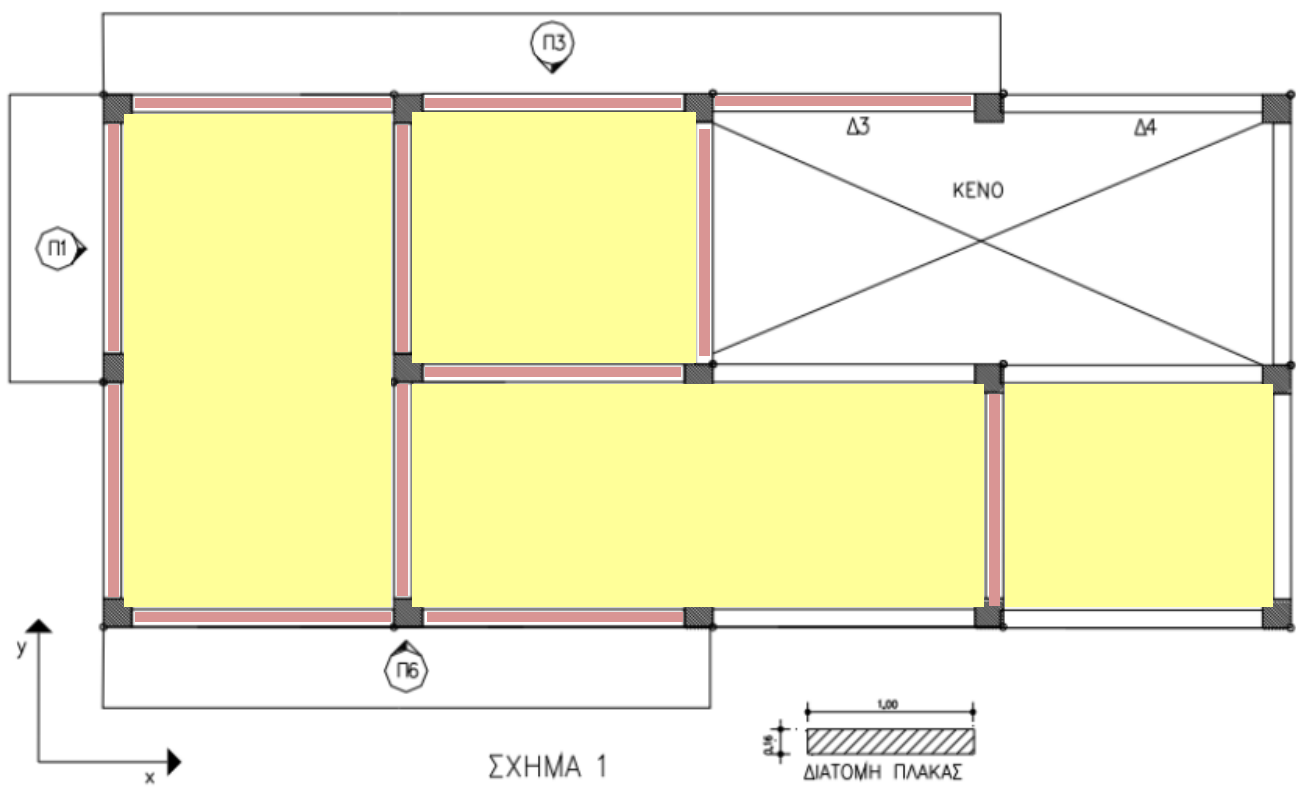
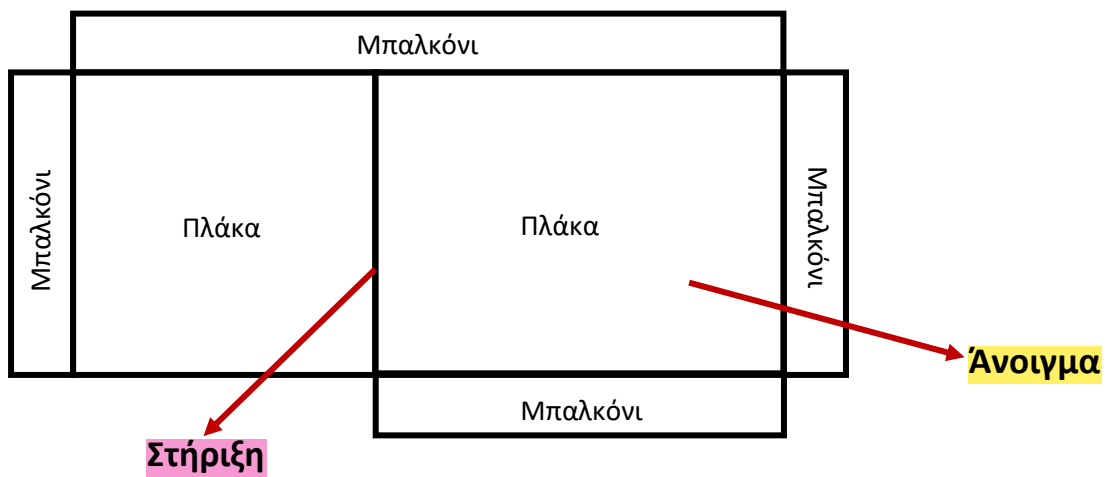
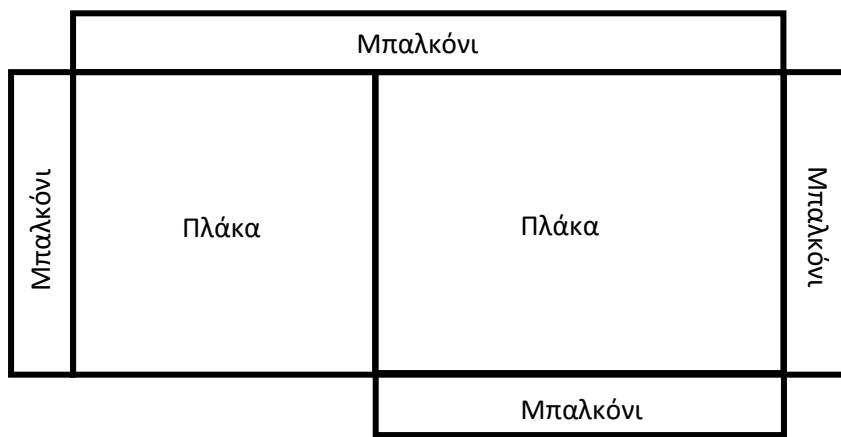


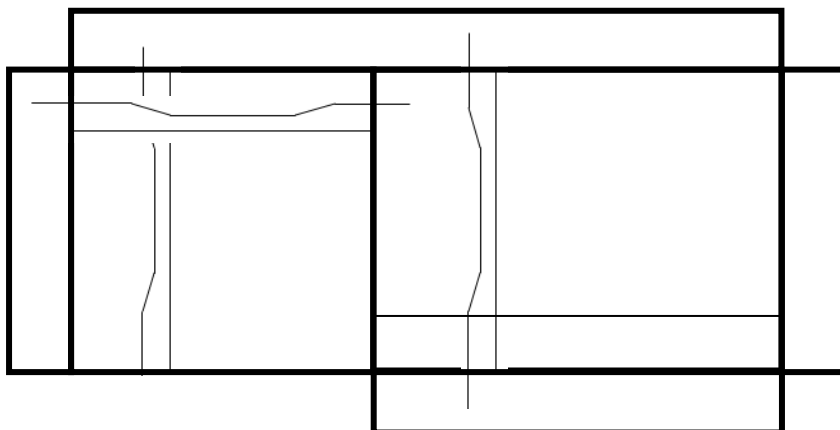


Ανοίγματα Πλακών

Σε κάθε άνοιγμα βάζουμε κύριο και δευτερεύον οπλισμό.

