

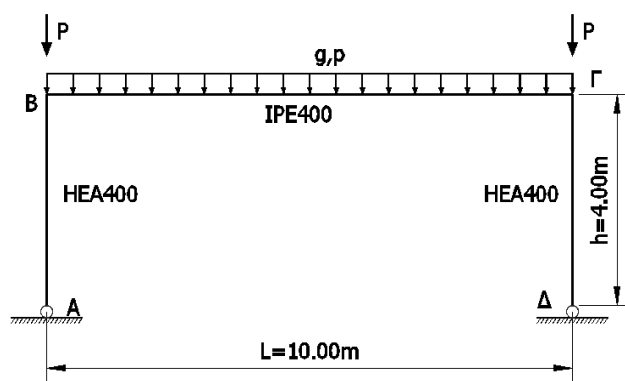
Άσκηση 11

Δίνεται το αμφιαρθρωτό πλαίσιο ΑΒΓΔ (σχ.1), από χάλυβα ποιότητας S235, το οποίο φέρει στο ζύγωμα μόνιμο ομοιόμορφο φορτίο $g=5,00\text{kN/m}$ και κινητό ομοιόμορφο φορτίο $p=4,00\text{kN/m}$ καθώς και δύο συγκεντρωμένα κινητά φορτία $P=200\text{kN}$ στους κόμβους Β και Γ. Τα υποστυλώματα των κυρίων φορέων είναι διατομής HEA400 και τα ζυγώματα διατομής IPE400.

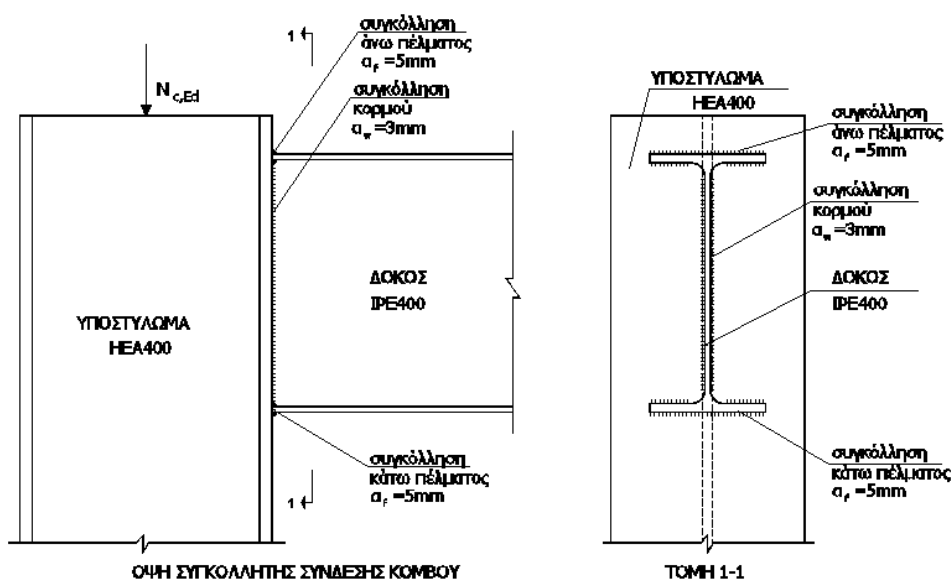
Ζητείται ο έλεγχος επάρκειας του κόμβου Β για συγκολλητή σύνδεση της δοκού στο υποστύλωμα μέσω εξωραφών πελμάτων και κορμού πάχους 5mm και 3mm αντιστοίχως (Σχήμα 2).

Δίνονται οι οριζόντιες αντιδράσεις Η στις στηρίξεις Α και Δ για ομοιόμορφο φορτίο ζυγώματος p :

$$H_A = H_D = \frac{pL^2}{4h(2k+3)} \quad \text{όπου} \quad k = \frac{I_{\text{δοκ}} h}{I_{\text{υπ}} L}$$



Σχήμα 1: Γεωμετρία πλαισίου



Σχήμα 2: Λεπτομέρεια συγκολλητού κόμβου

ΛΥΣΗ ΑΣΚΗΣΗΣ 11**1. ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ**

Συνολικό ομοιόμορφο φορτίο στο ζύγωμα:

$$q = 1,35 \times 5,00 \text{ kN/m} + 1,50 \times 4,00 \text{ kN/m} = 12,75 \text{ kN/m}$$

