

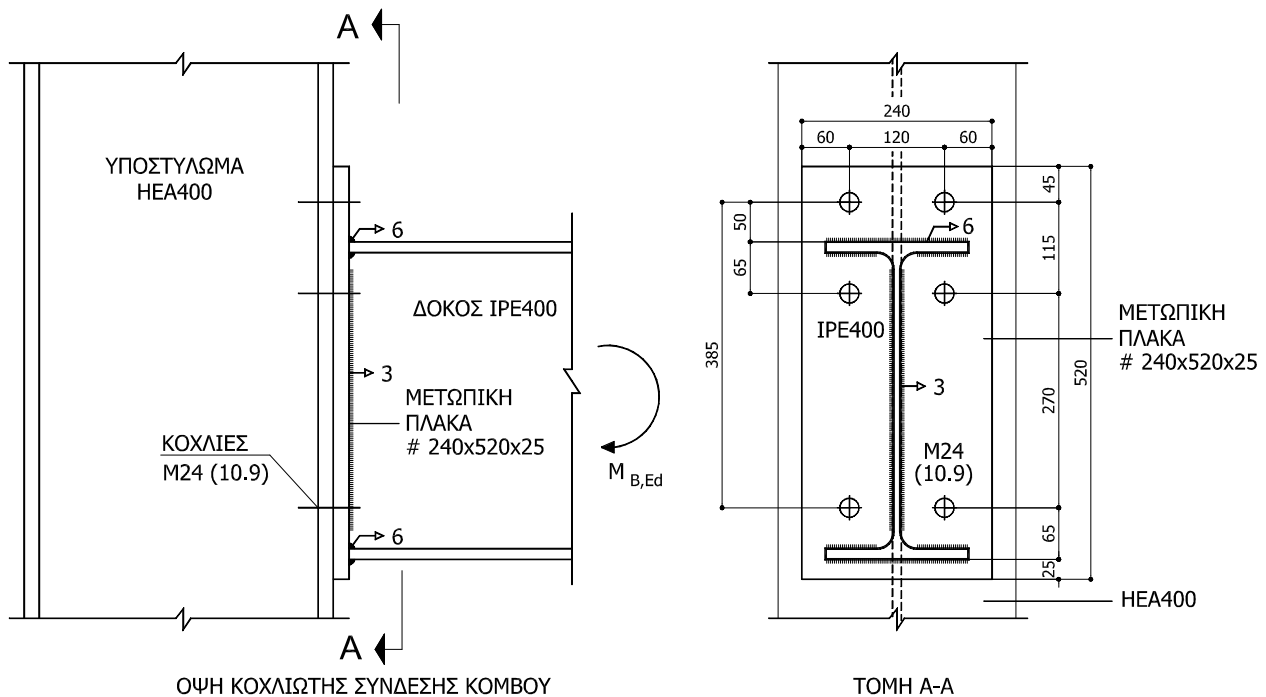
Μάιος 2012

### Άσκηση 12

Στην κοχλιωτή σύνδεση δοκού υποστυλώματος, η οποία ανήκει σε πλαισιωτό φορέα ζητείται:

- να προσδιοριστεί η αξονική εφελκυστική δύναμη την οποία μπορεί να αναπτύξει κατά μέγιστο η ανώτερη σειρά κοχλιών με βάση την αντοχή του πέλματος του υποστυλώματος σε κάμψη και την αντοχή των κοχλιών σε εφελκυσμό.
- να προσδιοριστεί η αντίστοιχη αντοχή της δεύτερης (πρώτης εσωτερικής) σειράς κοχλιών θεωρούμενης ως μεμονωμένης, αλλά και ως αμάδας με την ανώτερη σειρά κοχλιών.
- να προσδιοριστεί η αντοχή σε κάμψη του κόμβου.

Οι κοχλίες είναι M24 ποιότητας 10.9 και το υλικό χάλυβα S235.



Σχήμα 1: Λεπτομέρεια κοχλιωτού κόμβου

## ΛΥΣΗ ΑΣΚΗΣΗΣ 12

## 1. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

- 1) Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση
- 2) Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη
- 3) Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη

Ανά σειρά κοχλιών:

- 5) Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη
- 6) Μετωπική πλάκα σε κάμψη
- 7) Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό
- 8) Κορμός δοκού σε εφελκυσμό

Τα σχήματα, οι τύποι των αντοχών και οι επεξηγήσεις των συμβόλων δίνονται στο Παράρτημα Α.

## 2. ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Η λυγνότητα του κορμού του υποστυλώματος ικανοποιεί τον περιορισμό:

$$\frac{d}{t_w} < 69\epsilon \Rightarrow \frac{29,8\text{cm}}{1,1\text{cm}} = 27,1 < 69\epsilon = 69$$

$$\text{όπου } \epsilon = \sqrt{235/f_y} = 1$$

Σε ένα μονόπλευρο κόμβο η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος δίνεται ως εξής:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \times 57,33\text{cm}^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{\sqrt{3} \times 1,0} = 700,05\text{kN}$$

όπου  $A_{vc}$  είναι η επιφάνεια διάτμησης του υποστυλώματος από πίνακες προτύπων διατομών

## 3. ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΘΛΙΨΗ

Υπολογισμός  $b_{eff,c,wc}$

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_p + 5(t_{fc} + s) + s_p$$

$$b_{eff,c,wc} = 1,35\text{cm} + 2\sqrt{2} \times 0,6\text{cm} + 5 \times (1,9\text{cm} + 2,7\text{cm}) + 2 \times 2,5\text{cm} = 31,05\text{cm}$$

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή  $\omega$

Ισχύει  $\beta=1$  (βλ. Παράρτημα Α) και επομένως

$$\omega = \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times \left( \frac{b_{eff,c,wc} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times \left( \frac{31,05\text{cm} \times 1,1\text{cm}}{57,35\text{cm}^2} \right)^2}} = 0,827$$

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή  $k_{wc}$

Γενικά ο μειωτικός συντελεστής  $k_{wc}$  είναι ίσος με 1,0.

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή  $\rho$

Η λυγνότητα του κορμού του υποστυλώματος και υπολογίζεται ως εξής:

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}} = 0,932 \sqrt{\frac{31,05\text{cm} \times 29,8\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{21000\text{kN/cm}^2 \times (1,1\text{cm})^2}} = 0,862 > 0,72$$

όπου  $d_{wc}=29,8\text{cm}$  το ευθύγραμμο τμήμα του κορμού της διατομής του υποστυλώματος.

$$\text{Ισχύει (βλ. Παράρτημα Α): } \rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2) / \bar{\lambda}_p^2 = \frac{(0,862 - 0,2)}{0,862^2} = 0,89$$

Υπολογισμός αντοχής κορμού υποστυλώματος σε θλίψη

Η αντοχή σχεδιασμού σε εγκάρσια θλίψη του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,827 \times 1,0 \times 31,05 \text{ cm} \times 1,1 \text{ cm} \times 23,5 \text{ kN/cm}^2}{1,0} = 663,8 \text{ kN}$$

Θα πρέπει να ισχύει επίσης:

$$F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,827 \times 1,0 \times 0,89 \times 31,05 \text{ cm} \times 1,1 \text{ cm} \times 23,5 \text{ kN/cm}^2}{1,0} = 590,80 \text{ kN}$$