- **Κύριος Οπλισμός**

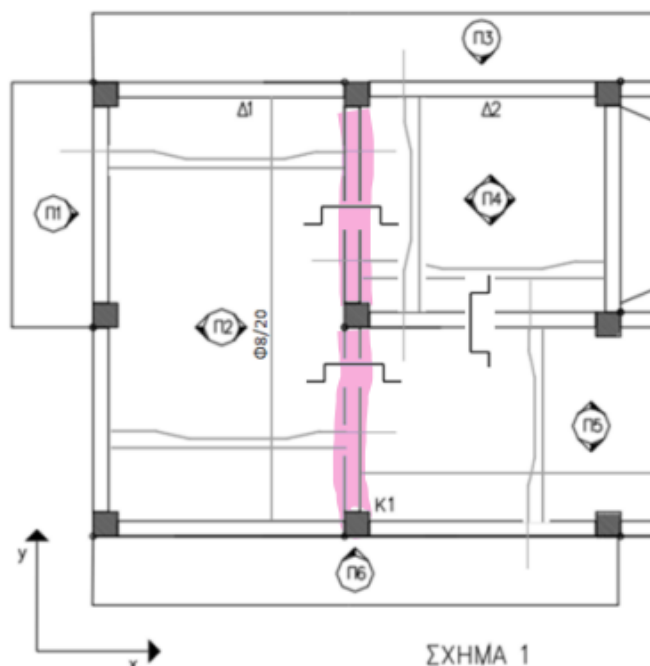
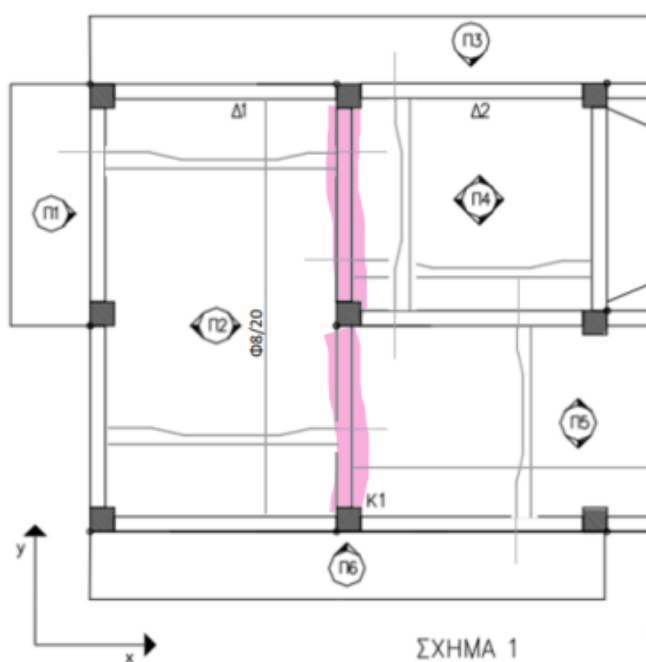
Ο κύριος οπλισμός μπαίνει στη μικρότερη διάσταση και αποτελείται από δύο σίδερα. Αν έχω τετραγωνική πλάκα μπαίνει και στις δυο διαστάσεις κύριος οπλισμός. Το ένα σίδερο περνάει από τις πλάκες που συνδέεται. Υπολογίζεται από τους πίνακες (**τοποθετείται: πάνω**)



- **Δευτερεύον Οπλισμός Φ8/20 (κάτω)**

Ο δευτερεύον οπλισμός μπαίνει στη μεγάλη διάσταση, που δεν έχει κύριο οπλισμό.

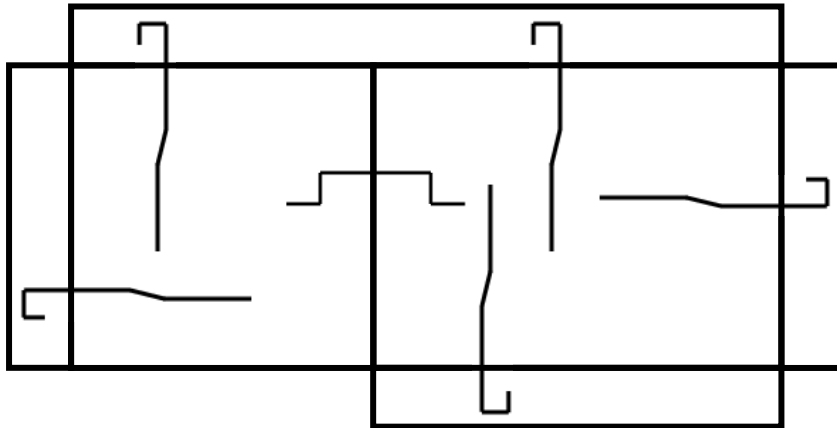
- Αν μια πλάκα συνδέεται με δυο πλάκες σχεδιάζω δυο φορές τον οπλισμό, ώστε να μην κάνω λάθος στους υπολογισμούς των στηρίξεων αργότερα.



Στηρίξεις Πλακών

Αν είναι μεταξύ πλακών συμβολίζονται (πάνω): 

Αν είναι μεταξύ πλάκας και μπαλκονιού (κάτω): 

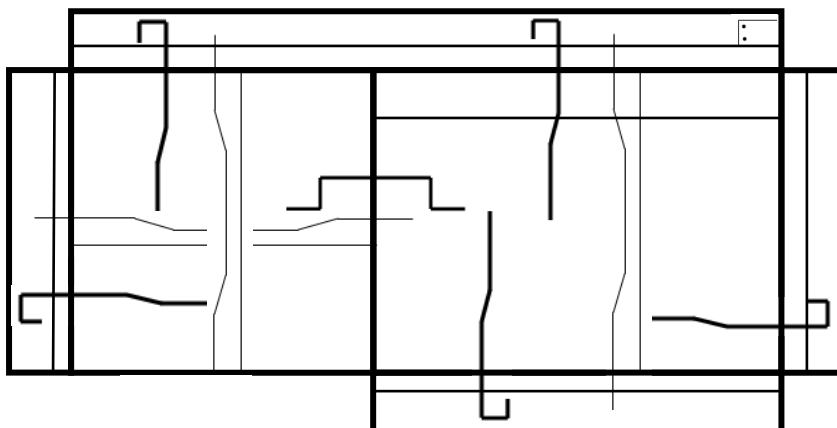


Δευτερεύον οπλισμός μπαίνει στα μπαλκόνια, στη διάσταση που δεν έχει οπλισμό.

Δευτερεύον Οπλισμός Φ8/20 _____

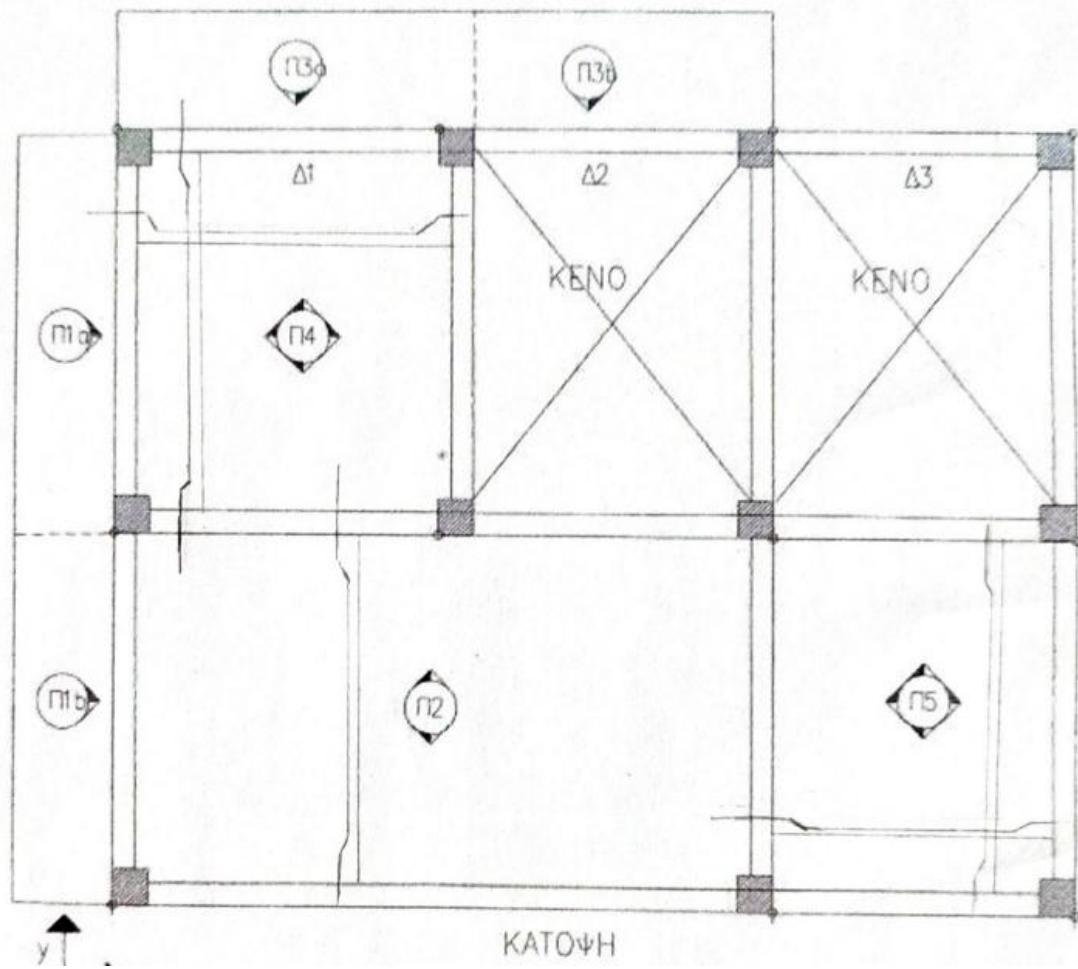
Ακόμα σε ένα μπαλκόνι βάζω μια φουρκέτα και γραφώ διπλά φουρκέτες 2Φ12 σε όλα τα ελεύθερα άκρα.

