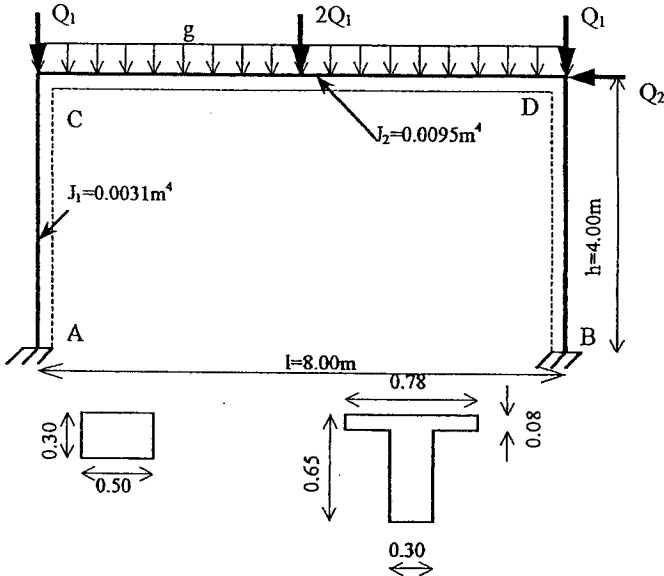


ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ Ω.Σ.
ΑΣΚΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

- Μέσα στην αίθουσα με την καθοδήγηση του Διδάσκοντα: θα υπολογισθούν από τους Σπουδαστές, οι οπλισμοί κάμψεως των κόμβων C, D (στήλου και ζυγώματος) καθώς και του μέσου m του ζυγώματος και θα σχεδιασθούν με λεπτομέρεια οι αντίστοιχοι οπλισμοί στην περιοχή των κόμβων C, D και ζυγώματος (μήκη ράβδων, ακτίνες κάμψεως οπλισμών, μήκη παραθέσεως κ.λπ.)
- θα ολοκληρωθεί η άσκηση (ορθή ένταση στις διατομές A, B και διάτμηση στην διατομή του ζυγώματος C_{δεξ}) και σχέδια 1:50 τομές 1:10



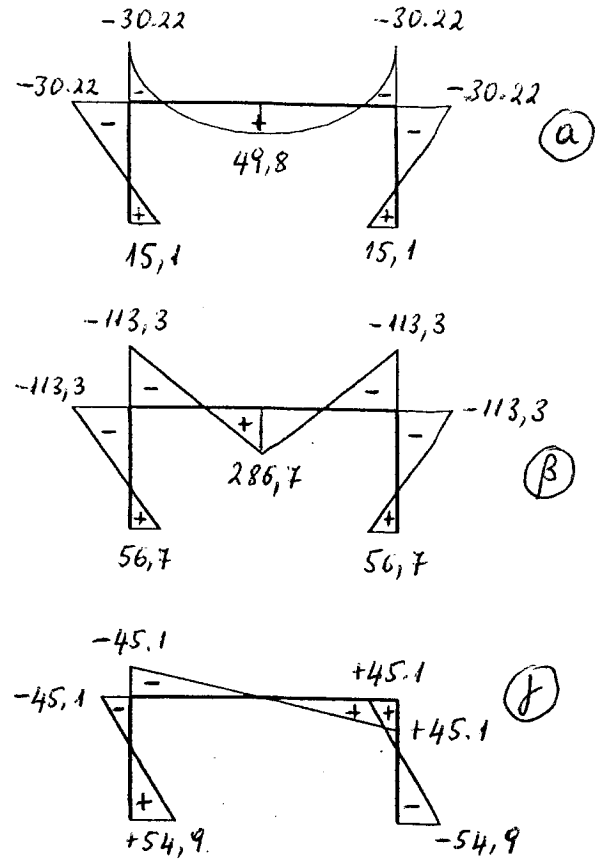
Δεδομένα

C20/25, B500c $g=10\text{kN/m}$ (συμπ. το ι.β.), $Q_1=100\text{kN}$, $Q_2=50\text{kN}$, $J_1=0.0031\text{m}^4$, $J_2=0.0095\text{m}^4$. Ο έλεγχος και η όπλιση να γίνουν μόνον για τον συνδυασμό: $1.35g+1.5Q_1+1.5*0.6*Q_2$ (κεφ 6 ΕΚΟΣ)

Υπενθυμίζεται: Μήκος αγκυρώσεως $l_b=\Phi f_{yd}/(4f_{bd})$, $f_{bd}=2.3\text{MPa}$, Διάμετρος τυμπάνου για κάμψη οπλισμών στους κόμβους: $D_{\text{τομπ}}=20\Phi$

Δίνονται οι επιλύσεις του πλαισίου για τις διάφορες φορτίσεις: $(k=(J_2h)/(J_1l))$

