Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΙ ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ - 13/02/2013

ΘΕΜΑ 1ο

Δίνεται υποστύλωμα ύψους 8m με άρθρωση στον πόδα και κύλιση στη κεφαλή διατομής HEB320 (θερμής έλασης Fe 430) στο οποίο ασκούνται μια ροπή σχεδιασμού στον πόδα $M_{1,y,sd}$=250kNm, μια ροπή σχεδιασμού, $M_{2,y,sd}$=100kNm στην κεφαλή, ένα ομοιόμορφο κατανεμημένο φορτίο $q_{z,sd}$=20kN/m καθώς και μια θλιπτική δύναμη σχεδιασμού N_{sd}=550kN(δίνεται M_{cr}=2190,75kNm)

Ζητείται να:

a) Σχεδιαστούν τα διαγράμματα ροπών, τεμνουσών και αξονικών δυνάμεων.
b) Πραγματοποιηθούν όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι επάρκειας.

Λύση:

a) Βρίσκω τις ροπές στα στηρίγματα Α και Β και στη συνέχεια αφού υπολογίσω τις τέμνουσες βρίσκω και την μέγιστη ροπή στο άνοιγμα.

- M_A=250kNm
- M_B=100kNm

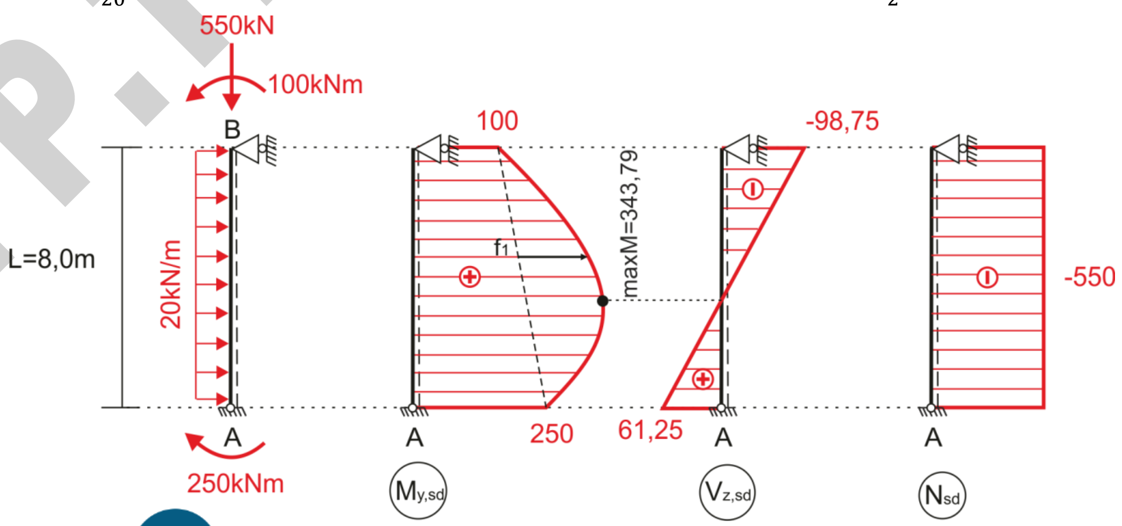
Βρίσκω τις τέμνουσες στα χαρακτηριστικά σημεία του φορέα.

- $Q_{AB}=\frac{100-250}{8}+\frac{20*8}{2} \Rightarrow Q_{AB}=61{,}25kN$
- $Q_{BA}=\frac{100-250}{8}-\frac{20*8}{2} \Rightarrow Q_{BA}=-98{,}75kN$

Εύρεση μέγιστης ροπής ανοίγματος:

Η μέγιστη ροπή θα βρίσκεται σε απόσταση x από το A:

