούμενων ελάχιστων αποστάσεων. Απαιτείται η ταυτόχρονη επιλογή «Αυτόματος υπολογισμός τιμών» και «Υπολογισμός μέγιστου αριθμού αγκυρίων».

Στην καρτέλα «**Ιδιότητες αγκυρίων**» γίνεται επιλογή των χαρακτηριστικών του αγκυρίου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέγεται:

Τύπος αγκυρίου:	Ευθύγραμμο
Βάθος αγκύρωσης L1:	831.2mm (αυτόματος υπολογισμός)
Διάμετρος αγκυρίου:	M20
Ποιότητα:	8.8

Γενικά		Βάση υποστυλώματος		Φορτία	
Λεπτομέρειες		Διάταξη αγκυρίων		Ιδιότητες αγκυρίων	
Τύπος αγκυρίου					
Τύπος	Ευθύγραμμο		☒ Αυτόματος υπολογισμός		
L1	831.2 [mm]				
Διαστάσεις και ποιότητα αγκυρίου					
Διάμετρος Αγκυρίου		M20		Ποιότητα 8.8	
D [mm]	20	t (mm)	4.0	Fy [Mpa]	640
m [mm]	16.0	k (mm)	13	Fu [Mpa]	800
Ανοχή [mm]	2.00				
Asnet [mm ²]	245.00				
Asol [mm ²]	314.00				

Εικόνα Π2. 2 Καρτέλα «Ιδιότητες αγκυρίων»

Στην καρτέλα «**Οπλισμός Βάσης**» επιλέγουμε «Ναι» ώστε να οριστεί ο πρόσθετος οπλισμός του θεμελίου ο οποίος, συνηθέστερα, τοποθετείται με τη μορφή μεταλλικού κλωβού που περικλείει την αγκύρωση. Οι προεπιλογές του προγράμματος παρουσιάζονται στην **Εικόνα Π2.3**. Αξίζει να σημειωθούν τα εξής:

- Θεωρείται εδώ μεταλλικός κλωβός με 8 περιμετρικές κατακόρυφες ράβδους. Δεδομένου ότι τοποθετούνται, επίσης, 8 αγκύρια ο αριθμός ράβδων ανά αγκύριο n_{re} προκύπτει ως $8/8=1.0$.
- Η διάμετρος των ράβδων του πρόσθετου οπλισμού δεν πρέπει να ξεπερνά τα 16mm (CEB §15.2.2).
- Το μήκος στο θεωρούμενο κώνο αστοχίας $l1_{re}$ (=290mm) λαμβάνεται, συντηρητικά, μικρότερο από το μήκος του αγκυρίου.

Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία	Λεπτομέρειες
Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων		Οπλισμός Βάσης
Πρόσθετος οπλισμός (ανάρτησης)			
Πρόσθετος οπλισμός ανάρτησης		Ναι	
Ονομαστική τάση διαρροής $f_{yk, re}$ (N/mm ²)		500	
Αριθμός ράβδων n_{re} , ανά αγκύριο		1	
Διάμετρος ράβδου ϕ_{re} (mm)		16	
Μήκος στον θεωρούμενο κώνο αστοχίας $l1_{re}$ (mm)		290.0	
Παράμετρος cast-in-place αγκυρίων			
k_6		1.0	

Εικόνα Π2.3 Καρτέλα «Οπλισμός Βάσης»

Στην καρτέλα «**Φορτία**» γίνεται η χειροκίνητη επιλογή των φορτίων που ασκούνται στη βάση του υποστυλώματος σε περίπτωση που δεν έχει γίνει επιλογή υποστυλώματος από αρχείο tek (**Εικόνα Π2.4**).

Διάταξη αγκυρίων	Ιδιότητες αγκυρίων	Οπλισμός Βάσης
Γενικά	Βάση υποστυλώματος	Φορτία
Εισαγωγή Φορτίσεων		
Αξονική N (kN) (Θλίψη αρνητική)	-11.2	
Ροπή My (kNm)	8.3	
Ροπή Mz (kNm)	3.77	
Τέμνουσα Vy (kN)	9.1	
Τέμνουσα Vz (kN)	5.6	

Εικόνα Π2.4 Καρτέλα «Φορτία»

Β. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων ανάλυσης

Με την επιλογή «Διαστασιολόγηση Σύνδεσης» εμφανίζεται το παράθυρο της Εικόνας με τα συνοπτικά αποτελέσματα της επίλυσης. Παρουσιάζονται οι τελικοί λόγοι επάρκειας του συνόλου των στοιχείων της σύνδεσης (κορμός υποστυλώματος, αγκύρια, συγκολλήσεις, ενισχυτικά ελάσματα). Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιούνται οι έλεγχοι:

- Αξονικής δύναμης
- Διαξονικής κάμψης
- Ταυτόχρονης τέμνουσας δύναμης
- Αντοχής συγκολλήσεων (εξωραφής)
- Αντοχής ενισχυτικού ελάσματος

1. Αποτελέσματα ελέγχου έδρασης υποστυλώματος κοίλης διατομής

1) αξονική δύναμη - κρίσιμη φόρτιση: 1

έλεγχος για αξονική δύναμη [EN 1993-1-8, πίν. 6.7]

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{-11.20}{-81.27} = 0.14 < 1$$

-- Ο έλεγχος σε αξονική δύναμη ικανοποιείται.

2) διαξονική κάμψη - κρίσιμη φόρτιση: 1

έλεγχος για διαξονική κάμψη [EN 1993-1-8, πίν. 6.7]

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} + \frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} = \frac{8.30}{60.22} + \frac{3.77}{63.39} = 0.20 < 1$$

-- Ο έλεγχος σε διαξονική κάμψη ικανοποιείται.

3) Ταυτόχρονη τέμνουσα στις δύο διευθύνσεις Z και Y - κρίσιμη φόρτιση: 1

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{Rd,z}} + \frac{V_{Ed,y}}{V_{Rd,y}} = \frac{5.60}{28.02} + \frac{9.10}{30.53} = 0.50 < 1$$

-- Ο έλεγχος σε ταυτόχρονη τέμνουσα ικανοποιείται.

4) 1ο κριτήριο επάρκειας αντοχής σχεδιασμού εξωραφής - κρίσιμη φόρτιση: 1

[EN 1993-1-8 εξ. (4.1)]

$$\frac{\sigma_{\perp}}{0.9 \cdot f_{u,y,z}} = \frac{11.20}{0.9 \cdot 360.00/1.25} = 0.04 < 1$$

-- Το 1ο κριτήριο επάρκειας αντοχής σχεδιασμού εξωραφής ικανοποιείται.

5) 2ο κριτήριο επάρκειας αντοχής σχεδιασμού εξωραφής - κρίσιμη φόρτιση: 1

(τέμνουσα κατά τη διεύθυνση Z) [EN 1993-1-8 εξ. (4.1)]

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//,y}^2)}}{f_{u,y,z} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = \frac{\sqrt{11.20^2 + 3 \cdot (11.20^2 + 1.00^2)}}{360.00 / (0.80 \cdot 1.25)} = 0.06 < 1$$

-- Το 2ο κριτήριο επάρκειας αντοχής σχεδιασμού εξωραφής (τέμνουσα κατά τη διεύθυνση Z) ικανοποιείται.

6) 3ο κριτήριο επάρκειας αντοχής σχεδιασμού εξωραφής - κρίσιμη φόρτιση: 1

(τέμνουσα κατά τη διεύθυνση Y) [EN 1993-1-8 εξ. (4.1)]

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//,x}^2)}}{f_{u,y,z} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})} = \frac{\sqrt{11.20^2 + 3 \cdot (11.20^2 + 3.25^2)}}{360.00 / (0.80 \cdot 1.25)} = 0.06 < 1$$

-- Το 3ο κριτήριο επάρκειας αντοχής σχεδιασμού εξωραφής (τέμνουσα κατά τη διεύθυνση Y) ικανοποιείται.

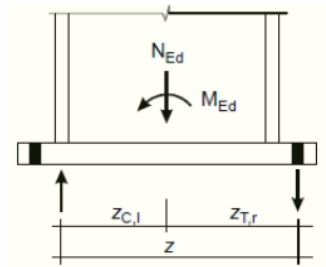
Εικόνα Π2.5 Εμφάνιση παραθύρου συνοπτικών αποτελεσμάτων κατά τη διαστασιολόγηση σύνδεσης.

Στην παράγραφο 5.5 του Τεύχους παρουσιάζονται τα τελικά αποτελέσματα των ελέγχων της σύνδεσης σε **κάμψη** και **αξονική δύναμη**. Συγκεκριμένα, εξετάζοντας τα αποτελέσματα της κάμψης στη διεύθυνση Y-Y προκύπτει εκκεντρότητα (**Εικόνα Π2.7**):

$$e_y = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{8.30 \text{ kNm}}{-11.20 \text{ kN}} = -0.741$$

Στη συνέχεια ορίζεται ο μοχλοβραχίονας $z_{C,l}$ της θλιπτικής δύναμης του πέλματος της διατομής ως προς το κέντρο της διατομής και, αντίστοιχα, ο μοχλοβραχίονας $z_{T,r}$ της εφελκυστικής δύναμης της ακραίας γραμμής των αγκυρίων ως προς το κέντρο της διατομής (**Εικόνα Π2.6**). Ο συνολικός μοχλοβραχίονας z της σύνδεσης προκύπτει:

$$z = z_{T,l} + z_{C,r} = 0.235m + 0.195m = 0.430$$



Εικόνα Π2.6 Μοχλοβραχίονας θλιπτικής δύναμης $z_{C,l}$ και εφελκυστικής δύναμης $z_{T,r}$ στην περίπτωση αξονικής δύναμης N_{Ed} με κάμπτική ροπή M_{Ed} .

Η συνολική ροπή σχεδιασμού της έδρασης προκύπτει ανάλογα με το είδος φόρτισης (καθαρός εφελκυσμός/θλίψη ή συνδυασμός εφελκυσμού/θλίψης με ροπή) και το μέγεθος των μοχλοβραχιόνων z_C , z_T και z , σύμφωνα με τον πίνακα 6.7 του EN1993-1-8. Εν προκειμένω, η ροπή σχεδιασμού $M_{Rd,y}$ είναι:

$$M_{Rd,y} = \frac{F_{T,l,Rd} \cdot z}{z_{C,r}/e - 1} = \frac{103.15kN \cdot 0.43m}{-0.195/0.741 + 1} = 60,22kNm$$

Με δεδομένη τη ροπή σχεδιασμού και την εκκεντρότητα της αξονικής δύναμης e στην κρίσιμη φόρτιση, προκύπτει η αντίσταση σχεδιασμού σε αξονική:

$$N_{Rd,y} = M_{Rd,y}/e = 60.22/-0.741 = -81,27 \text{ kN}$$

Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάμψη ως προς τον άξονα $Z-Z$ από την οποία προκύπτουν οι αντίστοιχες αντιστάσεις σχεδιασμού σε κάμψη και αξονική $M_{Rd,z}$ και $N_{Rd,z}$.