Άρα  $F_{c,wc,Rd} = 590,80 \text{ kN}$

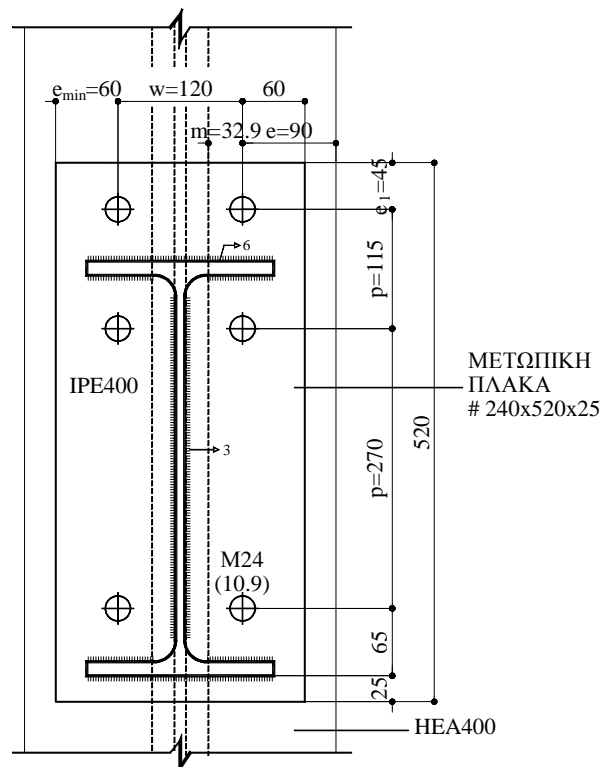
**4. ΠΕΛΜΑ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ**

Η αντοχή σχεδιασμού σε ροπή της διατομής της δοκού για διατομές κατηγορίας 1 είναι:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd,b} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0} = 1307 \text{ cm}^3 \times 23,5 \text{ kN/cm}^2 / 1,00 = 30714,5 \text{ kNcm}$$

Επομένως:

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 30714,5 \text{ kNcm} / (40 \text{ cm} - 1,35 \text{ cm}) = 794,7 \text{ kN}$$

**5. ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ****5.1. Έλεγχος βραχέος T πέλματος υποστυλώματος**

Σχήμα 1: Αποστάσεις για το υποστυλίσμα

Από το σχήμα της σύνδεσης έχουμε:

$e_1 = 45 \text{ mm}$  (η κατακόρυφη απόσταση από το άνω άκρο του πέλματος)

$e_{min} = 60 \text{ mm}$  (η οριζόντια απόσταση του κοχλία από το άκρο της πλάκας)

$$e = \frac{b_c - w}{2} = \frac{300 \text{ mm} - 120 \text{ mm}}{2} = 90 \text{ mm}$$

(η οριζόντια απόσταση του κοχλία από το άκρο του πέλματος του υποστυλώματος)

$$m = \frac{w - t_{wc}}{2} - 0,8r_c = \frac{120\text{mm} - 11\text{mm}}{2} - 0,8 \times 27\text{mm} = 32,90\text{mm}$$
$$n = \min\{e_{\min} ; 1,25 \times m\} = \min\{60\text{mm} ; 1,25 \times 32,90\text{mm}\} = 41,1\text{mm}$$

## 5.2. Άνω πρώτη σειρά κοχλίων (ακραία σειρά)

Ενεργό μήκος (μεμονωμένοι κοχλίες)

Κυκλικές μορφές

$$l_{\text{eff,cp}} = \min\{2\pi m ; \pi m + 2e_1\} = \min\{2\pi \times 32,90\text{mm} ; \pi \times 32,90\text{mm} + 2 \times 45\text{mm}\} = >$$
$$l_{\text{eff,cp}} = \min\{206,7\text{mm} ; 193,3\text{mm}\} = 193,3\text{mm}$$

Μη κυκλικές μορφές

$$l_{\text{eff,nc}} = \min\{4m + 1,25e ; 2m + 0,625e + e_1\} = >$$
$$l_{\text{eff,nc}} = \min\{4 \times 32,90\text{mm} + 1,25 \times 90\text{mm} ; 2 \times 32,90\text{mm} + 0,625 \times 90\text{mm} + 45\text{mm}\} = >$$
$$l_{\text{eff,nc}} = \min\{244,10\text{mm} ; 167,05\text{mm}\} = 167,05\text{mm}$$

### Μηχανισμός 1

$$l_{\text{eff},1} = l_{\text{eff,nc}} = 167,05\text{mm} \text{ αλλά θα πρέπει } l_{\text{eff},1} \leq l_{\text{eff,cp}} = 193,3\text{mm}$$

$$\text{άρα } l_{\text{eff},1} = 167,05\text{mm}$$

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 1 είναι:

$$M_{\text{pl},1,\text{Rd}} = 0,25 \frac{\sum l_{\text{eff},1} t_f^2 f_y}{\gamma_{\text{M0}}} = 0,25 \times \frac{16,705\text{cm} \times (1,9\text{cm})^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 354,3\text{kNcm}$$

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 1 (πλήρης διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{\text{T},1,\text{Rd}} = \frac{4M_{\text{pl},1,\text{Rd}}}{m} = \frac{4 \times 354,3\text{kNcm}}{3,29\text{cm}} = 430,7\text{kN}$$

### Μηχανισμός 2

$$l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}} = 167,05\text{mm}$$

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 2 είναι:

$$M_{\text{pl},2,\text{Rd}} = 0,25 \frac{\sum l_{\text{eff},2} t_f^2 f_y}{\gamma_{\text{M0}}} = 0,25 \times \frac{16,705\text{cm} \times (1,9\text{cm})^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 354,3\text{kNcm}$$

Η αντοχή του ενός κοχλίου σε εφελκυσμό δίνεται ως εξής:

$$F_{\text{t},\text{Rd}} = \frac{k_2 A_s f_{\text{ub}}}{\gamma_{\text{M2}}} = \frac{0,90 \times 3,53\text{cm}^2 \times 100\text{kN/cm}^2}{1,25} = 254,2\text{kN}$$

όπου  $k_2=0,90$  και

$A_s$  η ενεργός διατομή του κοχλίου ( $A_s=3,53\text{cm}^2$  για M24)

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 2 (αστοχία κοχλίου με διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{\text{T},2,\text{Rd}} = \frac{2M_{\text{pl},2,\text{Rd}} + n \sum F_{\text{t},\text{Rd}}}{m + n} = \frac{2 \times 354,3\text{kNcm} + 4,11\text{cm} \times (2 \times 254,2\text{kN})}{3,29\text{cm} + 4,11\text{cm}} = 378,1\text{kN}$$

### Μηχανισμός 3

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 3 (Αστοχία κοχλίου) είναι:

$$F_{\text{T},3,\text{Rd}} = \sum F_{\text{t},\text{Rd}} = 2 \times 254,2\text{kN} = 508,2\text{kN}$$

Αντοχή του βραχέος T του υποστυλώματος της πρώτης σειράς κοχλίων είναι:

$$F_{\text{T},\text{Rd}} = \min\{F_{\text{T},1,\text{Rd}} ; F_{\text{T},2,\text{Rd}} ; F_{\text{T},3,\text{Rd}}\} = \min\{430,7\text{kN} ; 378,1\text{kN} ; 508,2\text{kN}\} = 378,1\text{kN}$$

**5.3. Δεύτερη σειρά κοχλιών (εσωτερική σειρά)**Ενεργό μήκος (μεμονωμένοι κοχλίες)Κυκλικές μορφές:  $l_{eff,cp} = 2\pi m = 2\pi \times 32,90\text{mm} = 206,7\text{mm}$ Μη κυκλικές μορφές:  $l_{eff,nc} = 4m + 1,25e = 4 \times 32,90\text{mm} + 1,25 \times 90\text{mm} = 244,1\text{mm}$ **Μηχανισμός 1** $l_{eff,1} = l_{eff,nc} = 244,1\text{mm}$  αλλά θα πρέπει να ισχύει:  $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp} = 206,7\text{mm}$ άρα  $l_{eff,1} = 206,7\text{mm}$ 

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 1 είναι:

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \frac{\sum l_{eff,1} t_f^2 f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \times \frac{20,67\text{cm} \times (1,9\text{cm})^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 438,4\text{kNcm}$$

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 1 (πλήρης διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 \times 438,4\text{kNcm}}{3,29\text{cm}} = 533,0\text{kN}$$

**Μηχανισμός 2** $l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 244,1\text{mm}$ 

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 2 είναι:

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \frac{\sum l_{eff,2} t_f^2 f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \times \frac{24,41\text{cm} \times (1,9\text{cm})^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 517,7\text{kNcm}$$