Συνολικά τα σίδερα από ανοίγματα & στηρίξεις :



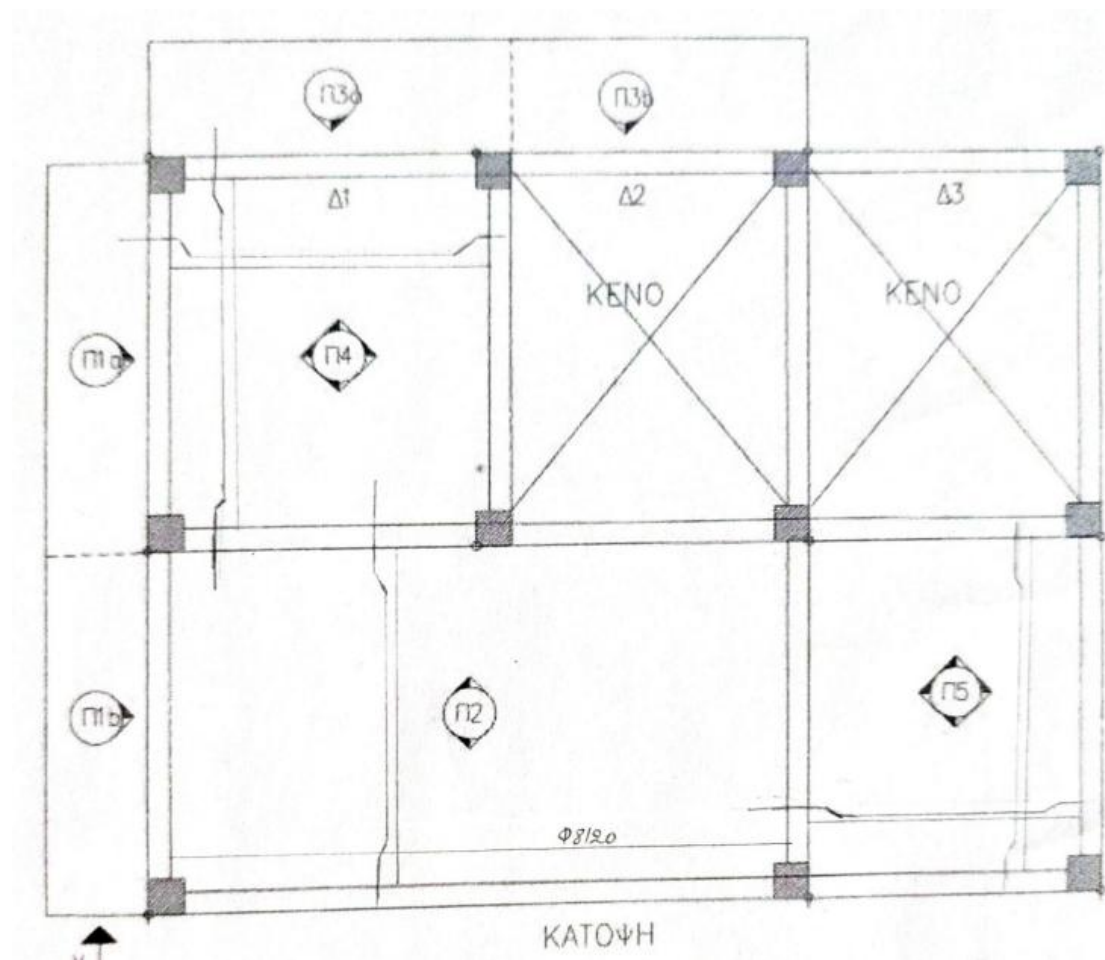
ΘΕΜΑ 2^ο (50%)

Ανοίγματα Κύριος Οπλισμός Πλακών (πάνω)

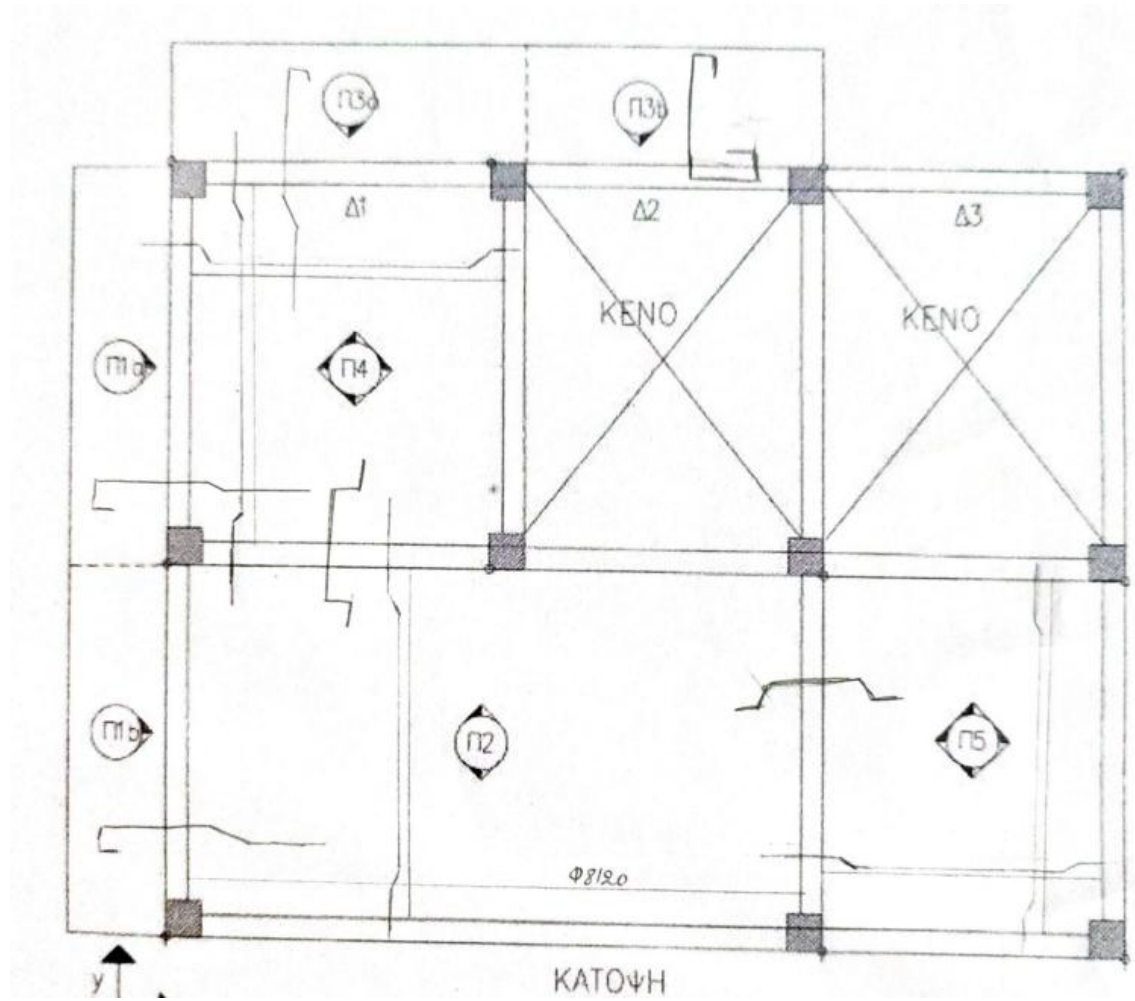


Ανοίγματα Κύριος Οπλισμός Πλακών (πάνω) &

Δευτερεύον Οπλισμός Πλακών (κάτω)



