

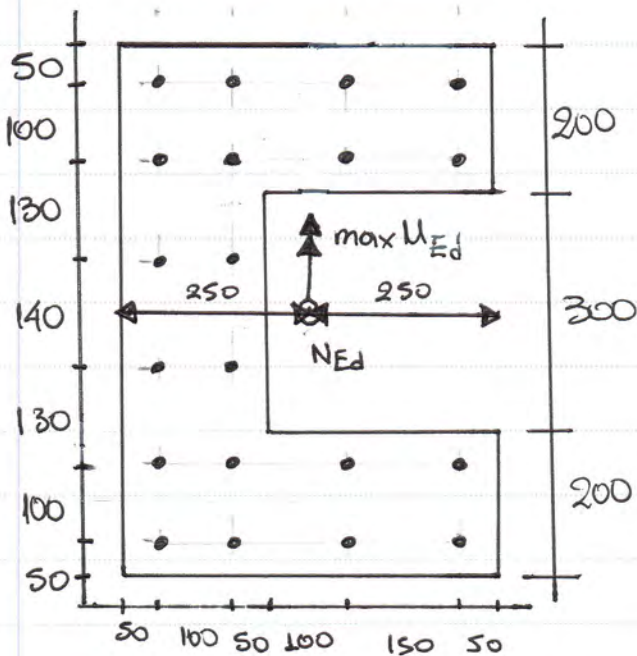
Ζήτημα 2^ο

C20/25, B500C

$\phi 16$

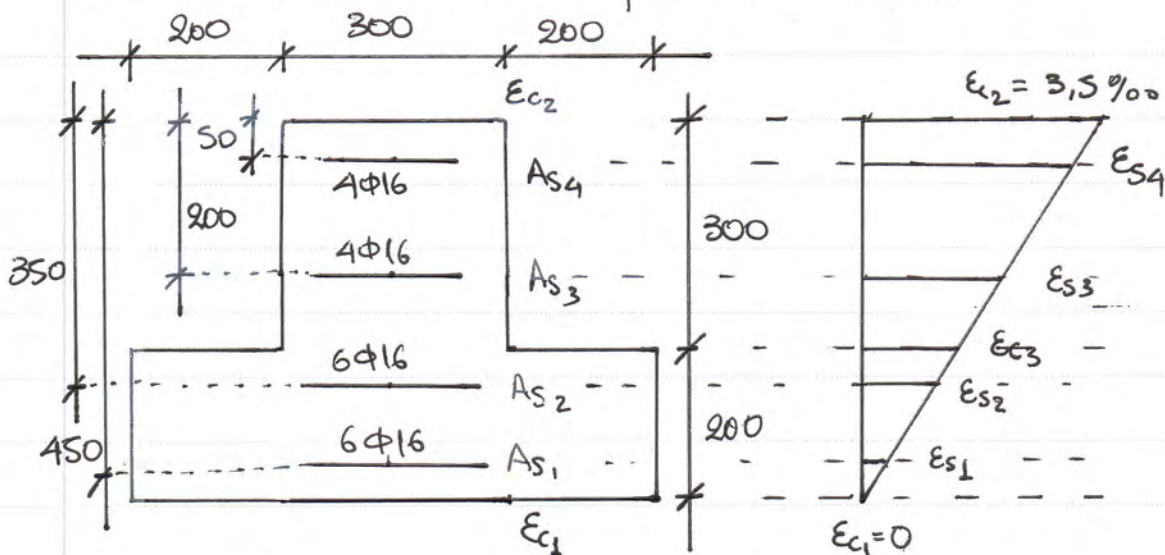
$$N_{Ed} = -3850$$

$$\max M_{Ed} = ;$$



Από τη διεύθυνση ως προς (από τον κανόνα του δεξιού χεριού) αναλαμβάνουμε ότι εφελκύσσεται η αριστερή ίνα.
(Το λέει κιόλας)