Υπολογισμός της οριζόντιας αντίδρασης του πλαισίου H:

$$k = \frac{I_{\text{δοκ}} h}{I_{\text{υπ}} L} = \frac{23130 \text{ cm}^4 \times 400 \text{ cm}}{45070 \text{ cm}^4 \times 1000 \text{ cm}} = 0,205$$

$$H_A = H_\Delta = \frac{qL^2}{4h(2k+3)} = \frac{0,1275 \text{ kN/cm} \times (1000 \text{ cm})^2}{4 \times 400 \text{ cm} \times (2 \times 0,205 + 3)} = 23,37 \text{ kN}$$

Τα εντατικά μεγέθη στον κόμβο είναι:

$$M_{B,Ed} = M_B = M_\Gamma = H_A \times h = 23,37 \text{ kN} \times 400 \text{ cm} = 9348 \text{ kNcm}$$

$$V_{b,Ed} = V_B = V_\Gamma = \frac{qL}{2} = \frac{0,1275 \text{ kN/cm} \times 1000 \text{ cm}}{2} = 63,75 \text{ kN}$$

Η αξονική δύναμη στο στύλο θα είναι:

$$N_{c,Ed} = 63,75 \text{ kN} + 1,50 \times 200 \text{ kN} = 363,75 \text{ kN}$$

1.1. Ανάλυση ροπής κάμψης σε ζεύγος δυνάμεων

Η ροπή κάμψης του κόμβου αναλύεται σε ένα ζεύγος δυνάμεων στα πέλματα της δοκού όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

$$M_{B,Ed} = F_{Ed} \cdot z = F_{Ed} = M_{B,Ed} / z$$

όπου z ο μοχλοβραχίονας των πελμάτων:

$$z = h_{IPE400} - t_{f,IPE400} = 400 \text{ mm} - 13,5 \text{ mm} = 386,5 \text{ mm} = 38,65 \text{ cm}$$

Επομένως:

$$F_{Ed} = M_{B,Ed} / z = 9348 \text{ kNcm} / 38,65 \text{ cm} = 241,86 \text{ kN}$$

2. ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Προσδιορίζουμε τις αντοχές των συστατικών μερών της σύνδεσης και ελέγχουμε την επάρκεια τους σε σχέση με τα αντίστοιχα εντατικά μεγέθη. Σε μία συγκολλητή σύνδεση δοκού υποστυλώματος τα προς έλεγχο συστατικά μέρη είναι:

α) Ο κορμός υποστυλώματος σε διάτμηση

β) Ο κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσια θλίψη

γ) Ο κορμός υποστυλώματος σε εγκάρσιο εφελκυσμό

δ) Το πέλμα και ο κορμός δοκού σε θλίψη

Επίσης θα πρέπει να ελεγχθεί η επάρκεια των συγκολλήσεων.

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

3. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

Η αντοχή σε διάτμηση μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος δίνεται από τη σχέση :

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

όπου

A_{vc} : η επιφάνεια διάτμησης του υποστυλώματος

$f_{y,wc}$: το όριο διαρροής του κορμού του υποστυλώματος

γ_{M0} : 1,00

Η παραπάνω σχέση ισχύει υπό την προϋπόθεση ότι η λυγνρότητα του κορμού του υποστυλώματος ικανοποιεί τον περιορισμό:

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

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

Συνεπώς η αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση του μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος είναι:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,90A_{vc}f_{y,wc}}{\sqrt{3}\gamma_{M0}} = \frac{0,9 \times 57,33\text{cm}^2 \times 23,5\text{kN/cm}^2}{\sqrt{3} \times 1,0} = 700\text{kN} > V_{wc,Ed} = 241,86\text{kN}$$

όπου $A_{vc} = 57,33\text{cm}^2$ η επιφάνεια διάτμησης του υποστυλώματος που δίνεται από πίνακες προτύπων διατομών.

4. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΘΛΙΨΗ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

Η αντοχή σε εγκάρσια θλίψη μη ενισχυμένου κορμού υποστυλώματος δίνεται από τις σχέσεις :

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

όπου

ω : μειωτικός συντελεστής για την αλληλεπίδραση με διάτμηση

k_{wc} : μειωτικός συντελεστής λόγω υπαρχουσών ορθών τάσεων κατά τη διαμήκη έννοια του κορμού.