Στηρίξεις



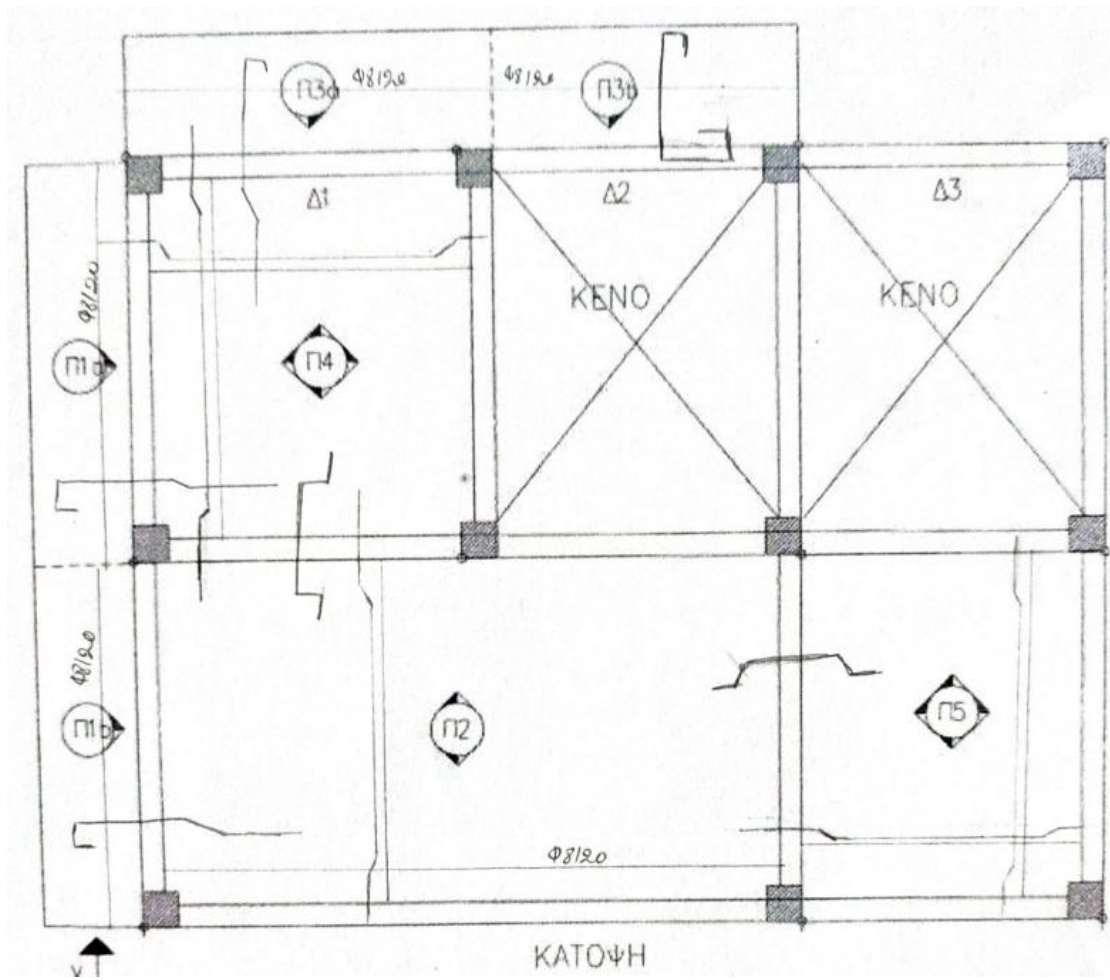
Π2-Π5 (πάνω)

Π2-Π4 (πάνω)

Π4-Π3α, Π3β, Π4-Π1α (κάτω)

Π2-Π1α (κάτω)

Συνολικό (δ ερώτημα)



Μεθοδολογία για κύριο οπλισμό ανοίγματα πλακών:

- Υπολογίζω μ_{sd} (3 δεκαδικά)
- από πίνακα CEB βρίσκω ρ
- υπολογίζω As_1
- βρίσκω από πίνακα κοντινή τιμή (λίγο μεγαλύτερη από As_1) με $\Phi 8, \Phi 10, \Phi 12$
- αναφέρω ότι μπαίνει πάνω

Δευτερεύον οπλισμό (δ.ο) ανοίγματα πλακών:

- $\Phi 8/20$ κάτω στη διάσταση που δεν μπαίνει ο κύριος οπλισμός

Μεθοδολογία για στηρίξεις:

- Υπολογίζω μ_{sd} (3 δεκαδικά)
- από πίνακα CEB βρίσκω ρ
- υπολογίζω As_1
- σε κάθε στήριξη περνάνε άλλα σίδερα. Αρά από το συνολικό As_1 που βρήκαμε αφαιρούμε τα σίδερα που περνάνε ήδη από τη κάθε στήριξη
- για κάθε στήριξη βρίσκω από πίνακα κοντινή τιμή (λίγο μεγαλύτερη για λόγους ασφαλείας) με $\Phi 8, \Phi 10, \Phi 12$
- αναφέρω ότι μπαίνει πάνω αν αφορά στήριξη μεταξύ πλακών. Ενώ μπαίνει κάτω αν αφορά στήριξη πλακάς και μπαλκονιού.

Για στηρίξεις δ.ο:

- $\Phi 8/20$ πάνω στα μπαλκόνια

Οι πλάκες Π1, Π2, Π3, Π4 και Π5 πάχους $h_f=0.18\text{m}$, εδράζονται όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Το στατικό ύψος της πλάκας ισούται με $d=0.15\text{m}$ και η απόσταση $d_1=0.03\text{m}$ (ως γνωστόν $b=1.0$). Η διατομή του κορμού της δοκού **Δ1-Δ2-Δ3** είναι διαστάσεων $(b_w \times h)=(0.25\text{m} \times 0.60\text{m})$, το στατικό ύψος ισούται με $d=0.55\text{m}$ και η απόσταση $d_1=0.05\text{m}$ ($d_1=d_2$). Ανάλογα με το άνοιγμα που εξετάζεται, το πλάτος της πλακοδοκού λαμβάνεται ίσο με $b_{ef}=1.00\text{m}$ & $b_{ef}=0.75\text{m}$ (βλ. Σχήμα 2). Η ποιότητα του σκυροδέματος είναι C20 και του χάλυβα των οπλισμών κάμψης και διάτμησης είναι S400. Να υπολογισθούν οι απαιτούμενοι οπλισμοί κάμψης και διάτμησης ως εξής:

α. Έλεγχος σε κάμψη στα ανοίγματα καθώς και στις στηρίξεις των πλακών. Ροπή σχεδιασμού ανοιγμάτων παντού (κατά x & y) $M_{sd}=22\text{kNm}$ και στηρίξεων παντού (κατά x & y) $M_{sd}=28\text{kNm}$. (Σημείωση: Μην κάνετε έλεγχοι για αποστάσεις ράβδων κλπ. Τους δευτερεύοντες οπλισμούς των πλακών, όπου χρειάζονται, απλά τοποθετήστε τους σωστά στο σκαρίφημα.)

$$h_f=0.18\text{m}, d=0.15\text{m}, d_1=0.03\text{m}, b=1\text{m}$$

$$\text{δοκοί } \Delta 1-\Delta 2-\Delta 3 \quad d=0.55\text{m}, d_1=0.05\text{m}, b_w \times h = 0.25\text{m} \times 0.60\text{m}$$

$$\text{πλακοδοκός } b_{ef}=1.00\text{m}, b_{ef}=0.75\text{m}$$

$$\text{C20 \& S400} \rightarrow f_{cd}=20/1.5, f_{yd}=400/1.15$$

Ανοίγματα

τιμές σε m $\rightarrow \mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b d^2 f_{cd}} = \frac{22 \text{ kNm}}{1 \cdot 0.15^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.073$

$$\text{Πίνακα CEB} \rightarrow \rho=0.0763 \approx 0.076 \quad (3 \text{ δεκαδικά})$$