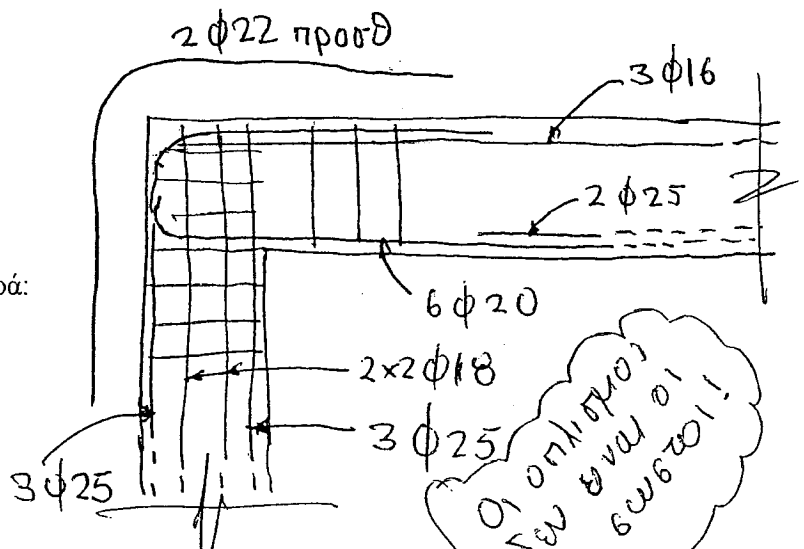
- Ομοιόμορφο φορτίο g :
 $H_A=H_B=g l^2/[4h(k+2)]$
 $M_A=M_B=Hh/3$
 $M_C=M_D=-2Hh/3$
- Συγκεντρωμένο φορτίο P στο μέσον
 $M_A=M_B=Pl/[8(k+2)]$
 $M_C=M_D=-2M_A$
 $H_A=H_B=3M_A/h$
- Οριζόντιο φορτίο E στο D με φορά προς τα αριστερά:
 $M_A=-M_B=Eh(3k+1)/[2(6k+1)]$
 $M_C=-M_D=-Eh3k/[2(6k+1)]$
 $H_A=-H_B=E/2$
 $N_A=-N_B=-Eh3k/[2(6k+1)]$



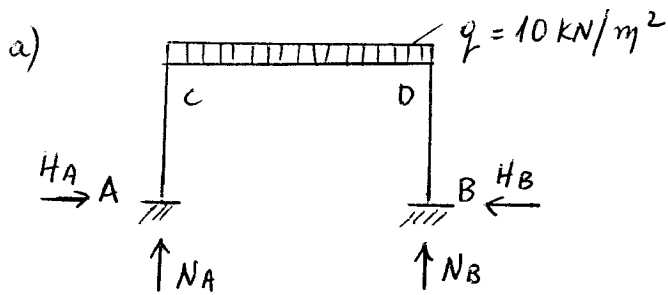
Συμπληρώστε τις τιμές στα διαγράμματα ροπών κάμψεως της κάθε μιας φορτίσεως, υπολογίστε για κάθε διατομή την ροπή σχεδιασμού, π.χ.:

$M_A=1.35*15.1+1.5*56.7+1.5*0.6*54.9=154.8\text{kNm}$
και συντάξτε το τελικό διάγραμμα ροπών σχεδιασμού. Το ίδιο και για τις αξονικές δυνάμεις...

Σκαρίφημα οπλίσεως (τα σίδερα, οι διάμετροι και τα μήκη είναι ενδεικτικά, εσείς θα σχεδιάσετε υπό κλίμακα και θα υπολογίσετε τα απαιτούμενα σίδερα διαμέτρους και μήκη)



$$K = \frac{J_2 \cdot h}{J_1 \cdot l} = \frac{0,0045 \cdot 4,0}{0,0031 \cdot 8,0} = 1,53$$

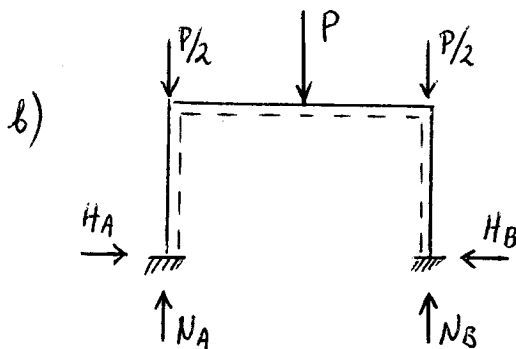


$$H_A = H_B = \frac{q l^2}{4h(k+2)} = \frac{10 \cdot 8,0^2}{4 \cdot 4,0(1,53+2)} = 11,33 \text{ kN}$$

$$M_A = M_B = \frac{H \cdot h}{3} = 11,33 \cdot \frac{4,0}{3} = 15,1 \text{ kNm}$$

$$M_C = M_D = \frac{-2Hh}{3} = -30,22 \text{ kNm}$$

$$N_A = N_B = \frac{10 \times 8}{2} = 40,00 \text{ kN}$$

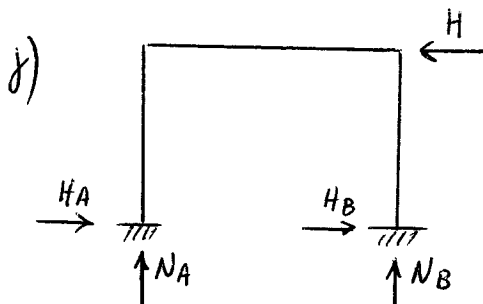


$$M_A = M_B = \frac{Pl}{8(k+2)} = \frac{2 \times 100 \times 8,0}{8(1,53+2)} = 56,7 \text{ kNm}$$