$x=\frac{61{,}25}{20} \Rightarrow x=3{,}0625m \rightarrow$ και άρα $maxM_{AB}=250+61{,}25*3{,}0625-20\frac{3{,}0625^2}{2}=343{,}79kNm$



b) ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

$h=32cm$ $W_{el,y}=1930cm^3$

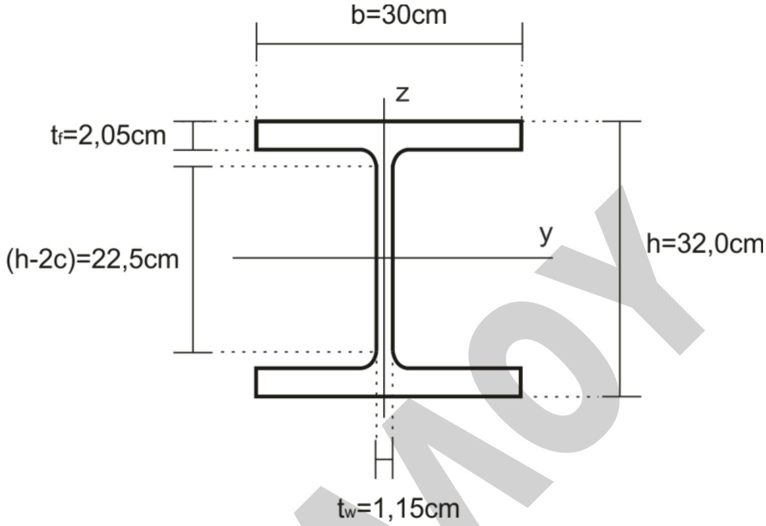
$b=30cm$ $W_{el,z}=616cm^3$

$t_w=1{,}15cm$ $W_{pl,y}=2149cm^3$

$t_f=2{,}05cm$ $h-2c=22{,}5cm^2$

$A=161cm^2$ $r=2{,}7cm$

$i_y=13{,}8cm$ $i_z=7{,}57cm$



Για ποιότητα χάλυβα Fe 430 και $t_f \leq 40mm \Rightarrow f_y=275N/mm^2 \Rightarrow \varepsilon=0{,}92$

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

- ΚΟΡΜΟΣ

Η διατομή βρίσκεται υπό θλίψη και κάμψη οπότε υποθέτω πλαστική κατανομή των τάσεων στην διατομή και υπολογίζω την θέση του ουδέτερου άξονα:

$$a=\frac{N_{sd}}{2t_w\frac{f_y}{\gamma_{M_0}}} \Rightarrow a=\frac{550}{2*1{,}15\frac{27{,}5}{1{,}10}} \Rightarrow a=9{,}565cm$$

Όποτε $\alpha=\frac{1}{d}(\frac{d}{2}+a) \Rightarrow \alpha=\frac{1}{22{,}5}(\frac{22{,}5}{2}+9{,}565) \Rightarrow \alpha=0{,}925>0{,}5$

Επειδή $\alpha=0{,}925>0{,}5 \Rightarrow \frac{d}{t_w}=\frac{22{,}5}{1{,}15}=19{,}565<\frac{396\varepsilon}{13\alpha-1}=\frac{396*0{,}92}{13*0{,}925-1}=33{,}045$

άρα ο κορμός είναι κατηγορίας 1

- ΠΕΛΜΑ

Για ελατή διατομή και θλιβόμενο μέλος: $\frac{c}{t_f}=\frac{30/2}{2{,}05}=7{,}317<10\varepsilon=10*0{,}92=9{,}2$

άρα το πέλμα είναι κατηγορίας 1

Τελικά η διατομή μου είναι κατηγορίας 1

1. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

- **ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ**

Πρέπει $V_{sd} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y/\sqrt{3}}{\gamma_{M_0}}$

$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f \Rightarrow A_v = 161 - 2*30*2{,}05 + 2{,}05(1{,}15 + 2*2{,}7) \Rightarrow A_v = 51{,}43cm^2$

Τελικά: $V_{pl,Rd} = \frac{51{,}43\frac{27{,}5}{\sqrt{3}}}{1{,}10} \Rightarrow V_{pl,Rd} = 742{,}33kN$

$V_{sd} = 98{,}75kN < V_{pl,Rd} = 742{,}33kN$ άρα έχουμε επάρκεια διατομής

- **ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ Α**($M_{sd} = 250kNm$ $V_{sd} = 61{,}25kN$ $N_{sd} = -550kN$)

Παρατηρώ ότι στην θέση Α εμφανίζονται συγχρόνως και τα τρία εντατικά μεγέθη. Ελέγχω την επίδραση της τέμνουσας και της αξονικής δύναμης πάνω στην πλαστική καμπτική αντίσταση της διατομής.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

Επειδή $V_{sd} = 61{,}25 < \frac{V_{pl.Rd}}{2} = \frac{742{,}33}{2} = 371{,}16kN$ η επίδραση της τέμνουσας στην πλαστική καμπτική αντίσταση είναι μικρή και δεν την λαμβάνω υπ'όψιν.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ

Για διατομή κατηγορίας 1 και κάμψη στον ισχυρό άξονα και πρότυπη ελατή διατομή διπλού Ταυ χωρίς οπές κοχλιών η μειωμένη πλαστική αντίσταση της διατομής λόγω αξονικής δύναμης εξαρτάται από την τιμή του συντελεστή n σε σχέση με την τιμή του α. Υπολογίζω το n:

$$n = \frac{N_{sd}}{N_{pl,Rd}}$$

με $N_{pl,Rd} = \frac{Af_y}{\gamma_{M_0}} \Rightarrow N_{pl,Rd} = \frac{161*27{,}5}{1{,}10} \Rightarrow N_{pl,Rd} = 4025kN$ και $N_{sd} = 550kN$ θα έχουμε:

$$n = \frac{550}{4025} \Rightarrow n = 0{,}136$$

Επίσης υπολογίζω το α:

$$\alpha = \frac{A - 2bt_f}{A} \Rightarrow \alpha = \frac{161 - 2*30*2{,}05}{161} \Rightarrow \alpha = 0{,}236 < 0{,}50$$

Επειδή n =0,136<α=0,236 η πλαστική καμπτική αντίσταση της διατομής θα δίνεται από την σχέση:

$$M_{N,y,Rd}=M_{pl,y,Rd}\frac{(1-n)}{(1-0,5\alpha)}\leq M_{pl,y,Rd}$$

Υπολογίζω τέλος την ροπή πλαστικοποίησης ως προς τον ισχυρό άξονα της διατομής(y-y).

$$M_{pl,y,Rd}=\frac{W_{pl,y,}f_y}{\gamma_{M_0}}\Rightarrow M_{pl,y,Rd}=\frac{2.149*27.5}{1,10}\Rightarrow M_{pl,y,Rd}=53.725kNcm=537,25kNm$$

Τελικά η μειωμένη ροπή αντοχής λόγω της επίδρασης αξονικής δύναμης θα είναι: $M_{N,y,Rd}=M_{pl,y,Rd}\frac{(1-n)}{(1-0,5\alpha)}\Rightarrow M_{N,y,Rd}=537,25\frac{(1-0,1366)}{(1-0,50*236)}=525,92kNm< M_{pl,y,Rd}=537,25kNm$

ΕΛΕΓΧΟΣ:

Πρέπει $M_{sd}^{(A)}\leq M_{N,y,Rd}\Rightarrow M_{sd}^{(A)}=250<M_{N,y,Rd}=525,92kNm$ επάρκεια διατομής

- <u>ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΡΟΠΗΣ ΤΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ</u>

Στην θέση αυτή έχω συνύπαρξη ροπής κάμψης και αξονικής δύναμης.

Η επίδραση της αξονικής δύναμης στην ροπή κάμψης είναι η ίδια με πριν οπότε $M_{N,y,Rd}=525,92kNm$

ΕΛΕΓΧΟΣ:

Πρέπει: $M_{sd}^{(AB)}\leq M_{N,y,Rd}\Rightarrow M_{sd}^{(AB)}=343,79<M_{N,y,Rd}=525,92kNm$ επάρκεια διατομής

- <u>ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΘΕΣΗ Β</u> ($M_{sd}=100kNm$ $V_{sd}=98,75kN$ $N_{sd}=-550kN$)

Στην θέση αυτή έχω και την μέγιστη τέμνουσα.

1. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

$V_{sd}=98,75kN<\frac{V_{pl.Rd}}{2}=\frac{742,33}{2}=371,16kN$ δηλαδή εξακολουθεί η τέμνουσα να μην επιδρά στην πλαστική καμπτική αντίσταση και επειδή: $M_{sd}^{(B)}=100kNm< M_{sd}^{(A)}=250kNm$

δεν είναι κρίσιμος ο έλεγχος σε αυτήν την θέση.