ρ : μειωτικός συντελεστής λόγω πιθανής κύρτωσης του κορμού του υποστυλώματος

$b_{eff,c,wc}$: ενεργό πλάτος του κορμού του υποστυλώματος υπό θλίψη

t_p : το πάχος της μετωπικής πλάκας

t_{fb} : το πάχος του πέλματος της δοκού

a_b : το πάχος της συγκόλλησης των πελμάτων τις δοκού.

t_{fc} : το πάχος του πέλματος του υποστυλώματος

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

Υπολογισμός $b_{eff,c,wc}$

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) \Rightarrow b_{eff,c,wc} = 1,35\text{cm} + 2\sqrt{2} \times 0,5\text{cm} + 5 \times (1,9\text{cm} + 2,7\text{cm}) = 25,76\text{cm}$$

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή ω

Για μονόπλευρο κόμβο ισχύει $\beta=1$ και επομένως

$$\omega = \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times \left(\frac{b_{eff,c,wc} t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times \left(\frac{25,76\text{cm} \times 1,1\text{cm}}{57,33\text{cm}^2} \right)^2}} = 0,87$$

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή ρ

Η λυγνρότητα του κορμού του υποστυλώματος είναι:

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}} = 0,932 \sqrt{\frac{25,76\text{cm} \times 29,8\text{cm} \times 23,5\text{kN/cm}^2}{21000\text{kN/cm}^2 \times (1,1\text{cm})^2}} = 0,79 > 0,72$$

Ο μειωτικός συντελεστής ρ για λυγνρότητα $\bar{\lambda}_p > 0,72$ είναι:

$$\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2) / \bar{\lambda}_p^2 = \frac{(0,79 - 0,2)}{0,79^2} = 0,95$$

πολογισμός μειωτικού συντελεστή k_{wc}

Η μέγιστη θλιπτική τάση λόγω αξονικής δύναμης και καμπτικής ροπής στο υποστυλώμα δίπλα στην ακτίνα συναρμογής (βλ. Σχήμα Α3 – Παράρτημα Α) είναι:

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{N_{c,Ed}}{A_c} + \frac{M_{c,Ed}}{I_c} \times y = \frac{N_{c,Ed}}{A_c} + \frac{M_{c,Ed}}{I_c} \times \left(\frac{h_c}{2} - t_{fc} - r_c \right) \Rightarrow$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{363,75kN}{159cm^2} + \frac{9348kNcm}{45070cm^4} \times \left(\frac{39cm}{2} - 1,9cm - 2,7cm \right) = 5,38kN/cm^2$$

Ισχύει:

$$\sigma_{com,Ed} = 5,38kN/cm^2 < 0,7 f_{y,wc} = 0,7 \times 23,5kN/cm^2 = 16,45kN/cm^2$$

Επομένως $k_{wc} = 1,0$

(Ο μειωτικός συντελεστής k_{wc} σε περίπτωση προμελέτης του κόμβου, όπου αγνοούμε την ακριβή εντατική κατάσταση του φορέα, δύναται να λαμβάνεται ίσος με 1,0 και να επανεξετάζεται η απαίτηση απομείωσης στην φάση της οριστικής μελέτης αυτού.)

Η τελική αντοχή του κορμού του υποστυλώματος σε θλίψη είναι:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,90 \times 1,0 \times 25,76cm \times 1,1cm \times 23,5kN/cm^2}{1,0} = 599,31kN$$

αλλά θα πρέπει να ισχύει:

$$F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} = \frac{0,90 \times 1,0 \times 0,95 \times 25,76cm \times 1,1cm \times 23,5kN/cm^2}{1,0} = 569,34kN$$

Συνεπώς $F_{c,wc,Rd} = 569,34kN > F_c = 241,86kN$

5. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

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

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,90 \times 25,76cm \times 1,1cm \times 23,5kN/cm^2}{1,0} = 599,31kN > F_t = 241,86kN$$

όπου ω και $b_{eff,t,wc} = b_{eff,c,wc}$.

6. ΑΝΤΟΧΗ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΥ ΔΟΚΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ

6.1. Κατηγορία διατομής δοκού ΙΡΕ400

Η διατομή είναι **Κατηγορίας 1** συνεπώς μπορούμε να κάνουμε πλαστικό έλεγχο.