$$M_C = M_D = -2M_A = -113,3 \text{ kNm}$$

$$H_A = H_B = \frac{3M_A}{h} = 3 \times \frac{56,7}{4,0} = 42,5 \text{ kN}$$

$$N_A = N_B = \frac{2P}{2} = 200 \text{ kN}$$



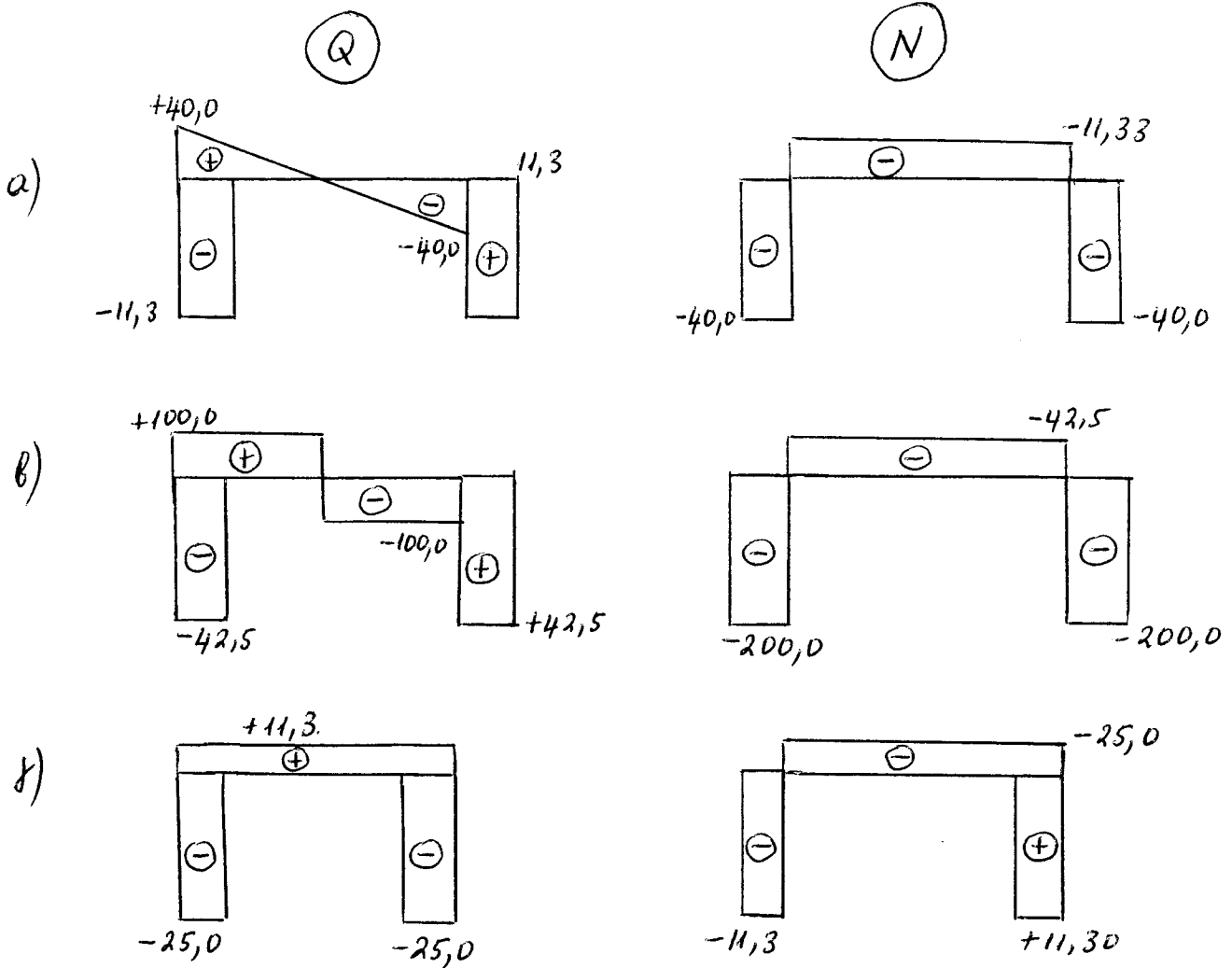
$$H_A = H_B = \frac{H}{2} = 25 \text{ kN}$$

$$M_A = M_B = Hh \frac{3k+1}{12k+2} = 50 \cdot 4,0 \cdot \frac{3 \times 1,53+1}{12 \times 1,53+2} = 54,9 \text{ kNm}$$

$$M_C = -M_D = -Hh \frac{3k}{2(6k+1)} = -50 \cdot 4,0 \cdot \frac{3 \times 1,53}{2(6 \cdot 1,53+1)} = -45,1 \text{ kNm}$$

$$N_A = -N_B = \frac{-Hh \cdot 3k}{l(6k+1)} = \frac{-50 \cdot 4,0 \cdot 3 \cdot 1,53}{8,0(6 \times 1,53+1)} =$$

$$= 11,3 \text{ kN}$$



$$\text{Σ ανδραγρής} \quad \begin{matrix} (a) & (b) & (γ) \\ 1,35g + 1,5Q_1 + 1,5 \cdot 0,6Q_2 \end{matrix}$$

$$M_A = +1,35 \cdot 15,1 + 1,5 \cdot 56,7 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 54,9 = +154,8 \text{ kNm}$$

$$M_B = + \quad + \quad - \quad = +56,0 \text{ kNm}$$

$$M_C = -1,35 \cdot 30,22 - 1,5 \cdot 113,3 - 1,5 \cdot 0,6 \cdot 45,1 = -251,3 \text{ kNm}$$