2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΜΕΛΟΥΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΠΤΙΚΟ ΛΥΓΙΣΜΟ

Πρέπει να ισχύει $\frac{N_{sd}}{x_{min}A\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}+\frac{k_y M_{y,sd}}{W_{pl,y}\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}+\frac{k_z M_{z,sd}}{W_{pl,z}\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}\leq 1$

- Υπολογισμός x_{min}:

Λυγηρότητα $\lambda_y=\frac{L}{i_y}=\frac{800}{13{,}8}=58$

Λυγηρότητα $\lambda_z=\frac{L}{i_z}=\frac{800}{7{,}57}=105{,}68$

Ανηγμένη λυγηρότητα κατά y-y: $\bar{\lambda}_y=\frac{\lambda_y}{93{,}9\varepsilon}=\frac{58}{93{,}9*0{,}92}=0{,}671$

Ανηγμένη λυγηρότητα κατά z-z: $\bar{\lambda}_z=\frac{\lambda_z}{93{,}9\varepsilon}=\frac{105{,}68}{93{,}9*0{,}92}=1{,}22$

Επιλογή καμπυλών λυγισμού:

Για $\frac{h}{b}=\frac{320}{300}=1{,}067<1{,}20$ — Για λυγισμό περί αξόνα y-y: καμπύλη b. Άρα $\alpha_y=0{,}34$

$t_f=1{,}4cm<10cm$ — Για λυγισμό περί αξόνα z-z: καμπύλη c. Άρα $\alpha_z=0{,}49$

$\varphi_y=0{,}5[1+\alpha_y(\bar{\lambda}_y-0{,}20)+\bar{\lambda}_y^2]=0{,}50[1+0{,}34(0{,}671-0{,}20)+0{,}671^2]\Rightarrow\varphi_y=0{,}805$

$\varphi_z=0{,}5[1+\alpha_z(\bar{\lambda}_z-0{,}20)+\bar{\lambda}_z^2]=0{,}50[1+0{,}49(1{,}22-0{,}20)+1{,}22^2]\Rightarrow\varphi_z=1{,}491$

$x_y=\frac{1}{\varphi_y+\sqrt{\varphi_y^2-\bar{\lambda}_y^2}}\Rightarrow x_y=\frac{1}{0{,}805+\sqrt{0{,}805^2-0{,}671^2}}\Rightarrow x_y=0{,}80$

$x_z=\frac{1}{\varphi_z+\sqrt{\varphi_z^2-\bar{\lambda}_z^2}}\Rightarrow x_z=\frac{1}{1{,}491+\sqrt{1{,}491^2-1{,}22^2}}\Rightarrow x_z=0{,}426$

$x_{min}=\min\{x_y,x_z\}=\min\{0{,}80,\ 0{,}426\}=0{,}426$

- Υπολογισμός συντελεστή K_y:

$\beta_{M,\psi}$=1,8-0,7ψ όπου $\psi=\frac{100}{250}=0{,}40$

άρα $\beta_{M,\psi}=1{,}8-0{,}7*0{,}4 \Rightarrow \beta_{M,\psi}=1{,}52$

Επίσης $\beta_{M,Q}=1{,}3$

Τελικά $\beta_{M,y}=\beta_{M,\psi}+\frac{M_Q}{\Delta M}(\beta_{M,Q}-\beta_{M,\psi})$ όπου: $\Delta M=maxM_{AB}=343{,}79kNm$ και $M_Q=f_1=160kNm$

όποτε $\beta_{M,y}=1{,}52+\frac{160}{343{,}79}(1{,}3-1{,}52) \Rightarrow \beta_{M,y}=1{,}417$

$\mu_y=\bar{\lambda}_y(2\beta_{M,y}-4)+[\frac{W_{pl,y}-W_{el,y}}{W_{el,y}}] \Rightarrow \mu_y=0{,}671(2*1{,}417-4)+[\frac{2149-1930}{1930}] \Rightarrow \mu_y=-0{,}6689<0{,}90$

Τελικά $k_y=1-\frac{\mu_y N_{sd}}{x_y A f_y} \Rightarrow k_y=1-\frac{(-0{,}6689)*550}{0{,}80*161*27{,}5} \Rightarrow k_y=1{,}1038<1{,}5$

ΕΛΕΓΧΟΣ:

$\frac{550}{0{,}426*161*\frac{27{,}5}{1{,}10}}+\frac{1{,}10385*343{,}79*10^2}{2149*\frac{27{,}5}{1{,}10}}+0=1{,}02>1$ άρα έχω (οριακά) ανεπάρκεια μέλους

Δεν έχει νόημα ο περαιτέρω έλεγχος του μέλους σε στρεπτοκαμπτικό λυγισμό αφού η διατομή κρίνεται ανεπαρκής.