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 2 (Αστοχία κοχλία με διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \times 517,7\text{kNcm} + 4,11\text{cm} \times (2 \times 254,2\text{kN})}{3,29\text{cm} + 4,11\text{cm}} = 422,2\text{kN}$$

**Μηχανισμός 3**

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 3 (Αστοχία κοχλία) είναι:

$$F_{T,3,Rd} = 508,20\text{kN}$$

Η αντοχή του βραχέος T του υποστυλώματος της δεύτερης σειράς κοχλιών είναι:

$$F_{T,Rd} = \min\{F_{T,1,Rd} ; F_{T,2,Rd} ; F_{T,3,Rd}\} = \min\{517,7\text{kN} ; 422,2\text{kN} ; 508,2\text{kN}\} = 422,2\text{kN}$$

**5.4. Πρώτη και δεύτερη σειρά κοχλιών** $p = 115\text{mm}$  (το κατακόρυφο συνεργαζόμενο πλάτος για τη 1<sup>η</sup> σειρά κοχλιών) $p = 115\text{mm}/2 + 270\text{mm}/2 = 192,5\text{mm}$  (το κατακόρυφο συνεργαζόμενο πλάτος για τη 2<sup>η</sup> σειρά κοχλιών)Ενεργό μήκος (ομάδα κοχλιών)**Ακραία σειρά**

Κυκλικές μορφές

$$l_{eff,cp} = \min\{n\pi + p ; 2e_1 + p\} = \min\{n \times 32,90\text{mm} + 115\text{mm} ; 2 \times 45\text{mm} + 115\text{mm}\} = \min\{218,4\text{mm} ; 205,0\text{mm}\} = 205,0\text{mm}$$

Μη κυκλικές μορφές

$$l_{eff,nc} = \min\{2m + 0,625e + 0,5p ; e_1 + 0,5p\} =$$

$$l_{eff,nc} = \min\{2 \times 32,9\text{mm} + 0,625 \times 90\text{mm} + 0,5 \times 115\text{mm} ; 45\text{mm} + 0,5 \times 115\text{mm}\} =$$

$$l_{eff,nc} = \min\{179,6\text{mm} ; 102,5\text{mm}\} = 102,5\text{mm}$$

**Εσωτερική σειρά**Κυκλικές μορφές:  $l_{eff,cp} = 2p = 2 \times 192,5\text{mm} = 385\text{mm}$ Μη κυκλικές μορφές:  $l_{eff,nc} = p = 192,5\text{mm}$



$e_x=45\text{mm}$  (η κατακόρυφη απόσταση του κοχλίου από το άνω άκρο της πλάκας)

$p=115\text{mm}$  (η κατακόρυφη απόσταση των κοχλίων)

$e=60\text{mm}$  (η οριζόντια απόσταση του κοχλίου από το άκρο της πλάκας)

$w=120\text{mm}$  (η οριζόντια απόσταση των κοχλίων)

$b_p=240\text{mm}$  (το πλάτος της μετωπικής πλάκας)

$m_x = 50\text{mm} - 0,8 \times 6\text{mm} \times \sqrt{2} = 43,21\text{mm}$

(η κατακόρυφη απόσταση κοχλίου – άνω πέλματος δοκού)

$n=\min\{e_x ; 1,25 \times m_x\}=\min\{45\text{mm} ; 1,25 \times 43,20\text{mm}\}=45\text{mm}$

### 6.1. Άνω πρώτη σειρά κοχλίων (ακραία σειρά)

Ενεργό μήκος (μεμονωμένοι κοχλίες εκτός εφελκυσμένου πέλματος δοκού)

Κυκλικές μορφές

$l_{\text{eff,cp}}=\min\{2\pi m_x ; \pi m_x + w ; \pi m_x + 2e\}= >$

$l_{\text{eff,cp}}=\min\{2\pi \times 43,21\text{mm} ; \pi \times 43,21\text{mm} + 120\text{mm} ; \pi \times 43,21\text{mm} + 2 \times 60\text{mm}\}= >$

$l_{\text{eff,cp}}=\min\{271,5\text{mm} ; 255,75\text{mm} ; 255,75\text{mm}\}=255,75\text{mm}$

Μη κυκλικές μορφές

$l_{\text{eff,nc}}=\min\{4m_x + 1,25e_x ; e + 2m_x + 0,625e_x ; 0,5b_p ; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\}= >$

$l_{\text{eff,nc}}=\min\{4 \times 43,21\text{mm} + 1,25 \times 45\text{mm} ; 60\text{mm} + 2 \times 43,21\text{mm} + 0,625 \times 45\text{mm} ; 0,5 \times 240\text{mm} ; 0,5 \times 120\text{mm} + 2 \times 43,21\text{mm} + 0,625 \times 45\text{mm}\}= >$

$l_{\text{eff,nc}}=\min\{229,1\text{mm} ; 174,55\text{mm} ; 120\text{mm} ; 174,55\text{mm}\}=120\text{mm}$

#### Μηχανισμός 1

$l_{\text{eff},1} = l_{\text{eff,nc}} = 120\text{mm}$  αλλά θα πρέπει να ισχύει  $l_{\text{eff},1} \leq l_{\text{eff,cp}}=255,75\text{mm}$

άρα  $l_{\text{eff},1} = 120,00\text{mm}$

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 1 είναι:

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \frac{\sum l_{\text{eff},1} t_f^2 f_y}{Y_{M0}} = 0,25 \times \frac{12,0\text{cm} \times (2,50\text{cm})^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 440,6\text{kNcm}$$

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 1 (πλήρης διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 \times 440,6\text{kNcm}}{4,321\text{cm}} = 407,9\text{kN}$$

#### Μηχανισμός 2

$l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}} = 120,00\text{mm}$

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 2 είναι:

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \frac{\sum l_{\text{eff},2} t_f^2 f_y}{Y_{M0}} = 440,6\text{kNcm}$$

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 2 (Αστοχία κοχλίου με διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \times 440,6\text{kNcm} + 4,5\text{cm} \times (2 \times 254,2\text{kN})}{4,321\text{cm} + 4,5\text{cm}} = 359,2\text{kN}$$

#### Μηχανισμός 3

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 3 (Αστοχία κοχλίου) είναι:

$F_{T,3,Rd}=508,20\text{kN}$

Αντοχή του βραχέος T της μετωπικής πλάκας της πρώτης σειράς κοχλίων είναι:

$F_{T,Rd}=\min\{F_{T,1,Rd} ; F_{T,2,Rd} ; F_{T,3,Rd}\}= \min\{407,9\text{kN} ; 359,2\text{kN} ; 508,2\text{kN}\}=359,2\text{kN}$

**6.2. Δεύτερη σειρά κοχλιών (κάτω από το εφελκυσμένο πέλμα)**

$$m = \frac{w - t_{wb}}{2} - 0,8a_{wb} \sqrt{2} = \frac{120\text{mm} - 8,6\text{mm}}{2} - 0,8 \times 3,0\text{mm} \times \sqrt{2} = 52,3\text{mm}$$

$$m_2 = 65\text{mm} - 13,5\text{mm} - 0,8 \times 6\text{mm} \times \sqrt{2} = 44,7\text{mm}$$

$$\lambda_1 = \frac{m}{m + e} = \frac{52,3\text{mm}}{52,3\text{mm} + 60\text{mm}} = 0,47$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m_2 + e} = \frac{44,7\text{mm}}{44,7\text{mm} + 60\text{mm}} = 0,43$$

Από το σχήμα A9 (βλ. Παράρτημα Α) για τις τιμές του  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  προκύπτει  $a=6,30$   
 $n=\min\{e ; 1,25 \times m\} = \min\{60\text{mm} ; 1,25 \times 52,3\text{mm}\} = 60\text{mm}$

Ενεργό μήκος (μεμονωμένοι κοχλίες)

Κυκλικές μορφές:  $l_{\text{eff,cp}} = 2\pi m = 2\pi \times 52,3\text{mm} = 328,6\text{mm}$

Μη κυκλικές μορφές:  $l_{\text{eff,nc}} = am = 6,30 \times 52,3\text{mm} = 329,5\text{mm}$

