



Ε.Μ.Π.

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΑΣΚΗΣΗ 11
ΚΟΜΒΟΣ ΔΟΚΟΥ – ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ (ΚΟΧΛΙΩΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ)

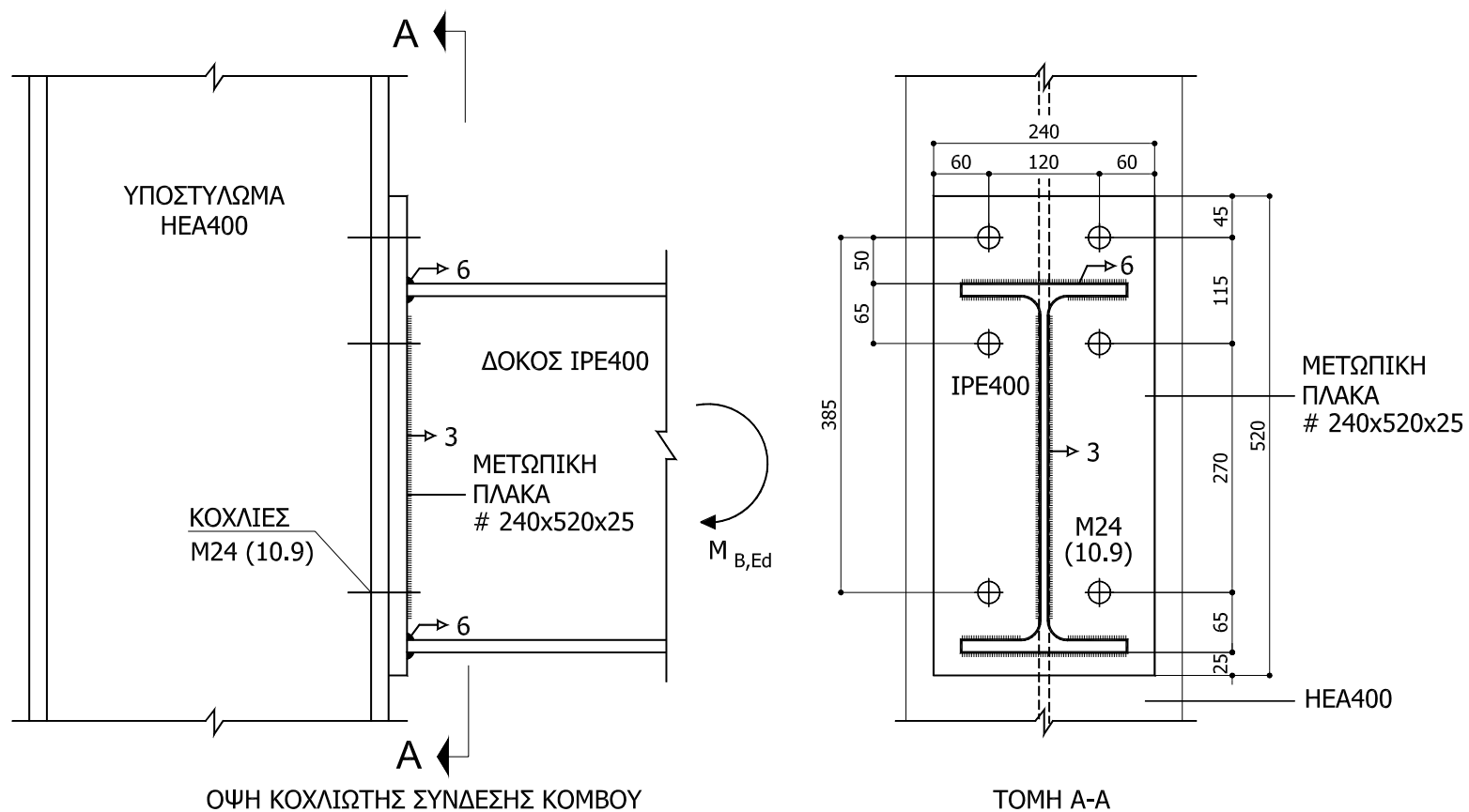
2010-2011



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Γεωμετρία κόμβου

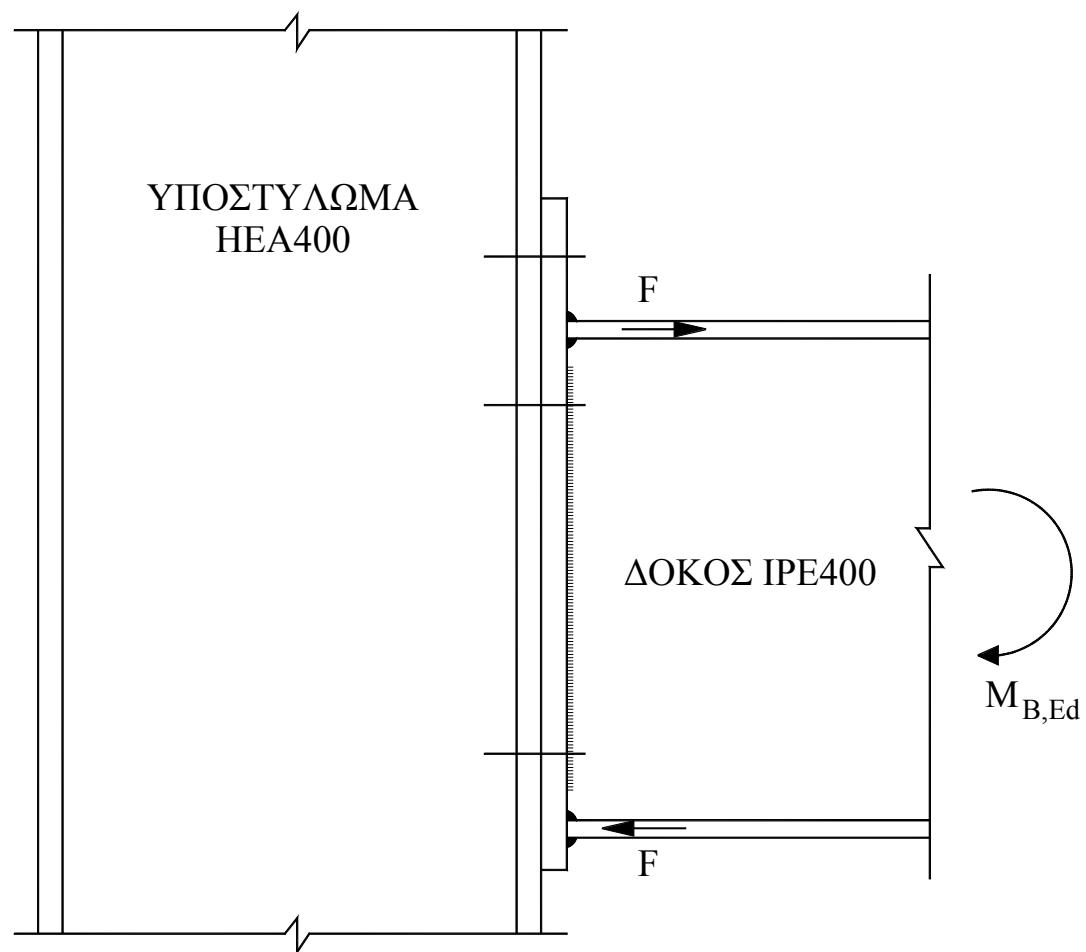




Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Εντατικά μεγέθη κόμβου



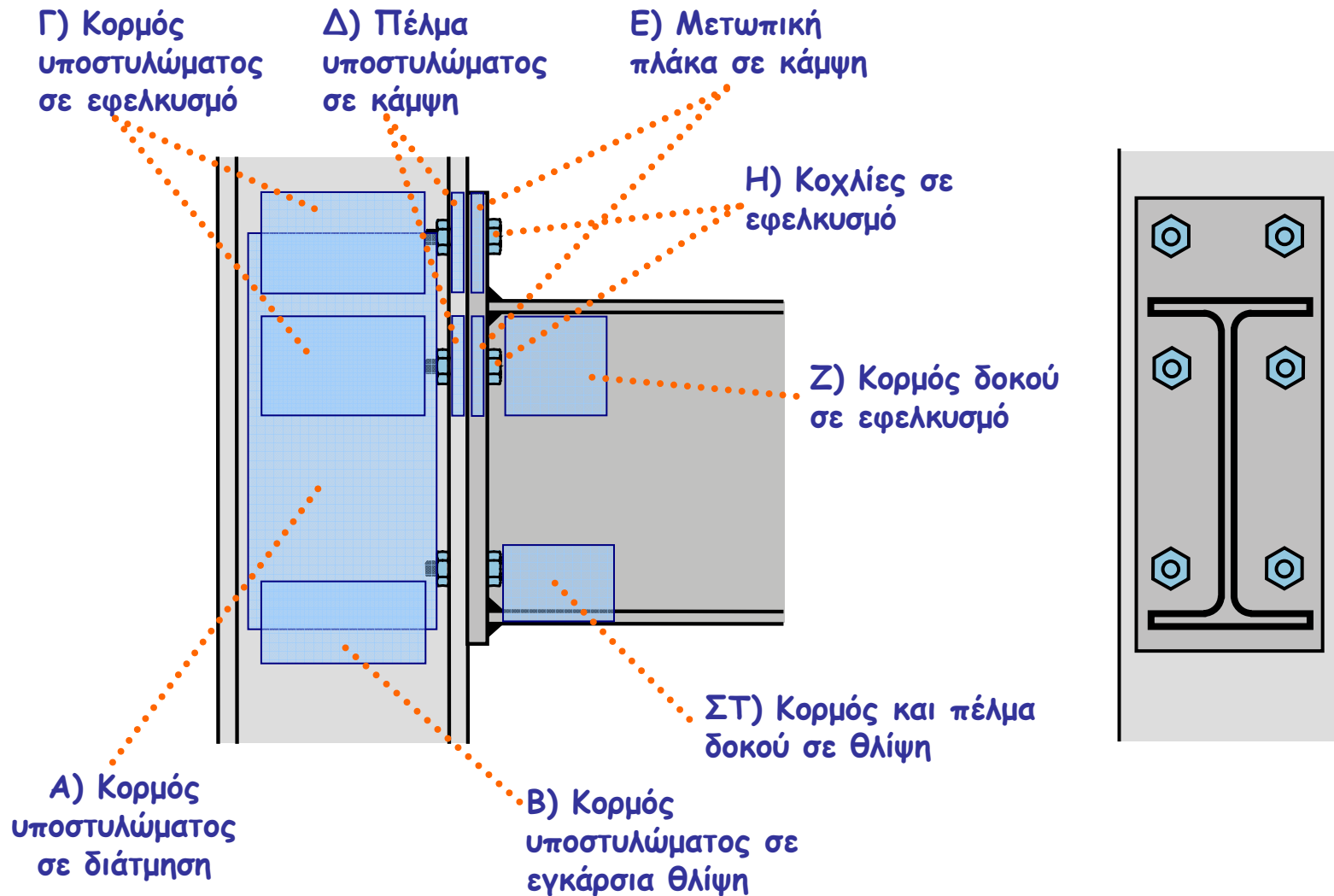
2010 - 2011



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Συστατικά μέρη κόμβων με μετωπική πλάκα



2010-2011

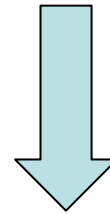


Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Απαιτούμενοι έλεγχοι

Πέλμα στύλου σε κάμψη
Μετωπική πλάκα σε κάμψη



Αντοχή βραχέως ται

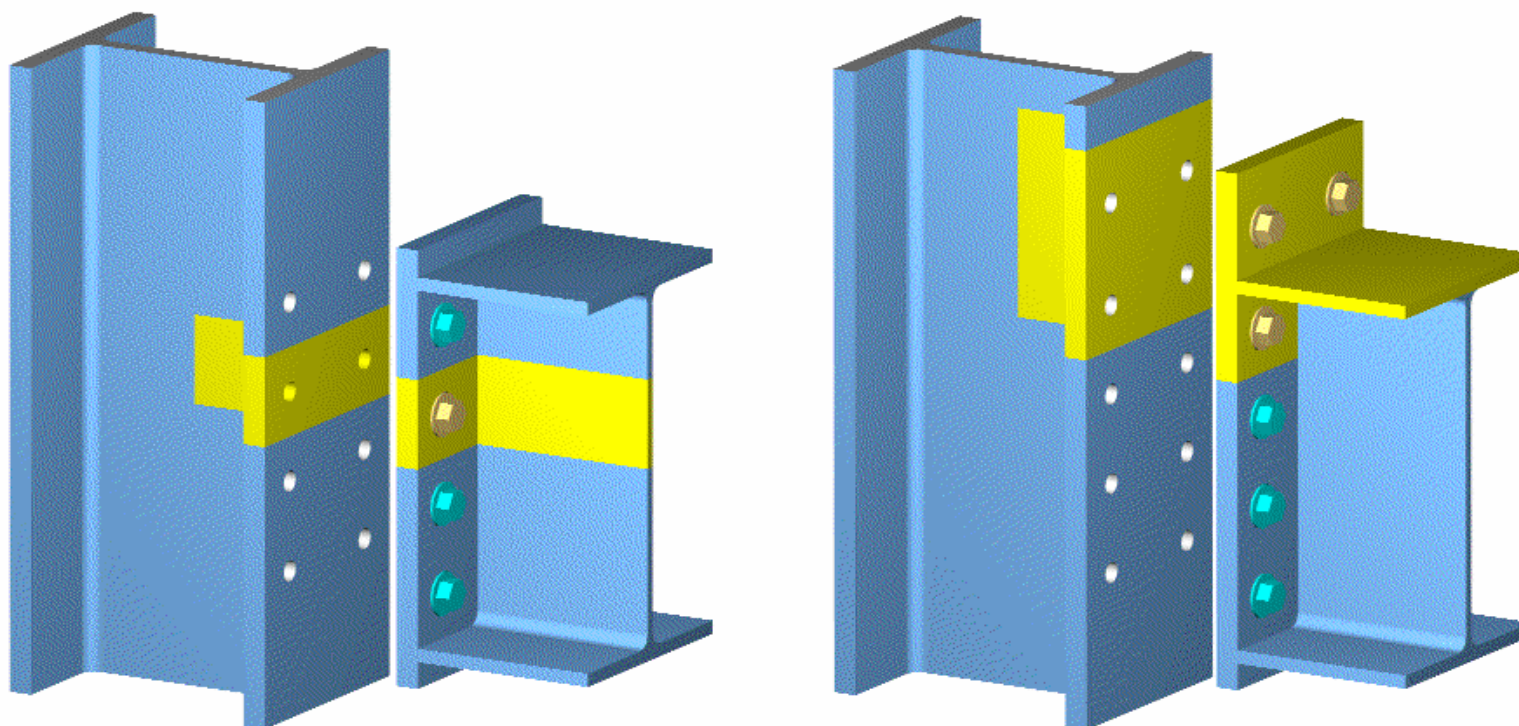
2010 - 2011



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Βραχέα ταυ



ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΑΣΚΗΣΗ 11
ΚΟΜΒΟΣ ΔΟΚΟΥ - ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