Συνολικά, υπολογίζεται η επάρκεια της έδρασης σε διαξονική κάμψη:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} + \frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} = \frac{8.3}{60.22} + \frac{3.77}{63.39} = 0.20 < 1$$

καθώς και η επάρκεια της έδρασης στην κρίσιμη αντίσταση σχεδιασμού σε αξονική. Αυτή προκύπτει ως η ελάχιστη των αξονικών αντιστάσεων σε κάμψη κατά Y-Y και Z-Z ($M_{Rd,y}$ και $M_{Rd,z}$), και σε καθαρή θλίψη ($F_{c,Rd,N}$):

$$\frac{N_{Ed,y}}{\max(N_{Rd,y}, N_{Rd,z}, -F_{c,Rd,N})} = \frac{-11.20}{\max(-81.27, -188.31, -1997.58)} = 0.14 < 1$$

5.5 Έλεγχος ικανότητας της σύνδεσης για κάμψη και αξονική δύναμη

κάμψη περί τον Y-Y - κρίσιμη φάση: 1

αξονική δύναμη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $e_y = -0.741$

μοχλοβραχίονας θλιπτικής δύναμης [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $z_{cy} = z_{cy} = 195 \text{ [mm]}$

θλιπτική δύναμη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $F_{cy} = F_{cy} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,Rd,z}) = \min(438.39, 905.05) = 438.39 \text{ [kN]}$

μοχλοβραχίονας εφελκυστικής δύναμης [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $z_{ty} = z_{ty} = 235 \text{ [mm]}$

εφελκυστική δύναμη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $F_{ty} = F_{ty} = \min(F_{t,Rd,y}, F_{t,Rd,z}, F_{t,Rd,x}) =$

$$= \min(136.21, 103.15, 131.19, 715.48) = 103.15 \text{ [kN]}$$

αντίσταση σχεδιασμού σε ροπή [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$M_{Rd,y} = 60.22 \text{ [kNm]}$$

αντίσταση σχεδιασμού σε αξονική [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$N_{Rd(y)} = -81.27 \text{ [kN]}$$

έλεγχος για κάμψη περί τον Y-Y [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} = \frac{8.30}{60.22} = 0.14 < 1$$

κάμψη περί τον Z-Z - κρίσιμη φάση: 1

αξονική δύναμη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $e_z = -0.337$

μοχλοβραχίονας θλιπτικής δύναμης [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $z_{cz} = z_{cz} = 95 \text{ [mm]}$

θλιπτική δύναμη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $F_{cz} = F_{cz} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,Rd,y}) = \min(567.21, 1140.37) = 567.21 \text{ [kN]}$

μοχλοβραχίονας εφελκυστικής δύναμης [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $z_{tz} = z_{tz} = 135 \text{ [mm]}$

εφελκυστική δύναμη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]: $F_{tz} = F_{tz} = \min(F_{t,Rd,z}, F_{t,Rd,y}, F_{t,Rd,x}) =$

$$= \min(233.42, 197.64, 262.39, 545.31) = 197.64 \text{ [kN]}$$

αντίσταση σχεδιασμού σε ροπή [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$M_{Rd,z} = 63.39 \text{ [kNm]}$$

αντίσταση σχεδιασμού σε αξονική [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$N_{Rd(z)} = -188.31 \text{ [kN]}$$

έλεγχος για κάμψη περί τον Z-Z [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} = \frac{3.77}{63.39} = 0.06 < 1$$

διαδοχική κάμψη - κρίσιμη φάση: 1

έλεγχος για διαδοχική κάμψη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} + \frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} = \frac{8.30}{60.22} + \frac{3.77}{63.39} = 0.20 < 1$$

αξονική καταπόνηση - κρίσιμη φάση: 1

έλεγχος σε αξονική δύναμη [EN 1993-1-8, νίν. 6.7]

$$\frac{N_{Ed}}{\max(N_{Rd(y)}, N_{Rd(z)}, -F_{c,Rd,N})} = \frac{-11.20}{\max(-81.27, -188.31, -1997.58)} = 0.14 < 1$$

Εικόνα Π2.7 Καρτέλα τελικών αποτελεσμάτων του ελέγχου της έδρασης για κάμψη και αξονική δύναμη.

Στην παράγραφο 5.6.5 του Τεύχους παρουσιάζονται τα τελικά αποτελέσματα των ελέγχων της σύνδεσης σε **διάτμηση**. Η τελική αντοχή σε διάτμηση της σύνδεσης (π.χ. στη διεύθυνση Y) προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της ελάχιστης ανηγμένης αντοχής σε διάτμητική δύναμη μεμονωμένου αγκυρίου επί το συνολικό αριθμό αγκυρίων N προσθέτοντας την αντίσταση σε ολίσθηση λόγω τριβής $F_{f,Rd}$, ως εξής:

$$V_{Rd,y} = N_{αγκυρίων} \cdot \min(F_{b,Rd,x}, F_{1,vb,Rd}, F_{2,vb,Rd}, V_{Rd,s,M}, V_{Rd,cp,x}, V_{Rd,c,x}) + F_{f,Rd}$$

$$V_{Rd,y} = 8 \min(124.23, 120.64, 49.86, 25.18, 38.98, 3.47) + 2.80 = 30.53 \text{ [kN]}$$

Οι επιμέρους αντοχές συνοψίζονται εδώ:

- Σύνθλιψη άντυνας $F_{b,Rd,x} = 248.6 \text{ kN}$
- Διάτμηση (1) [EN1998-1-8 πιν.3.3] $F_{1,vb,Rd} = 120.6 \text{ kN}$
- Διάτμηση (2) [EN1998-1-8 6.2.2(7)] $F_{2,vb,Rd} = 49.9 \text{ kN}$
- Διάτμηση με μοχλοβραχίονα $V_{Rd,s,M} = 15.8 \text{ kN}$
- Εκμόχλευση σκυροδέματος $V_{Rd,cp,x} = 59.2 \text{ kN}$
- Απόσχιση πλευρικού κώνου σκυροδέματος λόγω κοντινού άκρου $V_{Rd,c,x} = 6.30 \text{ kN}$

Έλεγχος διάτμησης κατά τη διεύθυνση Z κρίσιμη φόρτιση: **1**

Αντίσταση σχεδιασμού σε τριβή [EN 1993-1-8, εξ. (6.1)]: $F_{t,Rd} = C_{t,d} \cdot N_{cEd} = 0.25 \cdot |-11.20| = 2.80 \text{ [kN]}$

Αντοχή σε διάτμηση κατά Z

$$V_{Rd,z} = (\text{πλήθος αγκυριών}) \cdot \min(F_{b,Rd,z}, F_{1,vb,Rd}, F_{2,vb,Rd}, V_{Rd,s,M}, V_{Rd,cp,z}, V_{Rd,c,z}) + F_{t,Rd} = 8 \cdot \min(124.23, 120.64, 49.86, 25.18, 59.18, 3.15) + 2.80 = 28.02 \text{ [kN]}$$

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{Rd,z}} = \frac{5.60}{28.02} = 0.20$$

→ Ο έλεγχος διάτμησης κατά τη διεύθυνση Z ικανοποιείται.

Έλεγχος διάτμησης κατά τη διεύθυνση Y κρίσιμη φόρτιση: **1**

Αντίσταση σχεδιασμού σε τριβή [EN 1993-1-8, εξ. (6.1)]: $F_{t,Rd} = C_{t,d} \cdot N_{cEd} = 0.25 \cdot |-11.20| = 2.80 \text{ [kN]}$

Αντοχή σε διάτμηση κατά Y

$$V_{Rd,y} = (\text{πλήθος αγκυριών}) \cdot \min(F_{b,Rd,y}, F_{1,vb,Rd}, F_{2,vb,Rd}, V_{Rd,s,M}, V_{Rd,cp,y}, V_{Rd,c,y}) + F_{t,Rd} = 8 \cdot \min(124.23, 120.64, 49.86, 25.18, 38.98, 3.47) + 2.80 = 30.53 \text{ [kN]}$$

$$\frac{V_{Ed,y}}{V_{Rd,y}} = \frac{9.10}{30.53} = 0.30$$

→ Ο έλεγχος διάτμησης κατά τη διεύθυνση Y ικανοποιείται.

ταυτόχρονη τέμνουσα στις διευθύνσεις Z και Y κρίσιμη φόρτιση: **1**

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{Rd,z}} + \frac{V_{Ed,y}}{V_{Rd,y}} = \frac{5.60}{28.02} + \frac{9.10}{30.53} = 0.50$$

→ Ο έλεγχος σε ταυτόχρονη τέμνουσα στις διευθύνσεις Z και Y ικανοποιείται.

Εικόνα Π2.8 Καρτέλα τελικών αποτελεσμάτων του ελέγχου της έδρασης για διατμητική δύναμη.

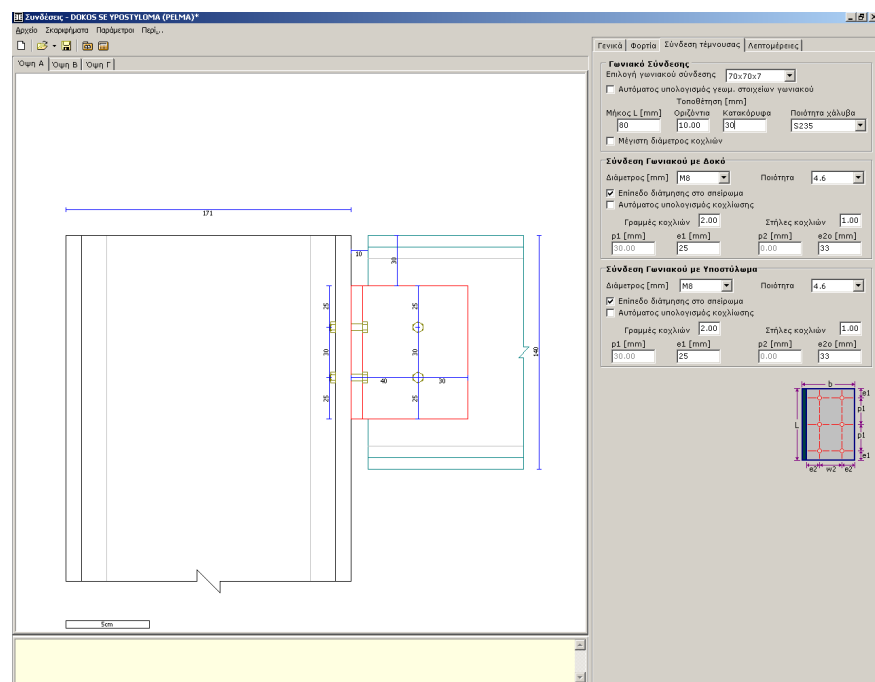
Π.3 Σύνδεση τέμνουσας δοκού - υποστυλώματος

Το πρόγραμμα προσφέρει επίσης τη δυνατότητα να γίνει έλεγχος συνδέσεων των οποίων η κύρια μορφή καταπόνησης είναι η τέμνουσα δύναμη. Σύμφωνα με τον EC3 - Part 1.8 / prEN §5.2.3.2 (3), αν η συνολική ροπή αντοχής ($M_{j,Rd}$) είναι μικρότερη από το 25% της ροπής αντοχής της δοκού ($M_{bpl,Rd}$), τότε ο κόμβος θεωρείται αρθρωτός (δε μεταφέρει ροπή).