**Μηχανισμός 1**

$l_{\text{eff,1}} = l_{\text{eff,nc}} = 329,5\text{mm}$  αλλά θα πρέπει να ισχύει  $l_{\text{eff,1}} \leq l_{\text{eff,cp}} = 328,6\text{mm}$

άρα  $l_{\text{eff,1}} = 328,6\text{mm}$

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 1 είναι:

$$M_{\text{pl,1,Rd}} = 0,25 \frac{\sum l_{\text{eff,1}} t_f^2 f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \times \frac{32,86\text{cm} \times (2,50\text{cm})^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 1206,6\text{kNcm}$$

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 1 (πλήρης διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{\text{T,1,Rd}} = \frac{4M_{\text{pl,1,Rd}}}{m} = \frac{4 \times 1206,6\text{kNcm}}{5,23\text{cm}} = 922,8\text{kN}$$

**Μηχανισμός 2**

$l_{\text{eff,2}} = l_{\text{eff,nc}} = 329,5\text{mm}$

Η ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 2 είναι:

$$M_{\text{pl,2,Rd}} = 0,25 \frac{\sum l_{\text{eff,2}} t_f^2 f_y}{\gamma_{M0}} = 0,25 \times \frac{32,95\text{cm} \times (2,50\text{cm})^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 1209,9\text{kNcm}$$

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 2 (Αστοχία κοχλία με διαρροή του πέλματος) είναι:

$$F_{\text{T,2,Rd}} = \frac{2M_{\text{pl,2,Rd}} + n \sum F_{\text{t,Rd}}}{m + n} = \frac{2 \times 1209,9\text{kNcm} + 6,0\text{cm} \times (2 \times 254,2\text{kN})}{5,23\text{cm} + 6,0\text{cm}} = 487,1\text{kN}$$

**Μηχανισμός 3**

Η αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 3 (Αστοχία κοχλία) είναι:

$F_{\text{T,3,Rd}} = 508,20\text{kN}$

Αντοχή του βραχέος T της μετωπικής πλάκας της δεύτερης σειράς κοχλιών είναι:

$$F_{\text{T,Rd}} = \min\{F_{\text{T,1,Rd}} ; F_{\text{T,2,Rd}} ; F_{\text{T,3,Rd}}\} = \min\{922,8\text{kN} ; 487,1\text{kN} ; 508,2\text{kN}\} = 478,1\text{kN}$$

**6.3. Πρώτη και δεύτερη σειρά κοχλιών**

Η πρώτη και δεύτερη σειρά κοχλιών δεν θεωρούνται ομάδα κοχλιών για την μετωπική πλάκα.

**6.4. Τρίτη σειρά κοχλιών (κάτω από το εφελκυσμένο πέλμα)**

Η τρίτη σειρά κοχλιών θεωρούμε ότι δεν εφελκύεται επειδή βρίσκεται πολύ κοντά στο θλιβόμενο πέλμα, γι' αυτό και δεν υπολογίζουμε την αντοχή, αφού η δύναμη που παίρνει είναι πολύ μικρή.



**7. ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ**

Για μία κοχλιωτή σύνδεση το ενεργό πλάτος  $b_{\text{eff},t,wc}$  του κορμού του υποστυλώματος σε εφελκυσμό πρέπει να λαμβάνεται ίσο με το ενεργό μήκος ενός ισοδύναμου βραχέος του που αντιστοιχεί στο πέλμα του υποστυλώματος. Έτσι:

α) για την πρώτη σειρά κοχλιών:  $b_{\text{eff},t,wc} = l_{\text{eff},nc} = 167,05\text{mm}$

β) για τη δεύτερη σειρά κοχλιών:  $b_{\text{eff},t,wc} = l_{\text{eff},cp} = 206,7\text{mm}$

γ) για την πρώτη και τη δεύτερη σειρά κοχλιών:  $b_{\text{eff},t,wc} = l_{\text{eff},nc,1\text{σειρά}} + l_{\text{eff},nc,2\text{σειρά}} = 102,5\text{mm} + 192,5\text{mm} = 295\text{mm}$

Η αντοχή σχεδιασμού σε εγκάρσιο εφελκυσμό του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{\text{eff},t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$$

Επομένως:

$$\text{α) για την πρώτη σειρά κοχλιών: } F_{t,wc,Rd} = \frac{0,827 \times 16,7\text{cm} \times 1,1\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 357,01\text{kN}$$

$$\text{β) για τη δεύτερη σειρά κοχλιών: } F_{t,wc,Rd} = \frac{0,827 \times 20,7\text{cm} \times 1,1\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 442,52\text{kN}$$

$$\text{γ) για την πρώτη και τη δεύτερη σειρά κοχλιών: } F_{t,wc,Rd} = \frac{0,827 \times 29,5\text{cm} \times 1,1\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 630,6\text{kN}$$

**8. ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ**

Το ενεργό πλάτος  $b_{\text{eff},t,wb}$  του κορμού της δοκού σε εφελκυσμό πρέπει να λαμβάνεται ίσο με το ενεργό μήκος ενός ισοδύναμου βραχέος του που αντιστοιχεί στη μετωπική πλάκα σε κάμψη, για μία μεμονωμένη σειρά κοχλιών ή μια ομάδα κοχλιών. Μόνο η δεύτερη σειρά κοχλιών εφελκύει τον κορμό της δοκού, επομένως:

$$b_{\text{eff},t,wb} = l_{\text{eff},nc} = 328,6\text{mm}$$

Σε μία κοχλιωτή σύνδεση με μετωπική πλάκα, η αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό του κορμού της δοκού πρέπει να υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F_{t,wb,Rd} = \frac{b_{\text{eff},t,wb} t_{wb} f_{y,wb}}{\gamma_{M0}} = \frac{32,86\text{cm} \times 0,86\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 664,1\text{kN}$$

**9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΕΣ ΣΕΙΡΕΣ ΚΟΧΛΙΩΝ**

Η ενεργός αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό  $F_{tr,Rd}$  της σειράς κοχλιών  $r$  πρέπει να μειώνεται, αν χρειάζεται από την τιμή  $F_{t,Rd}$ , έτσι ώστε όταν συνυπολογίζονται όλες οι σειρές κοχλιών άνω της  $r$ , συμπεριλαμβανομένης και της ίδιας, να ικανοποιούνται οι επόμενες συνθήκες:

- συνολική αντοχή σχεδιασμού  $\Sigma F_{t,Rd} \leq V_{wp,Rd}/\beta$
- συνολική αντοχή σχεδιασμού  $\Sigma F_{t,Rd}$  δεν υπερβαίνει τη μικρότερη από την:
  - ο αντοχή σχεδιασμού του κορμού του υποστυλώματος σε θλίψη  $F_{c,wc,Rd}$
  - ο αντοχή σχεδιασμού του πέλματος και κορμού της δοκού σε θλίψη  $F_{c,fb,Rd}$

	1 <sup>η</sup> σειρά	2 <sup>η</sup> σειρά	1 <sup>η</sup> & 2 <sup>η</sup> σειρά	θλιβόμενο τμήμα
Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση $V_{wp,Rd}$		700,30-357,01 =343,29kN		700,30kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd}$		590,8-357,01 =233,79kN		590,80kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fc,Rd}$		794,7-357,01 =437,69kN		794,70kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{Fc,Rd}$	378,1kN	$\min\{422,2\text{kN}; 733,8-378,1\text{N}\}=355,7\text{kN}$	733,8kN	
Μετωπική πλάκα σε κάμψη $F_{ep,Rd}$	359,2kN	478,1kN		
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd}$	357,01kN	$\min\{442,52\text{kN}; 630,6-357,01\}=273,59\text{kN}$	630,6kN	
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd}$		664,1kN		
<b><math>F_{T,min}</math></b>	<b>357,01kN</b>	<b>233,29kN</b>		

**10. ANTOXH KOMBOY**

Η απόσταση της πρώτης σειράς κοχλιών από το κέντρο θλίψης (κάτω πέλμα της δοκού) είναι:

$$z_1 = 65\text{mm} + 270\text{mm} + 115\text{mm} - \frac{13,5\text{mm}}{2} = 443,25\text{mm}$$