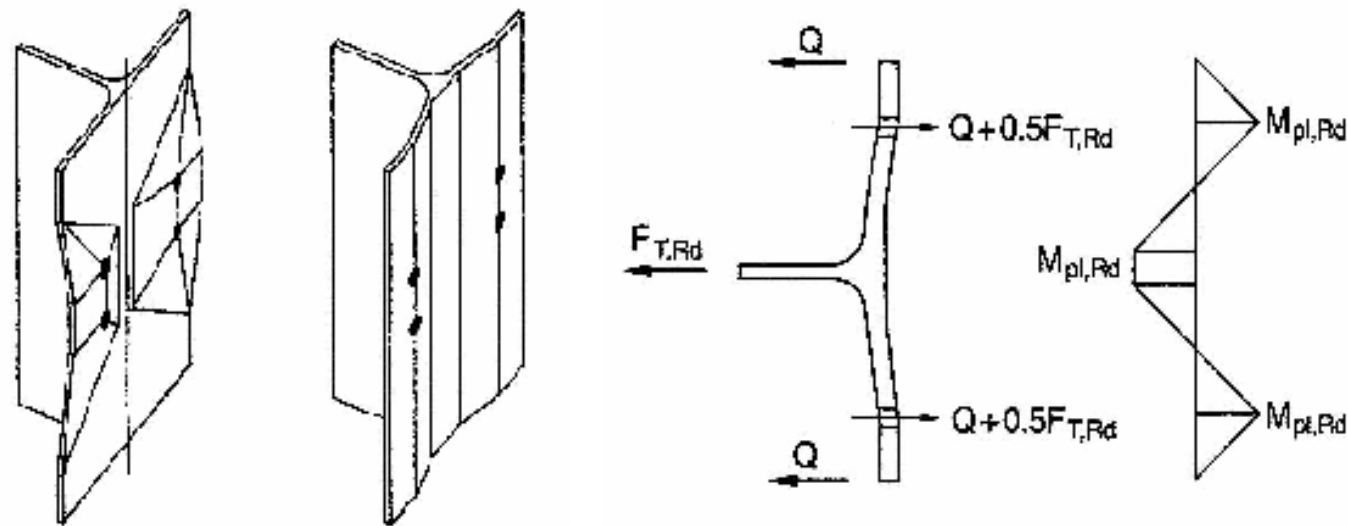
2010 - 2011



Ε.Μ.Π.

Απαιτούμενοι έλεγχοι

α) Αστοχία του πέλματος του βραχέως T

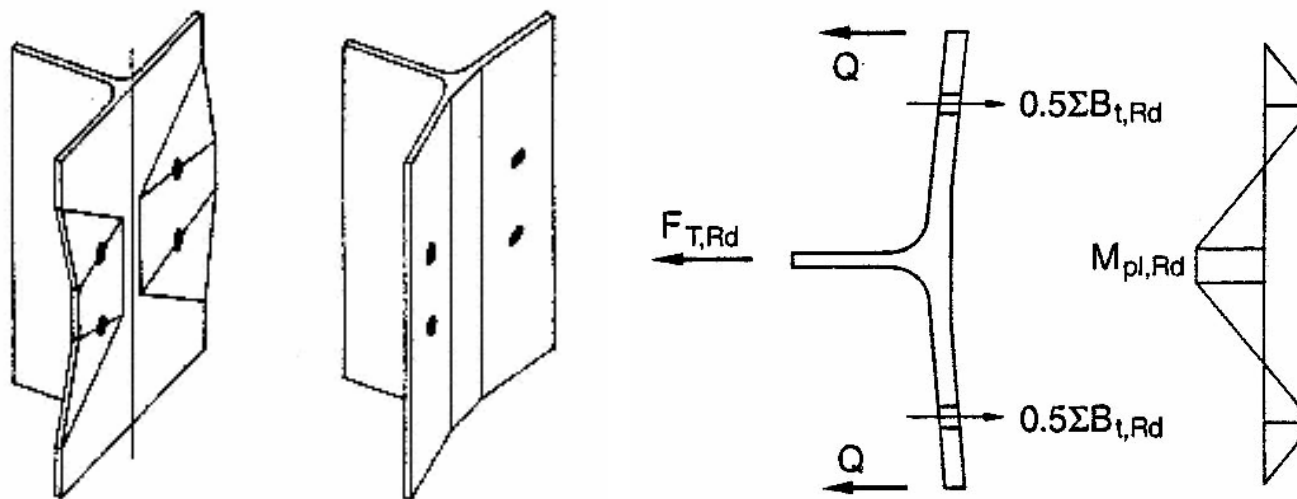




Ε.Μ.Π.

Απαιτούμενοι έλεγχοι

β) Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος

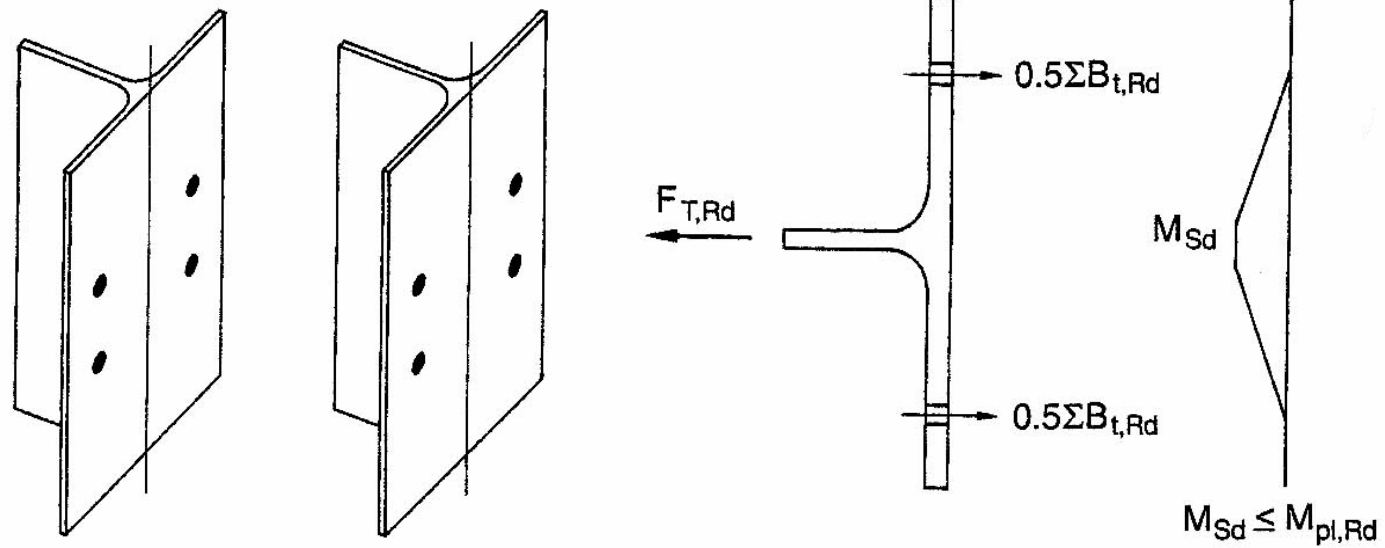




Ε.Μ.Π.

Απαιτούμενοι έλεγχοι

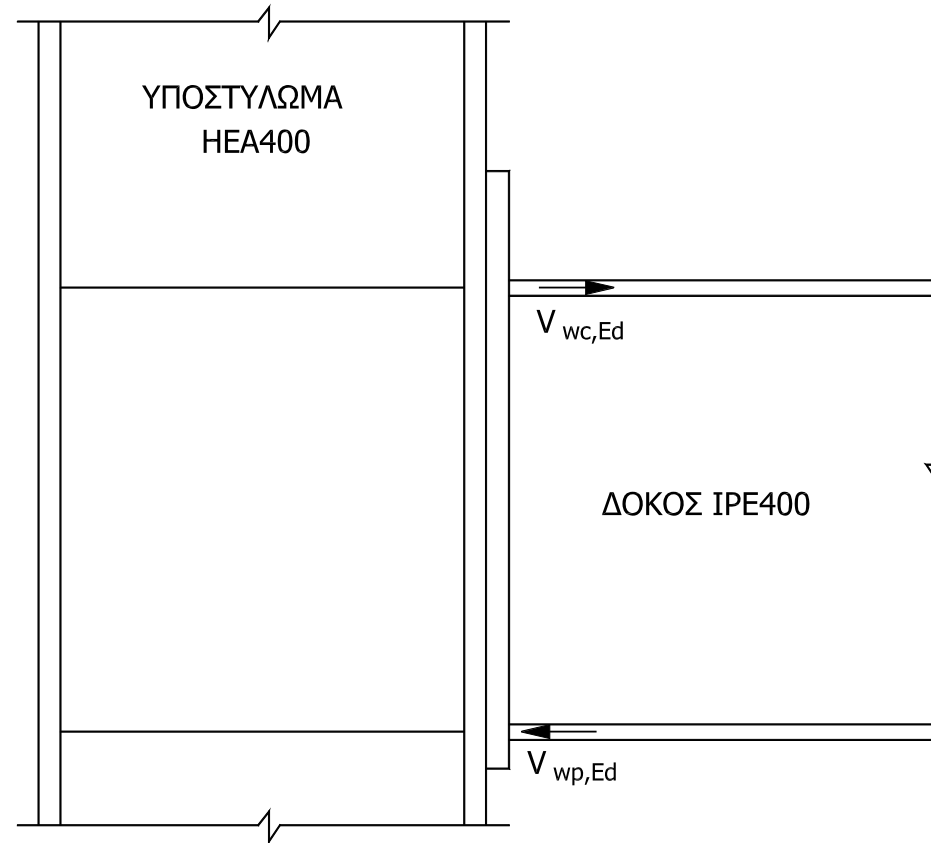
γ) Αστοχία των κοχλιών





Ε.Μ.Π.

Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση



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

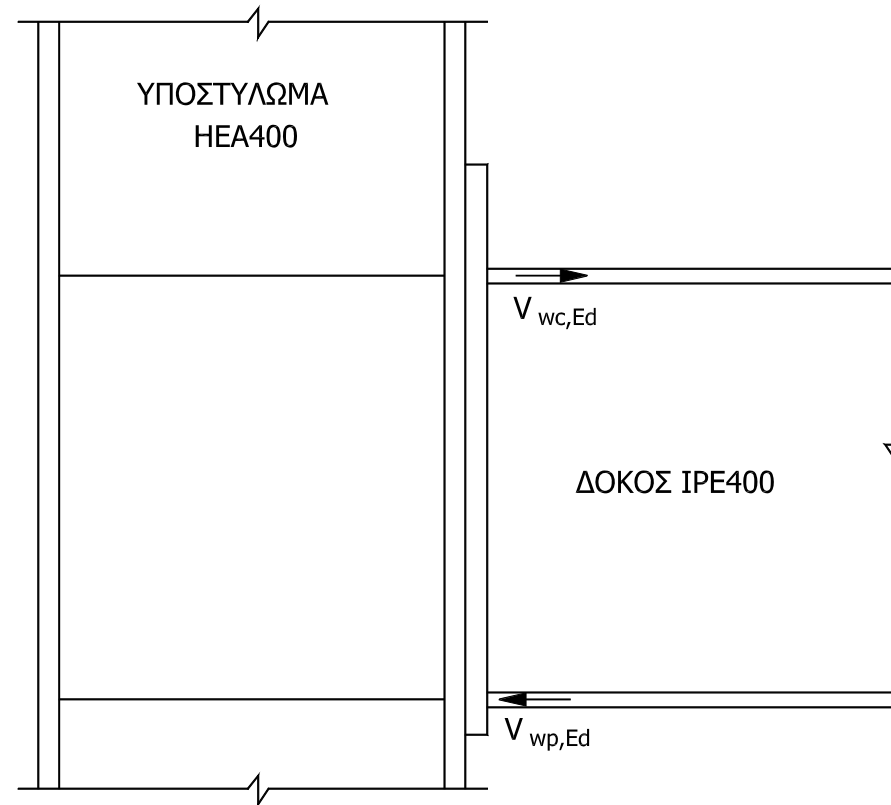
$$A_{vc} = A_c - 2 \times b_c \times t_{fc} + (t_{wc} + 2r_c) \times t_{fc}$$

ή από πίνακες προτύπων διατομών



Ε.Μ.Π.

Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση



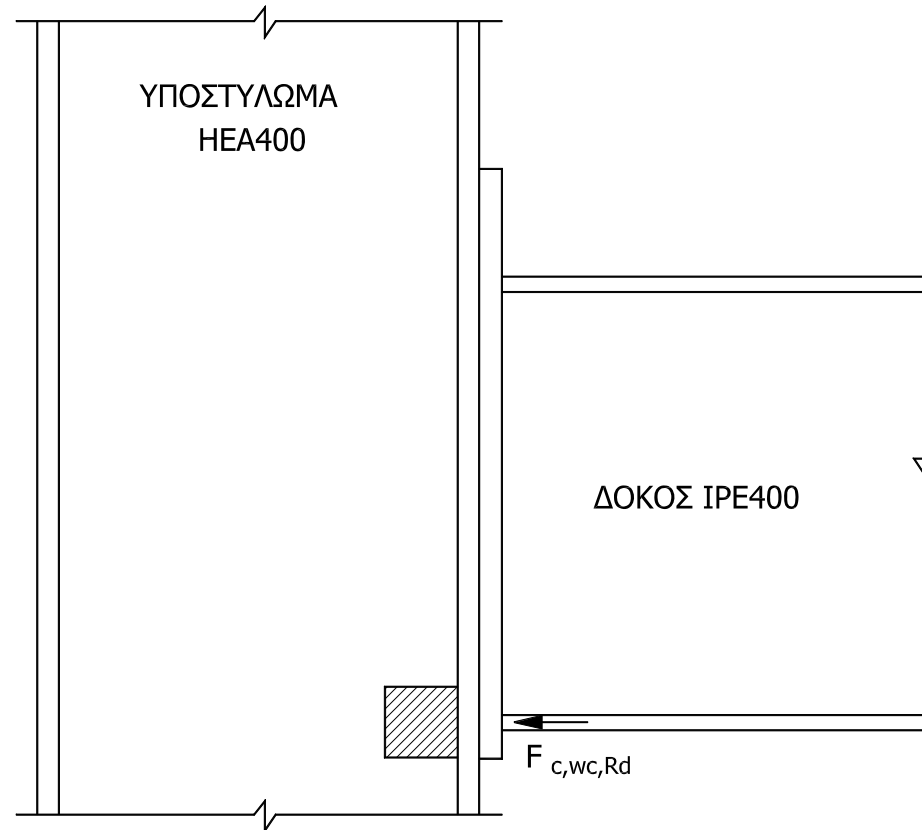
$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \times 57,33 \text{ cm}^2 \times 23,5 \text{ kN / cm}^2}{\sqrt{3} \times 1,0} = 700,05 \text{ kN}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη



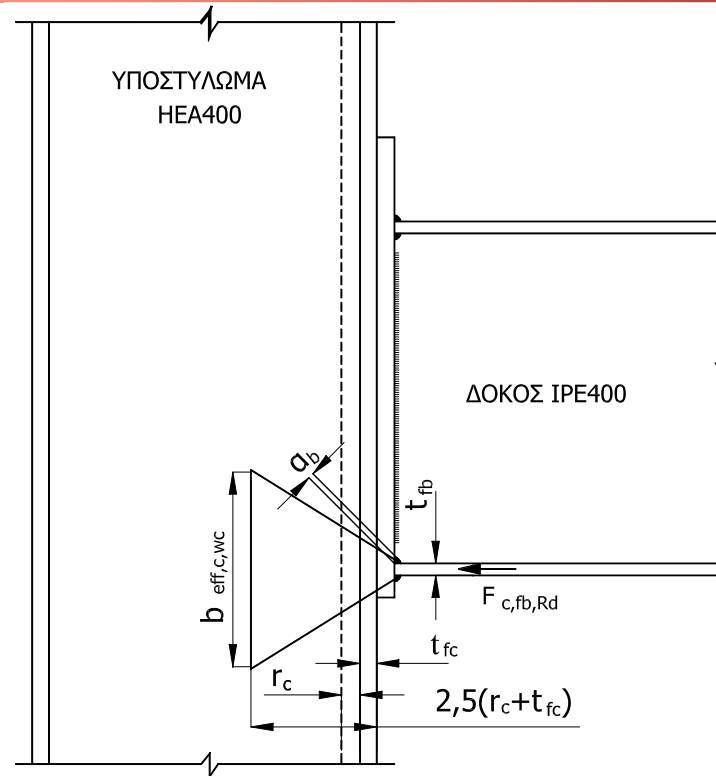
$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$$

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



Ε.Μ.Π.

Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη



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

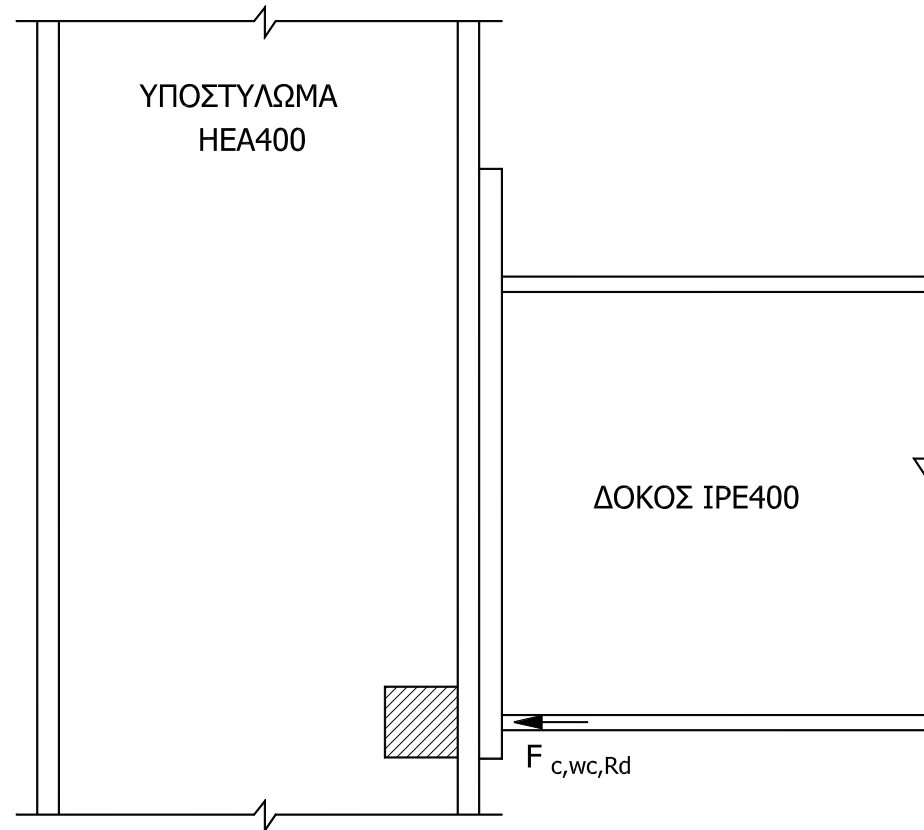
$$b_{\text{eff},c,wc} = 1,35\text{cm} + 2\sqrt{2} \times 0,6\text{cm} + 5 \times (1,9\text{cm} + 2,7\text{cm}) + 2 \times 2,5\text{cm} = 31,05\text{cm}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη



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

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



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός σε εγκάρσια θλίψη

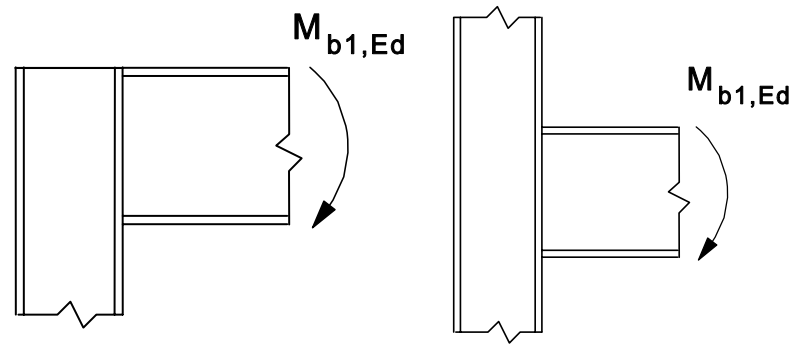
Παράμετρος μετασχηματισμού β	Μειωτικός συντελεστής ω
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2(1 - \beta)(1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1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

2010-2011



Ε.Μ.Π.

Κορμός σε εγκάρσια θλίψη

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

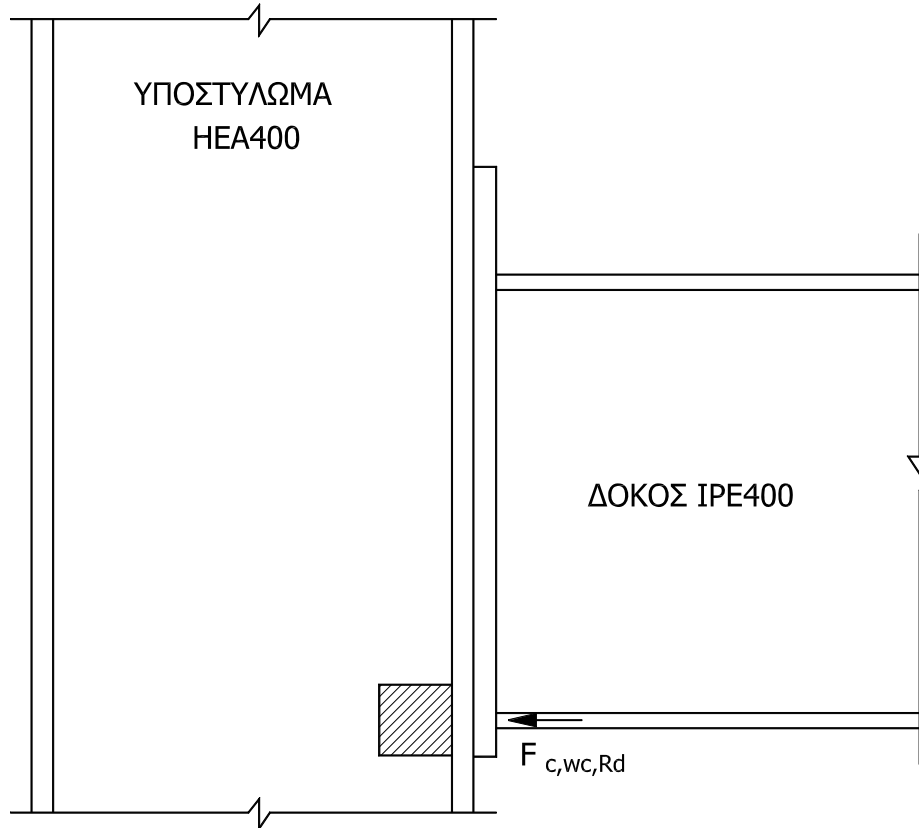
$$\omega = \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times \left(\frac{b_{\text{eff},c,wc} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times \left(\frac{31,05\text{cm} \times 1,1\text{cm}}{57,35\text{cm}^2} \right)^2}} = 0,827$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη



Γενικά $k_{wc}=1,0$

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

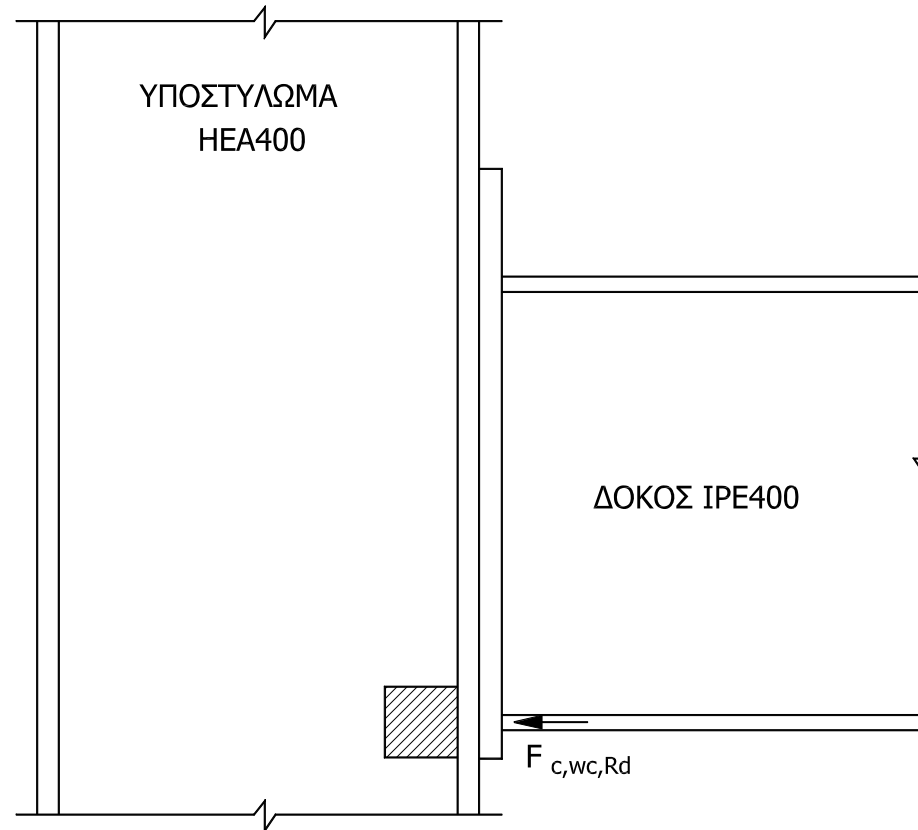
$$F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη



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

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



Ε.Μ.Π.

Κορμός σε εγκάρσια θλίψη

Μειωτικός συντελεστής ρ

$$\bar{\lambda}_p \leq 0,72 \Rightarrow \rho = 1,0$$

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

όπου

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



Ε.Μ.Π.

Κορμός σε εγκάρσια θλίψη

Μειωτικός συντελεστής ρ

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

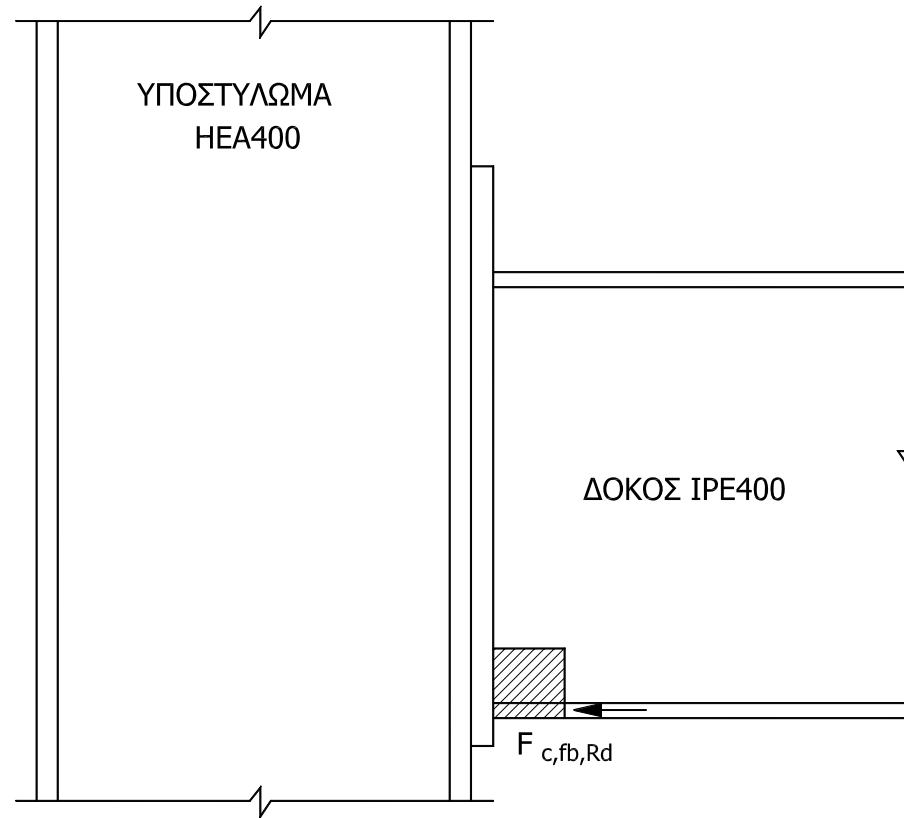
$$\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2) / \bar{\lambda}_p^2 = \frac{(0,862 - 0,2)}{0,862^2} = 0,89$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός σε εγκάρσια θλίψη