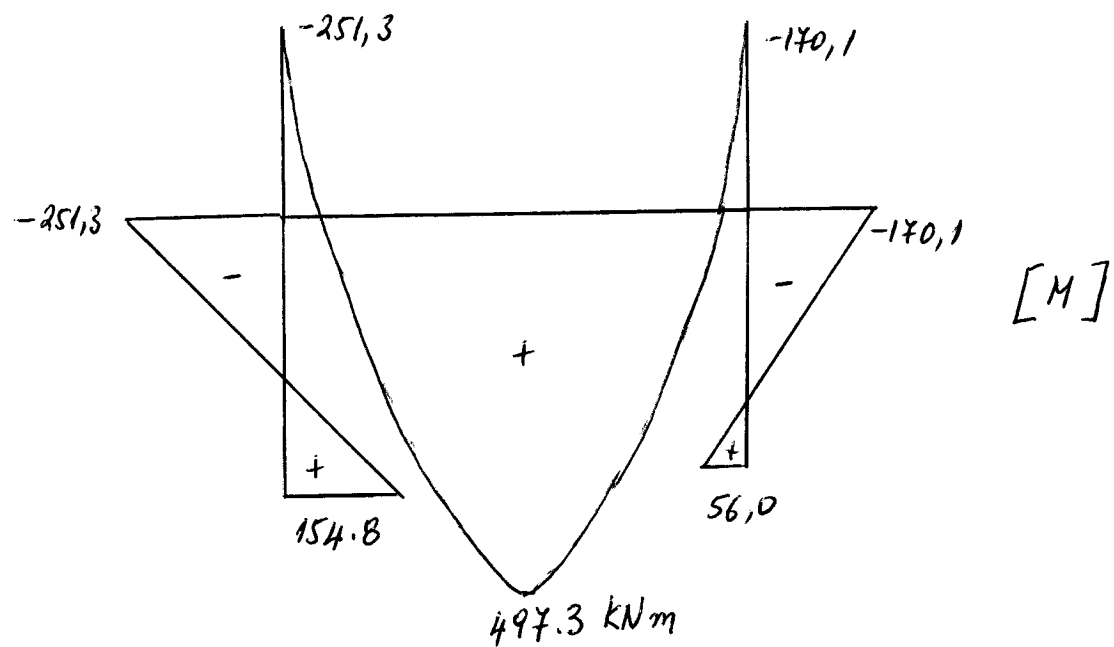
$$M_D = - \quad - \quad + \quad = -170,1 \text{ kNm}$$

$$M_m = +1,35 \cdot 49,8 + 1,5 \cdot 286,7 + 0 = 497,3 \text{ kNm}$$

$$N_A \approx N_C = -1,35 \cdot 40,0 - 1,5 \cdot 200,0 - 1,5 \times 11,3 \times 0,6 = -364,1 \text{ kNm}$$

$$N_B \approx N_D = - \quad - \quad + \quad = -343,8 \text{ kNm}$$

$$N_{CD} = -1,35 \times 11,33 - 1,5 \cdot 42,5 - 1,5 \cdot 25,0 \times 0,6 = -101,5 \text{ kN}$$

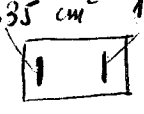


C : Στήλη $M_c = -251.3 \text{ kNm}$
 $N_c = -364.1 \text{ kN}$

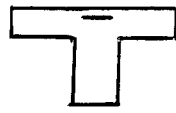
$$\mu_d = \frac{M_c}{A_c \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{-251.3}{0.3 \cdot 0.5^2 \cdot 20/1.5} = 0.251$$

$$\nu_d = \frac{N_c}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{-364.1 \text{ kN}}{0.3 \cdot 0.5 \cdot 13.33} = -0.182$$

από πίνακα ΕΜΠ (πίνακας 6.5) : $w_{tot} = 0.45 \rightarrow$

$$A_{stot} = w_{tot} \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0.45 \cdot \frac{0.3 \cdot 0.5 \cdot 20/1.5}{500/1.15} = 20.7 \text{ cm}^2$$


Τοποθετείται οπλισμός $3\phi 22 = 11.40 \text{ cm}^2$ / πλευρά και $2\phi 18$ συνδίαρση
 6cm πλευρά και 50 cm

C : Σύστημα : $M_c = -251.3 \text{ kNm}$  $N_c = -101.5 \text{ kN}$

$$M_{sd} = M_c + N_c \cdot y = -251.3 - 101.5 \cdot 0.325 \quad (\sim 1/2) = -284.3 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b d^2 f_{cd}} = \frac{284.3}{0.3 \cdot 0.6^2 \cdot 13.333} = 0.197 \xrightarrow[\text{CEB}]{\text{πίνακας}} w = 0.23$$

$$A_s = w \cdot \frac{b d}{f_{yd}/f_{cd}} + \frac{N_d}{f_{yd}} = 0.23 \cdot \frac{30 \times 60}{434.78/13.333} - \frac{101.5}{43.48} = 10.36 \text{ cm}^2$$