Για λόγους ευκολίας, θα στρέψω τη διατομή 90° αριστερόστροφα και θα ενώσω τους 2 βραχίονες. Τελικά έχω:



$$A_{s1} = A_{s2} = 12,06 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} = A_{s4} = 8,04 \text{ cm}^2$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{2,5}{x} (0,05) = \frac{3,5}{0,5} \cdot 0,05 = 0,35\text{‰} < \varepsilon_{yd}$$

$$\varepsilon_{s2} = 7 \cdot 0,15 = 1,05\text{‰} < \varepsilon_{yd}$$

$$\varepsilon_{s3} = 7 \cdot 0,2 = 1,40\text{‰} \rightsquigarrow \alpha = 0,536$$

$$\varepsilon_{s3} = 7 \cdot 0,3 = 2,1\text{‰} < \varepsilon_{yd}$$

$$\varepsilon_{s4} = 7 \cdot 0,45 = 3,15\text{‰} > \varepsilon_{yd} !!$$

Άρα όσον αφορά τη δύναμη του εκποδόμενου του κορμού είναι:

$$F_{ck} = \alpha_k \cdot b_w \cdot x \cdot f_{cd} = 0,81 \cdot 0,30 \cdot 0,50 \cdot \frac{20000 \cdot 0,85}{1,5} = 1377 \text{ kN}$$

Για τη δύναμη του ^{εκποδόμενου} της "εναπομείνουσας πλάκας" (ψεγά) έχουμε:

$$F_{cn} = \alpha_n (b_{ef} - b_w) (x - 0,3) \cdot f_{cd} = 0,566 \cdot (0,7 - 0,3) (0,5 - 0,3) \cdot \frac{20000 \cdot 0,85}{1,5}$$

$$F_{cn} = 0,566 \cdot 0,4 \cdot 0,2 \cdot 11333,33 = 513,17$$

Οι δυνάμεις των χαλύβων θα είναι:

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot \varepsilon_{s1} \cdot E_s \left(= A_{s1} \cdot \varepsilon_{s1} \cdot \frac{f_{yd}}{\varepsilon_{yd}} \right) = 12,06 \cdot 0,00035 \cdot 20000 = 84,42$$

$$F_{s2} = A_{s2} \cdot \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 12,06 \cdot 0,00105 \cdot 20000 = 253,26 \text{ kN}$$

$$F_{s3} = A_{s3} \cdot \varepsilon_{s3} \cdot E_s = 8,04 \cdot 0,0021 \cdot 20000 = 337,68 \text{ kN}$$

$$F_{s4} = A_{s4} \cdot f_{yd} = 8,04 \cdot \frac{50}{1,15} = 349,56 \text{ kN}$$

Από την επίθεση ισοσταθμίας πρέπει :