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

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



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη

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

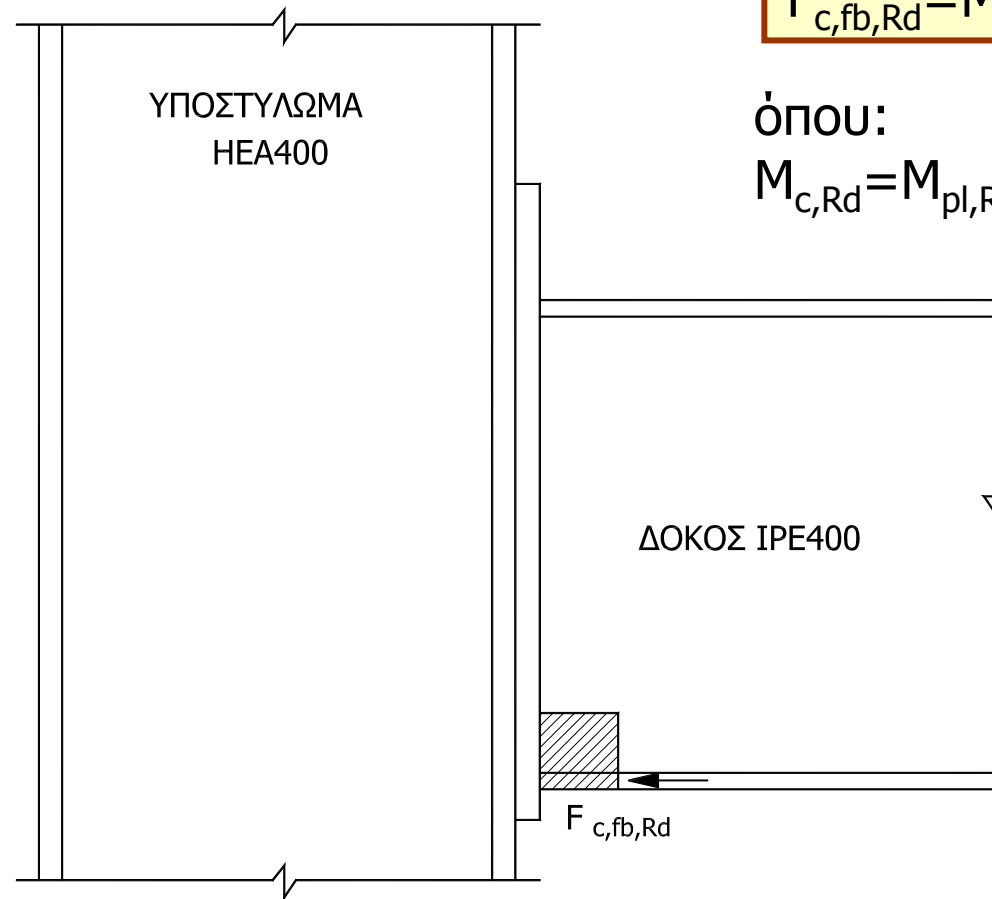
$$F_{c,wc,Rd} = \frac{0,827 \times 1,0 \times 0,89 \times 31,05 \text{ cm} \times 1,1 \text{ cm} \times 23,5 \text{ kN / cm}^2}{1,0} = 590,80 \text{ kN}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη



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

όπου:

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

2010-2011



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη

Αντοχή σε ροπή κάμψης

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

Έλεγχος επάρκειας κορμού και πέλματος δοκού σε θλίψη

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

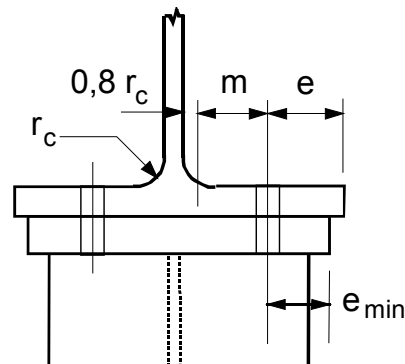


Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,cp}}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,nc}}$
Εσωτερική σειρά κοχλιών	$2\pi m$	$4m + 1,25e$
Ακραία σειρά κοχλιών	Το μικρότερο από: $2\pi m$ ή $\pi m + 2e_1$	Το μικρότερο από: $4m + 1,25e$ ή $2m + 0,625e + e_1$
Μηχανισμός 1	$\ell_{\text{eff,1}} = \ell_{\text{eff,nc}}$ αλλά $\ell_{\text{eff,1}} \leq \ell_{\text{eff,cp}}$	
Μηχανισμός 2	$\ell_{\text{eff,2}} = \ell_{\text{eff,nc}}$	



Αποστάσεις m και e για το υποστύλωμα
(με συγκολλητή μετωπική πλάκα
στενότερη από το πέλμα του
υποστυλώματος)



Ε.Μ.Π.

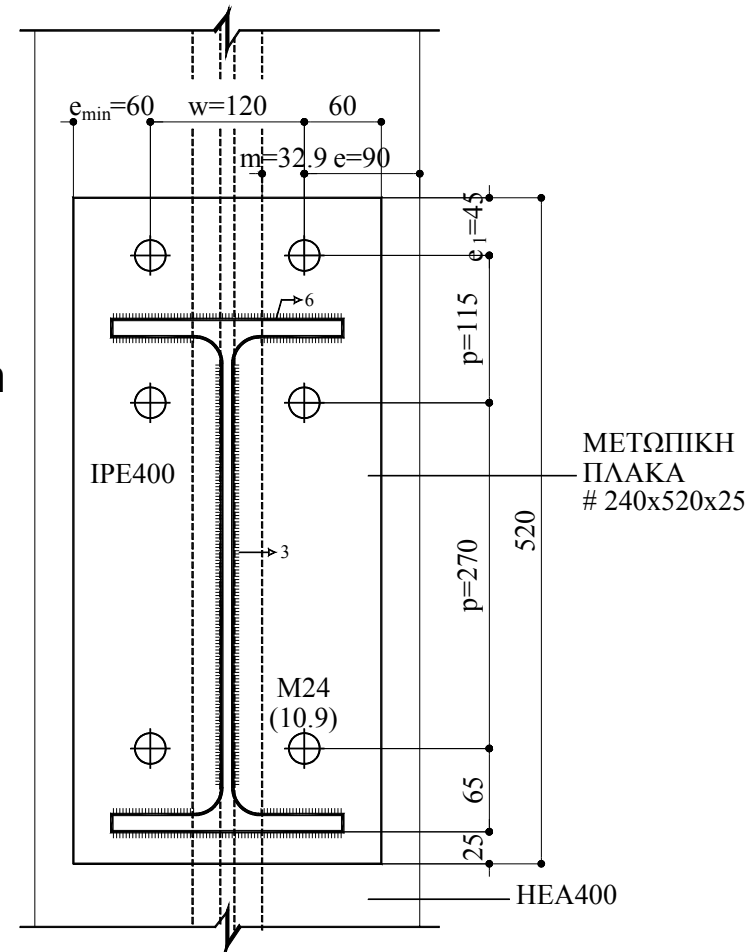
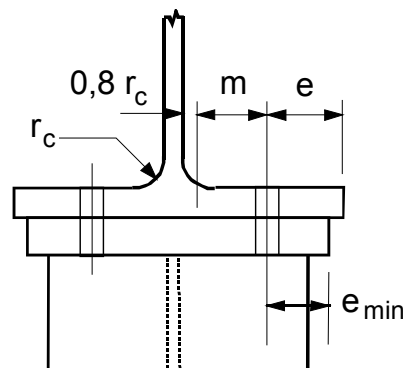
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

$e_1=45\text{mm}$ (η κατακόρυφη απόσταση από το άνω άκρο του πέλματος)
 $e_{\min}=60\text{mm}$ (η οριζόντια απόσταση του κοχλίου από το άκρο της πλάκας)

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

$$m = \frac{w - t_{wc}}{2} - 0,8r_c =$$
$$= \frac{120\text{mm} - 11\text{mm}}{2} - 0,8 \times 27\text{mm} = 32,90\text{mm}$$





Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 1: Αστοχία του πέλματος του βραχέως T (1^η σειρά κοχλιών)

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \frac{\sum I_{eff,1} t_f^2 f_y}{Y_{M0}}$$



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 1: Αστοχία του πέλματος του βραχέως T (1^η σειρά κοχλιών)

Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,cp}}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,nc}}$
Ακραία σειρά κοχλιών	Το μικρότερο από: $2\pi m$ ή $\pi m + 2e_1$	Το μικρότερο από: $4m + 1,25e$ ή $2m + 0,625e + e_1$
Μηχανισμός 1	$\ell_{\text{eff,1}} = \ell_{\text{eff,nc}}$ αλλά $\ell_{\text{eff,1}} \leq \ell_{\text{eff,cp}}$	

$$\begin{aligned}\ell_{\text{eff,cp}} &= \min\{2\pi m; \pi m + 2e_1\} = \\ &= \min\{2\pi \times 32,90\text{mm}; \pi \times 32,90\text{mm} + 2 \times 45\text{mm}\} = 193,3\text{mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\ell_{\text{eff,nc}} &= \min\{4m + 1,25e; 2m + 0,625e + e_1\} = \\ &= \min\{4 \times 32,90\text{mm} + 1,25 \times 90\text{mm}; 2 \times 32,90\text{mm} + 0,625 \times 90\text{mm} + 45\text{mm}\} = 167,05\text{mm}\end{aligned}$$

$$\ell_{\text{eff,1}} = \ell_{\text{eff,nc}} = 167,05\text{mm} \text{ και ισχύει } \ell_{\text{eff,1}} \leq \ell_{\text{eff,cp}} = 193,3\text{mm}$$



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 1: Αστοχία του πέλματος του βραχέως T (1^η σειρά κοχλιών)

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

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 1^η σειρά κοχλιών

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$$

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

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

A_s η ενεργός διατομή του κοχλίου και $k_2=0,90$



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 1^η σειρά κοχλιών

Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,cp}}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,nc}}$
Ακραία σειρά κοχλιών	Το μικρότερο από: $2\pi m$ ή $\pi m + 2e_1$	Το μικρότερο από: $4m + 1,25e$ ή $2m + 0,625e + e_1$
Μηχανισμός 2	$\ell_{\text{eff,2}} = \ell_{\text{eff,nc}}$	

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 1^η σειρά κοχλιών

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 1^η σειρά κοχλιών

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

A_s η ενεργός διατομή του κοχλία και $k_2=0,90$



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 1^η σειρά κοχλιών

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 3: Αστοχία των κοχλιών 1^η σειρά κοχλιών

$$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$$

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

Αντοχή 1^{ης} σειράς κοχλιών

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 1: Αστοχία του πέλματος του βραχέως T (2^η σειρά κοχλιών)

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 1: Αστοχία του πέλματος του βραχέως T (2^η σειρά κοχλιών)

Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,cp}}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,nc}}$
Εσωτερική σειρά κοχλιών	$2\pi m$	$4m + 1,25e$
Μηχανισμός 1	$\ell_{\text{eff,1}} = \ell_{\text{eff,nc}}$ αλλά $\ell_{\text{eff,1}} \leq \ell_{\text{eff,cp}}$	

$$\ell_{\text{eff,cp}} = 2\pi m = 2\pi \times 32,90\text{mm} = 206,7\text{mm}$$

$$\ell_{\text{eff,nc}} = 4m + 1,25e = 4 \times 32,90\text{mm} + 1,25 \times 90\text{mm} = 244,1\text{mm}$$

$$\ell_{\text{eff,1}} = \ell_{\text{eff,nc}} = 244,1\text{mm} \text{ αλλά θα πρέπει να ισχύει: } \ell_{\text{eff,1}} \leq \ell_{\text{eff,cp}} = 206,7\text{mm}$$
$$\text{άρα } \ell_{\text{eff,1}} = 206,7\text{mm}$$



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 1: Αστοχία του πέλματος του βραχέως T (2^η σειρά κοχλιών)

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 1: Αστοχία του πέλματος του βραχέως T (2^η σειρά κοχλιών)

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 2^η σειρά κοχλιών

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n\Sigma F_{t,Rd}}{m + n}$$

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

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

A_s η ενεργός διατομή του κοχλία και $k_2=0,90$



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 2^η σειρά κοχλιών

Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,cp}}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,nc}}$
Εσωτερική σειρά κοχλιών	$2\pi m$	$4m + 1,25e$
Μηχανισμός 2	$\ell_{\text{eff,2}} = \ell_{\text{eff,nc}}$	

$$\ell_{\text{eff,2}} = \ell_{\text{eff,nc}} = 244,1\text{mm}$$



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 2^η σειρά κοχλιών

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 2: Αστοχία των κοχλιών ταυτόχρονα με την αστοχία του πέλματος 2^η σειρά κοχλιών

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

Μηχανισμός 3: Αστοχία των κοχλιών 2^η σειρά κοχλιών

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

Αντοχή 2^{ης} σειράς κοχλιών

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



Ε.Μ.Π.