Από το menu του προγράμματος επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος σύνδεσης με την εντολή «Αρχείο > Επιλογή τύπου σύνδεσης > Σύνδεση τέμνουσας δοκού με υποστυλωμα στο πέλμα». Στη συνέχεια, από την κάρτα «Γενικά» ορίζεται ως εξεταζόμενο υποστυλωμα το **K20** με στηριζόμενη δοκό την **Δ13.1**.

Τέλος, επιλέξτε την παράμετρο «Τελευταίος όροφος» και δώστε ως «Ύψος από τη μετωπική πλάκα» τιμή ίση με 30mm.

Τροποποιήστε τις παραμέτρους της κάρτας «Σύνδεση τέμνουσας» σύμφωνα με την **Εικόνα Π3. 1** και δώστε την εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης».

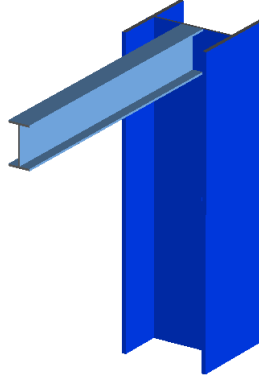


Εικόνα Π3. 1 Σύνδεση τέμνουσας δοκού - υποστυλώματος στο πέλμα με γωνιακό που περιλαμβάνει δύο γραμμές και δύο στήλες κοχλιών.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: \\Yannisd\shared\Syndeseis\ΔΟΚΟΣ ΣΕ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ (PELMA)	
3. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης τένουσας	
Μέγιστη Τένουσα δύναμη:	$V_{Ed} = 8,58 \text{ kN}$
3.1 Ελεγχος Στηρίζοντος (κύριου) μέλους	
Εφαρμοζόμενη Τένουσα κοχλία:	$F_{v,Ed} = 2,15 \text{ kN}$
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία:	$F_{v0,c,Rd} = 7,03 \text{ kN} \geq 2,15 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλίψη άντυνας γωνιακού:	$F_{b,Lc,Rd} = 34,72 \text{ kN} \geq 2,15 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλίψη άντυνας κύριου μέλους:	$F_{b,c,Rd} = 47,12 \text{ kN} \geq 2,15 \text{ kN}$
Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική):	$V_{eff,2,Lc,Rd} = 123,07 \text{ kN} \geq 8,58 \text{ kN}$
3.2 Ελεγχος στηριζόμενης δοκού (δευτερεύον μέλος)	
Εισαγόμενη Ροπή (λόγω εκκεντρότητας):	$M_{Ed} = 0,34 \text{ kNm}$
Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τένουσα κοχλία (κατακόρυφα):	$F_{vy,b,Ed} = 4,29 \text{ kN}$
Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τένουσα κοχλία (οριζόντια):	$F_{vx,b,Ed} = 11,45 \text{ kN}$
Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τένουσα κοχλία (συνισταμένη):	$F_{v,b,Ed} = 12,23 \text{ kN}$
Αντοχή σε διάτμηση κοχλία:	$F_{v0,b,Rd} = 14,05 \text{ kN} \geq 12,23 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας γωνιακού (κατακόρυφα):	$F_{by,Lb,Rd} = 34,72 \text{ kN} \geq 4,29 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας γωνιακού (οριζόντια):	$F_{bx,Lb,Rd} = 40,32 \text{ kN} \geq 11,45 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας δοκού (κατακόρυφα):	$F_{by,b,Rd} = 23,31 \text{ kN} \geq 4,29 \text{ kN}$
Αντοχή σε θλ.άντυνας δοκού (οριζόντια):	$F_{bx,b,Rd} = 27,07 \text{ kN} \geq 11,45 \text{ kN}$
Αντοχή γωνιακών σε διάτμηση (συνολική):	$V_{pl,L,Rd} = 138,14 \text{ kN} \geq 8,58 \text{ kN}$
Αντοχή γωνιακών σε κάμψη (συνολική):	$M_{pl,L,Rd} = 4,38 \text{ kNm} \geq 0,34 \text{ kNm}$
Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική):	$V_{eff,2,Lb,Rd} = 123,07 \text{ kN} \geq 8,58 \text{ kN}$
Αντοχή δοκού σε διάτμηση:	$V_{pl,b,Rd} = 94,23 \text{ kN} \geq 8,58 \text{ kN}$
Αντοχή δοκού σε κάμψη:	$M_{pl,b,Rd} = 18,87 \text{ kNm} \geq 0,34 \text{ kNm}$
Αντοχή δοκού σε απόσχιση:	$V_{eff,2,b,Rd} = 58,71 \text{ kN} \geq 8,58 \text{ kN}$

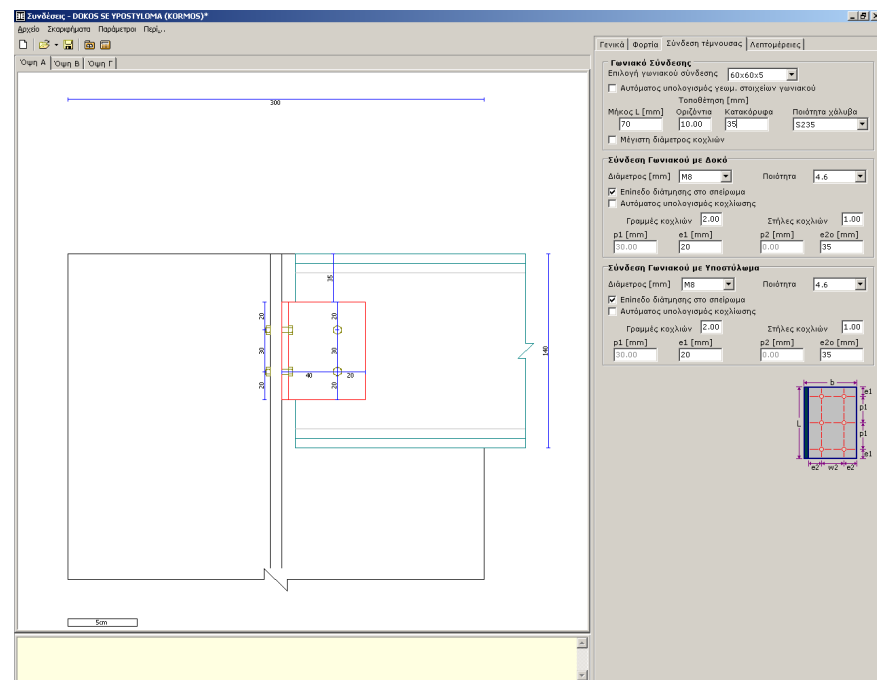
Εικόνα Π3. 2 Με την εντολή “Διαστασιολόγηση σύνδεσης”, εμφανίζεται πίνακας με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επίλυση της σύνδεσης τένουσας.

Με ανάλογη διαδικασία, επιλέξτε ως τύπο σύνδεσης την «Σύνδεση τένουσας δοκού με υποστύλωμα στον κορμό». Ως υποστύλωμα επιλέξτε το **K17** με στηριζόμενη δοκό την **Δ10.8**. Επιλέξτε την παράμετρο «Τελευταίος όροφος» και δώστε ως «Ύψος από τη μετωπική πλάκα» τιμή ίση με 35mm.



Εικόνα Π3. 3 Τρισδιάστατη απεικόνιση σύνδεσης (τέμνουσας) δοκού με υποστύλωμα στο πέλμα.

Τροποποιήστε τις παραμέτρους της κάρτας «Σύνδεση τέμνουσας» σύμφωνα με την **Εικόνα Π3. 4** και δώστε την εντολή «Διαστασιολόγηση σύνδεσης».



Εικόνα Π3. 4 Σύνδεση τέμνουσας δοκού - υποστυλώματος στον κορμό με γωνιακό που περιλαμβάνει δύο γραμμές και δύο στήλες κοχλιών.

Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, αν παρατηρήσετε τις ανισώσεις ασφαλείας, θα διαπιστώσετε ότι δεν απαιτείται ισχυρή κοχλίωση για την παραλαβή της τέμνουσας. Έτσι, για λόγους οικονομίας, μπορείτε να επιλέξετε γωνιακό μικρότερων διαστάσεων και λιγότερες στήλες (ή και σειρές) κοχλιών.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: \\Yannisd\shared\Syndeseis\ΔΟΚΟΣ ΣΕ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ (ΚΟΡΜΟΣ)

3. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης τέμνουσας

Μέγιστη Τέμνουσα δύναμη: $V_{Ed} = 4,28 \text{ kN}$

3.1 Ελεγχος Στηριζόντος (κύριου) μέλους

Εφαρμοζόμενη Τέμνουσα κοχλία: $F_{v,Ed} = 1,07 \text{ kN}$

Αντοχή σε διάτμηση κοχλίας: $F_{v0,c,Rd} = 7,03 \text{ kN} \geq 1,07 \text{ kN}$

Αντοχή σε θλίψη άντυνας γωνιακού: $F_{b,Lc,Rd} = 21,33 \text{ kN} \geq 1,07 \text{ kN}$

Αντοχή σε θλίψη άντυνας κύριου μέλους: $F_{b,c,Rd} = 42,16 \text{ kN} \geq 1,07 \text{ kN}$

Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική): $V_{eff,2,Lc,Rd} = 67,34 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$

3.2 Ελεγχος στηριζόμενης δοκού (δευτερεύον μέλος)

Εισαγόμενη Ροπή (Λόγω εκκεντρότητας): $M_{Ed} = 0,17 \text{ kNm}$

Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τέμνουσα κοχλία (κατακόρυφα): $F_{vy,b,Ed} = 2,14 \text{ kN}$

Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τέμνουσα κοχλία (οριζόντια): $F_{vx,b,Ed} = 5,71 \text{ kN}$

Μέγιστη εφαρμοζόμενη Τέμνουσα κοχλία (συνισταμένη): $F_{v,b,Ed} = 6,10 \text{ kN}$

Αντοχή σε διάτμηση κοχλίας: $F_{v0,b,Rd} = 14,05 \text{ kN} \geq 6,10 \text{ kN}$

Αντοχή σε θλ.άντυνας γωνιακού (κατακόρυφα): $F_{by,Lb,Rd} = 21,33 \text{ kN} \geq 2,14 \text{ kN}$

Αντοχή σε θλ.άντυνας γωνιακού (οριζόντια): $F_{bx,Lb,Rd} = 21,33 \text{ kN} \geq 5,71 \text{ kN}$

Αντοχή σε θλ.άντυνας δοκού (κατακόρυφα): $F_{by,b,Rd} = 23,31 \text{ kN} \geq 2,14 \text{ kN}$