Παρατήρησεις:

1. Η φορά του ομοιόμορφου φορτίου στην εκφώνηση της άσκησης δεν αναφέρεται οπότε και λαμβάνεται με το σκεπτικό της δυσμενέστερης καταπόνησης όταν αυτό εφαρμόζεται πάνω στον φορέα.

2. Η άσκηση έχει λυθεί σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Προσχέδιο Τυποποίησης (Ε.Π.Τ) του Ευρωκώδικα 3.

<u>Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ-ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.- ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ-13/02/2013</u>

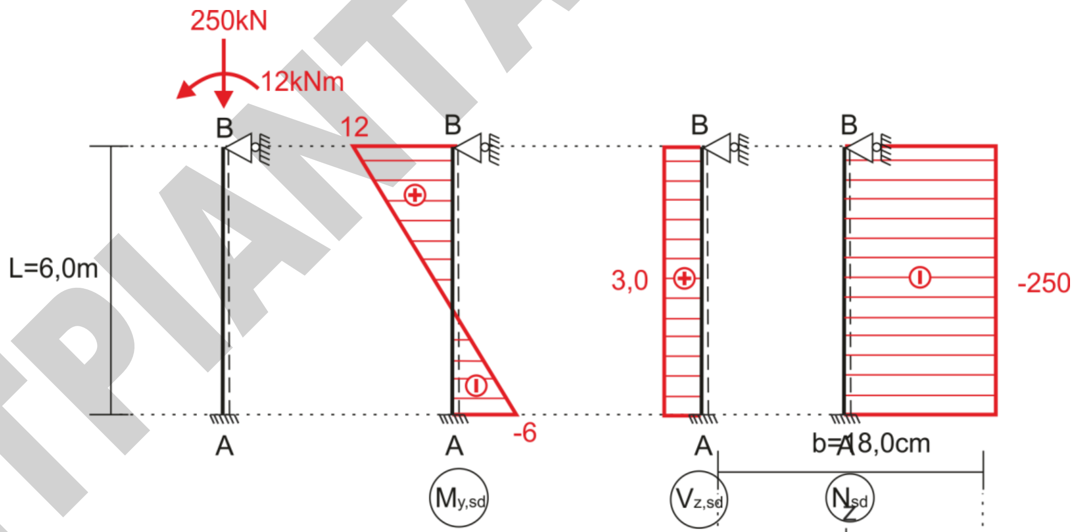
<u>ΘΕΜΑ 2ο</u>

Να ελεγχθεί για λυγισμό δοκός μήκους L=6m και διατομής IPB 180 με το ένα άκρο πακτωμένο και το άλλο με κύλιση , η οποία καταπονείται από θλιπτικό φορτίο σχεδιασμού N_{sd}=250kN και καμπτική ροπή σχεδιασμού M_{ysd}=12kNm στο αρθρωτό άκρο της. (Fe 360, λ_{LT}=74.88)

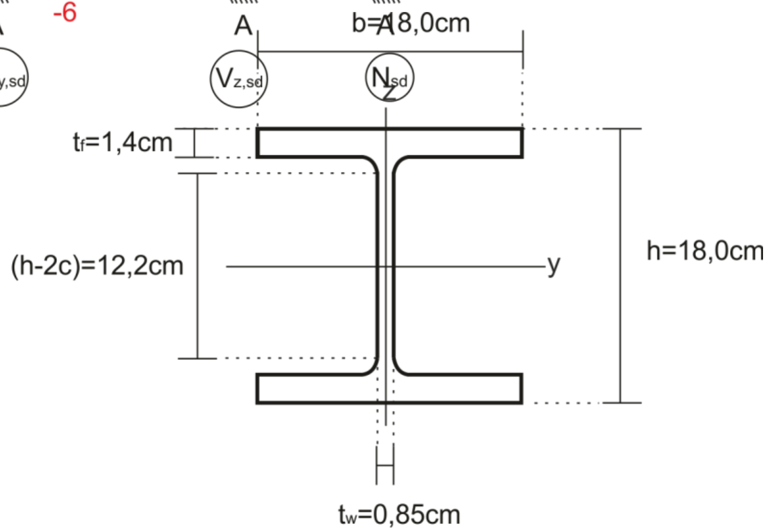
<u>Λύση:</u>

Για ποιότητα χάλυβα Fe360 και $t_f \leq 40mm \Rightarrow f_y = 235N/mm^2 \Rightarrow \varepsilon = 1$