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη

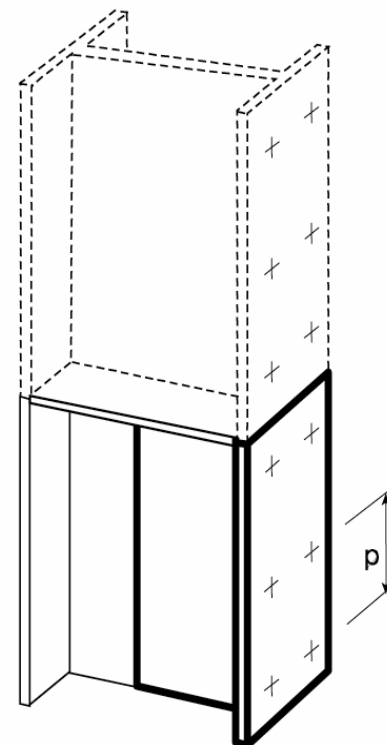
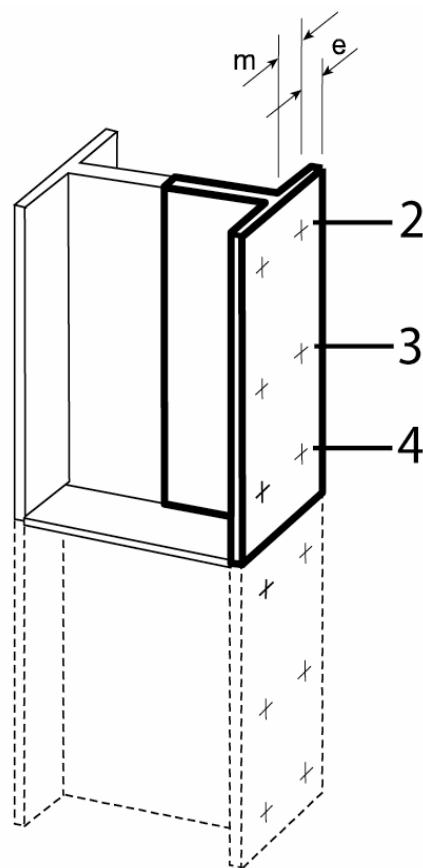
Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μέλος ομάδας σειρών κοχλιών	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,cp}}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,nc}}$
Εσωτερική σειρά κοχλιών	$2p$	p
Ακραία σειρά κοχλιών	Το μικρότερο από: $\pi m + p$ ή $2e_1 + p$	Το μικρότερο από: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Μηχανισμός 1	$\sum \ell_{\text{eff},1} = \sum \ell_{\text{eff,nc}}$ αλλά $\sum \ell_{\text{eff},1} \leq \sum \ell_{\text{eff,cp}}$	
Μηχανισμός 2	$\sum \ell_{\text{eff},2} = \sum \ell_{\text{eff,nc}}$	



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη



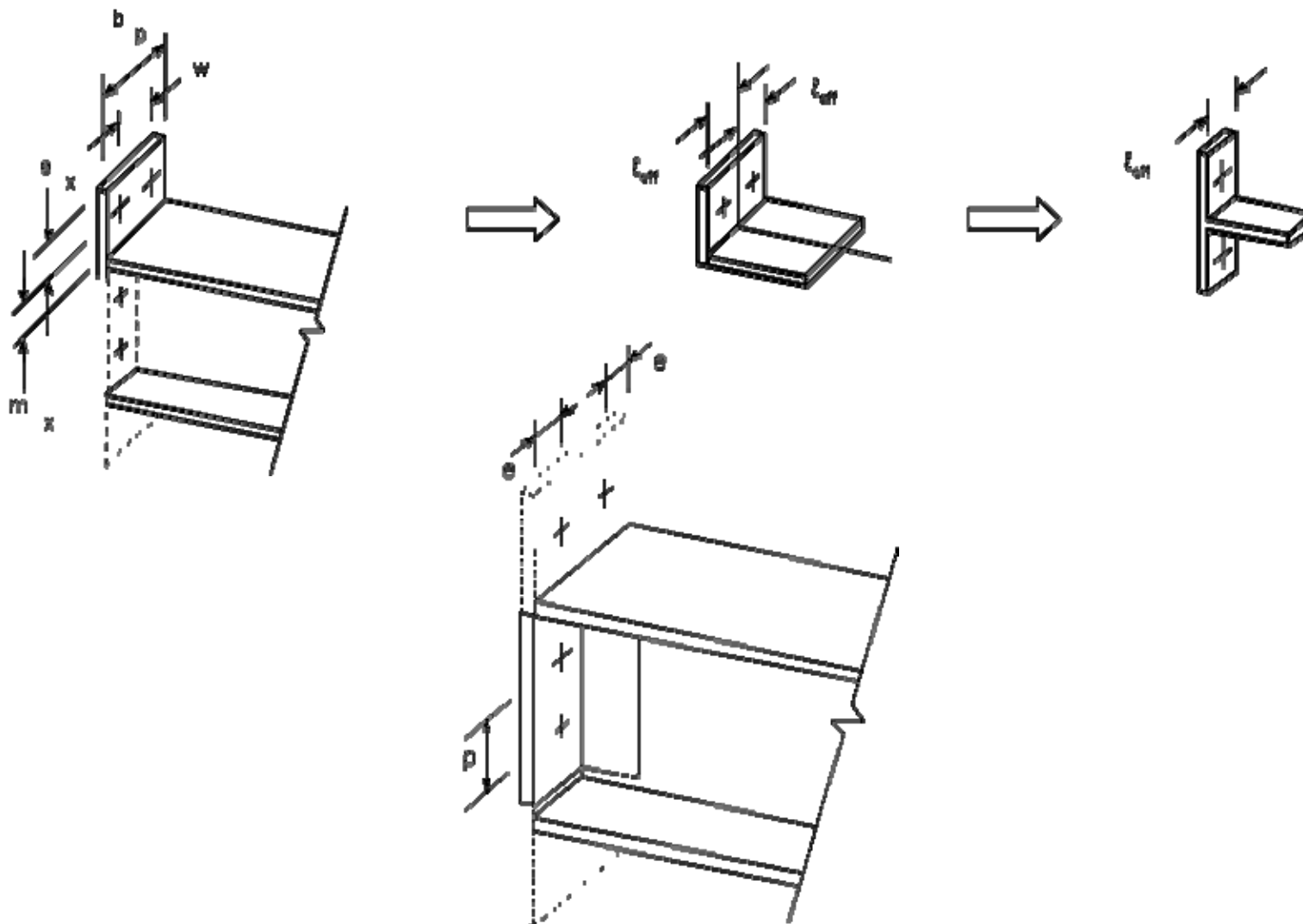
2010-2011



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Μετωπική πλάκα σε κάμψη



2010 - 2011



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

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

$r = 115\text{mm}$ (η κατακόρυφη απόσταση των κοχλιών)

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

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

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

m_x (η κατακόρυφη απόσταση κοχλία – άνω πέλματος δοκού)

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

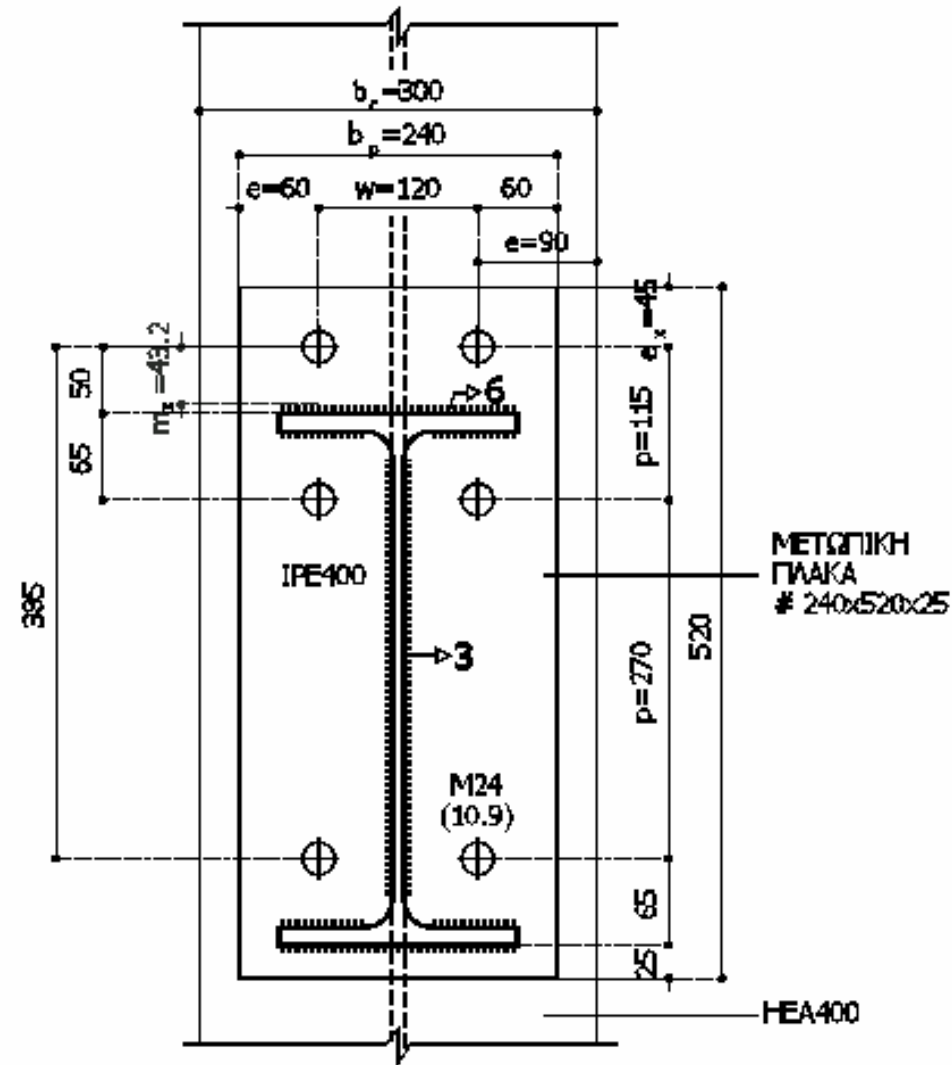
$$n = \min\{e_x ; 1,25 \times m_x\} = \min\{45\text{mm}; 1,25 \times 43,20\text{mm}\} = 45\text{mm}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Μετωπική πλάκα σε κάμψη





Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Θέση σειράς κοχλιών	Σειρά κοχλιών θεωρούμενη ως μεμονωμένη	
	Κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,cp}}$	Μη κυκλικές μορφές $\ell_{\text{eff,nc}}$
Σειρά κοχλιών εκτός εφελκυσμένου πέλματος δοκού	Το μικρότερο από: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	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	$2\pi m$	am
Άλλη εσωτερική σειρά κοχλιών	$2\pi m$	$4m + 1,25e$
Άλλη ακραία σειρά κοχλιών	$2\pi m$	$4m + 1,25e$
Μηχανισμός 1:	$\ell_{\text{eff},1} = \ell_{\text{eff,nc}}$ αλλά $\ell_{\text{eff},1} \leq \ell_{\text{eff,cp}}$	
Μηχανισμός 2:	$\ell_{\text{eff},2} = \ell_{\text{eff,nc}}$	



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Ενεργό μήκος (μεμονωμένοι κοχλίες εκτός εφελκυομένου πέλματος δοκού)

Κυκλικές μορφές

$$\begin{aligned} l_{\text{eff,cp}} &= \min\{2\pi m_x ; \pi m_x + w ; \pi m_x + 2e\} = \\ &= \min\{2\pi \times 43,21\text{mm} ; \pi \times 43,21\text{mm} + 120\text{mm} ; \pi \times 43,21\text{mm} \\ &+ 2 \times 60\text{mm}\} = \min\{271,5\text{mm} ; 255,75\text{mm} ; 255,75\text{mm}\} = 255,75\text{mm} \end{aligned}$$

Μη κυκλικές μορφές

$$\begin{aligned} l_{\text{eff,nc}} &= \min\{4m_x + 1,25e_x ; e + 2m_x + 0,625e_x ; 0,5b_p ; 0,5w + 2m_x + 0,625e_x\} = \\ &= \min\{4 \times 43,21\text{mm} + 1,25 \times 45\text{mm} ; 60\text{mm} + 2 \times 43,21\text{mm} + 0,625 \times 45\text{mm} ; \\ &0,5 \times 240\text{mm} ; 0,5 \times 120\text{mm} + 2 \times 43,21\text{mm} + 0,625 \times 45\text{mm}\} = \\ &= \min\{229,1\text{mm} ; 174,55\text{mm} ; 120\text{mm} ; 174,55\text{mm}\} = 120\text{mm} \end{aligned}$$



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Μηχανισμός 1

$\ell_{\text{eff},1} = \ell_{\text{eff},\text{nc}} = 120\text{mm}$ αλλά θα πρέπει να ισχύει $\ell_{\text{eff},1} \leq \ell_{\text{eff},\text{cp}} = 255,75\text{mm}$
άρα $\ell_{\text{eff},1} = 120,00\text{mm}$

Ροπή αντοχής

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

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

**Αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 1
(πλήρης διαρροή του πέλματος)**

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



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Μηχανισμός 2

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

Ροπή αντοχής

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

**Αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 2
(αστοχία κοχλία με διαρροή του πέλματος)**

$$F_{\text{T},2,\text{Rd}} = \frac{2M_{\text{pl},2,\text{Rd}} + n \sum F_{\text{t},\text{Rd}}}{m + n}$$

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



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Μηχανισμός 3

**Αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 3
(αστοχία κοχλία):**

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

**Αντοχή του βραχέος T μετωπικής πλάκας της πρώτης σειράς
κοχλιών**

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



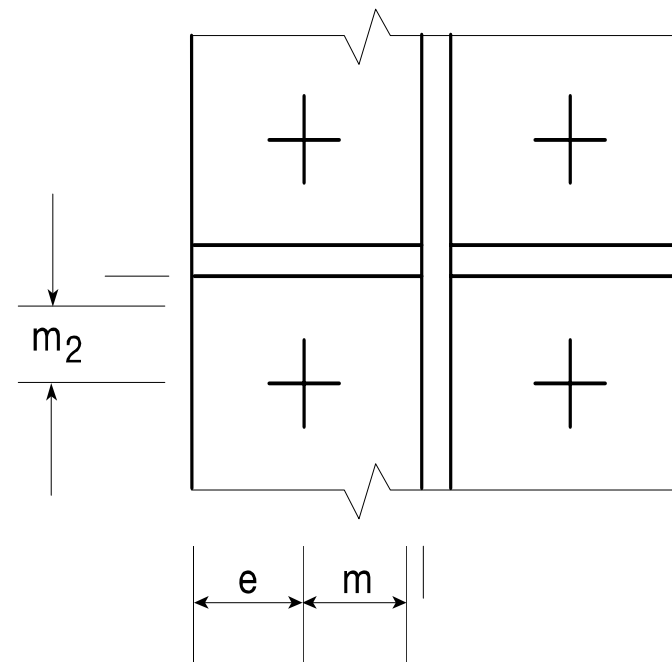
Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Δεύτερη σειρά κοχλιών (κάτω από το εφελκυόμενο πέλμα)