$$N = F_{c_k} + F_{c_n} + F_{s_1} + F_{s_2} + F_{s_3} + F_{s_4}$$

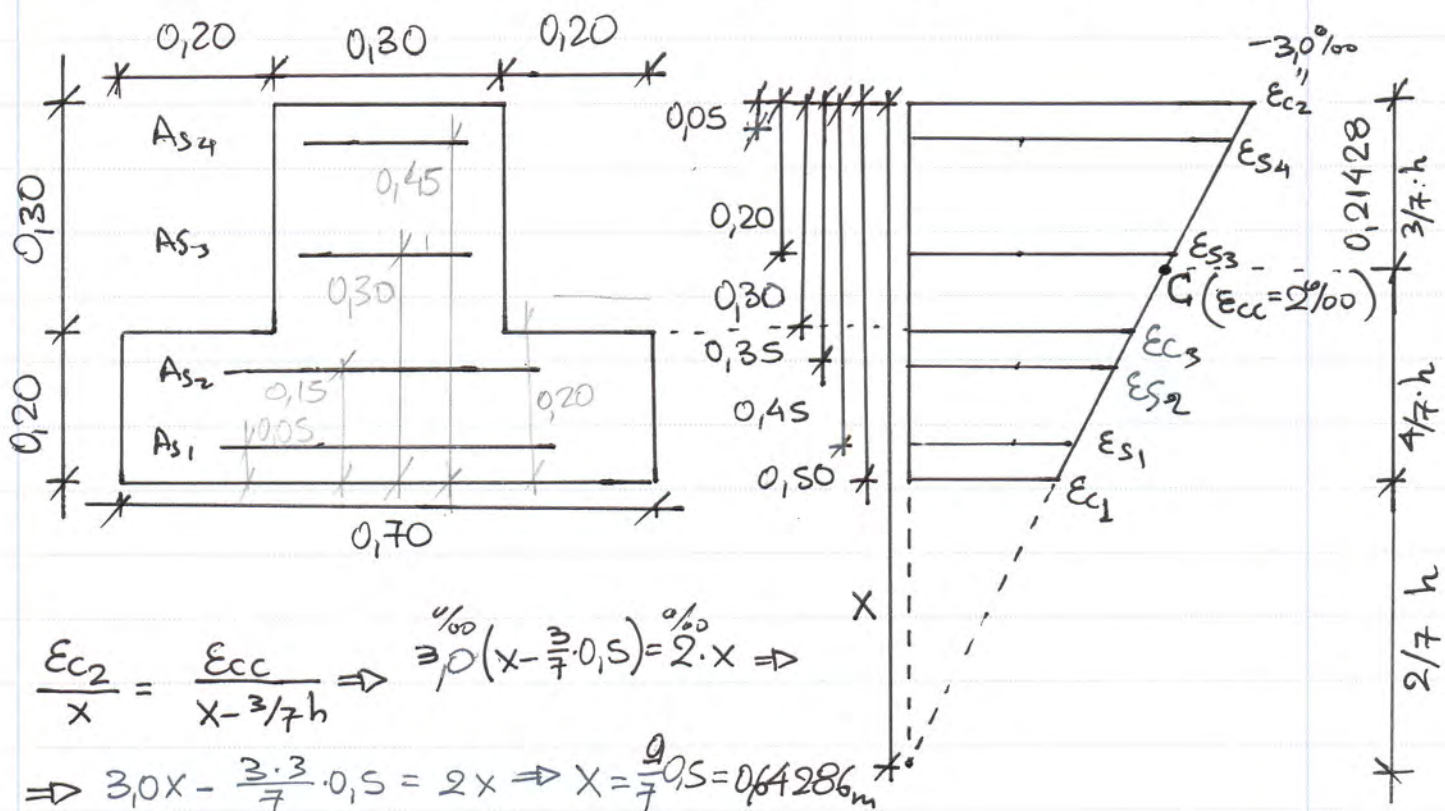
$$-3850 = -1337 - 513,17 - 84,42 - 253,26 - 337,68 - 349,56$$

$$-3850 = -2875,09$$

$$N > 2F \quad (\text{ως προς τη δίψη!})$$

Αρα η διατομή μας διαθέτει κι άλλο οπότε το ύψος της διαθέσιμης ζώνης x είναι μεγαλύτερο από το ύψος της διατομής, οπότε $\leadsto$ προέκυψε δίψη ($x > h$)

Έγω $\epsilon_c = 3,0 \text{ ‰}$ και σημείο περιστροφής το C.



$$\frac{\epsilon_{c2}}{x} = \frac{\epsilon_{cc}}{x - \frac{3}{7}h} \Rightarrow \frac{3.0}{x} = \frac{2.0}{x - \frac{3}{7} \cdot 0.5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3.0x - \frac{3 \cdot 3}{7} \cdot 0.5 = 2x \Rightarrow x = \frac{9}{7} \cdot 0.5 = 0.64286 \text{ m}$$

$$x = \frac{9}{7}h = \frac{9}{7} \cdot 0.5 = 0.64286 \text{ m.}$$

$$\epsilon_{c1} = \frac{3}{x} \cdot \frac{2}{7} h = \frac{3}{\frac{9}{7}h} \cdot \frac{2}{7} h = \frac{7 \cdot 3}{9h} \cdot \frac{2}{7} h = \frac{6}{9} = 0,667 \quad \frac{\%}{\%}$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{7 \cdot 3}{9 \cdot h} \left(\frac{2}{7} h + 0,06 \right) = 4,6667 (0,1428 + 0,05) = 0,9 < \epsilon_{yd}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{7 \cdot 3}{9h} \left(\frac{2}{7} h + 0,15 \right) = 1,36667 < \epsilon_{yd}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{7 \cdot 3}{9h} \left(\frac{2}{7} h + 0,20 \right) = 1,6$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{7 \cdot 3}{9h} \left(\frac{2}{7} h + 0,30 \right) = 2,0667 < \epsilon_{yd}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{7 \cdot 3}{9h} \left(\frac{2}{7} h + 0,45 \right) = 2,7667 > \epsilon_{yd}$$