Αντοχή σε θλ.άντυνας δοκού (οριζόντια): $F_{bx,b,Rd} = 27,07 \text{ kN} \geq 5,71 \text{ kN}$

Αντοχή γωνιακών σε διάτμηση (συνολική): $V_{pl,L,Rd} = 86,34 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$

Αντοχή γωνιακών σε κάμψη (συνολική): $M_{pl,L,Rd} = 2,33 \text{ kNm} \geq 0,17 \text{ kNm}$

Αντοχή γωνιακών σε απόσχιση (συνολική): $V_{eff,2,Lb,Rd} = 67,34 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$

Αντοχή δοκού σε διάτμηση: $V_{pl,b,Rd} = 94,23 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$

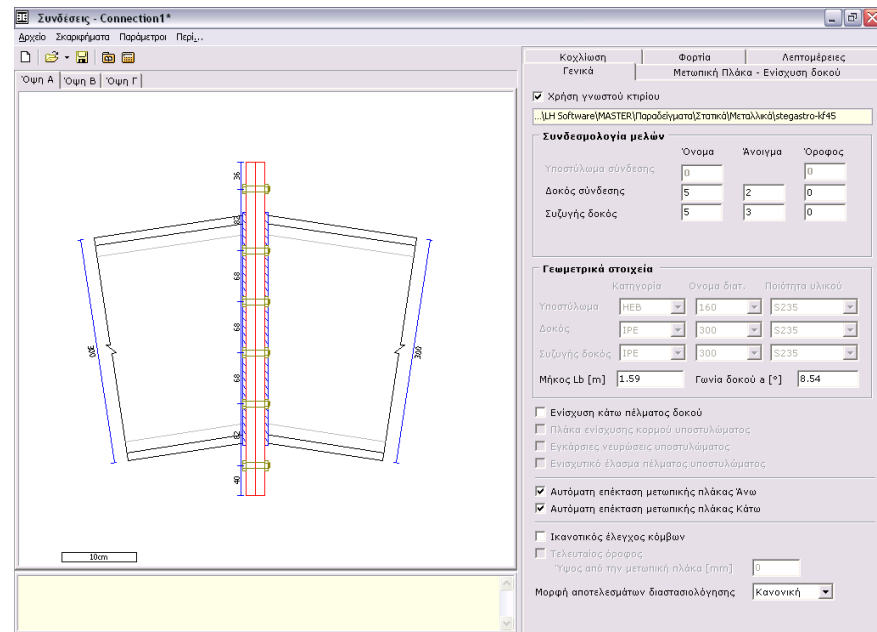
Αντοχή δοκού σε κάμψη: $M_{pl,b,Rd} = 18,87 \text{ kNm} \geq 0,17 \text{ kNm}$

Αντοχή δοκού σε απόσχιση: $V_{eff,2,b,Rd} = 58,71 \text{ kN} \geq 4,28 \text{ kN}$

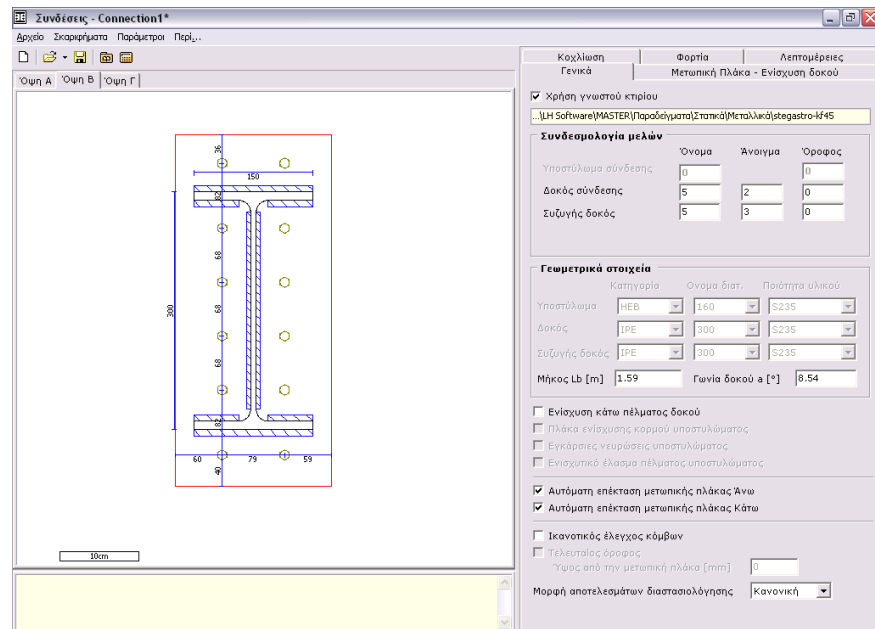
Εικόνα Π3. 5 Με την εντολή “Διαστασιολόγηση σύνδεσης”, εμφανίζεται πίνακας με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επίλυση της σύνδεσης τέμνουσας.

Π.4 Σύνδεση δοκού με δοκό (κορφιάς)

Από το menu του προγράμματος επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος σύνδεσης με την εντολή «Αρχείο > Επιλογή τύπου σύνδεσης > Σύνδεση δοκού με δοκό». Στη συνέχεια, από την κάρτα «Γενικά» ορίζεται ως δοκός σύνδεσης η Δ5.2 με συζυγή δοκό την Δ5.3. Επίσης αλλάζουμε την γωνία της δοκού α σε 8.54°.



Εικόνα Π4. 1 “Όψη Α” σύνδεσης δοκού με δοκό, μετά την εισαγωγή δεδομένων από αρχείο .tek.



Εικόνα Π4. 2 “Όψη Β” σύνδεσης δοκού με δοκό, μετά την εισαγωγή δεδομένων από αρχείο .tek.

Αφήνουμε όλους τους αυτόματους υπολογισμούς για την κοχλίωση και την μετωπική πλάκα.

Γενικά
Κοχλίωση

Μετωπική Πλάκα - Ενίσχυση δοκού
Φορτία
Λεπτομέρειες

☒ Αυτόματος υπολογισμός
☐ Βέλτιστη απόσταση κοχλίων
☒ Δεδομένος αριθμός εσωτερικών σειρών 1 (2.5)

Διάμετρος [mm] M16
 Ποιότητα 8.8
 Γραμμές κοχλίων 4
☐ Επίπεδο διάτμησης στο σπείρωμα
 w [mm] 79.0
 e [mm] 59.5

Απόσταση [mm]	
e1	36.0
p1	82.0
p2	206.0
p3	82.0
e1n	36.0

Κοχλίας	M16	D (mm)	16	Ανοχή (mm)	2.00
Ποιότητα	8.8	Fy (Mpa)	640	Fu (Mpa)	800
		Asol (mm²)	201.00	Asnet (mm²)	157.00
m (mm)	13.0	k (mm)	10	t (mm)	4.0

Εικόνα Π4. 3

Στην καρτέλα “Κοχλίωση” ο χρήστης μπορεί να αλλάξει το πλήθος, τη διάμετρο, την ποιότητα ή την απόσταση w μεταξύ των κοχλίων.

Κοχλίωση
Γενικά

Φορτία
Μετωπική Πλάκα - Ενίσχυση δοκού

Λεπτομέρειες

Διαστάσεις μετωπικής πλάκας
☒ Αυτόματος υπολογισμός τιμών
 Ύψος [mm] 444.0
 Πλάτος [mm] 198.0
 Πάχος [mm] 12.0
 Υλικό S235
 Μήκος επέκτασης μετωπικής πλάκας άνω 72.0 [mm]
 Μήκος επέκτασης μετωπικής πλάκας κάτω 72.0 [mm]
 Πάχος συγκόλλησης κορμού aw = 5.0 [mm]
 Πάχος συγκόλλησης πέλματος af = 5.0 [mm]

Δεδομένα ενίσχυσης
☐ Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού
☒ Αυτόματες τιμές

h (mm)	tw (mm)
150	7.1

b (mm)	tf (mm)
150	10.7

L (mm)
600

Υλικό S235

Εικόνα Π4. 4

Στην καρτέλα “Μετωπική πλάκα – Ενίσχυση δοκού” μπορούν να τροποποιηθούν το πάχος και η ποιότητα της πλάκας, το πάχος των συγκολλήσεων και τα δεδομένα για την ενίσχυση του κάτω πέλματος της δοκού.

Επιλέγουμε «Διαστασιολόγηση της σύνδεσης» και προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

ΕΠΙΛΥΣΗ ΣΥΝΔΕΣΗΣ: C:\Documents and Settings\lantak\Desktop\ΔΟΚΙΜΕΣ\METALLIKA\Connection1

ΑΝΤΟΧΗ/ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΝΑ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 20	ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 20	ΕΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ: 20
--	--	---	--

$M_{j,Rd} = 83,4 \text{ kNm}$ $m_j = 0,31$
 $V_{j,Rd} = 368,4 \text{ kN}$ $v_j = 0,08$

☐ Ανάλυση Τρέχουσας Διερεύνησης

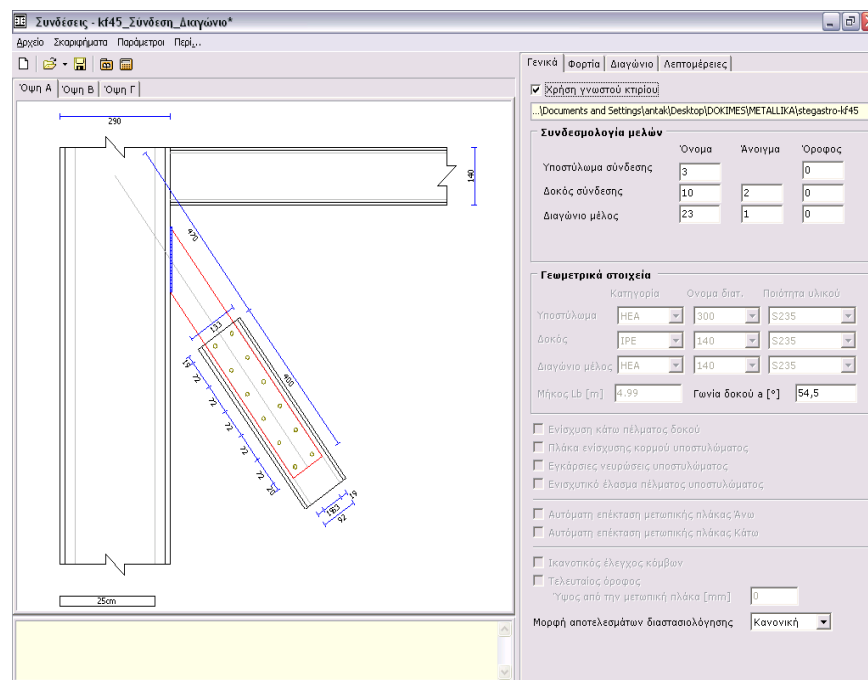
ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΣΕΙΡΩΝ ΚΟΧΛΙΩΝ (kN)										
ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ							ΔΙΑΤΜΗΣΗ			
σειρά	2Bt,Rd	Ft_lim, c,fb	Ft_lim, t,ep	Ft_lim, t,wb	Ft_lim, 1.9Bt,Rd	Fti,Rd	α	2Fv,Rd	2Fb,Rd	Fvi,Rd
4	180,9							154,4	276,5	154,4
3	180,9	188,5	133,0	A2,α2	288,7	μ		154,4	276,5	73,3
2	180,9	342,0	153,4	A2,μ	288,7	μ		154,4	276,5	60,8
1	180,9	464,0	122,1	A1,μ				154,4	194,6	79,9

☐ σε μορφή ποσοστών (%) Μέγιστης Αντοχής σειράς κοχλίων
 Μέγιστη Εφελκυστική Αντοχή σειράς κοχλίων: $2 \cdot Bt,Rd = 2 \cdot 90,4 \text{ kN} = 180,9 \text{ kN}$
 Μέγιστη Διατμητική Αντοχή σειράς κοχλίων: $2 \cdot Fv,Rd = 2 \cdot 77,2 \text{ kN} = 154,4 \text{ kN}$

Εικόνα Π4. 5 Εκτός από τη ροπή αντοχής και την αντοχή σε διάτμηση, οι λόγοι αντοχής του κόμβου δίνονται στην καρτέλα “Ανάλυση αντοχής κρίσιμης φόρτισης”.