Τοποθετούνται $3\phi 22 = 11.40 \text{ cm}^2$

Μέσον Συστήματος m : $M_m = 497.3 \text{ kNm}$ $N_m = -101.5 \text{ kN}$ 
 $M_{sd} = M_m - N_c y = 497.3 + 101.5 \cdot 0.325 \quad (\sim 1/2) = 530.3 \text{ kNm}$

Παραδοχές :

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b d^2 f_{cd}} = \frac{530.3}{0.78 \cdot 0.6^2 \cdot 13.333} = 0.141$$

Τοποθετούνται
 $6\phi 22 = 22.81 \text{ cm}^2$

$$\frac{b_{ef}}{b_w} = \frac{0.78}{0.30} = 2.6 \quad \frac{h_f}{d} = \frac{8}{60} = 0.133 \xrightarrow[\text{CEB}]{\text{πίνακας (7.5.a)}}$$

$$w = 0.16 \rightarrow A_s = w \cdot \frac{b_{ef} \cdot d}{f_{yd}/f_{cd}} - \frac{N_m}{f_{yd}} = 0.16 \cdot \frac{78 \cdot 60}{434.8/13.333} - \frac{101.5}{43.48} = 20.6 \text{ cm}^2$$

A : (ελεύθερος) $M_A = +154,8 \text{ KNm}$
 $N_A = -364,1 \text{ KNm}$

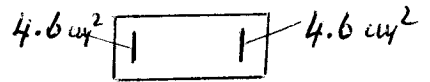
$$\mu_d = \frac{M_A}{A_c \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{+154,8}{0,30 \times 0,5^2 \cdot \frac{20000}{1,5}} = 0,15$$

$$v_d = \frac{N_A}{b h f_{cd}} = \frac{-364,1}{0,30 \cdot 0,50 \times \frac{20000}{1,5}} = 0,182$$

από τον πίνακα ΕΜΠ : $w_{tot} = 0,20$ (niv. 6.6)

$$A_{s,tot} = w_{tot} \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,20 \cdot \frac{0,3 \cdot 0,5 \cdot 20/1,5}{500/1,15} = 9,20 \text{ cm}^2$$

Υπάρχουν 3φ22/ανα' πλευρά' και
 2φ18 ενδιάμεσα



D : Δεύλος $M_D = -170,1 \text{ KNm}$
 $N_D = -343,8 \text{ KNm}$

$$\mu_d = \frac{M_D}{b h^2 f_{cd}} = \frac{170,1}{0,30 \cdot 0,5^2 \cdot \frac{20000}{1,50}} = 0,17$$

$$v_d = \frac{N_D}{b h f_{cd}} = \frac{-343,87}{0,3 \cdot 0,5 \cdot \frac{20000}{1,5}} = -0,17$$

Από τον πίνακα αλληλεπιδράσεως ΕΜΠ (niv. 6.6) $\Rightarrow w_{tot} = 0,26$

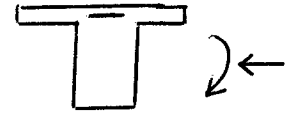
$$A_{s,tot} = w_{tot} \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,26 \cdot \frac{0,3 \cdot 0,5 \cdot 20/1,5}{500/1,15} = 11,96 \text{ cm}^2$$

$A_{s1} = A_{s2} = 5,98 \text{ cm}^2 \rightarrow 2\phi 22 (=7,60 \text{ cm}^2)$ Τοποθετούνται

2 πρόσθετοι ράβδοι $\phi 18$ σε κάθε πλευρά 500 mm

- Ελάχιστος περιμετρικός οπλισμός : $1\% \times 30 \times 50 = 15 \text{ cm}^2$
 Τοποθετήθηκαν : $4\phi 22 + 4\phi 18 = 25,39 \text{ cm}^2$ (αρμόν)

D: Τύγρωμα. $M_D = -170,1 \text{ kNm}$
 $N_D = -101,5 \text{ kN}$



$$M_{sd} = M_D + N_D \cdot y = -170,1 - 101,5 \cdot 0,325 \stackrel{(\sim h/2)}{=} -203,09 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b d^2 f_{cd}} = \frac{203,09}{0,3 \cdot 0,6^2 \cdot 13,333} = 0,141 \xrightarrow[\text{CEB}]{\text{πίνακας}} w = 0,156$$

$$A_s = w \frac{b d}{f_{yd}/f_{cd}} + \frac{N_d}{f_{yd}} = 0,156 \cdot \frac{30 \times 60}{434,8/13,333} - \frac{101,5}{43,48} = 6,27 \text{ cm}^2$$

Τοποθετούνται $3\phi 18 = 7,63 \text{ cm}^2$

B: (6ώλος) $M_B = 56 \text{ kNm}$
 $N_B = -343,8 \text{ kNm}$

$$\mu_d = \frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = \frac{56}{0,30 \cdot 0,5^2 \cdot 20000/1,5} = 0,05$$

$$\nu_d = \frac{-343,87}{0,3 \cdot 0,5^2 \cdot 20000/1,5} = -0,17$$

Από πίνακα αλληλεπιδράσεως ΕΜΠ (πιν. 6.6) προκύπτει
 $w_{\text{πτάκας}} = 0 \rightarrow$ αφού ουσιαστικά οπλισμός 1% χρησιμοποι-
 υμένα $\rightarrow 15 \text{ cm}^2$.