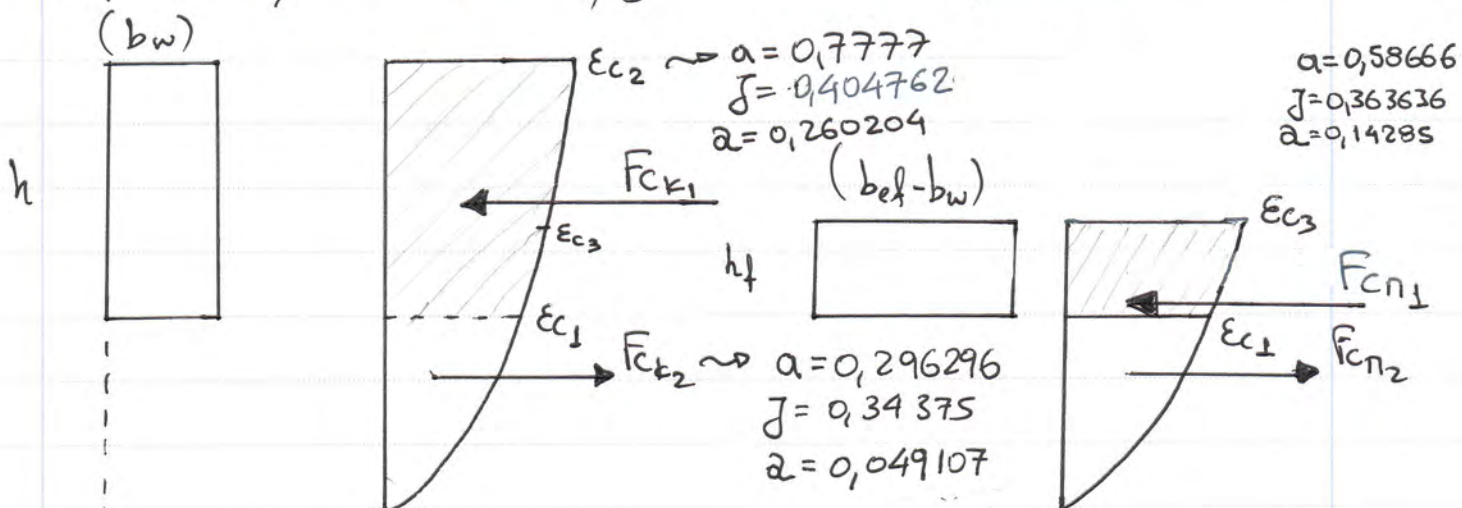
Οι δυνάμεις των οπλισμών θα είναι :

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot \epsilon_{s1} \cdot E_s = 1206 \cdot 0,9 \cdot 20000 = 217,08 \text{ kN}$$

$$F_{s2} = A_{s2} \cdot \epsilon_{s2} \cdot E_s = 1206 \cdot 1,3667 \cdot 20000 = 329,64 \text{ kN}$$

$$F_{s3} = A_{s3} \cdot \epsilon_{s3} \cdot E_s = 8,04 \cdot 2,0667 \cdot 20000 = 332,32 \text{ kN}$$

$$F_{s4} = A_{s4} \cdot \epsilon_{yd} = 8,04 \cdot \frac{50}{1,15} = 349,56 \text{ kN}$$



Για τις δυνάμεις του ερωτήματος έχω:

$$F_{ck_1} = a_1 \cdot b_w \cdot x \cdot f_{cd} = 0,7777 \cdot 0,30 \cdot \frac{9}{7} \cdot 0,5 \cdot \frac{20000 \cdot 0,85}{1,5} = 1699,83 \text{ kN}$$

$$F_{ck_2} = a_2 \cdot b_w (x - 0,5) \cdot f_{cd} = 0,296296 \cdot 0,3 \cdot \frac{0,85 \cdot 20000}{1,5} = 143,915 \text{ kN}$$

$$F_{cn_1} = a_3 (b_{eff} - b_w) \cdot (x - 0,25) \cdot f_{cd} = 0,58667 (0,7 - 0,3) \left(\frac{9}{7} \cdot 0,5 - 0,25 \right) \cdot \frac{20000 \cdot 0,85}{1,5} \Rightarrow$$