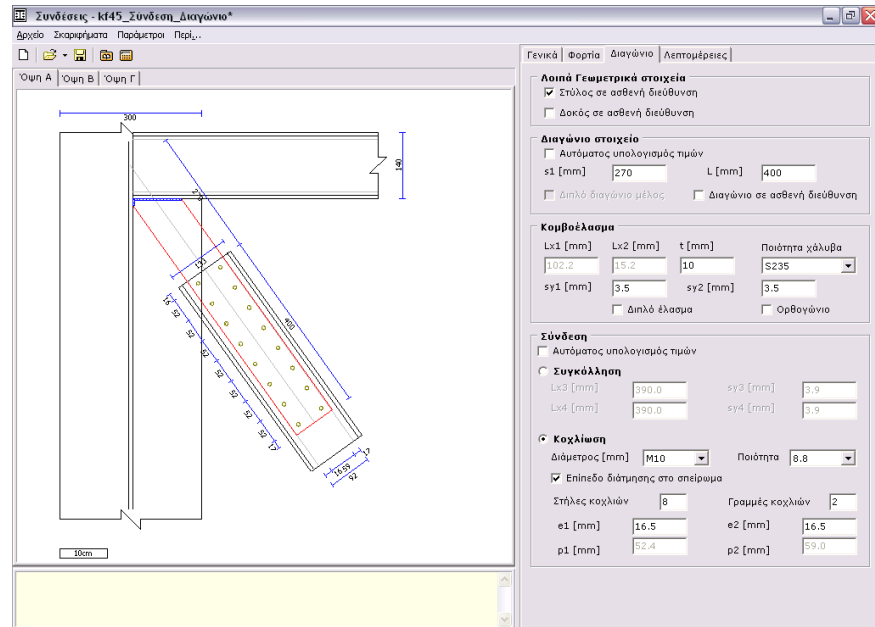
Π.5 Σύνδεση διαγωνίου

Από το menu του προγράμματος επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος σύνδεσης με την εντολή «Αρχείο > Επιλογή τύπου σύνδεσης > Σύνδεση διαγωνίου συνδέσμου». Στη συνέχεια, από την κάρτα «Γενικά» ορίζεται ως υποστύλωμα σύνδεσης το K3 με δοκό σύνδεσης την Δ10.2 και διαγώνιο μέλος το Δ23.1.



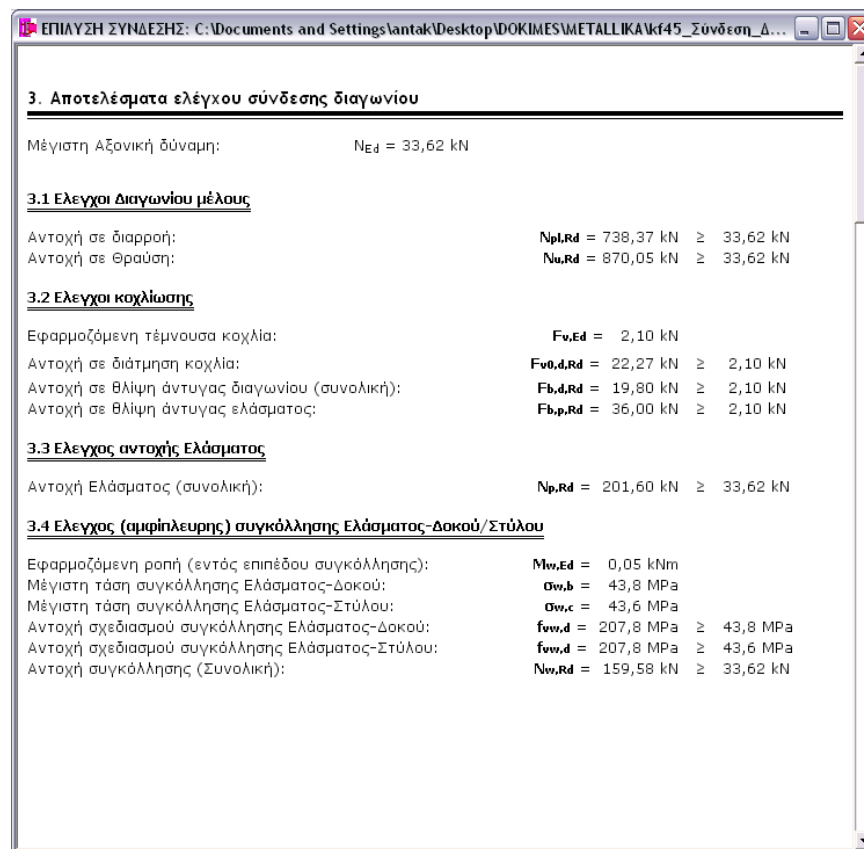
Εικόνα Π5. Όταν τα δεδομένα εισάγονται από το Fespa, τα ονόματα των μελών που συντρέχουν στον κόμβο εισάγονται αυτόματα στα κατάλληλα πεδία.

Δίνουμε τα παρακάτω δεδομένα στην καρτέλα «Διαγώνιο» και κάνουμε στην συνέχεια διαστασιολόγηση της σύνδεσης :



Εικόνα Π5. 2 Στην καρτέλα “Διαγώνιο” ο χρήστης μπορεί να καθορίσει το μήκος του διαγώνιου μέλους, την απόστασή του από τον κόμβο δοκού - υποστυλώματος, τη διεύθυνσή του και αν είναι ή όχι διπλό. Δίνονται επίσης τα χαρακτηριστικά του κομβοελάσματος (γεωμετρία, σχήμα, διπλό ή ορθογώνιο, κτλ.) καθώς και της συγκόλλησης / κοχλίωσης.

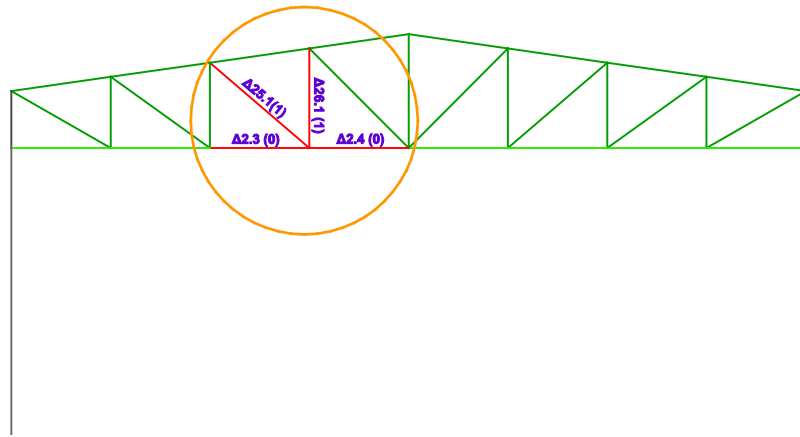
Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προκύπτουν :



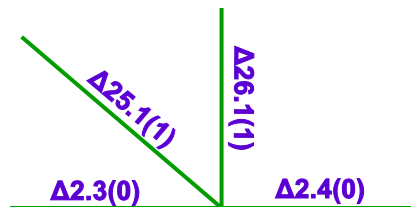
Εικόνα Α1.29 Τα αποτελέσματα της επίλυσης σύνδεσης διαγωνίου συνδέσμου πάνω σε κόμβο δοκού – υποστυλώματος με κοιλίωση.

Π.6 Σύνδεση κοιλοδοκού

Έστω ότι θα ελεγχθεί η επάρκεια του κόμβου στον οποίο συντρέχουν οι δοκοί Δ2.3(0), Δ2.4(0), Δ25.1(1), Δ26.1(1) κόμβων του φορέα που απεικονίζεται στα επόμενα σχήματα, **Σχήμα Π6. 1**, **Σχήμα Π6. 2**. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το αρχείο μελέτης να έχει επιλυθεί στο Fespa και όλες οι διατομές του να προκύπτουν επαρκείς.

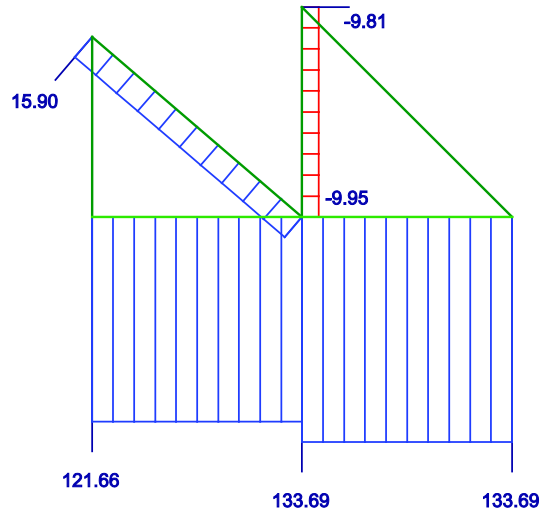


Σχήμα Π6. 1 Οι δοκοί του πλαισίου του παραδείγματος και ο κόμβος που θα εξεταστεί.



Σχήμα Π6. 2 Εστίαση στις δοκούς που συντρέχουν στον υπό εξέταση κόμβο

Από το αρχείο της μελέτης, εκτός από τις διατομές των μελών, είναι γνωστά και τα εντατικά μεγέθη για όλες τις φορτίσεις και τους συνδυασμούς τους.



Σχήμα Π6. 3 Παράδειγμα διαγράμματος αξονικών δυνάμεων του πλαισίου του παραδείγματος. Εδώ για το συνδυασμό φόρτισης 1.15 G + 1.50 QA. Ο συγκεκριμένος συνδυασμός φορτίσεων δίνει έναν εκ των δυσμενέστερων συνδυασμών αξονικών φορτίσεων για τις δοκούς που συντρέχουν στον κόμβο που θα ελεγχθεί.