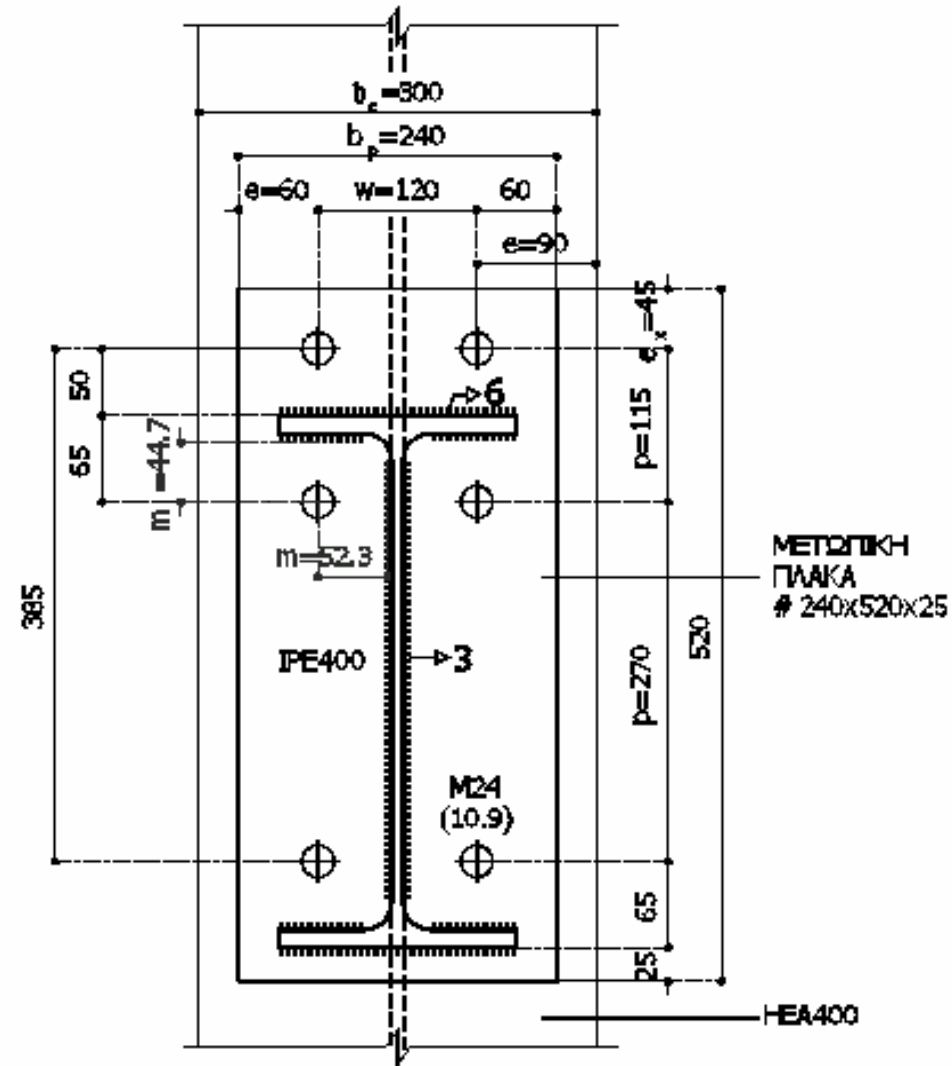
$$\lambda_1 = \frac{m}{m + e}$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m + e}$$





2010-2011





Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Δεύτερη σειρά κοχλιών (κάτω από το εφελκυσμένο πέλμα)

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

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

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

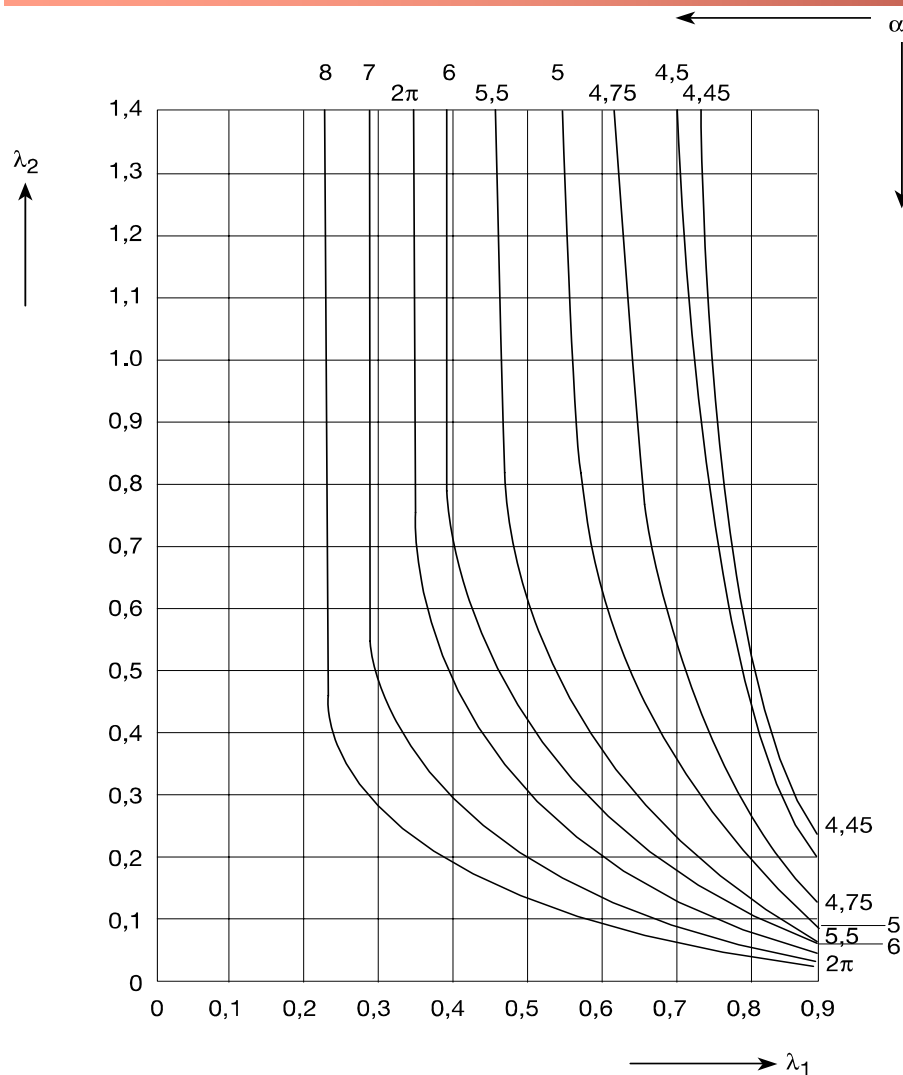
$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m_2 + e} = \frac{44,7\text{mm}}{44,7\text{mm} + 60\text{mm}} = 0,43$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Μετωπική πλάκα σε κάμψη



$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 0,47 \\ \lambda_2 &= 0,43 \\ \alpha &= 6,30\end{aligned}$$

2010-2011



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

$$n = \min\{e ; 1,25 \times m\} = \min\{60\text{mm} ; 1,25 \times 52,3\text{mm}\} = 60\text{mm}$$

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:

$$l_{\text{eff,nc}} = a m = 6,30 \times 52,3\text{mm} = 329,5\text{mm}$$



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Μηχανισμός 1

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

Ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 1

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

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

**Αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 1
(πλήρης διαρροή του πέλματος)**

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



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Μηχανισμός 2

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

Ροπή αντοχής για τον μηχανισμό 2

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

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



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 2
(αστοχία κοχλία με διαρροή του πέλματος)

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$$

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



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Μηχανισμός 3

**Αντοχή για μορφή αστοχίας σύμφωνα με τον μηχανισμό 3
(αστοχία κοχλία)**

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

**Αντοχή του βραχέος T της μετωπικής πλάκας της δεύτερης
σειράς κοχλιών**

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



Ε.Μ.Π.

Μετωπική πλάκα σε κάμψη

Πρώτη και δεύτερη σειρά κοχλιών

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

Τρίτη σειρά κοχλιών (κάτω από το εφελκυσμένο πέλμα)

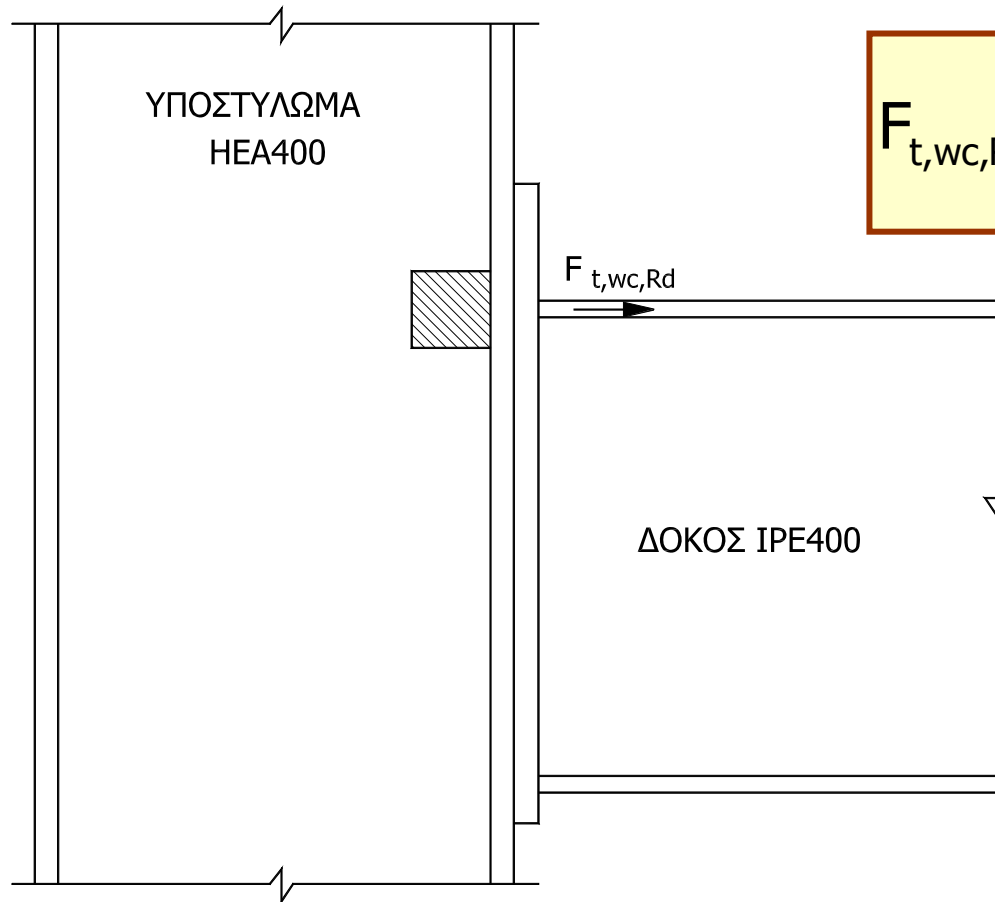
Η τρίτη σειρά κοχλιών θεωρούμε ότι δεν εφελκύεται επειδή βρίσκεται πολύ κοντά στο θλιβόμενο πέλμα, γι' αυτό και δεν υπολογίζουμε την αντοχή, αφού η δύναμη που παίρνει είναι πολύ μικρή.



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό



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

Για μία κοχλιωτή σύνδεση το ενεργό πλάτος $b_{eff,t,wc}$ λαμβάνεται ίσο με το ενεργό μήκος ενός ισοδύναμου βραχέος του που αντιστοιχεί στο πέλμα του υποστυλώματος



Ε.Μ.Π.

Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό

Πρώτη σειρά κοχλιών: $b_{\text{eff},t,wc} = l_{\text{eff},nc} = 167,05\text{mm}$

Αντοχή σχεδιασμού σε εγκάρσιο εφελκυσμό του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{0,827 \times 16,7\text{cm} \times 1,1\text{cm} \times 23,5\text{kN} / \text{cm}^2}{1,0} = 357,01\text{kN}$$



Ε.Μ.Π.

Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό

Δεύτερη σειρά κοχλιών: $b_{\text{eff},t,wc} = l_{\text{eff},cp} = 206,7\text{mm}$

Αντοχή σχεδιασμού σε εγκάρσιο εφελκυσμό του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{0,827 \times 20,7\text{cm} \times 1,1\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 442,52\text{kN}$$



Ε.Μ.Π.

Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό

Πρώτη και τη δεύτερη σειρά κοχλιών:

$$b_{\text{eff},t,wc} = l_{\text{eff},nc,1\text{σειρά}} + l_{\text{eff},nc,2\text{σειρά}} = 102,5\text{mm} + 192,5\text{mm} = 295\text{mm}$$

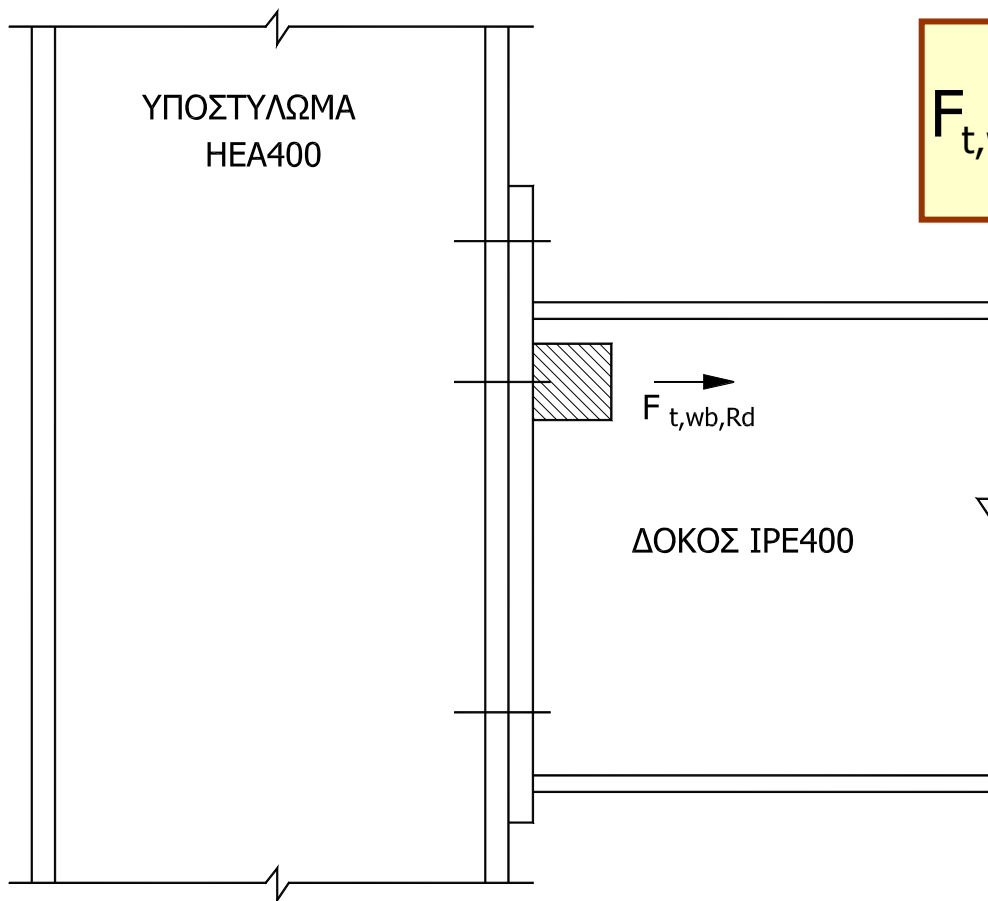
Αντοχή σχεδιασμού σε εγκάρσιο εφελκυσμό του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{0,827 \times 29,5\text{cm} \times 1,1\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{1,0} = 630,6\text{kN}$$



Ε.Μ.Π.