<u>ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΔΟΚΟΥ</u>



<u>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ</u>



r=1,5cm	i_y=7,66cm
h-2c=12,2cm	i_z=4,57cm
A=65,3cm²	$W_{el,z}$=151cm³
$W_{el,y}$=426cm³	b=18cm
$W_{pl,y}$=481cm³	h=18cm

t_w=0,85cm t_f=1,4cm

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

- ΚΟΡΜΟΣ

Η διατομή βρίσκεται υπό θλίψη και κάμψη οπότε υποθέτω πλαστική κατανομή των τάσεων στη διατομή μου και υπολογίζω την θέση του ουδέτερου

$a=\frac{Nsd}{2t_w\frac{f_y}{\gamma_{M_0}}}\Rightarrow a=\frac{250}{2*0{,}85\frac{23{,}5}{1{,}10}}\Rightarrow a=6{,}88cm$

Οπότε $\alpha=\frac{1}{d}(\frac{d}{2}+a)\Rightarrow\alpha=\frac{1}{12{,}2}(\frac{12{,}2}{2}+6{,}88)\Rightarrow\alpha=1{,}063>1$ δηλαδή ο Ο.Α. βρίσκεται εκτός κορμού και άρα όλος ο κορμός θλίβεται.

Τελικώς: $\frac{d}{t_w}=\frac{12{,}2}{0{,}85}\Rightarrow\frac{d}{t_w}=14{,}35<33\varepsilon=33*1{,}0=33\Rightarrow$άρα ο κορμός είναι κατηγορίας 1

- ΠΕΛΜΑ

Για ελατή διατομή και θλιβόμενο μέλος θα έχω: $\frac{c}{t_f}=\frac{18/2}{1{,}4}=6{,}428<10\varepsilon=10*1=10$

άρα το πέλμα είναι κατηγορίας 1

Τελικά η διατομή μου είναι κατηγορίας 1

1.ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΚΑΜΠΤΙΚΟ ΛΥΓΙΣΜΟ

Πρέπει να ισχύει: $\frac{N_{sd}}{x_{min}A\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}+\frac{k_yM_{ysd}}{W_{pl,y}\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}+\frac{k_zM_{z,sd}}{W_{pl,z}\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}\leq1$

- Υπολογισμός x_{min}:

Λυγηρότητα $\lambda_y=\frac{L}{\iota_y}=\frac{600}{7{,}66}\Rightarrow\lambda_y=78{,}33$

Λυγηρότητα $\lambda_z=\frac{L}{\iota_z}=\frac{600}{4{,}57}\Rightarrow\lambda_z=131{,}29$

Ανηγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}_y=\frac{\lambda_y}{93{,}9\varepsilon}=\frac{78{,}33}{93{,}9*1}\Rightarrow\bar{\lambda}_y=0{,}83$

Ανηγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}_z=\frac{\lambda_z}{93{,}9\varepsilon}=\frac{131{,}29}{93{,}9*1}\Rightarrow\bar{\lambda}_z=1{,}40$

Επιλογή καμπυλών λυγισμού:

Για $\frac{h}{b}=\frac{18}{18}=1<1,20$ και $t_f=1,4cm<10cm$ }

Για λυγισμό περί αξόνα y-y: καμπύλη b. Άρα $\alpha_y=0,34$

Για λυγισμό περί αξόνα z-z: καμπύλη c. Άρα $\alpha_z=0,49$

$\varphi_y=0,5[1+\alpha_y(\bar{\lambda}_y-0,2)+\bar{\lambda}_y^2]=0,5[1+0,34(0,83-0,2)+0,83^2]\Rightarrow\varphi_y=0,95$

$x_y=\frac{1}{\varphi_y+\sqrt{\varphi_y^2-\bar{\lambda}_y^2}}\Rightarrow x_y=\frac{1}{0,95+\sqrt{0,95^2-0,83^2}}\Rightarrow x_y=0,708<1,0$

$\varphi_z=0,5[1+\alpha_z(\bar{\lambda}_z-0,2)+\bar{\lambda}_z^2]=0,5[1+0,49(1,4-0,2)+1,4^2]\Rightarrow\varphi_z=1,774$

$x_z=\frac{1}{\varphi_z+\sqrt{\varphi_z^2-\bar{\lambda}_z^2}}\Rightarrow x_z=\frac{1}{1,774+\sqrt{1,774^2-1,40^2}}\Rightarrow x_z=0,349$

Άρα $x_{min}=\min\{x_y,x_z\}=\min\{0,708 \quad 0,349\}\Rightarrow x_{min}=0,349$

- Υπολογισμός συντελεστή k_y:

Δίνεται από την σχέση $k_y=1-\frac{\mu_y N_{sd}}{x_y A f_y}<1,5$.