Υπάρχουν $4\phi 22 + 4\phi 18 = 25,39 \text{ cm}^2$ αρμούν

Έλεγχος σε διάτension Cδ3

- Έλεγχος έναντι ροής δι' την κορμιά

$$V_{sd, nap} = 1.35 \cdot 40 + 1.5 \cdot 100 + 1.5 \cdot 0.6 \cdot 11.3 = 214,17 \text{ kN}$$

$$V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$v = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0.7 - \frac{20}{200} = 0.6$$

$$b_w = 0.3 \text{ m} \quad \text{δίου } \phi = 22 \text{ mm} < \frac{b_w}{8} = 37.5 \text{ mm}$$

$$\text{Άρα } V_{Rd2} = 0.5 \cdot 0.6 \cdot \frac{20 \cdot 10^3}{1.5} \cdot 0.3 \cdot 0.6 = 720 \text{ kN} \gg V_{sd, nap}$$

- Έλεγχος ορθογώνου κορμιά

$$\text{δε απόσταση d από την κορμιά } V_{sd,d} = 199,30 \text{ kN}$$

$$V_{cd} = \tau_{rd} \cdot K (1,2 + 40 p_e) b_w \cdot d$$

$$\tau_{rd} = 0.26 \text{ MPa (C20)}$$

$$K = 1,6 - d = 1.6 - 0.6 = 1,0$$

$$p_e = \frac{A_{se}(3\phi 22)}{b_w \cdot d} = \frac{11.40}{30.60} = 0.006 < 0.02$$

$$V_{cd} = 0.26 \cdot 10^3 \cdot 1,0 (1,2 + 40 \cdot 0,006) 0.30 \cdot 0,60 = 67,39 \text{ kN}$$

$$\text{Άρα: } V_{wd} = V_{sd,d} - V_{cd} = 199,30 - 67,39 = 131,91 \text{ kN}$$

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s} 0.9 d f_{ywd} \quad \text{Έχω δίδονται συντελεστές}$$

$$\phi 8: A_{sw} = 2 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ cm}^2$$

$$\text{Άρα: } s = \frac{A_{sw}}{V_{wd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{ywd} = \frac{1}{131,91} \cdot 0,9 \cdot 60 \cdot 43.48 = 17.8 \text{ cm}$$

$$\text{Τοποθετείται } \phi 8 / 15$$

Βασικό μήκος αγκύρωσης : § 17.6.2

$$l_b = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}}$$

$f_{bd} \rightarrow$ τιμή σχεδιασμού τάσης ενάρμης § 17.5
 ήτοι 17.4 (τιμή εξαρτώμενη από την
 περιοχή ενάρμης I ή II)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης § 17.6.3

$$l_{b, \text{net}} = a \cdot l_b \cdot \frac{A_{s, \text{req}}}{A_{s, \text{prov}}} \geq l_{b, \text{min}}$$

$A_{s, \text{req}} \rightarrow$ θεωρητικά απαιτούμενη διατομή οπλισμού
 " " "

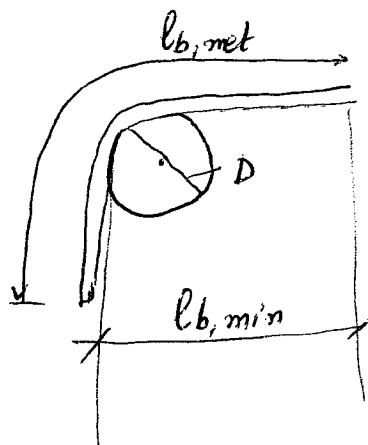
$A_{s, \text{prov}} \rightarrow$ υπάρχουσα

$a \rightarrow$ τύπος αγκύρωσης βλ. 17.1 (1.0 ή 0.7)

$l_{b, \text{min}} \rightarrow$ ελάχιστο συνδύραγμα εμήμα αγκυρώσεως:

$\rightarrow 0.3 l_b (\geq 10\phi)$ για εφελκυσμό

$\rightarrow 0.6 l_b (\geq 10\phi)$ για θλίψη



Διάμετρος ωρμάρον D από νιν. 17.1

$D = 20\phi$ για απόσταση ελικ. $\leq 50 \text{ mm}$
 και απόστ. πλάτους αβ.
 οπλισμού $\leq 3\phi$