Δοκός: 25, Άνοιγμα 1, Όροφος 1

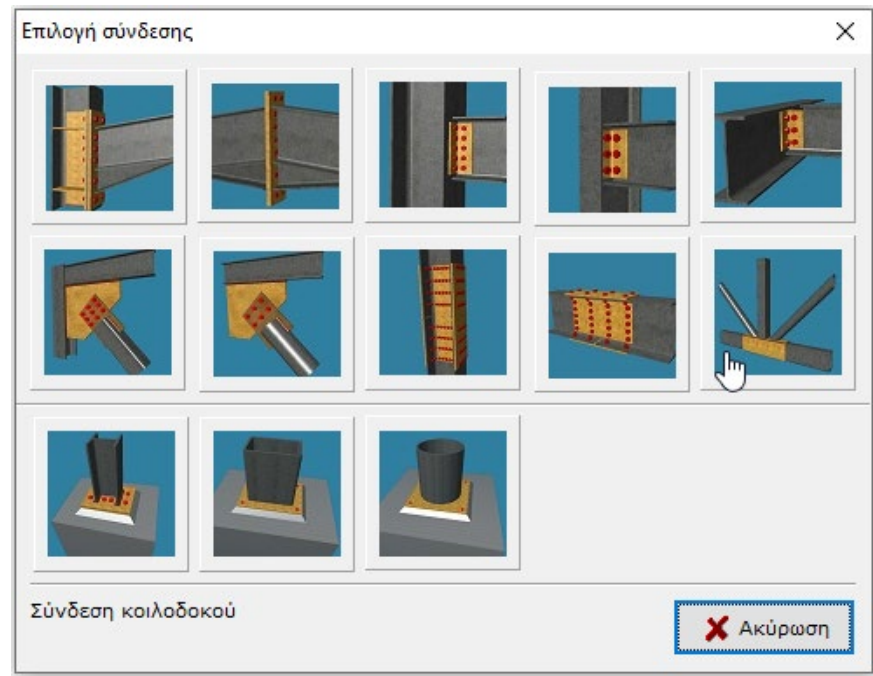
Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 22	Τέλος: 30	Μέλος: 126	ΣΥΜΕΤ = 1,00
Διατομή	CHS60.3X5	ΡΑΒΔΟΣ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ	Ελαστικές Αρθρώσεις	
Υλικό	Δομικός χάλυβας S235	Μήκος l=2,30	Αρχή	Τέλος
Κανονισμός	Προσπάθεια: ΚΠΜ	Χωρίς Α.Α.Π.	Y + Z	Y + Z
Συντελεστές	Ky = 1,00	Kz = 1,00	α0y = 1,00	α0z = 1,00

Εντατικά μεγέθη

Φόρτ [l]	wy [kN/m]	wz [kN/m]	Αρχή [22]	Μέλος [126]	Τέλος [30]	Αξονική N [kN]	max My [kNm]	max Mz [kNm]
G	0,05					5,37		0,03
Q						6,45		
QA						6,45		
QB								
QC						6,45		
QD								
QE						6,45		
[G+ψ2xQ]	0,05					6,99		0,03
1.35G+1.05Q	0,07					14,02		0,05
1.35G+1.05QA	0,07					14,03		0,05
1.35G+1.05QB	0,07					7,25		0,05
1.35G+1.05QC	0,07					14,03		0,05
1.35G+1.05QD	0,07					7,25		0,05
1.35G+1.05QE	0,07					14,03		0,05
1.15G+1.50Q	0,06					15,84		0,04
1.15G+1.50QA	0,06					15,84		0,04
1.15G+1.50QB	0,06					6,16		0,04
1.15G+1.50QC	0,06					15,84		0,04

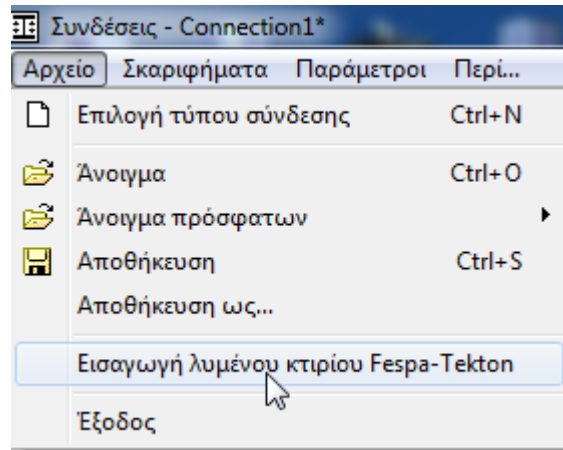
Εικόνα Π6. 1 Εντατικά μεγέθη δοκού Δ25.1(1), όπως εκτυπώνονται στο Τεύχος του Fespa.



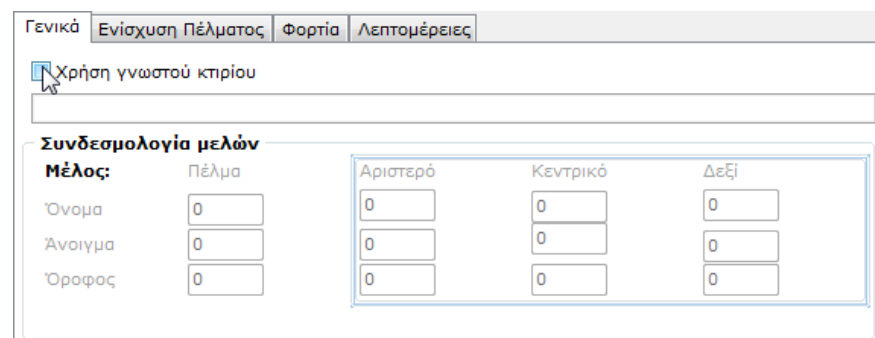
Εικόνα Π6. 2 Μάσκα επιλογής τύπου σύνδεσης προγράμματος συνδέσεων

Κόμβος Ν

- Βήμα 1 Από το παραπάνω menu, επιλέγεται ο τύπος σύνδεσης «σύνδεση κοιλοδοκού».
- Βήμα 2 Επιλέγεται επίσης και το αρχείο επίλυσης *.tek από το Fespa, είτε από την επιλογή «Αρχείο» της βασικής γραμμής εργαλείων, είτε επιλέγοντας το αντίστοιχο κουτάκι στη μάσκα εισαγωγής γεωμετρικών στοιχείων, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα Π6. 3 Επιλογή εισαγωγής δεδομένων από το Fespa από τη γραμμή εργαλείων.



Εικόνα Π6. 4 Επιλογή εισαγωγής δεδομένων από το Fespa από την καρτέλα βασικής γεωμετρίας.

Βήμα 3 Επιλέγονται τα επιθυμητά μέλη Δ2.3(0) ως πέλμα, Δ25.1(1) ως αριστερό διαγώνιο και Δ26.1(1) ως κεντρικό διαγώνιο μέλος.

Γενικά Ενίσχυση Πέλματος Φορτία Λεπτομέρειες

☒ Χρήση γνωστού κτιρίου

Documents\JH SOFTWARE\Fespa - Tekton\Παραδείγματα\Στατικά\Μεταλλικά\diaktiwna

Συνδεσμολογία μελών

Μέλος:	Πέλμα	Αριστερό	Κεντρικό	Δεξί
Όνομα	2	25	26	0
Άνοιγμα	3	1	1	0
Όροφος	0	1	1	0

Γεωμετρικά στοιχεία

Μέλος:	Πέλμα	Αριστερό	Κεντρικό	Δεξί
☒ Ενεργό	☒ Ενεργό	☒ Ενεργό	☒ Ενεργό	☐ Ενεργό
Κατηγορία	SHS	CHS	CHS	CHS
Όνομα διατομής	80x6	60.3x5	60.3x5	60.3x3.2
Ποιότητα υλικού	S235	S235	S235	S235
Γωνία δοκού α [°]		40.60		45
Διεύθυνση	☐ Ασθενής	☐ Ασθενής	☒ Ασθενής	☐ Ασθενής
Πάχος Συγκόλλησης [mm]		5	5	0

☐ Χωρίς πέλμα Αριστερά ☐ Χωρίς πέλμα Δεξιά

Εικόνα Π6. 5 Για τον έλεγχο του κόμβου, ορίζετε τα ονόματα των μελών που συντρέχουν εκεί: το πέλμα Δ2.3(0) διατομής SHS80x6 με τις δοκούς Δ25.1(1) και Δ26.1(1) διατομής CHS60.3x5.

Στην **Εικόνα Π6. 6** φαίνεται το μήνυμα ελέγχου στο κάτω αριστερά μέρος της οθόνης του προγράμματος ότι η εκκεντρότητα είναι μεγαλύτερη από την επιτρεπόμενη.

§ Η εκκεντρότητα είναι μεγαλύτερη από 0.25*h0.

Εικόνα Π6. 6 Μήνυμα ελέγχου εκκεντρότητας

Βήμα 4 Επιλέγουμε τον αυτόματο γεωμετρικό σχεδιασμό για να βοηθηθούμε από τους αυτόματους γεωμετρικούς υπολογισμούς στην εκπλήρωση των γεωμετρικών ελέγχων. Το πρόγραμμα ξεκινάει τους ελέγχους από γεωμετρία

μηδενικής εκκεντρότητας. Στη συγκεκριμένη σύνδεση, όταν η εκκεντρότητα είναι μηδενική, πληρούνται και οι υπόλοιποι έλεγχοι για τη γεωμετρία της σύνδεσης.

Αυτόματος γεωμετρικός σχεδιασμός

Είδος σύνδεσης

☐ διάκενο ☒ υπερκάλυψη

Εκκεντρότητα e [mm]

q [mm]

Εικόνα Π6. 7 Επιλογή του αυτόματου γεωμετρικού σχεδιασμού

Το πρόγραμμα έχει διαβάσει όλες τις φορτίσεις και τα δεδομένα των μελών. Στην καρτέλα «Φορτία» εμφανίζονται οι φορτίσεις για όλους τους συνδυασμούς δράσεων. Στην **Εικόνα Π6. 8** που ακολουθεί, η υπογραμμισμένη 16^η φόρτιση αντιστοιχεί στο συνδυασμό δράσεων, 1.15 G + 1.50 QA.

Γενικά

Ενίσχυση Πέλματος

Φορτία

Λεπτομέρειες

Φορτία από γνωστό αρχείο

Πέλμα - Εντατικά μεγέθη κόμβου τέλους: Δ2.3 (0)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
13	55.7	-0.2	0.0	0.0	0.0
14	107.7	-0.2	0.0	0.0	0.0
15	121.6	-0.1	0.0	0.0	0.0
16	121.7	-0.1	0.0	0.0	0.0
17	47.4	-0.1	0.0	0.0	0.0

Αριστερό Μέλος - Εντατικά μεγέθη κόμβου αρχής: Δ25.1 (1)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
13	7.2	0.1	0.0	0.0	0.0
14	14.0	0.1	0.0	0.0	0.0
15	15.8	0.1	0.0	0.0	0.0
16	15.8	0.1	0.0	0.0	0.0
17	6.1	0.1	0.0	0.0	0.0

Κεντρικό Μέλος - Εντατικά μεγέθη κόμβου αρχής: Δ26.1 (1)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
13	-4.3	0.0	0.0	0.0	0.0
14	-8.7	0.0	0.0	0.0	0.0
15	-9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
16	-9.9	0.0	0.0	0.0	0.0
17	-3.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Εικόνα Π6. 8 Η καρτέλα «Φορτία» με τις καταπονήσεις των μελών του εξεταζόμενου κόμβου για κάθε έναν από τους συνδυασμούς φορτίσεων του αρχείου *.tek.