ενώ η απόσταση της δεύτερης σειράς κοχλιών από το κέντρο θλίψης είναι:

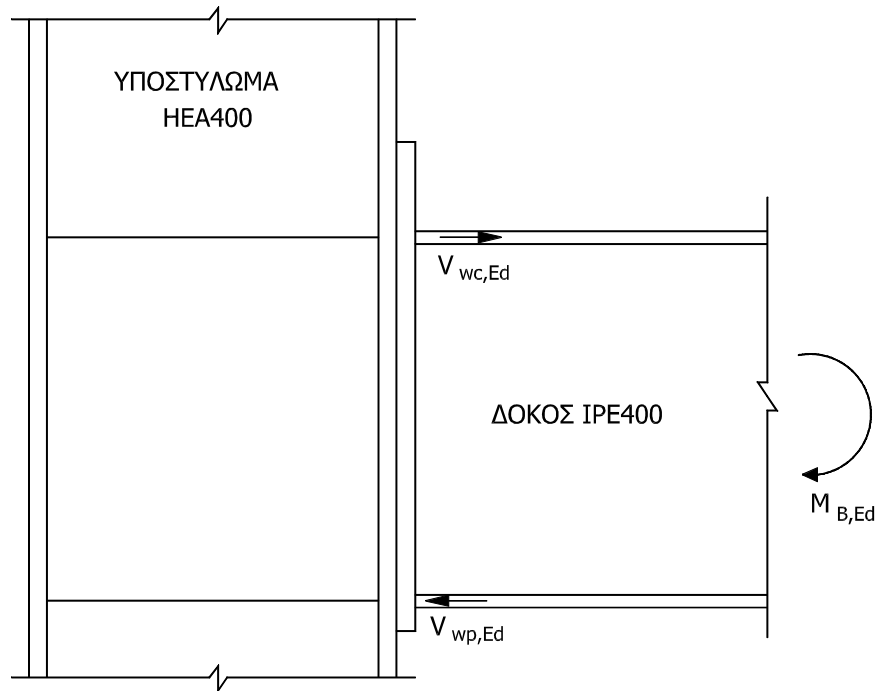
$$z_2 = 443,25\text{mm} - 115\text{mm} = 328,25\text{mm}$$

Η ροπή αντοχής του κόμβου με βάση την αντοχή της εφελκυσόμενης ζώνης δίνεται:

$$M_{B,Rd} = F_{1,Rd} z_1 + F_{2,Rd} z_2 = 357,01\text{kN} \times 44,325\text{cm} + 233,29\text{kN} \times 32,825\text{cm} = 23482,21\text{kNcm} = 235\text{kNm}$$

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

### Α.1. ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ



Σχήμα Α1: Διάτμηση κορμού υποστυλώματος

Η λυγηρότητα του κορμού του υποστυλώματος ικανοποιεί τον περιορισμό:

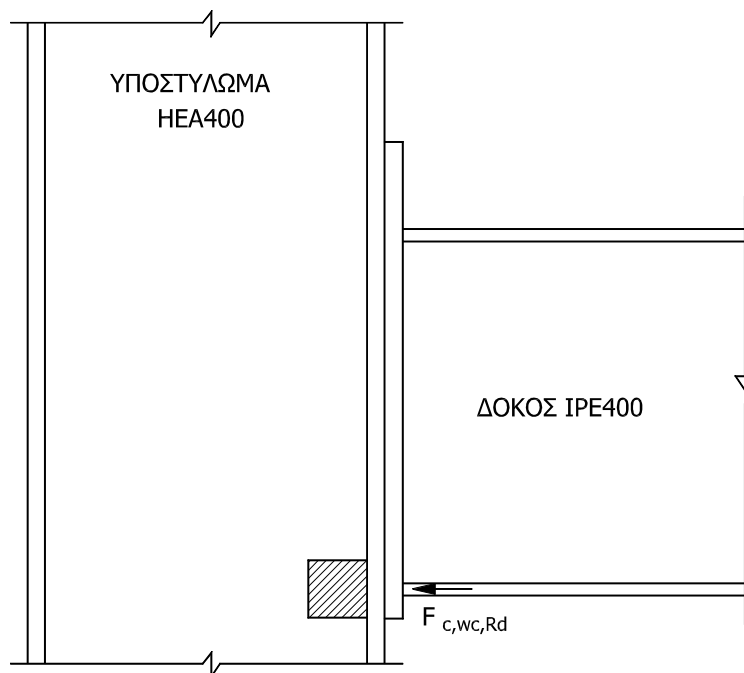
$$\frac{d}{t_w} < 69\varepsilon \quad \text{όπου} \quad \varepsilon = \sqrt{235/f_y} = 1$$

Σε ένα μονόπλευρο κόμβο η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,90A_{vc}f_{y,wc}}{\sqrt{3}\gamma_{M0}}$$

όπου

$A_{vc}$  : η επιφάνεια διάτμησης του υποστυλώματος  
 $f_{y,wc}$  : το όριο διαρροής του υποστυλώματος  
 $\gamma_{M0}$  : 1,00

**A.2. ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΘΛΙΨΗ**

Σχήμα A2: Εγκάρσια θλίψη κορμού υποστυλώματος

Η αντοχή σχεδιασμού σε εγκάρσια θλίψη του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{και} \quad F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}}$$

όπου

$\omega$ : μειωτικός συντελεστής για την αλληλεπίδραση με διάτμηση που εξαρτάται από την παράμετρο μετασχηματισμού  $\beta$

$k_{wc}$ : μειωτικός συντελεστής

$\rho$ : μειωτικός συντελεστής για το λυγισμό του ελάσματος που εξαρτάται από τη λυγηρότητα του ελάσματος

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_p + 5(t_{fc} + s) + s_p$$

$t_p$ : το πάχος της μετωπικής πλάκας

$t_{fb}$ : το πάχος του πέλματος της δοκού

$a_b$ : το πάχος της συγκόλλησης

$t_{fc}$ : το πάχος του πέλματος του υποστυλώματος

$s_p$  είναι το μήκος που προκύπτει από προβολή 45° μέσω της μετωπικής πλάκας (τουλάχιστον  $t_p$  και μέχρι  $2t_p$ , με την προϋπόθεση ότι το τμήμα της μετωπικής πλάκας πλησίον του πέλματος είναι επαρκές).

$s=r_c$  η ακτίνα καμπυλότητας για υποστυλώμα ελατής διατομής

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή  $k_{wc}$ 

Όταν η μέγιστη διαμήκης θλιπτική τάση  $\sigma_{com,Ed}$  λόγω αξονικής δύναμης και καμπτικής ροπής στο υποστυλώμα υπερβαίνει το  $0,7 f_{y,wc}$  στον κορμό (δίπλα στην ακτίνα συναρμογής για ελατή διατομή ή στη ρίζα της ραφής για συγκολλητή), η επιρροή της στην αντοχή σχεδιασμού του κορμού του υποστυλώματος σε θλίψη πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πολλαπλασιάζοντας την τιμή της  $F_{c,wc,Rd}$  με ένα μειωτικό συντελεστή  $k_{wc}$ , ο οποίος ορίζεται ως εξής:

$$\text{όταν } \sigma_{com,Ed} \leq 0,7 f_{y,wc} : k_{wc} = 1$$

$$\text{όταν } \sigma_{com,Ed} > 0,7 f_{y,wc} : k_{wc} = 1,7 - \sigma_{com,Ed} / f_{y,wc}$$

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή  $\rho$ 

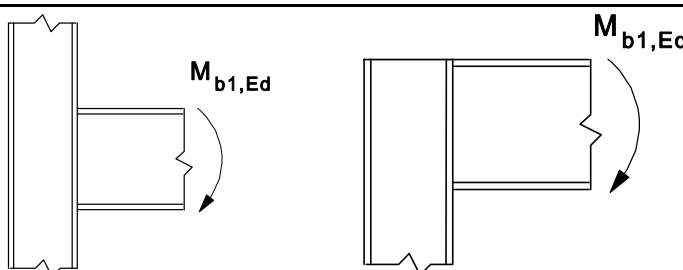
Ο μειωτικός συντελεστής  $\rho$  για την κύρτωση του κορμού του υποστυλώματος μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