Αυτίνα τυμπάνου :

$$D_{min} = 20 \phi = 20 \times 2,5 = 50 \text{ cm}$$

$$20 \times 2,2 = 44 \text{ cm}$$

$$20 \times 2,0 = 40 \text{ cm}$$

$$20 \times 1,8 = 36 \text{ cm}$$

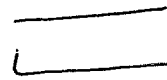
$$20 \times 1,6 = 32 \text{ cm}$$

Μήκη αγκυρώσεως

$$l_b = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{434,8}{4 \cdot 2,3} \phi$$

$$\phi = 22 \rightarrow l_b = 104 \text{ cm}$$

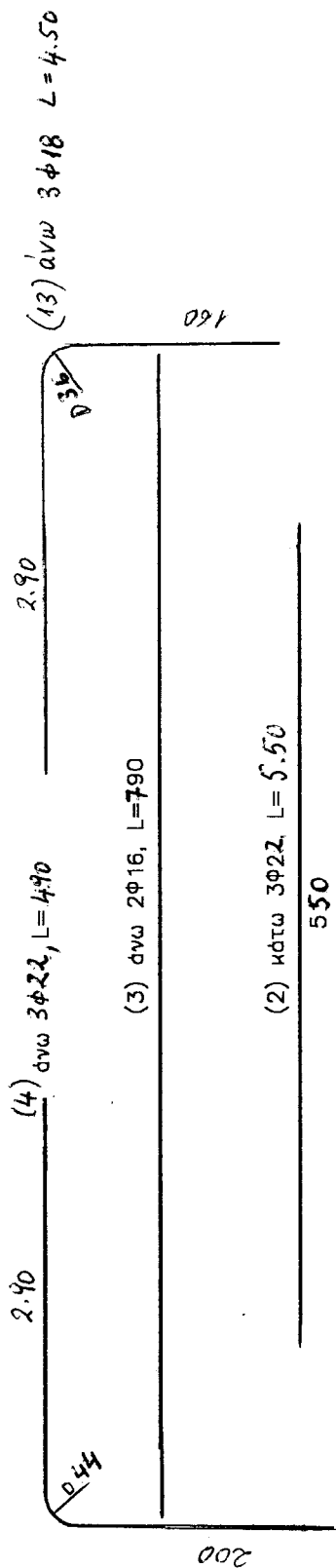
$$\times 0,7 = 72,8 \text{ cm}$$



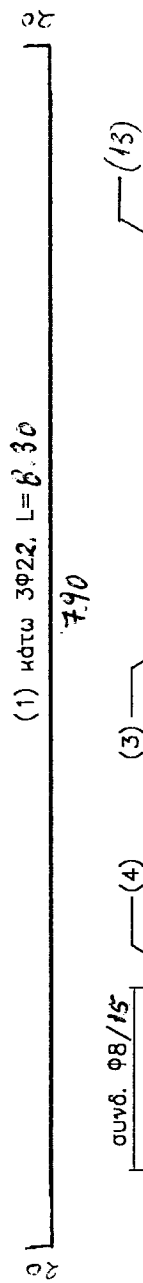
$$\phi = 20 \rightarrow l_b = 94,52 \text{ cm}$$