Αρχική δοκιμή

Με «**Διαστασιολόγηση σύνδεσης**» γίνεται η επίλυση. Όπως φαίνεται στη μάσκα αποτελεσμάτων, ο δυσμενέστερος συνδυασμός φόρτισης είναι ο ΣΦ8, με αριθμό φόρτισης 16 (**Εικόνα Π6. 9**).

1. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης κοίλοδοκών

Εφαρμόζεται η Ευρωπαϊκή Προδιαγραφή EN1993-1-8:2005 [ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Κόμβοι κοίλοδοκών]

1.1 Λόγοι ικανότητας φορτίσεων

αρ. φόρτ.	φόρτιση	CR = Ed/Rd < 1
9	ΣΦ 1	0,09
10	ΣΦ 2	0,09
11	ΣΦ 3	0,05
12	ΣΦ 4	0,09
13	ΣΦ 5	0,05
14	ΣΦ 6	0,09
15	ΣΦ 7	0,10
16	ΣΦ 8	0,10
17	ΣΦ 9	0,04
18	ΣΦ 10	0,10
19	ΣΦ 11	0,04

Εικόνα Π6. 9 Το άνω τμήμα της μάσκας αποτελεσμάτων του παραδείγματός μας

Οι έλεγχοι πληρούνται, και για τον δυσμενέστερο συνδυασμό φόρτισης, ο κρίσιμος λόγος ικανότητας είναι ίσος με 0.10, πολύ μικρότερος από το όριο της μονάδας, οπότε η επίλυση είναι αποδεκτή (**Εικόνα Π6. 10**).

Αντοχή σε Αξονικό Φορτίο [EN 1993-1-8:2005 / Πίνακας 7.10]:

(Σε κυκλικές διαγώνιες, οι αξονικές αντοχές πολλαπλασιάζονται επί π/4)

$$\text{Αστοχία διαγωνίου: } N_{t,Rd} = f_{yt} t_i \left(b_{eff} + b_{z,ov} + \frac{\lambda_{ov}}{50} (2h_i - 4t_i) \right) / \gamma_{M5} \Rightarrow N_{t,Rd} = 155,9 \text{ kN}$$

Λόγος αξονικής ικανότητας:

$$CR_{N,1} = 0,10$$

$$CR_{N,2} = 0,06$$

Έλεγχος συγκολλήσεων [EN 1993-1-8:2005 / 4.5.3.3]:

$$\text{Δύναμη συγκόλλησης στο μοναδιαίο μήκος: } F_{w,j,Rd} = N_{t,Rd} / L_{w,j} \Rightarrow F_{w,1,Rd} = 64,5 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,2,Rd} = 52,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Αντοχή συγκόλλησης στο μοναδιαίο μήκος: } F_{w,i,Rd} = \frac{f_{tw}}{\beta_w \gamma_{M2}} a_i \Rightarrow F_{w,1,Rd} = 1039,2 \text{ kN/m}$$

$$F_{w,2,Rd} = 1039,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Λόγος ικανότητας συγκόλλησης: } CR_{w,i} = F_{w,i,Rd} / F_{w,i,Rd} \Rightarrow$$

$$CR_{w,1} = 0,06$$

$$CR_{w,2} = 0,05$$

Κρίσιμος λόγος ικανότητας:

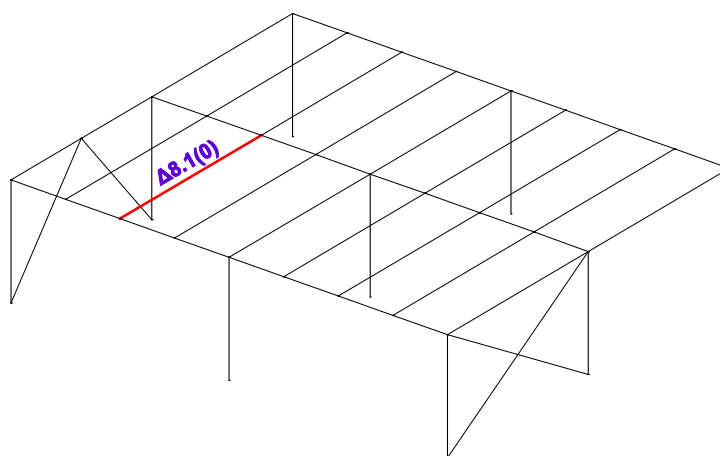
$$CR = 0,10 \leq 1$$

Εικόνα Π6. 10 Το κάτω τμήμα της μάσκας αποτελεσμάτων του παραδείγματός

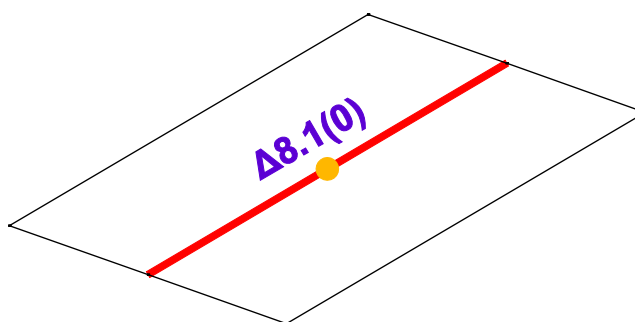
Π.7 Σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας

Το αρχείο της μελέτης από το Fespa που χρησιμοποιούμε, είναι το αρχείο `monogrofo.tek` από τα Παραδείγματα>Στατικά>Μεταλλικά που ακολουθούν την εγκατάσταση του Fespa.

Έστω ότι θα ελεγχθεί η επάρκεια της αποκατάστασης συνέχειας της Δοκού Δ8.1(0) στο μέσον της, δηλαδή 2.5m από τον κόμβο αρχής της δοκού, όπως απεικονίζεται στα σχήματα που ακολουθούν (**Σχήμα Π6. 1**, **Σχήμα Π6. 2**). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το αρχείο να έχει επιλυθεί και όλες οι διατομές του να προκύπτουν επαρκείς.

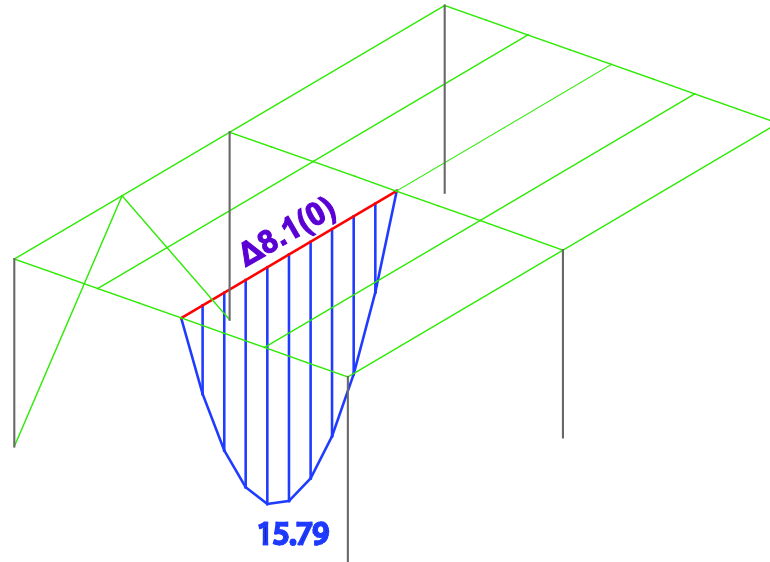


Σχήμα Π7. 1 Το πλαίσιο του παραδείγματος



Σχήμα Π7. 2 Εστίαση στην υπό εξέταση δοκό και στο σημείο της αποκατάστασης συνέχειας

Από το αρχείο της μελέτης, εκτός από τις διατομές των μελών, είναι γνωστά και τα εντατικά μεγέθη για όλες τις φορτίσεις και τους συνδυασμούς τους.



Σχήμα Π7. 3 Παράδειγμα διαγράμματος ροπών κάμψης του της εξεταζόμενης δοκού του παραδείγματος. Εδώ για το συνδυασμό φόρτισης της σεισμικής περιβάλλουσας, που αποτελεί και τον κρίσιμο συνδυασμό φόρτισης, όπως θα προκύψει στη συνέχεια.

Δοκός: 8, Άνοιγμα 1, Όροφος 0

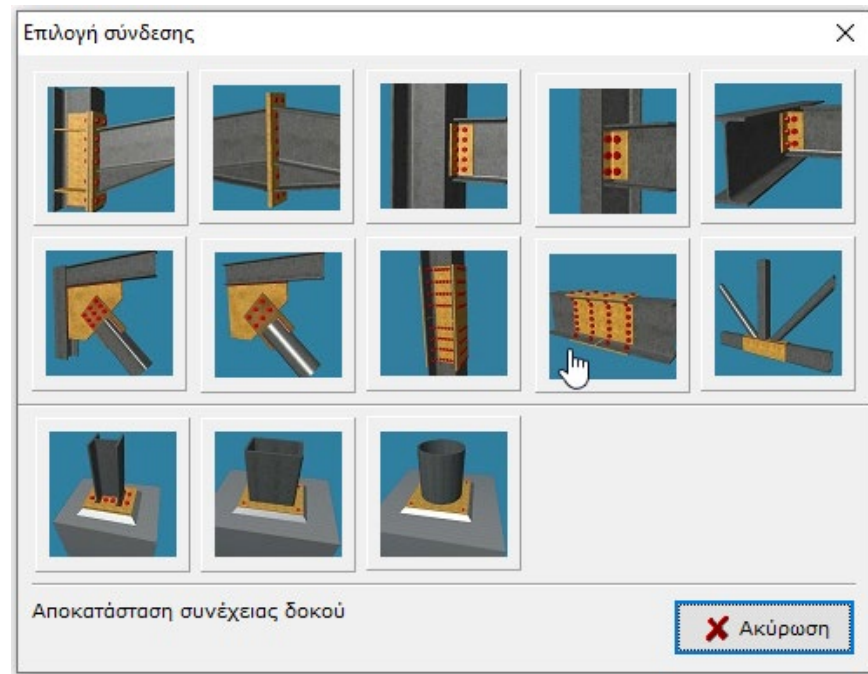
Γενικά δεδομένα δοκού

Κόμβοι	Αρχή: 23	Τέλος: 17	Μέλος: 43	ΣΠΕΜ = 1,00	
Διατομή	ΙΡΕ220		ΤΕΓΓΔΑ	Ελαστικές Αρθρώσεις	
Υλικά	Δομικός χάλυβας S235		Μήκος L=4,84	Αρχή	Τέλος
Κανονισμός	Πλαστικότητα: Με Α.Α.Π.			Z	Z
Συντελεστές	Ky = 1,00	Kz = 1,00	α0y = 1,00 α0z = 0,50	β0y = 1,00	β0z = 0,50