- για  $\bar{\lambda}_p \leq 0,72 \Rightarrow \rho = 1,0$
- για  $\bar{\lambda}_p > 0,72 \Rightarrow \rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2) / \bar{\lambda}_p^2$

όπου  $\bar{\lambda}_p$  είναι η λυγηρότητα του κορμού του υποστυλώματος και υπολογίζεται ως εξής:

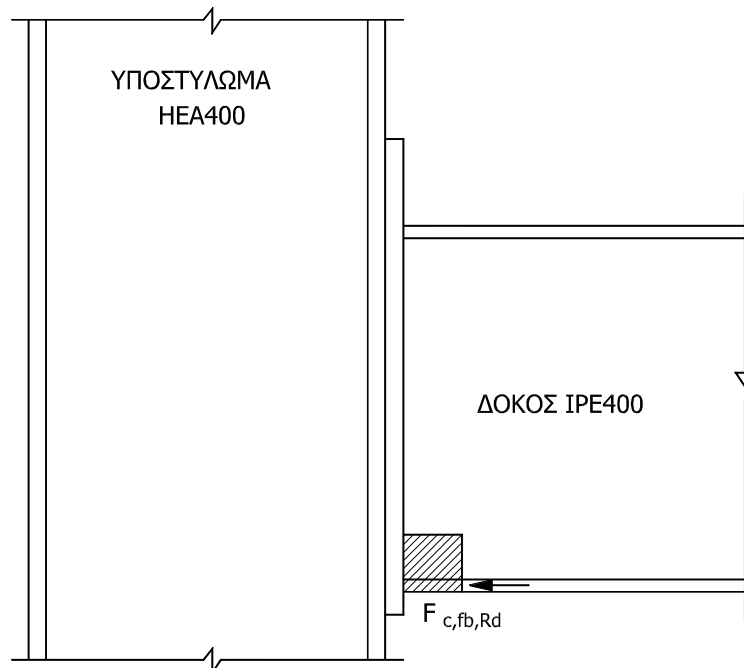
$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{\text{eff},c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}}$$

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή  $\omega$ Πίνακας A1: Προσεγγιστικές τιμές της παραμέτρου μετασχηματισμού  $\beta$ 

Τύπος διαμόρφωσης κόμβου	Δράση	Τιμή του $\beta$
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$

Πίνακας A2: Μειωτικός συντελεστής  $\omega$  για την αλληλεπίδραση με διάτμηση

Παράμετρος μετασχηματισμού $\beta$	Μειωτικός συντελεστής $\omega$
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2(1 - \beta)(1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3(b_{\text{eff},c,wc} t_{wc} / A_{vc})^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2(b_{\text{eff},c,wc} t_{wc} / A_{vc})^2}}$
$A_{vc}$ : η επιφάνεια διάτμησης του υποστυλώματος, $\beta$ : η παράμετρος μετασχηματισμού	

**A.3. ΠΕΛΜΑ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ**

Σχήμα A3: Θλίψη κορμού και πέλματος δοκού

Η αντοχή σχεδιασμού σε θλίψη ενός πέλματος δοκού και της παρακείμενης θλιβόμενης ζώνης του κορμού της, δίνεται από την επόμενη σχέση:

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb})$$

όπου:

$h$  : το ύψος της συνδεόμενης δοκού.

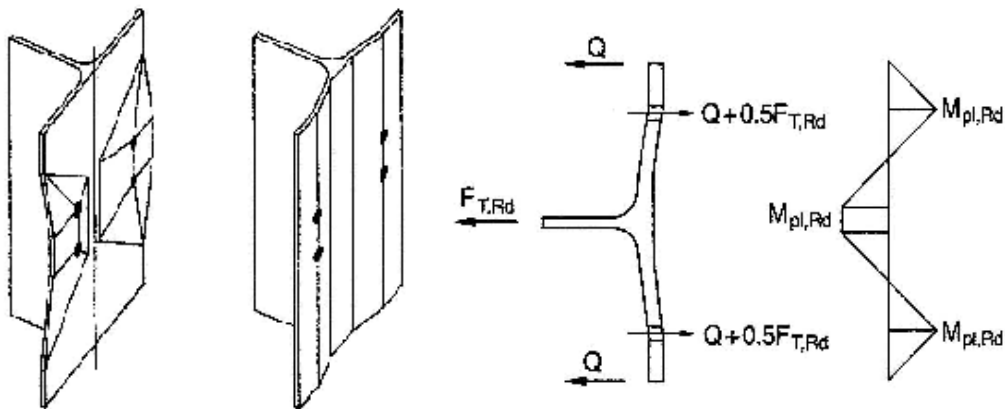
$M_{c,Rd}$  : η αντοχή σχεδιασμού σε ροπή της διατομής της δοκού.

$t_{fb}$  : το πάχος πέλματος της συνδεόμενης δοκού.

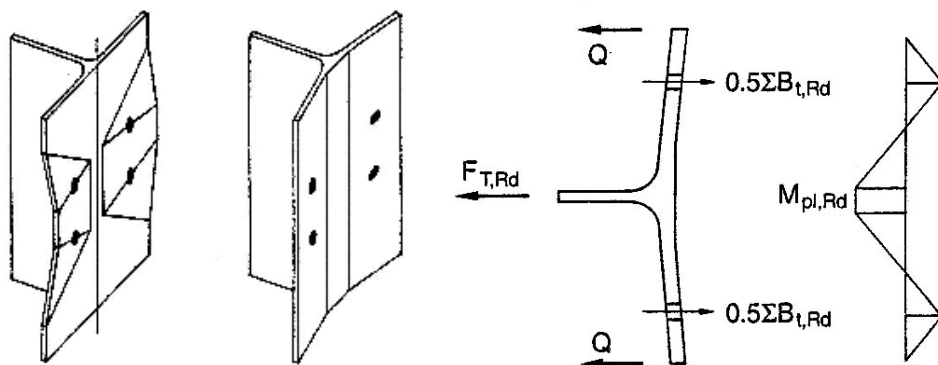
**A.4. ΠΕΛΜΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ****A.4.1. Έλεγχος βραχέος T πέλματος υποστυλώματος**

Η αντοχή σχεδιασμού και ο μηχανισμός αστοχίας ενός μη ενισχυμένου πέλματος υποστυλώματος σε εγκάρσια κάμψη, σε συνδυασμό με τους κοχλίες σε εφελκυσμό, πρέπει να προσδιορίζεται με βάση ένα ισοδύναμο βραχύ ταυ, και για τις δύο περιπτώσεις:

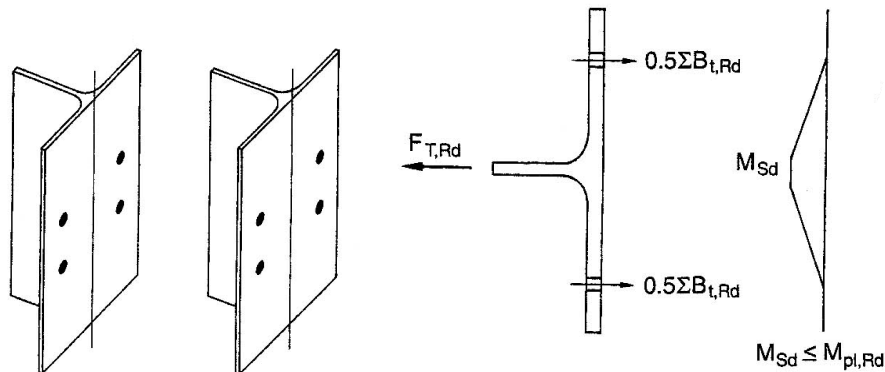
- για κάθε μεμονωμένη σειρά κοχλίων που απαιτείται να παραλάβει εφελκυσμό
- για κάθε ομάδα σειρών κοχλίων που απαιτείται να παραλάβουν εφελκυσμό