(Χρειάζεται γραμμική παρεμβολή μεταξύ των τιμών μ_{sd} 0.07 και 0.08)

μ_{sd}	ρ
0.07	0.073
0.073	x
0.08	0.084

$$\frac{0.08 - 0.07}{0.084 - 0.073} = \frac{0.073 - 0.07}{x - 0.073}$$

$$\Rightarrow x - 0.073 = \frac{(0.073 - 0.07) \cdot (0.084 - 0.073)}{0.08 - 0.07} \Rightarrow$$

$$x - 0.073 = 0.0033 \Rightarrow x = 0.073 + 0.0033 = 0.0763 \approx 0.076$$

Πίνακας 7.2

πίνακας CEB για ορθογωνικές διατομές με απλό σπλισμό

μ_{sd}	ρ	ξ	ζ	σ_{sd1} (MPa)			ϵ_{c2} (‰)	ϵ_{s1} (‰)
				S220	S400	S500		
0	0	0	1				0	
0.01	0.01	0.036	0.987				-0.752	
0.02	0.02	0.053	0.981				-1.12	
0.03	0.031	0.066	0.976				-1.43	
0.04	0.041	0.079	0.970				-1.72	
0.05	0.052	0.091	0.966				-2	
0.06	0.062	0.103	0.96				-2.31	
0.07	0.073	0.116	0.954				-2.62	
0.08	0.084	0.128	0.948				-2.94	
0.09	0.095	0.141	0.942				-3.28	
0.096	0.102	0.149	0.938					
0.10	0.107	0.155	0.935					19
0.11	0.118	0.172	0.928					16.8
0.12	0.130	0.189	0.921	191	347.8	435		15.0
0.13	0.142	0.207	0.914					13.4
0.14	0.154	0.224	0.907					12.1
0.15	0.167	0.242	0.899					10.9
0.16	0.179	0.261	0.892					9.92
0.17	0.192	0.28	0.884					9.02
0.18	0.205	0.299	0.876				-3.5	8.22
0.19	0.219	0.318	0.868					7.50
0.20	0.233	0.338	0.859					6.85
0.21	0.247	0.359	0.851					6.26
0.22	0.261	0.38	0.842					5.72
0.23	0.276	0.401	0.833					5.22
0.24	0.291	0.423	0.824					4.77
0.25	0.307	0.446	0.814					4.35
0.26	0.323	0.47	0.805					3.95
0.27	0.34	0.494	0.795					3.59
0.28	0.357	0.519	0.784					3.24
0.29	0.375	0.545	0.773					2.92
0.30	0.394	0.572	0.762					2.62
0.31	0.413	0.601	0.75					2.33
0.315	0.424	0.617	0.743				(S500)	$\epsilon_{ys} = 2.14$
0.32	0.434	0.63	0.738			410		2.05
0.33	0.455	0.662	0.725			356		1.79
0.332	0.460	0.668	0.722			347.8	(S400)	$\epsilon_{ys} = 1.74$
0.34	0.478	0.695	0.711		308	308		1.54
0.35	0.503	0.731	0.696		258	258		1.29
0.36	0.529	0.769	0.68		210	210		1.05
0.364	0.54	0.785	0.673		191	191	(S220)	$\epsilon_{ys} = 0.956$
0.37	0.558	0.812	0.662	162.2	162.2	162.2		0.811
0.38	0.591	0.86	0.642	114.2	114.2	114.2		0.571
0.39	0.63	0.915	0.619	64.8	64.8	64.8		0.324
0.40	0.677	0.984	0.591	11.0	11.0	11.0		0.055
0.402	0.688	1.000	0.584	0	0	0		0

(Πίνακα CEB, Σελ.6 από pdf: πινακες που χρησιμ..pdf)

τιμές σε cm

$$A_{s1} = \rho b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.076 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{20}{\frac{1.5}{1.15}} = 4.37 \text{ cm}^2$$

Από το πίνακα σπλισμού πλακών $\Phi 8/11.5 = 4.4 \text{ cm}^2$

1 - ΠΛΑΚΕΣ
 Εμβαδόν (σε cm²) διατομών ράβδων σε 1m ηγίτους ηγίους

Απόσταση ράβδων (cm)	Διάμετροι ράβδων (mm)											
	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
8.0	2.5	3.5	6.3	9.8	14.1	19.2	25.1	31.8	39.3	47.5	56.5	66.5
8.5	2.3	3.3	5.9	9.2	13.5	18.1	23.7	29.9	37.0	44.7	53.2	62.5
9.0	2.2	3.1	5.6	8.7	12.6	17.1	22.3	28.3	34.9	42.2	50.3	59.0
9.5	2.1	3.0	5.3	8.3	11.9	16.2	21.2	26.8	33.1	40.0	47.6	55.9
10.0	2.0	2.8	5.0	7.9	11.3	15.4	20.1	25.5	31.4	38.0	45.2	53.1
10.5	1.9	2.7	4.8	7.5	10.8	14.7	19.2	24.2	29.9	36.2	43.1	50.6
11.0	1.8	2.6	4.6	7.1	10.3	14.0	18.3	23.1	28.6	34.6	41.1	48.6
11.5	1.7	2.5	4.4	6.8	9.8	13.4	17.5	22.1	27.3	33.1	39.3	46.2
12.0	1.6	2.4	4.2	6.5	9.4	12.8	16.8	21.2	26.2	31.7	37.7	44.2
12.5	1.6	2.3	4.0	6.3	9.1	12.3	16.1	20.4	25.1	30.4	36.2	42.5
13.0	1.5	2.2	3.9	6.0	8.7	11.8	15.5	19.6	24.2	29.2	34.8	40.8
13.5	1.5	2.1	3.7	5.8	8.4	11.4	14.9	18.9	23.3	28.1	33.5	39.4
14.0	1.4	2.0	3.6	5.6	8.1	11.0	14.4	18.2	22.4	27.2	32.3	38.0
14.5	1.4	2.0	3.5	5.4	7.8	10.6	13.9	17.6	21.7	26.2	31.2	36.6
15.0	1.3	1.9	3.4	5.2	7.5	10.3	13.4	17.0	20.9	25.3	30.2	35.4
16.0	1.2	1.7	3.1	4.9	7.1	9.6	12.5	15.9	19.6	23.8	28.2	33.2
18.0	1.1	1.5	2.8	4.4	6.3	8.6	11.2	14.1	17.4	21.1	25.1	29.5
20.0	1.0	1.4	2.5	4.0	5.6	7.7	10.1	12.7	15.7	19.0	22.6	26.6

(Πίνακα οπλισμού πλακών, Σελ.4 από pdf: πινακες που χρησιμ..pdf)

Ο κύριος οπλισμός αποτελείται από δυο σίδερα επομένως το $A_{s1}=4.4 \text{ cm}^2$ (Φ8/11.5) μοιράζεται σε 2.2 cm^2 (Φ8/23) και 2.2 cm^2 (Φ8/23).

Φ8/23=2.2cm² (πάνω)
 Φ8/23=2.2cm² (πάνω)

Άνοιγμα Π4 και στις δυο διαστάσεις (x,y) τοποθετώ αυτόν τον οπλισμό (κύριο οπλισμό) (πάνω).

Άνοιγμα Π2 τοποθετώ μονό στο γ κύριο οπλισμό (πάνω) και στο x δευτερεύον οπλισμό (Φ8/20) (κάτω).