6.2. Έλεγχος απομείωσης της αντοχής σε ροπή κάμψης λόγω παρουσίας διάτμησης

Η αντοχή σε διάτμηση είναι:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 42,69cm^2 \frac{23,5kN/cm^2}{\sqrt{3} \cdot 1,00} = 579,21kN$$

Ισχύει:

$$V_{b,Ed} = 63,75kN < 0,5V_{pl,Rd} = 289,60kN$$

Επομένως δεν χρειάζεται απομείωση της αντοχής σε ροπή κάμψης λόγω διάτμησης.

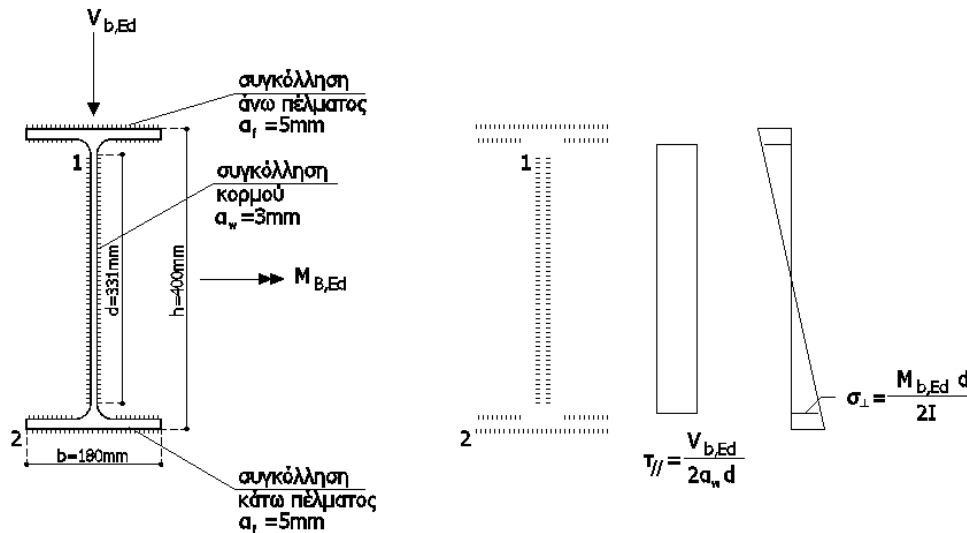
6.3. Αντοχή σχεδιασμού σε ροπή

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

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

6.4. Έλεγχος επάρκειας κορμού και πέλματος δοκού σε θλίψη

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd} / (h - t_{fb}) = 30714,5 \text{ kNcm} / (40 \text{ cm} - 1,35 \text{ cm}) = 794,68 \text{ kN} > F_{c,Ed} = 241,86 \text{ kN}$$

7. ΑΝΤΟΧΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ

Σχήμα 1: Γεωμετρία συγκόλλησης

7.1.1. Ροπή αδρανείας της συγκόλλησης

Η ροπή αδρανείας της συγκόλλησης θα είναι:

$$I = 2 \times \frac{1}{12} \times a_w \times d_b^3 + 2 \times a_f \times b \times \left(\frac{h}{2}\right)^2 + 2 \times a_f \times (b - t_{wb} - 2r_b) \times \left(\frac{h}{2} - t_{fb}\right)^2 =$$

$$= 2 \times \frac{1}{12} \times 0,3 \text{ cm} \times (33,1 \text{ cm})^3 + 2 \times 0,5 \text{ cm} \times 18 \text{ cm} \times \left(\frac{40 \text{ cm}}{2}\right)^2 + 2 \times 0,5 \times (18 \text{ cm} - 0,86 \text{ cm} - 2 \times 2,1 \text{ cm}) \times \left(\frac{40 \text{ cm}}{2} - 1,35 \text{ cm}\right)^2 =$$

$$= 13514,06 \text{ cm}^4$$

7.1.2. Τάση στη συγκόλληση κορμού

Η τέμνουσα δύναμη $V_{b,Ed}$ μεταβιβάζεται από τη δοκό στο υποστύλωμα μέσω της συγκόλλησης του κορμού της δοκού. Θεωρούμε ότι η συγκόλληση στον κορμό της δοκού έχει μήκος ίσο με το ευθύγραμμο τμήμα του κορμού. Η τάση που προκαλεί στη συγκόλληση η τέμνουσα δύναμη είναι διατμητική παράλληλη στον άξονα της συγκόλλησης και ίση με:

$$\tau_{//} = \frac{V_{b,Ed}}{2d_b a_w} = \frac{63,75 \text{ kN}}{2 \times 33,1 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm}} = 3,21 \text{ kN/cm}^2$$