Σχήμα A4: Μηχανισμός 1 (πλήρης διαρροή του πέλματος)



Σχήμα A5: Μηχανισμός 2 (Αστοχία κοχλία με διαρροή του πέλματος)



Σχήμα A6: Μηχανισμός 3 (Αστοχία κοχλία)

Πίνακας A3: Αντοχή σχεδιασμού ενός πέλματος βραχέος ταυ

<b>Μηχανισμός 1</b> (Πλήρης διαρροή του πέλματος)	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$
<b>Μηχανισμός 2</b> (Αστοχία κοχλία με διαρροή του πέλματος)	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$
<b>Μηχανισμός 3</b> (Αστοχία κοχλία)	$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$

όπου:

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \Sigma \ell_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$$

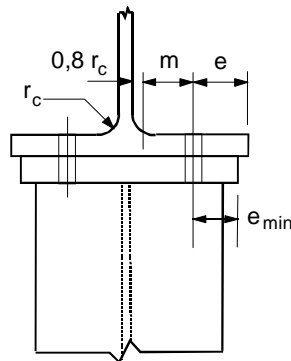
$$n = e_{min} \text{ αλλά } n \leq 1,25m$$

$F_{t,Rd}$  : η αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό του κοχλία

$\Sigma F_{t,Rd}$  : η συνολική τιμή του  $F_{t,Rd}$  για όλους τους κοχλίες στο βραχύ ταυ

Πίνακας A4: Ενεργά μήκη μη ενισχυμένου πέλματος υποστυλώματος

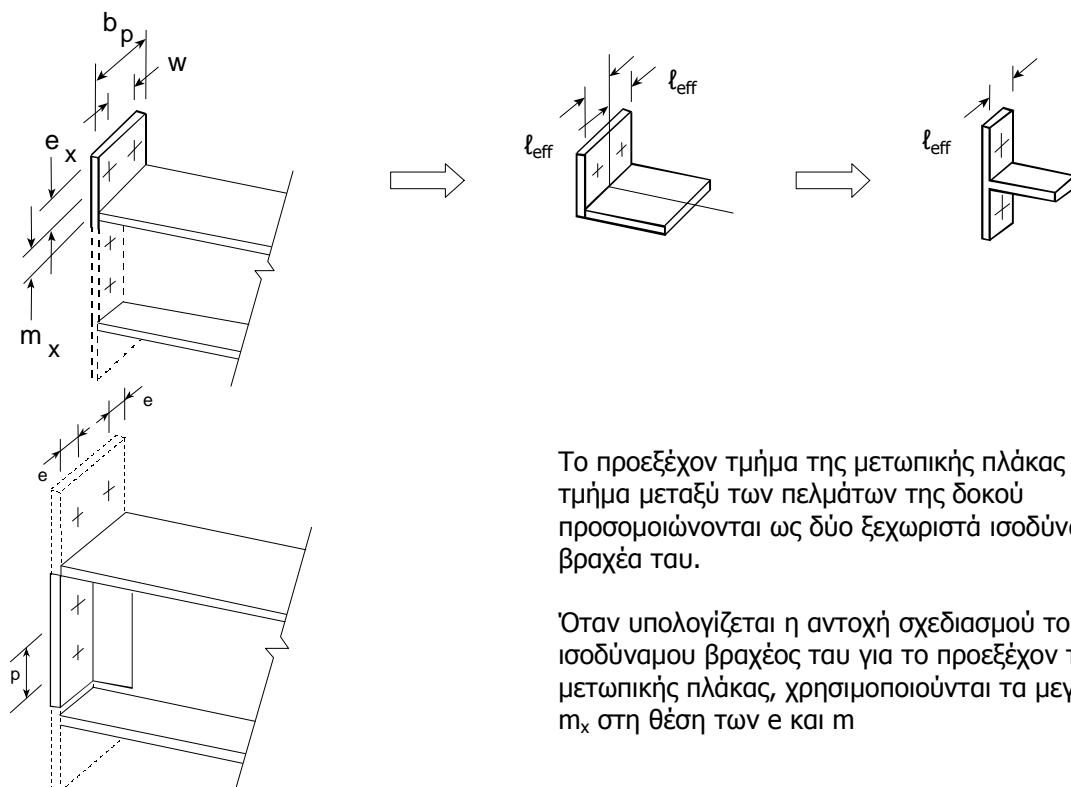
Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη		Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μέλος ομάδας σειρών κοχλιών	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{eff,cp}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{eff,nc}$	Κυκλικές μορφές $\ell_{eff,cp}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{eff,nc}$
Εσωτερική σειρά κοχλιών	2pm	4m + 1,25e	2p	p
Ακραία σειρά κοχλιών	Το μικρότερο από: 2pm nm + 2e <sub>1</sub>	Το μικρότερο από: 4m + 1,25e 2m + 0,625e + e <sub>1</sub>	Το μικρότερο από: nm + p 2e <sub>1</sub> + p	Το μικρότερο από: 2m + 0,625e + 0,5p e <sub>1</sub> + 0,5p
Μηχανισμός 1:	$\ell_{eff,1} = \ell_{eff,nc}$ αλλά $\ell_{eff,1} \leq \ell_{eff,cp}$		$\Sigma \ell_{eff,1} = \Sigma \ell_{eff,nc}$ αλλά $\Sigma \ell_{eff,1} \leq \Sigma \ell_{eff,cp}$	
Μηχανισμός 2:	$\ell_{eff,2} = \ell_{eff,nc}$		$\Sigma \ell_{eff,2} = \Sigma \ell_{eff,nc}$	



Σχήμα A7: Αποστάσεις m και e για το υποστυλωμα  
(με συγκολλητή μετωπική πλάκα στενότερη από το πέλμα του υποστυλώματος)



## Α.5. ΜΕΤΩΠΙΚΗ ΠΛΑΚΑ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

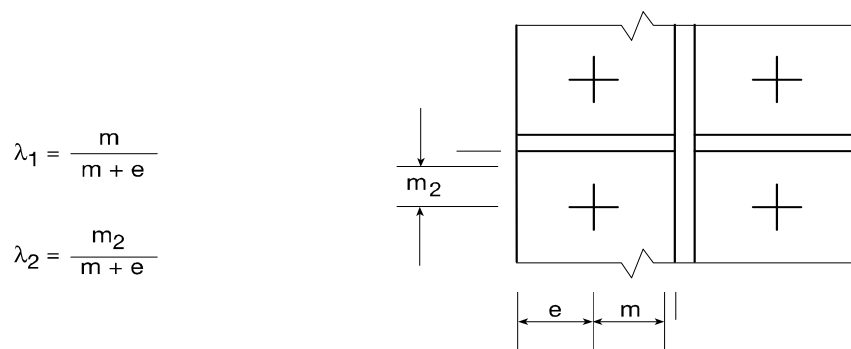
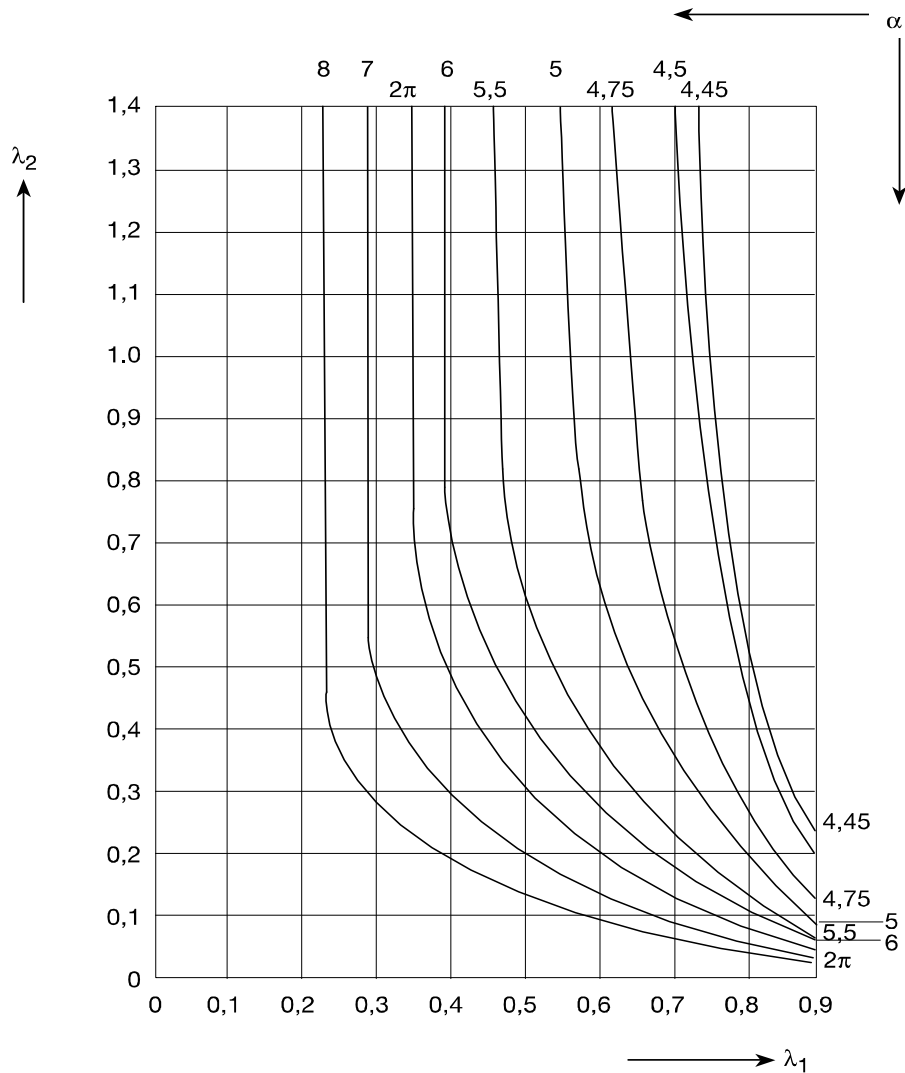