$$F_{cn_1} = 0,58667 (0,4) \cdot (0,392857) \cdot 11333,33 = 1044,82 \text{ kN}$$

$$F_{cn_2} = a_2 \cdot (b_{eff} - b_w) (x - 0,5) \cdot f_{cd} = 0,296296 \cdot 0,4 \cdot \left(\frac{9}{7} \cdot 0,5 - 0,5 \right) \cdot 11333,33$$

$$F_{cn_2} = \quad \quad \quad = 191,887 \text{ kN}$$

Από την επίλυση ισοδυναμίας έχουμε:

$$N = (F_{ck_1} - F_{ck_2}) + (F_{cn_1} - F_{cn_2}) + F_{s_1} + F_{s_2} + F_{s_3} + F_{s_4} \Rightarrow$$

$$+3850 = (1700 - 144) + (1045 - 192) + 217 + 330 + 332 + 350 \Rightarrow$$

$$+3850 = 1556 + 853 + 1229 \Rightarrow$$

$$+3850 = 3638 \Rightarrow N - \Sigma F = -212 \text{ kN}$$

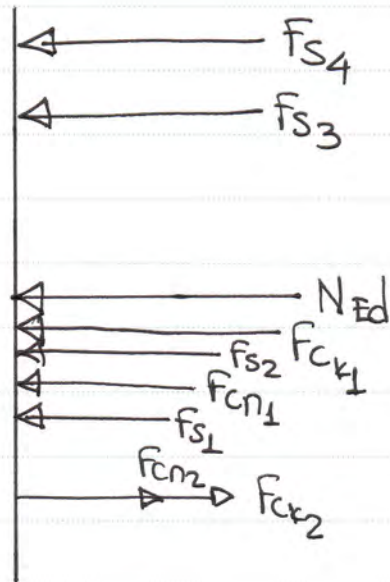
Θεωρώ ότι 212 kN δεν είναι ικανοποιητικό μέγεθος για να το δεχτώ.

Αποτελεί το 5,5% της N. Τι κάνουμε τώρα μάγκες?

Βαριέμαι να κάνω άλλη δοκιμή.

⑤

Υπολογίζοντας τη ροπή με αυτά τα μεγέθη έχουμε:



Οι αποστάσεις των δυνάμεων από το μέσο ύψος της διατομής είναι:

$$F_{S4} : 0,25 - 0,05 = 0,20 \text{ m (+)}$$

$$F_{S3} : 0,25 - 0,20 = 0,05 \text{ m (+)}$$

$$F_{S2} : 0,25 - 0,35 = -0,10 \text{ m (-)}$$

$$F_{S1} : 0,25 - 0,45 = -0,20 \text{ m (-)}$$

$$F_{ck1} : 0,25 - 0,260204 = -0,010204 \text{ (-)}$$

$$F_{ck2} : 0,25 - (0,50 + 0,049107) = -0,299107 \text{ (-)}$$

$$F_{cn1} : 0,25 - (0,30 + 0,14285) = -0,19285 \text{ (-)}$$

$$F_{cn2} : 0,25 - (0,5 + 0,049107) = -0,299107$$

Συνολικά: $\curvearrowright^+$

$$M_{Ed} = F_{S4} \cdot 0,20 + F_{S3} \cdot 0,05 - F_{S2} (0,1) - F_{S1} (0,20) -$$

$$- F_{ck1} \cdot (0,010204) + F_{ck2} (0,299107) - F_{cn1} \cdot 0,19285 + F_{cn2} \cdot 0,299107 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{Ed} = 349,56 \cdot 0,2 + 332,32 \cdot 0,05 - 329,64 \cdot 0,1 - 217,08 \cdot 0,20 -$$

$$- 1699,83 \cdot 0,010204 + 143915 \cdot 0,299107 - 1044,82 \cdot 0,19285 +$$

$$+ 191,887 \cdot 0,299107 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{Ed} = 69,612 + 16,616 - 32,964 - 43,416 - 17,34506 +$$

$$+ 43,04598 - 201,4935 + 57,3947 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{Ed} = -108,5498 \simeq -108,55 \text{ kNm.}$$

(6)