7.1.3. Τάση στη συγκόλληση πέλματος

Η καμπτική ροπή $M_{b,Ed}$ προκαλεί τριγωνικό διάγραμμα ορθών τάσεων σ_{\perp} κάθετα στη ραφή. Στη θέση 1 που φαίνεται στο σχήμα 1 η ορθή τάση λόγω της καμπτικής ροπής θα είναι:

$$\sigma_{\perp,1} = \frac{M_{b,Ed} d_b}{2I} = \frac{9348 \text{ kNcm} \times 33,1 \text{ cm}}{2 \times 13514,06 \text{ cm}^4} = 11,45 \text{ kN/cm}^2$$

ενώ στη θέση 2 θα είναι:

$$\sigma_{\perp,2} = \frac{M_{b,Ed} h_b}{2I} = \frac{9348 \text{ kNcm} \times 40 \text{ cm}}{2 \times 13514,06 \text{ cm}^4} = 13,18 \text{ kN/cm}^2$$

7.1.4. Αντοχή συγκολλήσεων

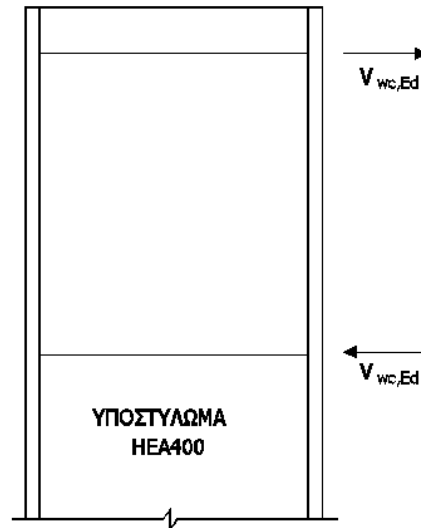
Ισχύει:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\perp,2} = 13,18 \text{ kN/cm}^2 < \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{36,0 \text{ kN/cm}^2}{1,25} = 28,80 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sqrt{(\sigma_{\perp,1})^2 + (\tau_{//})^2} = \sqrt{(11,41 \text{ kN/cm}^2)^2 + (3,21 \text{ kN/cm}^2)^2} = 11,85 \text{ kN/cm}^2 < \frac{f_u}{\sqrt{3}\beta_w\gamma_{M2}} = \frac{36,0 \text{ kN/cm}^2}{\sqrt{3} \times 0,8 \times 1,25} = 20,78 \text{ kN/cm}^2$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Α.1. ΚΟΡΜΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ



Σχήμα Α1: Διάτμηση κορμού υποστυλώματος

Οι μέθοδοι σχεδιασμού που θα ακολουθήσουν ισχύουν με την προϋπόθεση ότι η λυγηρότητα του κορμού του υποστυλώματος ικανοποιεί τον περιορισμό:

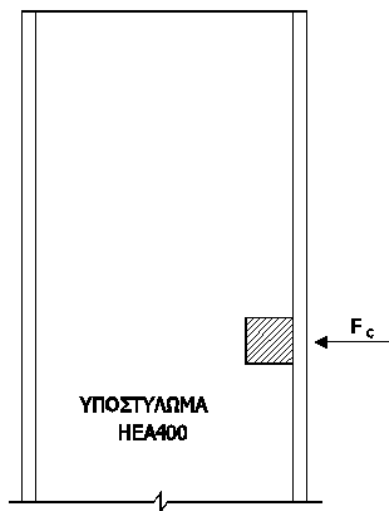
$$\frac{d}{t_w} < 69\epsilon \quad \text{όπου} \quad \epsilon = \sqrt{235/f_y} = 1$$

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
 γ_{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:

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

όπου

ω : μειωτικός συντελεστής για την αλληλεπίδραση με διάτμηση που εξαρτάται από την παράμετρο μετασχηματισμού β

k_{wc} : μειωτικός συντελεστής

ρ : 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

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

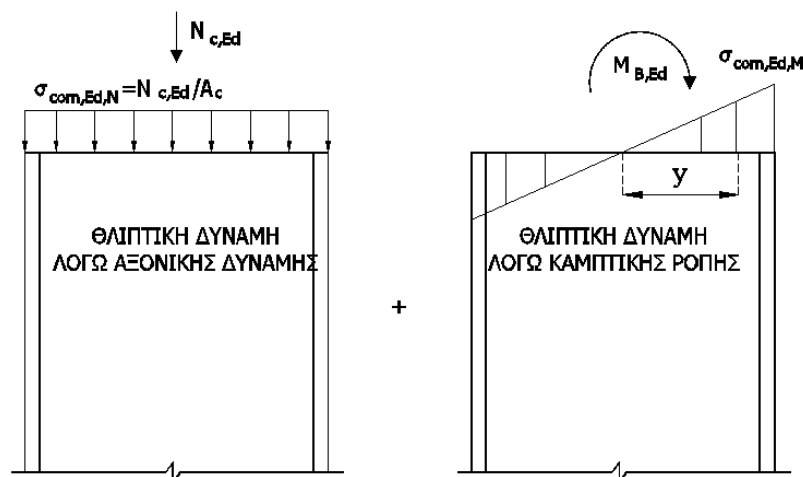
Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή k_{wc}

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:

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

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

(Ο μειωτικός συντελεστής k_{wc} σε προκαταρκτικούς υπολογισμούς, όπου η διαμήκης τάση είναι άγνωστη, μπορεί να ληφθεί ίσος με 1,0 και δεν απαιτείται μείωση.)



Σχήμα Α3: Μέγιστη θλιπτική τάση

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή ρ

Ο μειωτικός συντελεστής ρ 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:

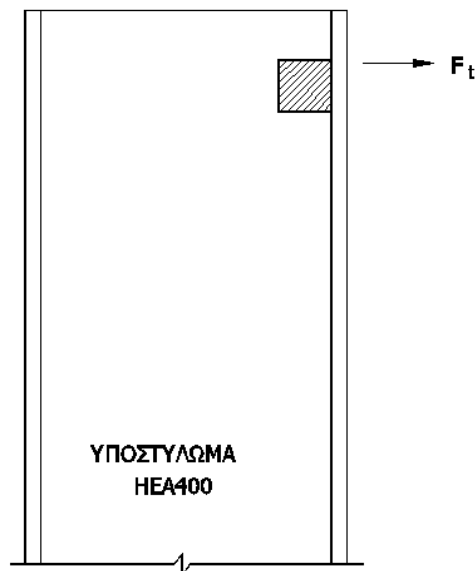
$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{\text{eff},c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}}$$

Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή ω Πίνακας Α1: Προσεγγιστικές τιμές της παραμέτρου μετασχηματισμού β

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

Πίνακας Α2: Μειωτικός συντελεστής ω για την αλληλεπίδραση με διάτμηση

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	

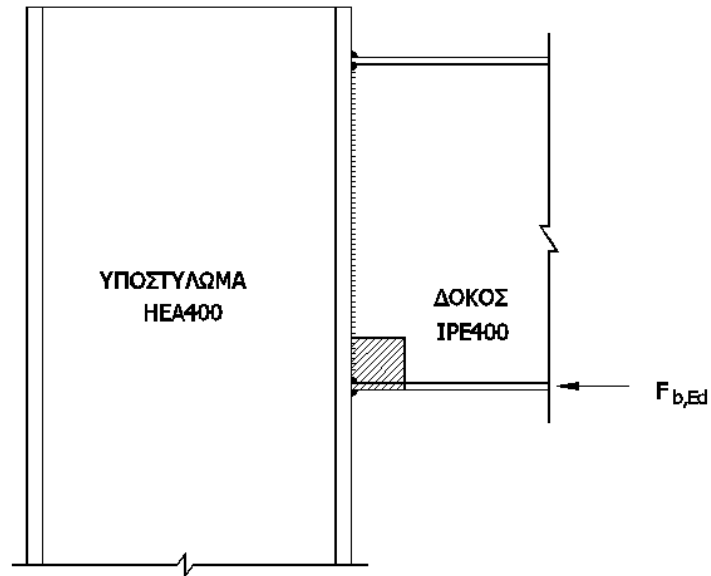
Α.3. ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ ΚΟΡΜΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

Σχήμα Α4: Εγκάρσιος εφελκυσμός κορμού υποστυλώματος

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

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{\text{eff},t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{όπου} \quad b_{\text{eff},t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s)$$

Α.3. ΠΕΛΜΑ ΚΑΙ ΚΟΡΜΟΣ ΔΟΚΟΥ ΣΕ ΘΛΙΨΗ



Σχήμα Α5: 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.