Εντατικά μεγέθη

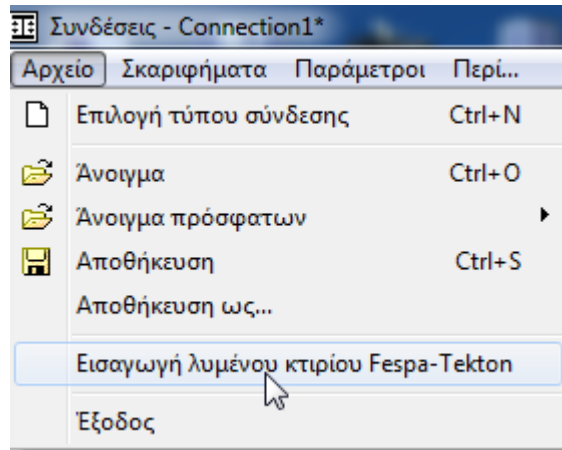
Φόρτ	wy	wz	Αρχή	[23]	Vy	Vz	Τέλος	[17]	Vy	Vz	Αξονική	max My	max Mz
[/]	[kN/m]	[kN/m]	My	Mz	[kN]	[kN]	My	Mz	[kN]	[kN]	N	[kNm]	[kNm]
Φ 1	4,23		0,13		10,61	0,05	0,37		-10,61	0,05	0,03	0,37	13,30
Φ 2	2,65		0,08		6,63	0,03	0,21		-6,63	0,03	0,02	0,21	8,32
ΣΦ 1	9,68		0,30		24,27	0,11	0,82		-24,27	0,11	0,06	0,82	30,42
ΣΣ: +x	5,02		11,68		12,60	0,55	-10,20		-12,60	-0,44	2,00	11,68	15,79
ΣΣ: +x	5,02		-11,37		12,60	-0,44	11,07		-12,60	0,55	-1,94	-10,20	15,79
ΣΣ: +z	5,02		13,23		12,60	1,08	-9,58		-12,60	-0,97	0,88	13,23	15,79

Εικόνα Π7. 1 Εντατικά μεγέθη δοκού Δ8.1(0), όπως εκτυπώνονται στο Τεύχος του Fespa.

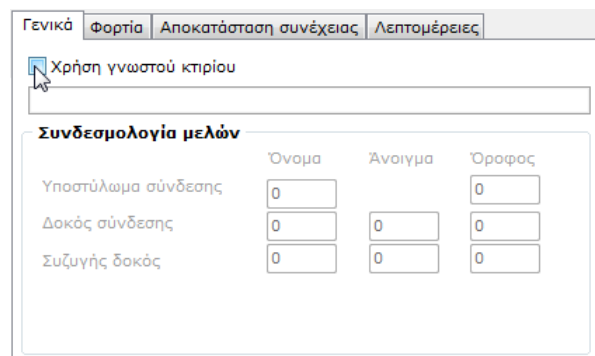


Εικόνα Π7. 2 Μάσκα επιλογής τύπου σύνδεσης προγράμματος συνδέσεων

- Βήμα 1 Από το παραπάνω menu, επιλέγεται ο τύπος σύνδεσης «Αποκατάσταση συνέχειας δοκού».
- Βήμα 2 Επιλέγεται επίσης και το αρχείο επίλυσης *.tek από το Fespa, είτε από την επιλογή «Αρχείο» της βασικής γραμμής εργαλείων, είτε επιλέγοντας το αντίστοιχο κουτάκι στη μάσκα εισαγωγής γεωμετρικών στοιχείων, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα Π7. 3 Επιλογή εισαγωγής δεδομένων από το Fespa από τη γραμμή εργαλείων.



Εικόνα Π7. 4 Επιλογή εισαγωγής δεδομένων από το Fespa από την καρτέλα βασικής γεωμετρίας.

Βήμα 3 Επιλέγεται η δοκός Δ8.1(0) ως δοκός στην οποία θα γίνει αποκατάσταση συνέχειας.

Βήμα 4 Επιλέγεται η απόσταση 2.5m ως απόσταση από τον κόμβο αρχής της δοκού

Γενικά Φορτία Αποκατάσταση συνέχειας Λεπτομέρειες

☒ Χρήση γνωστού κτιρίου

...Fespa - Tekton 7.2.0.2b\Παραδείγματα\Στατικά\Μεταλλικά\Μονορροφο

Συνδεσμολογία μελών

	Όνομα	Άνοιγμα	Όροφος
Υποσύλωμα σύνδεσης	0		0
Δοκός σύνδεσης	8	1	0
Συζυγής δοκός	0	0	0

Γεωμετρικά στοιχεία

	Κατηγορία	Όνομα διατ.	Ποιότητα υλικού
Υποσύλωμα	HEB	160	S235
Δοκός	IPE	220	S235
Συζυγής δοκός	HEA	100	S235
Μήκος Lb [m]	4.84	Απόστ. από κόμβο αρχής [m]	2.5

Εικόνα Π7. 5 Για τον έλεγχο της σύνδεσης αποκατάστασης, ορίζετε τα όνομα της δοκού: **Δ8.1(0)** διατομής IPE220 αλλά και την απόσταση από τον κόμβο αρχής.

Βήμα 4 Όπως φαίνεται στην **Εικόνα Π7. 6** υπάρχει η δυνατότητα επιλογής αυτόματων υπολογισμών για:

- τις διαστάσεις και την ποιότητα του χάλυβα του ελάσματος αποκατάστασης του πέλματος
- την κοχλίωση αποκατάστασης του πέλματος
- τις διαστάσεις και την ποιότητα του χάλυβα του ελάσματος αποκατάστασης του κορμού
- την κοχλίωση αποκατάστασης του κορμού.

Γενικά	Φορτία	Αποκατάσταση συνέχειας	Λεπτομέρειες
Ανοχή μεταξύ των δοκών [mm]		10.0	
Αποκατάσταση συνέχειας πέλματος			
☒ Αυτόματος υπολογισμός διαστάσεων			
Μήκος [mm]	Πλάτος [mm]	Πάχος [mm]	Υλικό
340.0	110.0	9	S235
Διάμετρος [mm]	M12	Ποιότητα	8.8
☐ Επίπεδο διάτρησης στο σπείρωμα			
☒ Αυτόματος υπολογισμός κοχλίωσης			
Γραμμές κοχλιών	2	Στήλες κοχλιών	8
p2 [mm]	e2 [mm]	p1 [mm]	e1 [mm]
61.0	24.5	42.0	19.5
Αποκατάσταση συνέχειας κορμού			
☒ Αυτόματος υπολογισμός διαστάσεων			
Μήκος [mm]	Πλάτος [mm]	Πάχος [mm]	Υλικό
340.0	167.6	6	S235
Διάμετρος [mm]	M12	Ποιότητα	8.8
☐ Επίπεδο διάτρησης στο σπείρωμα			
☒ Αυτόματος υπολογισμός κοχλίωσης			
Γραμμές κοχλιών	4	Στήλες κοχλιών	8
p2 [mm]	e2 [mm]	p1 [mm]	e1 [mm]
42.9	19.5	42.0	19.5

Εικόνα Π7. 6 Επιλογές αυτόματων υπολογισμών για τη σύνδεση αποκατάστασης συνέχειας στην καρτέλα «Αποκατάσταση συνέχειας».

Η προεπιλεγμένη ενεργοποίηση των αυτόματων υπολογισμών μας βοηθάει στην αρχική προσέγγιση του προβλήματος, πληρώνοντας τους βασικούς περιορισμούς. Ο χρήστης μπορεί να απενεργοποιήσει τους αυτόματους υπολογισμούς για να διερευνήσει διαφορετικές διατάξεις για την αποκατάσταση συνέχειας.

Το πρόγραμμα εμφανίζει στην καρτέλα «Φορτία» τις φορτίσεις της υπό εξέταση δοκού για όλους τους συνδυασμούς δράσεων. Στην **Εικόνα Π7. 7** που ακολουθεί, η υπογραμμισμένη 3^η φόρτιση αντιστοιχεί στο συνδυασμό σεισμικό δράσεων, $1.00 G + 1.00 Q$. Ο συνδυασμός αυτός είναι κρίσιμος προφανώς για το εξεταζόμενο σημείο αποκατάστασης της δοκού, 2.5m από το άκρο της δηλαδή, και όχι για το άκρο της δοκού για το οποίο εμφανίζονται τα φορτία στη συγκεκριμένη καρτέλα. (Οι καταπονήσεις στο μέσον της δοκού, όπου και εξετάζεται η αποκατάσταση συνέχειας, εμφανίζονται στη μάσκα υπολογισμών, **Εικόνα Π7. 8**, και στο Τεύχος Μελέτης, **Εικόνα Π7. 1**)

Ενταπικά μεγέθη κόμβου αρχής δοκού: Δ8.1 (0)

Φορτία	Nd	Vy	Vz	My	Mz
1	0.0	10.6	0.0	0.1	0.0
2	0.0	6.6	0.0	0.1	0.0
3	0.1	24.3	0.1	0.3	0.0
4	2.0	12.6	0.6	11.7	0.0
5	-1.9	12.6	-0.4	-11.4	0.0

Εικόνα Π7. 7 Η καρτέλα «Φορτία» με τις καταπονήσεις της υπό εξέταση δοκού για κάθε έναν από τους συνδυασμούς φορτίσεων του αρχείου *.tek.

Αρχική δοκιμή

Με «**Διαστασιολόγηση σύνδεσης**» γίνεται η επίλυση. Όπως φαίνεται στη μάσκα αποτελεσμάτων (**Εικόνα Π7. 8**), η κρίσιμη φόρτιση είναι η 3^η, και οι έλεγχοι πληρούνται.

1. Αποτελέσματα ελέγχου σύνδεσης αποκατάστασης συνέχειας μέλους - δοκού			
Κρίσιμη φόρτιση:	3		
Αξονική δύναμη:	$N_{Ed} = 0,06 \text{ kN}$		
Τέμνουσα δύναμη:	$V_{Ed} = 0,80 \text{ kN}$		
Ροπή:	$M_{Ed} = 30,22 \text{ kNm}$		
Κατανομή αξονικής (πέλματα/κορμός):	$N_{10,Ed} = 0,03 \text{ kN}$ / $N_{100,Ed} = 0,03 \text{ kN}$		
Κατανομή Ροπής (πέλματα/κορμός):	$M_{10,Ed} = 23,87 \text{ kNm}$ / $M_{100,Ed} = 6,35 \text{ kNm}$		

Εικόνα Π7. 8 Τμήμα της μάσκας αποτελεσμάτων με τα ενταπικά μεγέθη στο υπό εξέταση σημείο της σύνδεσης αποκατάστασης.