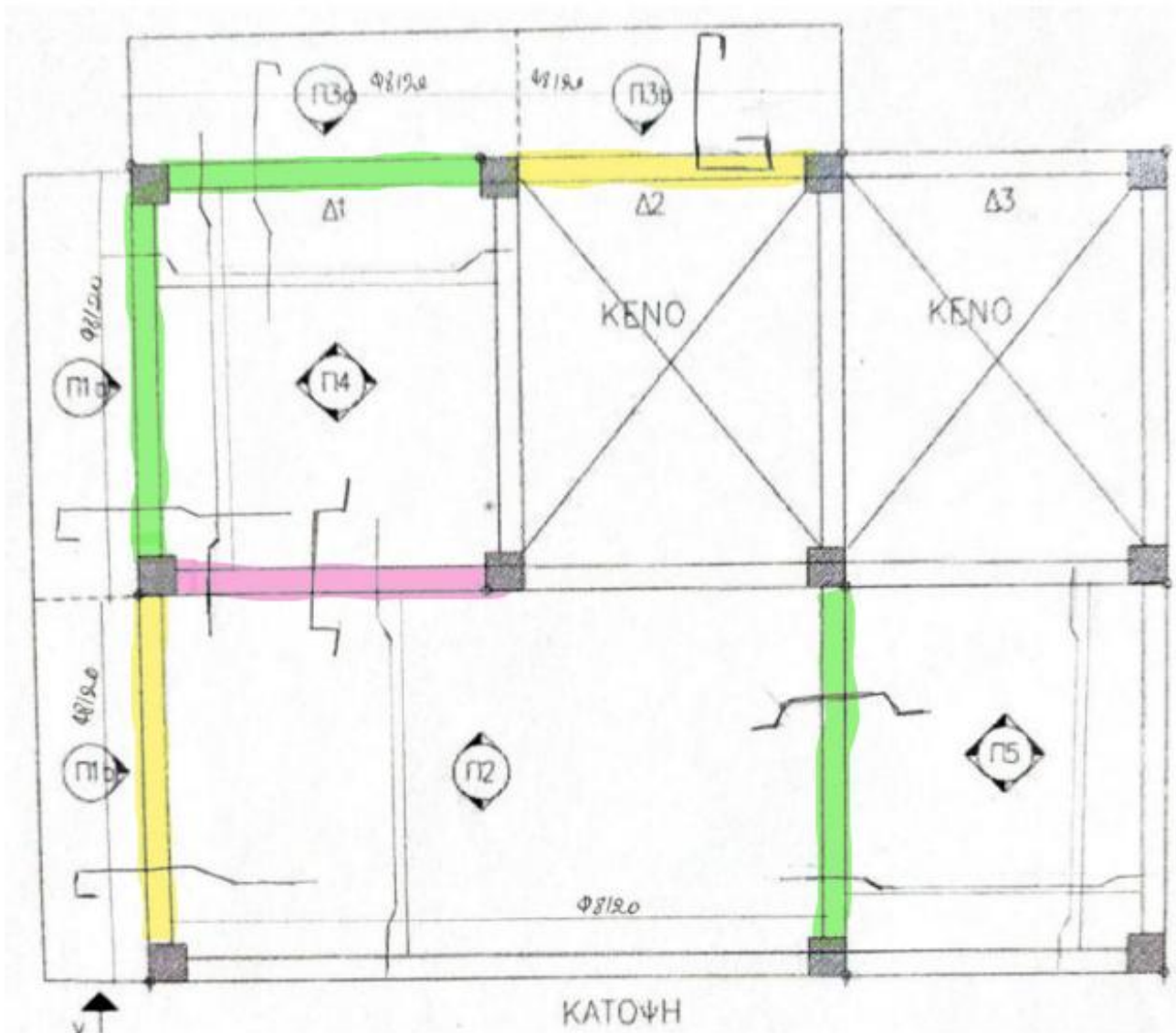
Άνοιγμα Π5 και στις δυο διαστάσεις (x,y) τοποθετώ αυτόν τον οπλισμό (κύριο οπλισμό) (πάνω).

Στηρίξεις

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = \frac{28 \text{ kNm}}{1 \cdot 0.15^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.093$$

Πίνακα CEB $\rightarrow \rho = 0.0985 \approx 0.099$ (3 δεκαδικά)

$$A_{s1} = \rho b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.099 \cdot 100 \cdot 15 \cdot \frac{\frac{20}{1.5}}{\frac{400}{1.15}} = 5.69 \text{ cm}^2$$



Π2-Π1b, Π3b: $5.69 \text{ cm}^2 \rightarrow \Phi 8/8.5 = 5.9 \text{ cm}^2$ (κάτω)

Π4-Π3α, Π4-Π1α: $5.69 - 2.2 = 3.49 \text{ cm}^2 \rightarrow \Phi 8/14 = 3.6 \text{ cm}^2$ (κάτω)

Π2-Π5: $5.69 - 2.2 = 3.49 \text{ cm}^2 \rightarrow \Phi 8/14 = 3.6 \text{ cm}^2$ (πάνω)

Π4-Π2: $5.69 - 2.2 - 2.2 = 1.29 \text{ cm}^2 \rightarrow \Phi 8/20 = 2.5 \text{ cm}^2$ (πάνω)

Ο δευτερεύον οπλισμός Φ8/20 στα μπαλκόνια μπαίνει πάνω.

1. ΠΛΑΚΕΙ

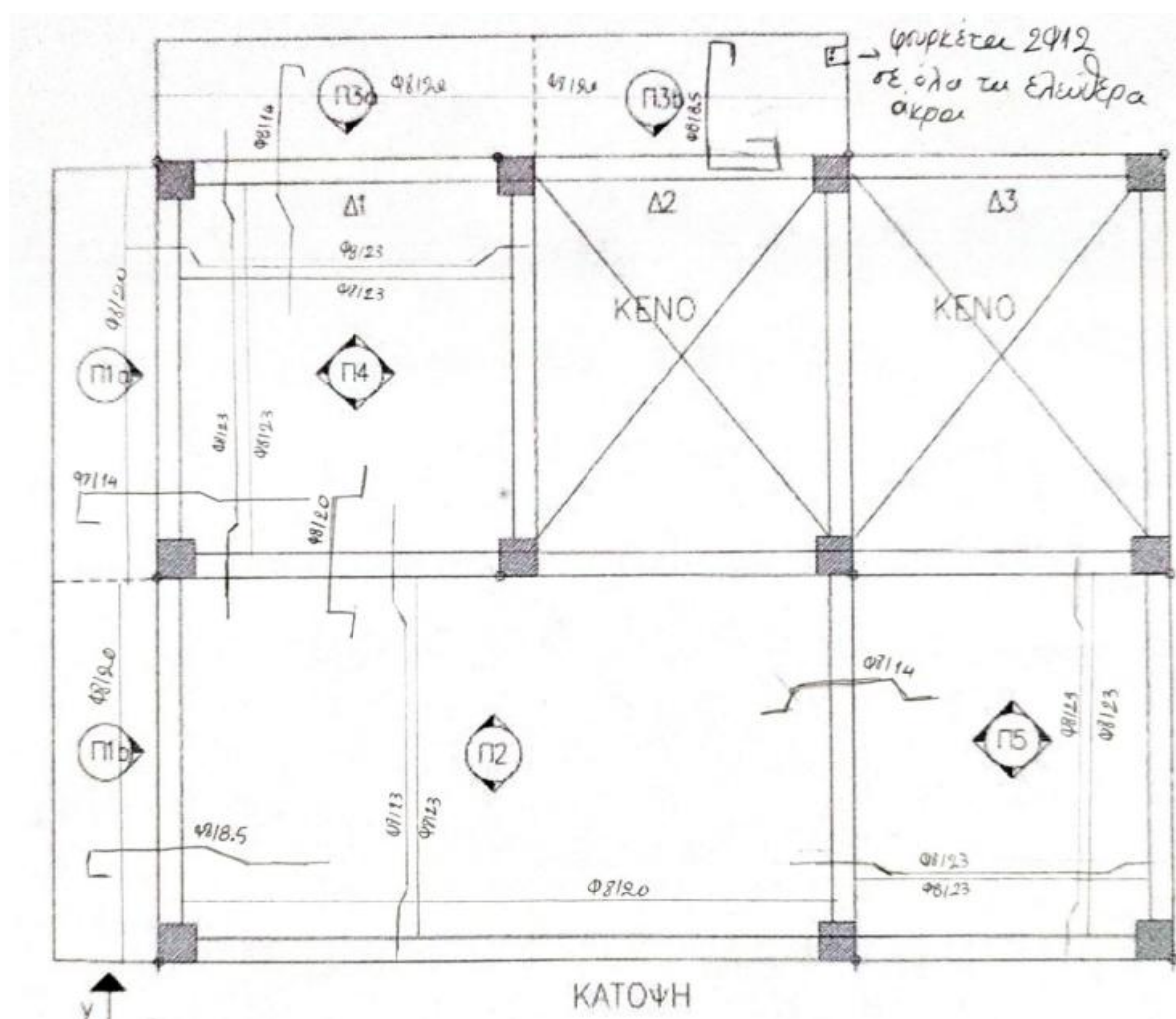
Έμβαδόν (σε cm²) διατομών ραβδών σε 1m ηγίστου πλάτους