Κορμός δοκού σε εφελκυσμό



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

Το ενεργό πλάτος $b_{eff,t,wb}$ του κορμού της δοκού σε εφελκυσμό πρέπει να λαμβάνεται ίσο με το ενεργό μήκος ενός ισοδύναμου βραχέος ται που αντιστοιχεί στη μετωπική πλάκα σε κάμψη, για μία μεμονωμένη σειρά κοχλιών ή μια ομάδα κοχλιών.



Ε.Μ.Π.

Κορμός δοκού σε εφελκυσμό

Μόνο η δεύτερη σειρά κοχλιών εφελκύει τον κορμό της δοκού, επομένως:

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

Αντοχή σχεδιασμού σε εφελκυσμό του κορμού της δοκού

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



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Κορμός δοκού σε εφελκυσμό

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:

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



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Συνολικά αποτελέσματα

	1 ^η σειρά	2 ^η σειρά	1 ^η & 2 ^η σειρά	θλιβόμενο τμήμα
Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση				700,30kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη				590,80kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη				794,70kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη	378,1kN	422,2kN	733,8kN	
Μετωπική πλάκα σε κάμψη	359,2kN	478,1kN		
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό	357,0kN	442,52kN	630,6kN	
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό		664,1kN		
F_{T,min}	357,0kN			



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

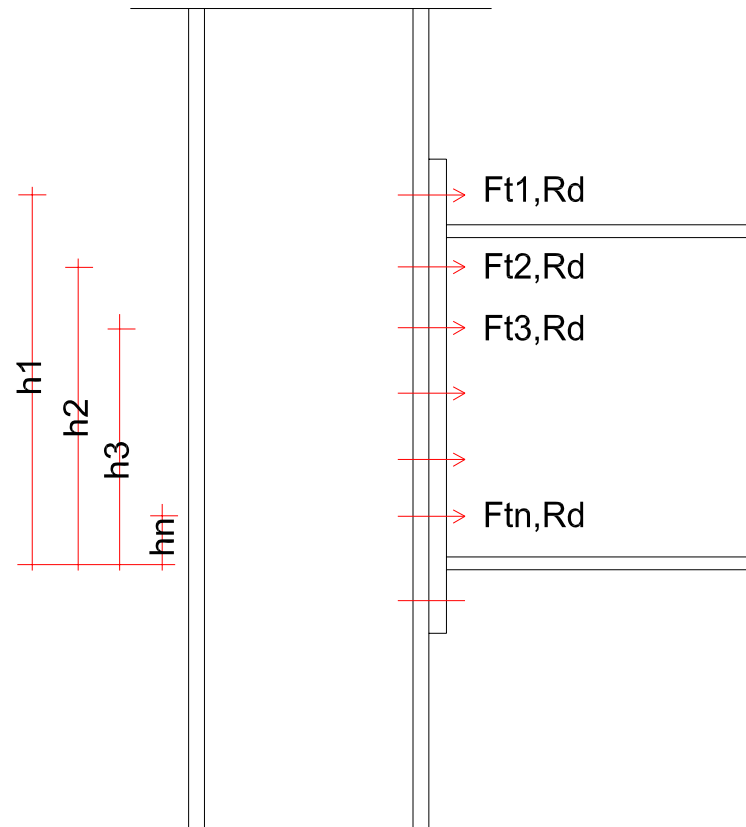
Συνολικά αποτελέσματα

	1 ^η σειρά	2 ^η σειρά	1 ^η & 2 ^η σειρά	θλιβόμενο τμήμα
Κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση		700,30-357,01 =343,29kN		700,30kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη		590,8-357,01 =233,79kN		590,80kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη		794,7-357,01 =437,69kN		794,70kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη	378,1kN	min {422,2kN; 733,8-378,1N}=355,7kN	733,8kN	
Μετωπική πλάκα σε κάμψη	359,2kN	478,1kN		
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό	357,0kN	min {442,52kN; 630,6-357,01}=273,59kN	630,6kN	
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό		664,1kN		
F_{T,min}	357,0kN	233,29kN		



Ε.Μ.Π.

Συνολικά αποτελέσματα



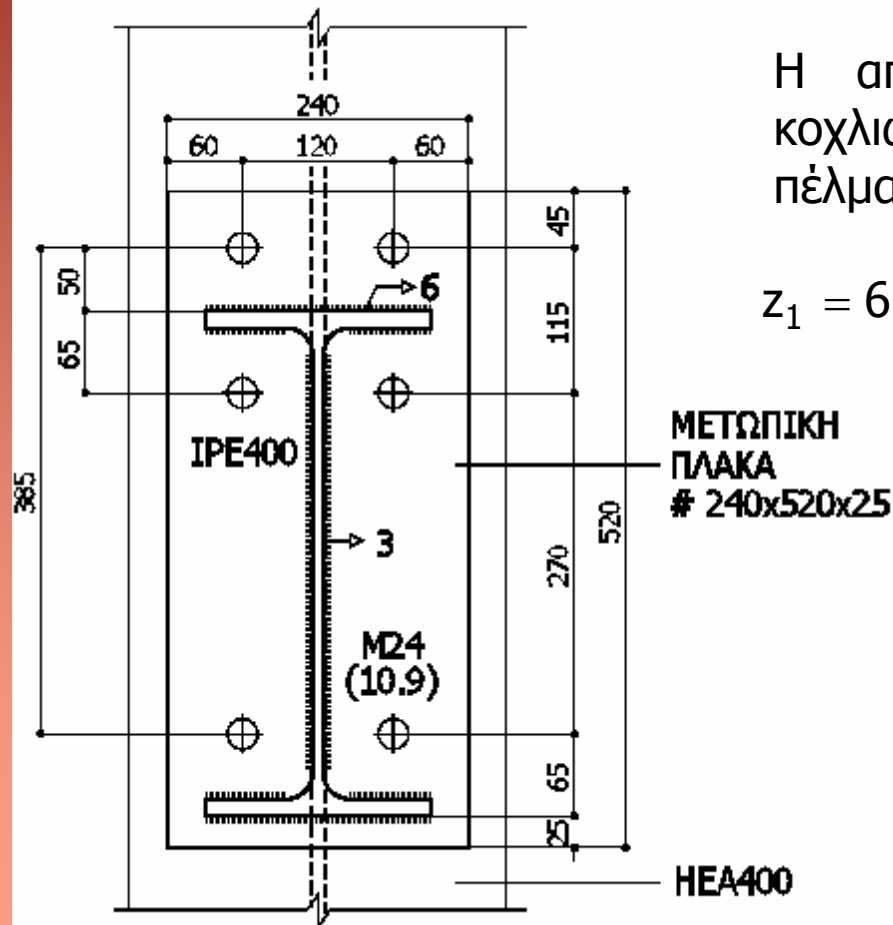
$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r \cdot F_{tr,Rd}$$



Ε.Μ.Π.

Συνολικά αποτελέσματα

Αντοχή κόμβου



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

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

$$z_1 = 443,25\text{mm}$$

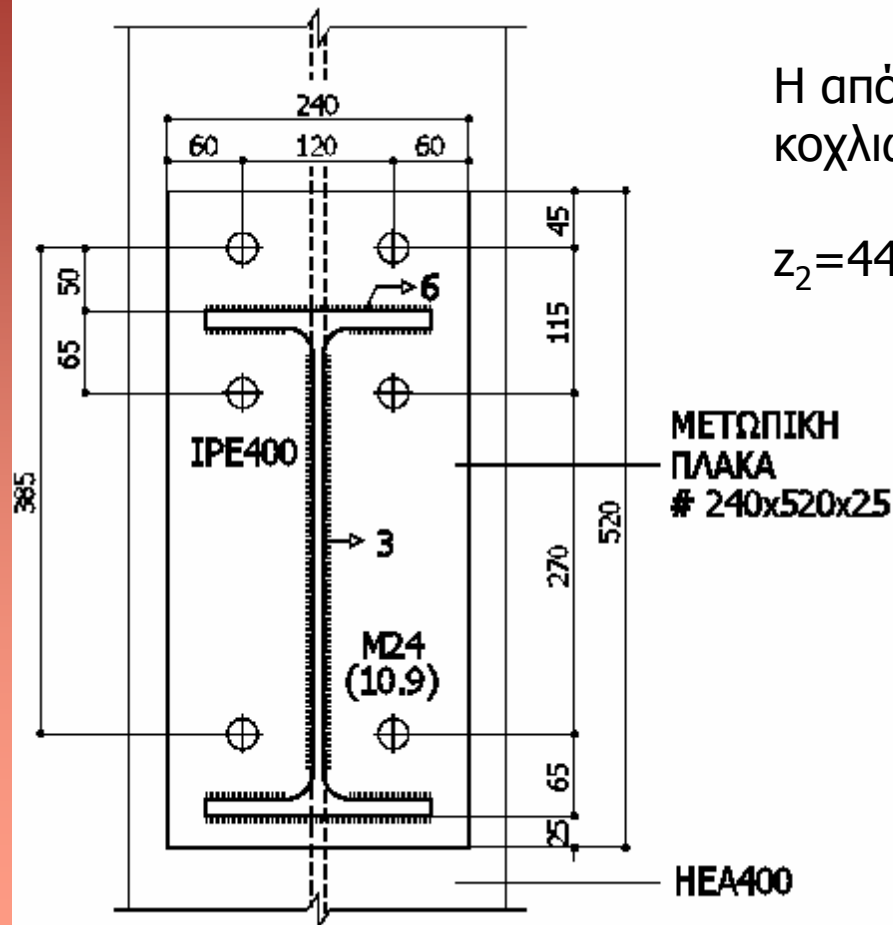


Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Συνολικά αποτελέσματα

Αντοχή κόμβου



Η απόσταση της δεύτερης σειράς κοχλιών από το κέντρο θλίψης είναι:

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



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Συνολικά αποτελέσματα

Αντοχή κόμβου

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

$$M_{B,Rd} = F_{1,Rd} z_1 + F_{2,Rd} z_2 =$$

$$357,01 \text{ kN} \times 44,325 \text{ cm} + 233,29 \text{ kN} \times 32,825 \text{ cm} = 23482,21 \text{ kNcm} = 235 \text{ kNm}$$

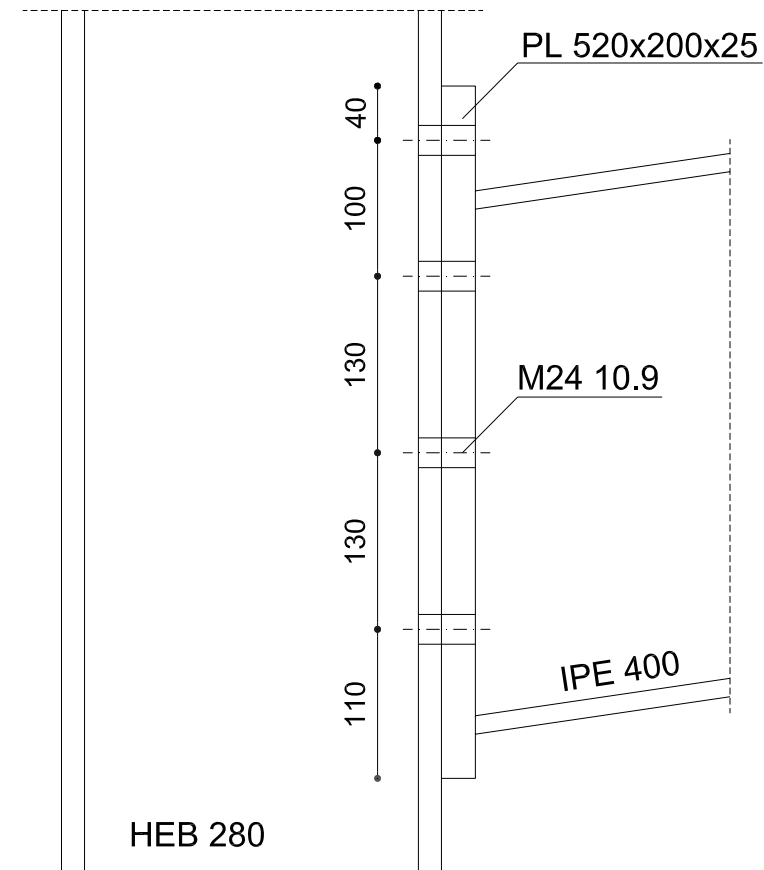
2010-2011



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Παράδειγμα



2010-2011



Ε.Μ.Π.