Σχήμα Α8: Προσομοίωση προεξέχουσας μετωπικής πλάκας με βραχέα του

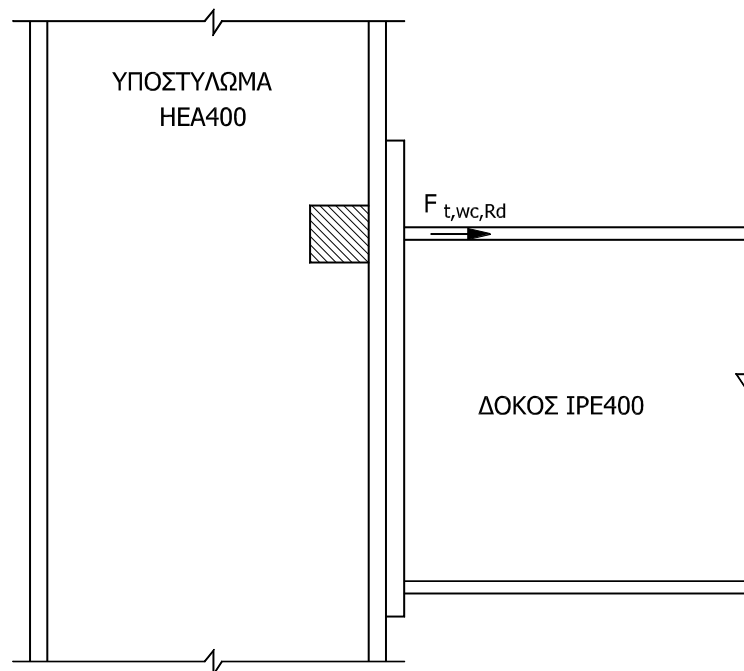
Πίνακας Α5: Ενεργά μήκη μετωπικής πλάκας

Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη		Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μέλος ομάδας σειρών κοχλιών	
	Κυκλικές μορφές $l_{eff,cp}$	Μη κυκλικές μορφές $l_{eff,nc}$	Κυκλικές μορφές $l_{eff,cp}$	Μη κυκλικές μορφές $l_{eff,nc}$
Σειρά κοχλιών εκτός εφελκυσμένου πέλματος δοκού	Το μικρότερο από: $2m_x$ $nm_x + w$ $nm_x + 2e$	Το μικρότερο από: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	—	—
Πρώτη σειρά κοχλιών κάτω από το εφελκυσμένο πέλμα της δοκού	$2nm$	$am$	$nm + p$	$0,5p + am - (2m + 0,625e)$
Άλλη εσωτερική σειρά κοχλιών	$2nm$	$4m + 1,25e$	$2p$	$p$
Άλλη ακραία σειρά κοχλιών	$2nm$	$4m + 1,25e$	$nm + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Μηχανισμός 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ αλλά $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ αλλά $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Μηχανισμός 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	

**A.5.1. Δεύτερη σειρά κοχλιών (κάτω από το εφελκυσμένο πέλμα)**



Σχήμα A9: Υπολογισμός του  $\alpha$  για μετωπικές πλάκες

**A.6. ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ**

Σχήμα A10: Εγκάρσιος εφελκυσμός κορμού υποστυλώματος

Η αντοχή σχεδιασμού σε εγκάρσιο εφελκυσμό του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$$

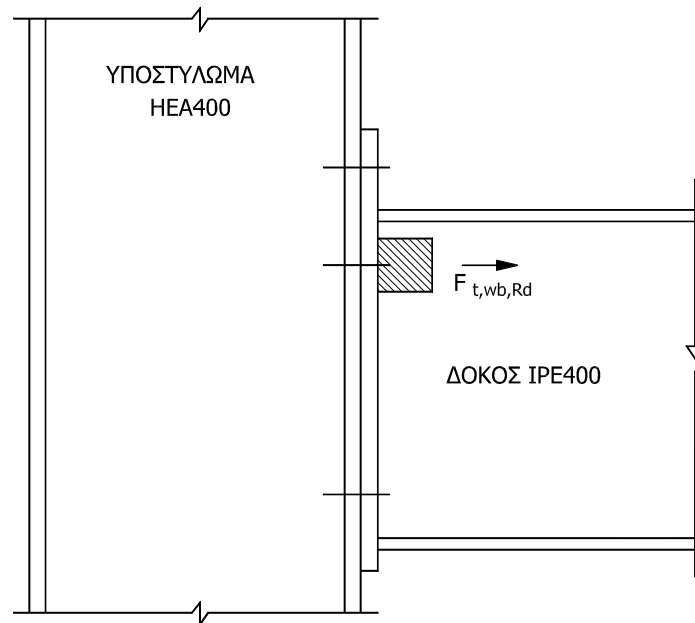
Για μία κοχλιωτή σύνδεση το ενεργό πλάτος  $b_{eff,t,wc}$  του κορμού του υποστυλώματος σε εφελκυσμό πρέπει να λαμβάνεται ίσο με το ενεργό μήκος ενός ισοδύναμου βραχέος ταυ που αντιστοιχεί στο πέλμα του υποστυλώματος. Έτσι:

α) για την πρώτη σειρά κοχλιών:  $b_{eff,t,wc} = l_{eff,nc} = 167,05\text{mm}$

β) για τη δεύτερη σειρά κοχλιών:  $b_{eff,t,wc} = l_{eff,cp} = 206,7\text{mm}$

γ) για την πρώτη και τη δεύτερη σειρά κοχλιών:  $b_{eff,t,wc} = l_{eff,nc,1\sigma\epsilon\iota\rho\acute{\alpha}} + l_{eff,nc,2\sigma\epsilon\iota\rho\acute{\alpha}} = 102,5\text{mm} + 192,5\text{mm} = 295\text{mm}$

### Α.7. ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΟΥ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ



Σχήμα Α11: Εφελκυσμός κορμού δοκού

Σε μία κοχλιωτή σύνδεση με μετωπική πλάκα, η αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό του κορμού της δοκού πρέπει να υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F_{t,wb,Rd} = \frac{b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb}}{\gamma_{M0}}$$