Απόσταση ραβδών (cm)	Διαμέτροι ραβδών (mm)											
	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
8.0	2.5	3.5	6.3	9.8	14.1	19.2	25.1	31.8	39.3	47.5	56.5	66.3
8.5	2.3	3.3	5.9	9.2	13.3	18.1	23.7	29.9	37.0	44.7	53.2	62.5
9.0	2.2	3.1	5.6	8.7	12.6	17.1	22.3	28.3	34.9	42.2	50.3	59.0
9.5	2.1	3.0	5.3	8.3	11.9	16.2	21.2	26.8	33.1	40.0	47.6	55.9
10.0	2.0	2.8	5.0	7.9	11.3	15.4	20.1	25.5	31.4	38.0	45.2	53.1
10.5	1.9	2.7	4.8	7.5	10.8	14.7	19.2	24.2	29.9	36.2	43.1	50.6
11.0	1.8	2.6	4.6	7.1	10.3	14.0	18.3	23.1	28.6	34.6	41.1	48.6
11.5	1.7	2.5	4.4	6.8	9.8	13.4	17.5	22.1	27.3	33.1	39.3	46.2
12.0	1.6	2.4	4.2	6.5	9.4	12.6	16.8	21.2	26.2	31.7	37.7	44.2
12.5	1.6	2.3	4.0	6.3	9.1	12.3	16.1	20.4	25.1	30.4	36.2	42.5
13.0	1.5	2.2	3.9	6.0	8.7	11.8	15.5	19.6	24.2	29.2	34.8	40.8
13.5	1.5	2.1	3.7	5.8	8.4	11.4	14.9	18.9	23.3	28.1	33.5	39.4
14.0	1.4	2.0	3.6	5.6	8.1	11.0	14.4	18.2	22.4	27.2	32.3	38.0
14.5	1.4	2.0	3.5	5.4	7.8	10.6	13.9	17.6	21.7	26.2	31.2	36.6
15.0	1.3	1.9	3.4	5.2	7.5	10.3	13.4	17.0	20.9	25.3	30.2	35.4
16.0	1.2	1.7	3.1	4.9	7.1	9.6	12.5	15.9	19.6	23.8	28.2	33.2
18.0	1.1	1.5	2.8	4.4	6.3	8.6	11.2	14.1	17.4	21.1	25.1	29.5
20.0	1.0	1.4	2.5	4.0	5.6	7.7	10.1	12.7	15.7	19.0	22.6	26.6

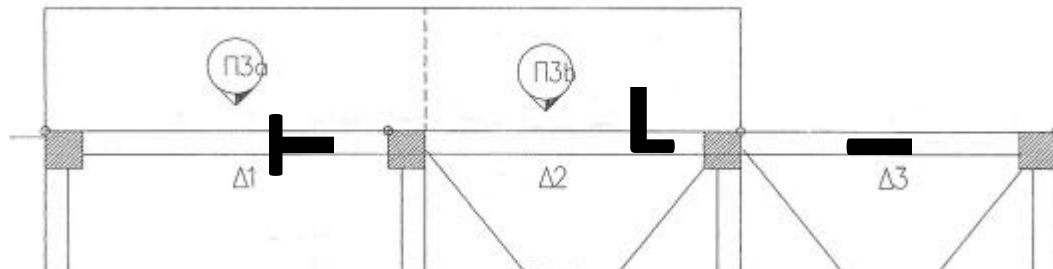
(Πίνακα οπλισμού πλακών, Σελ.4 από pdf: [πινακες που χρησιμ..pdf](#))

(Πίνακα οπλισμού πλακών, Σελ.4 από pdf: πινακες που χρησιμ..pdf)

Συνολικά (δ ερώτημα)



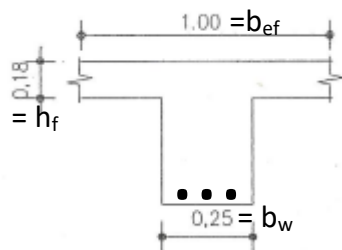
β. Έλεγχος σε κάμψη της δοκού **Δ1-Δ2-Δ3** με ροπή σχεδιασμού παντού $M_{sd}=175 \text{ kNm}$, δηλαδή και στα ανοίγματα των Δ1, Δ2 και Δ3, αλλά και στις στηρίξεις στα μεσαία υποστυλώματα. (Σημείωση: Τους δευτερεύοντες οπλισμούς των δοκών, όπου χρειάζονται, απλά τοποθετήστε τους σωστά στο σκαρίφημα.)



δοκοί Δ1-Δ2-Δ3 $M_{sd}=175 \text{ kNm}$, $d=0.55 \text{ m}$, $d_1=0.05 \text{ m}$, $b_w \times h = 0.25 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}$

Ανοίγματα

Δ1



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{ef} d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{1 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.043 < \mu_{lim}$$

$$h_f/d = 0.18/0.55 = 0.32 = 0.30$$

$$b_{ef}/b_w = 1/0.25 = 4$$

Πίνακα πλακοδοκων $1000\omega = 45.15 \rightarrow \omega = 0.045$

μ_{sd}	$h_f/d=0.20$					$h_f/d=0.30$					$h_f/d=0.40$				
	10	5	3	2	1	10	5	3	2	1	10	5	3	2	1
0.02	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
0.04	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
0.06	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
0.08	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
0.10	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
0.12	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
0.14	154	154	154	154	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
0.16	180	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179
0.18		210	207	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206
0.20			241	236	233	232	233	233	233	233	233	233	233	233	233
0.22				270	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261
0.24				309	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
0.26					323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
0.28					357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357
0.30					394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394
0.32					434	434	434	434	434	434	434	434	434	434	434
5220 μ_{lim}	0.171	0.188	0.212	0.241	0.330	0.220	0.239	0.254	0.273	0.330	0.279	0.285	0.293	0.302	0.32
5400 $1000\omega_{lim}$	190	277	265	312	455	275	295	322	355	455	354	367	381	400	45
5500 μ_{lim}	0.169	0.186	0.207	0.234	0.316	0.227	0.236	0.260	0.266	0.316	0.273	0.278	0.284	0.292	0.31
1000 ω_{lim}	195	221	255	297	424	272	289	311	340	424	343	352	364	379	42

(Σελ.7 από pdf: πίνακες που χρησιμ..pdf)

$$A_{s1} = \omega b_{ef} d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.045 \cdot 100 \cdot 55 \cdot \frac{1.5}{400} = 9.49 \text{ cm}^2$$

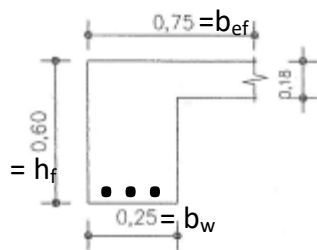
$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (κάτω)}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΛΑΚΟΔΟΚΩΝ

Διάμετρος (mm) ϕ	Βάρος ανά 10 μ. μήκος (kg)	Διάσταση (cm)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07
12	0.889	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17
14	1.21	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86
16	1.58	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09
18	2.00	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
20	2.47	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26
22	2.98	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20
24	3.55	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68
26	4.17	5.31	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.48	47.79

(Πίνακα πλακοδοκων, Σελ.5 από pdf: πινακες που χρησιμ..pdf)

Δ2



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{ef} d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{0.75 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.058 < \mu_{lim}$$

$$h_f/d = 0.18/0.55 = 0.32 = 0.30$$

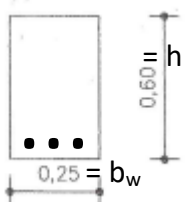
$$b_{ef}/b_w = 0.75/0.25 = 3$$

Πίνακα πλακοδοκων $1000\omega = 60.9 \rightarrow \omega = 0.061$

$$A_{s1} = \omega b_{ef} d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.061 \cdot 75 \cdot 55 \cdot \frac{20}{\frac{1.5}{1.15}} = 9.65 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (κάτω)}$$

Δ3



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_w d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{0.25 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.174$$