$$\times 0,7 = 66,16 \text{ cm}$$

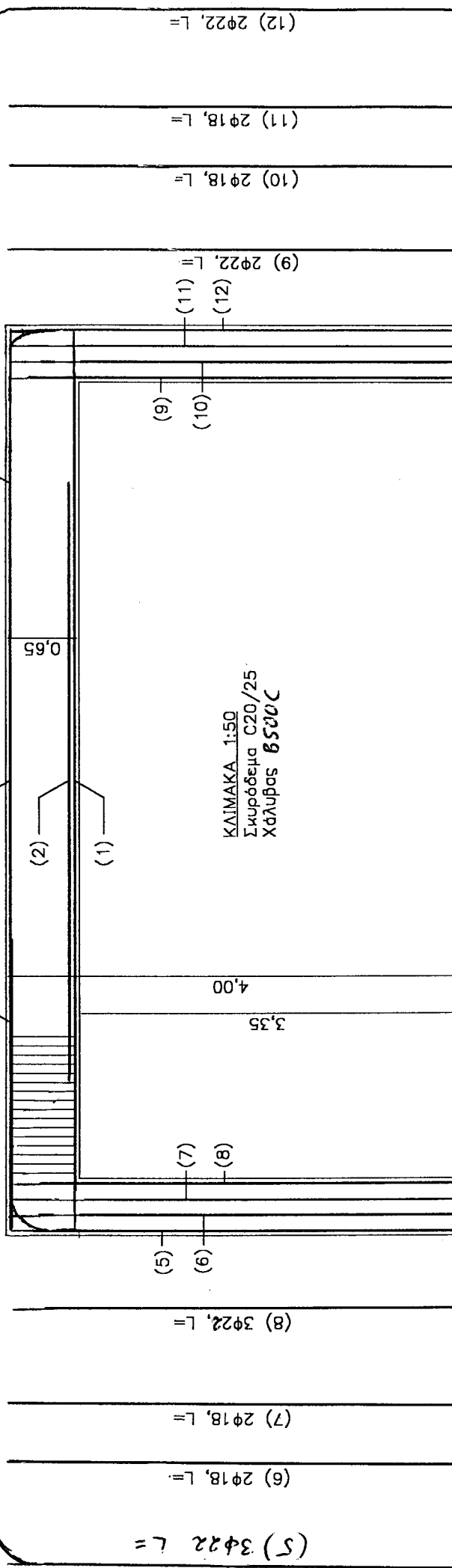




min (5φ)
1/6/2

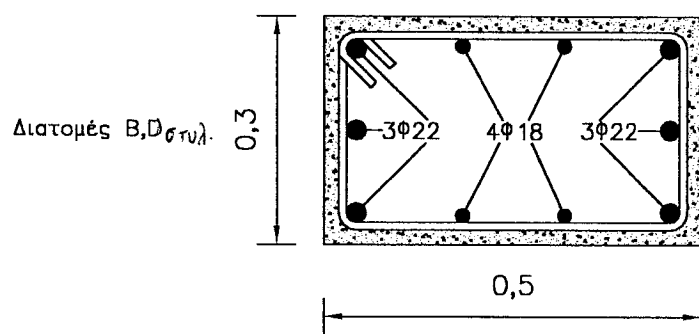
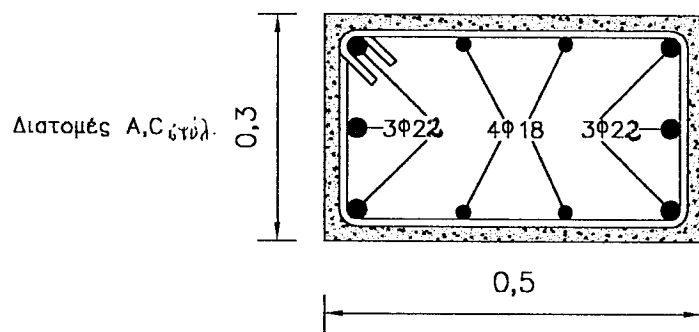


5
b_{net}

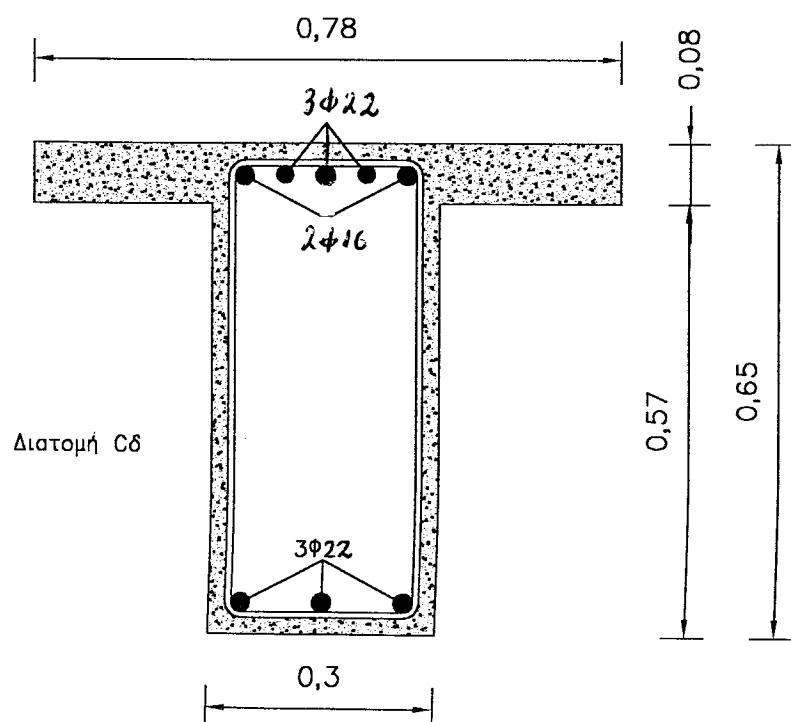


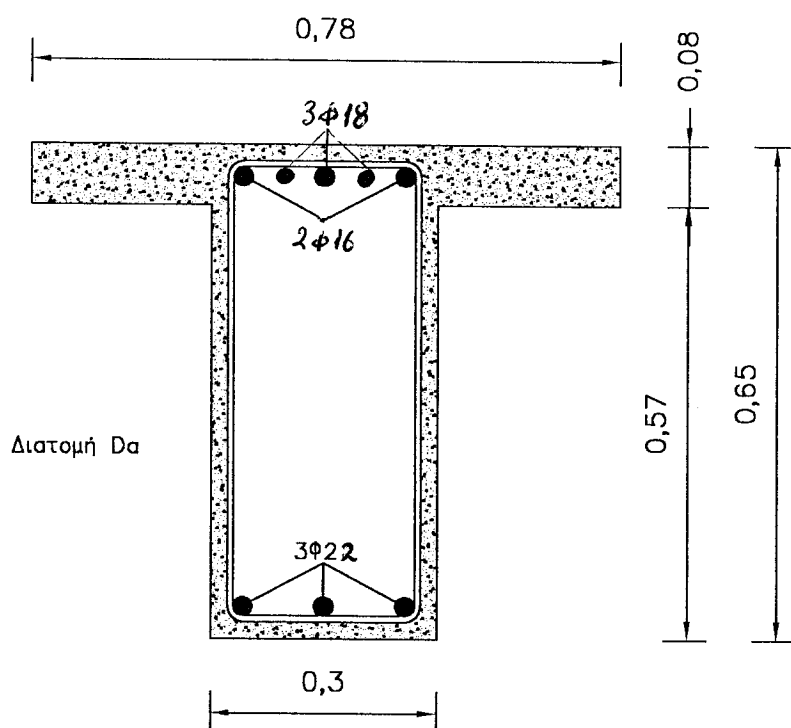
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:50
Σκυρόδεμα C20/25
Χάλυβας B500C

συνδ. φ8/15



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10
Σκυρόδεμα C20/25
Χάλυβας B500C





ΚΛΙΜΑΚΑ 1:10
 Σκυρόδεμα C20/25
 Χάλυβας B500C