Αρκεί να υπολογίσω το μ_y:

$\beta_{M,\psi}=1,8-0,7\psi$ όπου $\psi=-\frac{6,0}{12}=-0,5$

Οπότε $\beta_{M,\psi}=1,8-0,7*(-0,5)\Rightarrow\beta_{M,\psi}=2,15$.

Επειδή δεν έχω εγκάρσια φόρτιση $\beta_{M,y}=\beta_{M,\psi}$.

$\mu_y=\bar{\lambda}_y(2\beta_{M,y}-4)+[\frac{W_{pl,y}-W_{el,y}}{W_{el,y}}]\Rightarrow\mu_y=0,83(2*2,15-4)+[\frac{481-426}{426}]\Rightarrow\mu_y=0,378<0,9$

Τελικά: $k_y=1-\frac{\mu_y N_{sd}}{x_y A f_y}\Rightarrow k_y=1-\frac{0,378*250}{0,708*65,3*23,5}\Rightarrow k_y=0,913<1,50$

ΕΛΕΓΧΟΣ: $\frac{250}{0,349*65,3*\frac{23,5}{1,10}}+\frac{0,913*12*10^2}{481*\frac{23,5}{1,10}}+0\Rightarrow 0,513+0,107=0,620<1$ επάρκεια μέλους

2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΣΤΡΕΠΤΟΚΑΜΠΤΙΚΟ ΛΥΓΙΣΜΟ

Πρέπει να ισχύει: $\frac{N_{sd}}{x_z A\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}+\frac{K_{LT}M_{ysd}}{x_{LT}W_{pl,y}\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}+\frac{K_z M_{zsd}}{W_{pl,y}\frac{f_y}{\gamma_{M_1}}}\leq 1$

- Υπολογισμός x_{LT}:

Υπολογισμός ανηγμένης λυγηρότητας $\bar{\lambda}_{LT}=\frac{\lambda_{LT}}{93,9\varepsilon}=\frac{74,48}{93,9*1}\Rightarrow\bar{\lambda}_{LT}=0,80$

Επειδή πρόκειται για ελατή διατομή εκλέγω καμπύλη λυγισμού α

Για καμπύλη λυγισμού α και $\bar{\lambda}_{LT}$=0,80⇒x_{LT}=0,7957

- Υπολογισμός k_{LT}:

$$\text{Δίνεται από την σχέση } \kappa_{LT}=1-\frac{\mu_{LT}N_{sd}}{x_z A f_y}\leq 1{,}0$$

Αρκεί να υπολογίσω το μ_{LT}. Το x_z το έχω ήδη υπολογίσει στον καμπτικό λυγισμό.

$\beta_{M,LT}$=2,15(=$\beta_{M,Y}$ του καμπτικού λυγισμού)

$\mu_{LT}=0{,}15\bar{\lambda}_z\beta_{M_{LT}}-0{,}15 \Rightarrow \mu_{LT}=0{,}15*1{,}40*2{,}15-0{,}15 \Rightarrow \mu_{LT}=0{,}3015<0{,}90$

Τελικά $\kappa_{LT}=1-\frac{\mu_{LT}N_{sd}}{x_z A f_y} \Rightarrow \kappa_{LT}=1-\frac{0{,}3015*250}{0{,}349*65{,}3*23{,}5} \Rightarrow \kappa_{LT}=0{,}859$

ΕΛΕΓΧΟΣ: $\frac{250}{0{,}349*65{,}3\frac{23{,}5}{1{,}10}}+\frac{0{,}859*12*10^2}{0{,}7957*481\frac{23{,}5}{1{,}10}}+0=0{,}513+0{,}126=0{,}639<1$ άρα έχω επάρκεια μέλους.

<u>Παρατήρηση:</u> Η άσκηση έχει λυθεί σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Προσχέδιο Τυποποίησης (Ε.Π.Τ) του Ευρωκώδικα 3.