Παράδειγμα

Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd}(1)$	452,139 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd}(1)$	485,070 kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd}(1)$	716,422 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd}(1)$	315,091 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd}(1)$	349,433 kN
Τύποι αστοχίας.....	1
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd}(1)$	378,273 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd}(1)$	- kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 1.....	315,09 kN
Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd}(2)$	137,047 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd}(2)$	169,979 kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd}(2)$	401,331 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd}(2)$	71,667 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd}(2)$	138,056 kN
Τύποι αστοχίας.....	1
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd}(2)$	454,226 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd}(2)$	505,964 kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 2.....	71,67 kN
Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd}(3)$	65,381 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd}(3)$	98,312 kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd}(3)$	329,664 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd}(3)$	136,113 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd}(3)$	338,277 kN
Τύποι αστοχίας.....	1
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd}(3)$	427,916 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd}(3)$	440,193 kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 3.....	65,38 kN

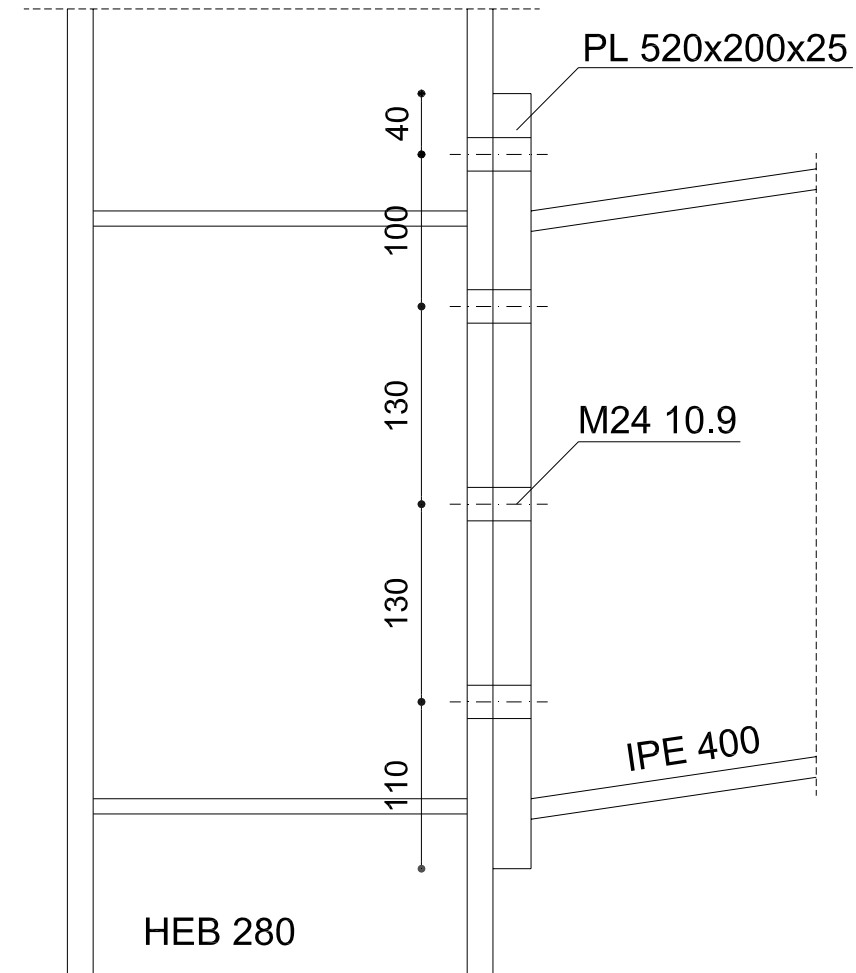
$$M_{j,Rd} = -175.83 \text{ kNm}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Παράδειγμα



2010-2011



Ε.Μ.Π.

Παράδειγμα

Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd(1)}$	486,134 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd(1)}$	- kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd(1)}$	716,422 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd(1)}$	375,011 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd(1)}$	379,047 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd(1)}$	378,273 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd(1)}$	- kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 1.....	375,01 kN
Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd(2)}$	111,124 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd(2)}$	- kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd(2)}$	341,411 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd(2)}$	375,011 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd(2)}$	379,047 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd(2)}$	454,226 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd(2)}$	505,964 kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 2.....	111,12 kN

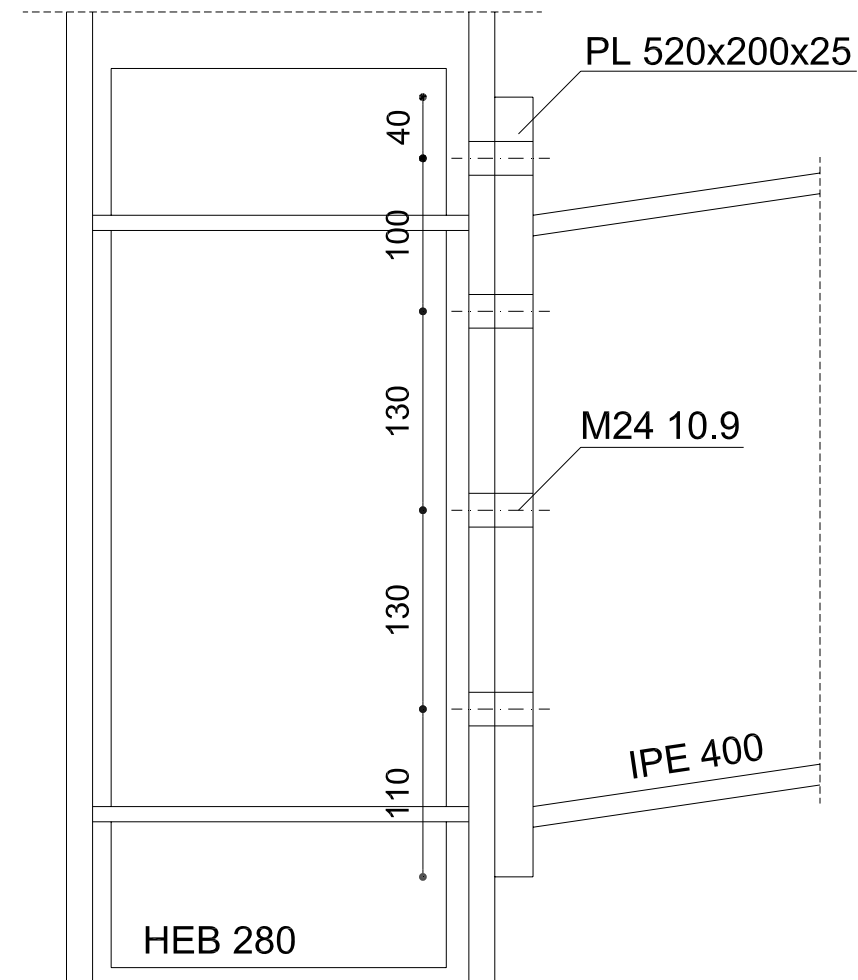
$$M_{j,Rd} = -201,11 \text{ kNm}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Παράδειγμα



2010-2011



Ε.Μ.Π.

Παράδειγμα

2010-2011

Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd}(1)$	590,998 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd}(1)$	- kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd}(1)$	716,422 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd}(1)$	507,461 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd}(1)$	379,047 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd}(1)$	378,273 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd}(1)$	- kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 1.....	378,27 kN
Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd}(2)$	212,725 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd}(2)$	- kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd}(2)$	338,149 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd}(2)$	507,461 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd}(2)$	379,047 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd}(2)$	454,226 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd}(2)$	505,964 kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 2.....	212,73 kN

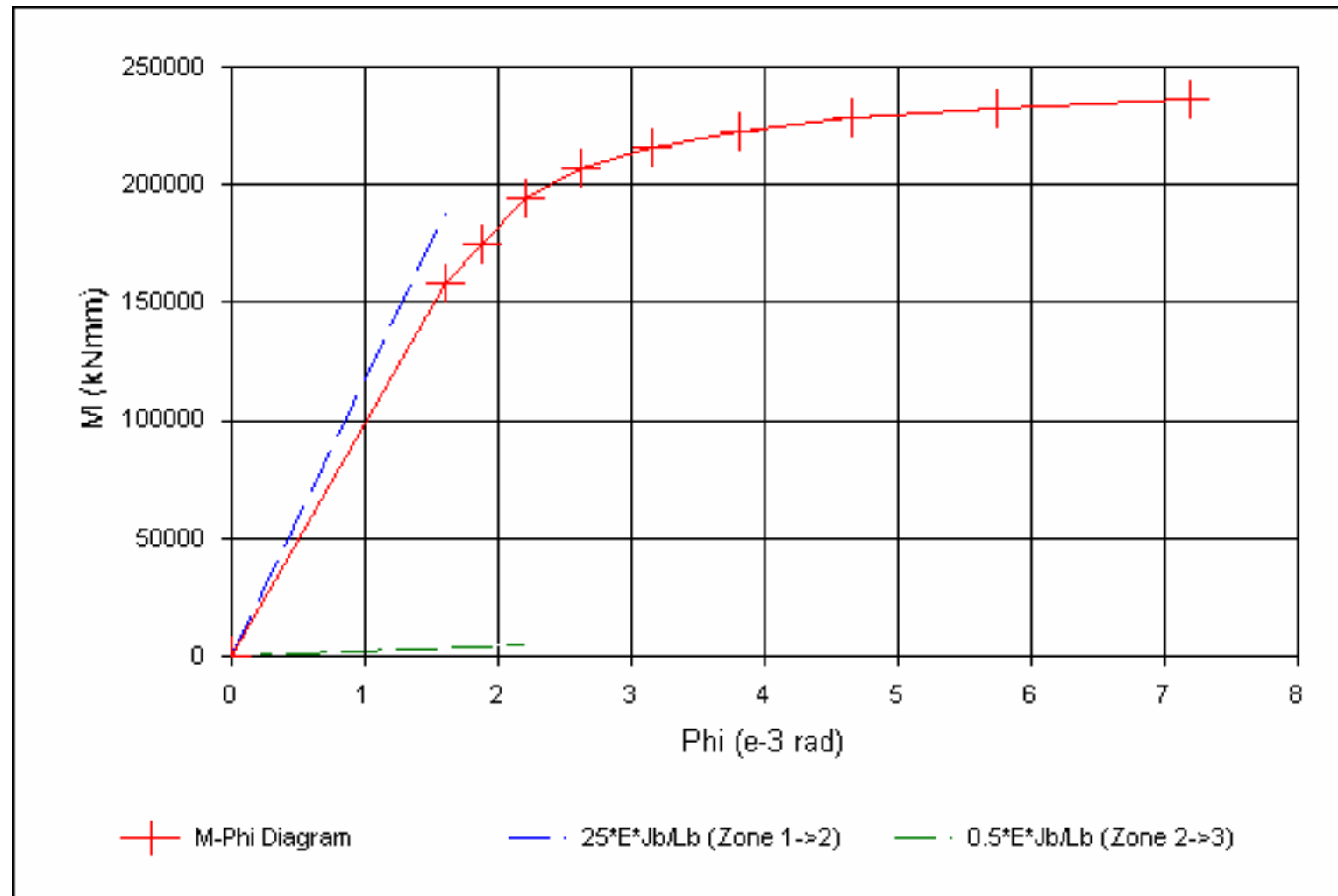
$$M_{j,Rd} = -236,73 \text{ kNm}$$



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Παράδειγμα

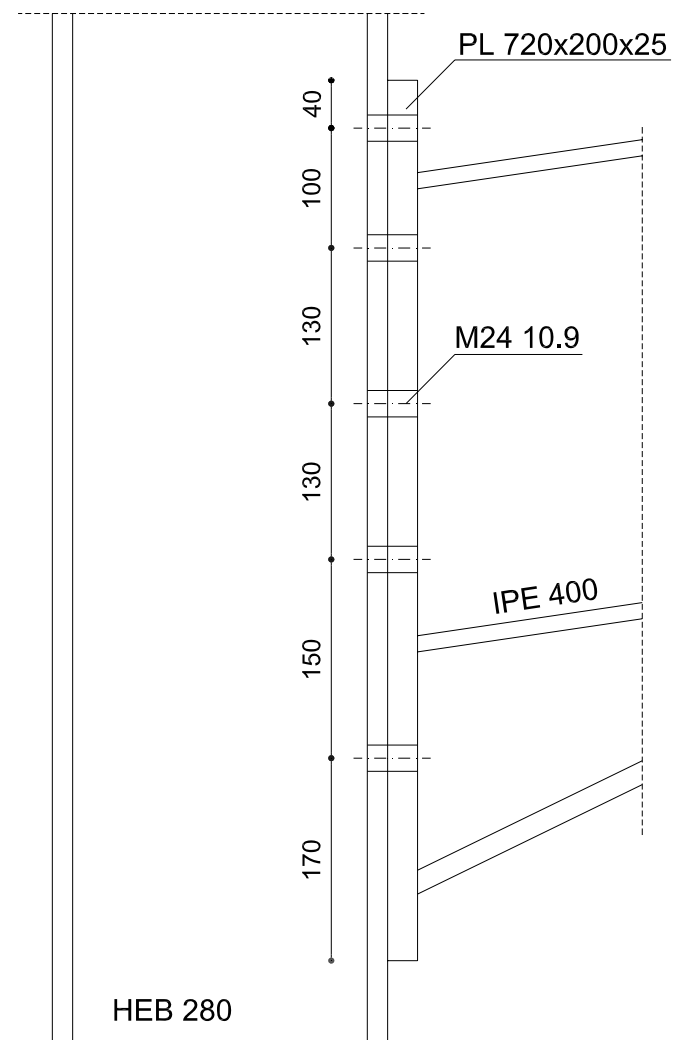




Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Παράδειγμα



ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΑΣΚΗΣΗ 11
ΚΟΜΒΟΣ ΔΟΚΟΥ - ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

2010-2011



Ε.Μ.Π.

Παράδειγμα

Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd(1)}$	452,139 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd(1)}$	485,070 kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd(1)}$	716,422 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd(1)}$	315,091 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd(1)}$	349,433 kN
Τύποι αστοχίας.....	1
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd(1)}$	378,273 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd(1)}$	- kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 1.....	315,09 kN
Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd(2)}$	137,047 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd(2)}$	169,979 kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd(2)}$	401,331 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd(2)}$	71,667 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd(2)}$	138,056 kN
Τύποι αστοχίας.....	1
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd(2)}$	454,226 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd(2)}$	505,964 kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 2.....	71,67 kN
Κορμός υποστυλώματος σε τέμνουσα $V_{wp,Rd(3)}$	65,381 kN
Κορμός υποστυλώματος σε θλίψη $F_{c,wc,Rd(3)}$	98,312 kN
Πέλμα και κορμός δοκού σε θλίψη $F_{c,fb,Rd(3)}$	329,664 kN
Κορμός υποστυλώματος σε εφελκυσμό $F_{t,wc,Rd(3)}$	136,113 kN
Πέλμα υποστυλώματος σε κάμψη $F_{t,fc,Rd(3)}$	338,277 kN
Τύποι αστοχίας.....	1
Μειωπική πλάκα σε κάμψη $F_{t,ep,Rd(3)}$	427,916 kN
Τύποι αστοχίας.....	2
Κορμός δοκού σε εφελκυσμό $F_{t,wb,Rd(3)}$	440,193 kN
Εφελκυστική αντοχή $F_{tr,Rd}$ σειράς κοχλιών 3.....	65,38 kN

$$M_{j,Rd} = -266,45 \text{ kNm}$$