Πίνακα CEB $\rightarrow \rho = 0.197$

$$A_{s1} = \rho b_{ef} d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.197 \cdot 25 \cdot 55 \cdot \frac{20}{\frac{1.5}{1.15}} = 10.38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (κάτω)}$$

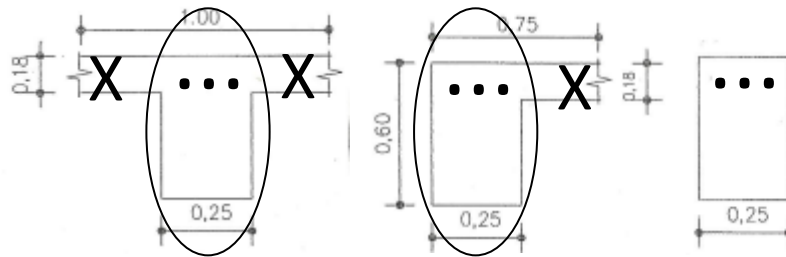
Πίνακας 7.2
Πίνακας CEB για ορθογώνιες διατομές με απόσβεση

μ_{sd}	ρ	ξ	ζ	$\sigma_{ed1} \text{ (MPa)}$			$\epsilon_{c2} \text{ (‰)}$	$\epsilon_{s1} \text{ (‰)}$
				S220	S400	S500		
0	0	0	1				0	
0.01	0.01	0.036	0.987				-0.752	
0.02	0.02	0.063	0.981				-1.12	
0.03	0.03	0.086	0.975				-1.43	
0.04	0.04	0.079	0.967				-1.72	
0.05	0.05	0.091	0.958				-2	
0.06	0.06	0.103	0.95				-2.31	
0.07	0.07	0.118	0.944				-2.62	
0.08	0.08	0.128	0.948				-2.94	
0.09	0.09	0.141	0.942				-3.28	
0.098	0.102	0.149	0.938					
0.10	0.107	0.155	0.935					19
0.11	0.118	0.172	0.928					16.8
0.12	0.130	0.189	0.921					15.0
0.13	0.142	0.207	0.914					13.4
0.14	0.154	0.224	0.907					12.1
0.15	0.167	0.242	0.899					10.9
0.16	0.179	0.261	0.892					9.92
0.17	0.192	0.28	0.884					9.02
0.18	0.205	0.299	0.876					8.22
0.19	0.219	0.318	0.868					7.50
0.20	0.233	0.338	0.859					6.85
0.21	0.247	0.359	0.851					6.26
0.22	0.261	0.38	0.842					5.72
0.23	0.276	0.401	0.833					5.23
0.24	0.291	0.423	0.824					4.77
0.25	0.307	0.446	0.814					4.35
0.26	0.323	0.47	0.805					3.95
0.27	0.34	0.494	0.796					3.59
0.28	0.357	0.519	0.784					3.24
0.29	0.375	0.545	0.772					2.92
0.30	0.394	0.572	0.762					2.62
0.31	0.413	0.601	0.75					2.34
0.315	0.424	0.617	0.743					2.25
0.32	0.434	0.63	0.738					2.05
0.33	0.455	0.662	0.728					1.79
0.332	0.460	0.668	0.722					
0.34	0.478	0.695	0.711					1.54
0.35	0.503	0.731	0.698					1.29
0.36	0.529	0.769	0.68					1.05
0.364	0.54	0.785	0.673					0.944
0.37	0.558	0.812	0.662	162.2	162.2	162.2		0.811
0.38	0.581	0.86	0.642	114.2	114.2	114.2		0.571
0.39	0.61	0.915	0.619	64.8	64.8	64.8		0.324
0.40	0.677	0.984	0.591	11.0	11.0	11.0		0.055
0.408	0.688	1.000	0.584	0	0	0		0

(Σελ.6 από pdf: πινακες που χρησιμ..pdf)

Στηρίξεις

Όλες Δ1-Δ2, Δ2-Δ3



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_w d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{0.25 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.174$$

Πίνακα CEB $\rightarrow \rho=0.197$

$$A_{s1} = \rho b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.197 \cdot 25 \cdot 55 \cdot \frac{20}{\frac{1.5}{400}} = 10.38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (πάνω)}$$

Πίνακας 7.2
Πίνακας CEB για ορθογώνιες διατομές με απλό οπλισμό

μ_{sd}	ρ	ξ	ζ	$\sigma_{sd1} \text{ (MPa)}$			ϵ_{s1} (‰)
				S220	S400	S500	
0	0	0	1				0
0.01	0.01	0.036	0.997				-0.752
0.02	0.02	0.053	0.991				-1.12
0.03	0.031	0.066	0.976				-1.43
0.04	0.041	0.079	0.957				-1.72
0.05	0.052	0.091	0.936				-2
0.06	0.062	0.103	0.915				-2.31
0.07	0.073	0.116	0.894				-2.62
0.08	0.084	0.128	0.868				-2.94
0.09	0.095	0.141	0.842				-3.28
0.096	0.102	0.149	0.838				
0.10	0.107	0.155	0.835				19
0.11	0.116	0.172	0.808				15.8
0.12	0.130	0.189	0.821				15.0
0.13	0.142	0.207	0.814				13.4
0.14	0.154	0.224	0.807				12.1
0.15	0.167	0.242	0.809				10.9
0.16	0.179	0.261	0.802				9.82
0.17	0.192	0.28	0.804				9.02
0.18	0.205	0.299	0.806				8.21
0.19	0.219	0.318	0.808				7.50
0.20	0.233	0.338	0.809				6.85
0.21	0.247	0.359	0.811				6.26
0.22	0.261	0.38	0.842				5.72
0.23	0.276	0.401	0.833				5.21
0.24	0.291	0.423	0.824				4.77
0.25	0.307	0.446	0.814				4.35
0.26	0.323	0.47	0.805				3.95
0.27	0.34	0.494	0.795				3.59
0.28	0.357	0.519	0.784				3.24
0.29	0.375	0.545	0.772				2.92
0.30	0.394	0.572	0.762				2.62
0.31	0.413	0.601	0.751				2.33
0.315	0.424	0.617	0.743				2.15
0.32	0.434	0.63	0.738				2.0
0.33	0.455	0.662	0.725				1.79
0.332	0.460	0.668	0.722				1.74
0.34	0.478	0.695	0.711				1.54
0.35	0.503	0.731	0.698				1.29
0.36	0.529	0.769	0.68				1.05
0.364	0.54	0.785	0.673				0.966
0.37	0.568	0.812	0.662	162.2	162.2	162.2	0.811
0.38	0.591	0.86	0.642	114.2	114.2	114.2	0.571
0.39	0.61	0.915	0.619	64.8	64.8	64.8	0.324
0.40	0.627	0.964	0.591	11.0	11.0	11.0	0.055
0.402	0.668	1.000	0.584	0	0	0	0

(Σελ.6 από pdf: πίνακες που χρησιμ..pdf)

Πίνακας 7.2
Πίνακας CEB για ορθογώνιες διατομές με απλό οπλισμό

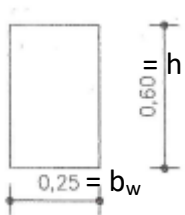
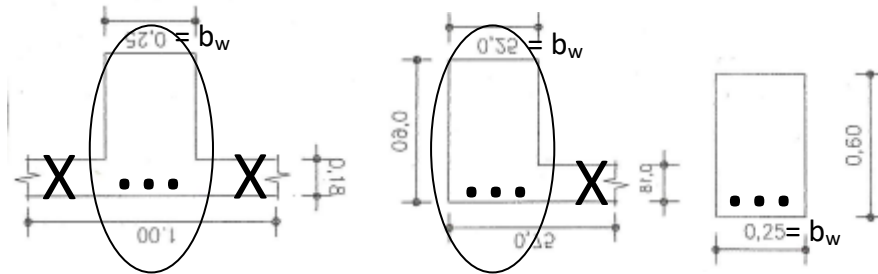
Διάμετρος (mm)	Βάρος ανα τρ. μέτρο (kg)	Διατομή (cm ²)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07
12	0.898	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17
14	1.21	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86
16	1.58	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09
18	2.00	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
20	2.47	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26
22	2.98	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20
24	3.55	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68
26	4.17	5.31	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.48	47.79

(Σελ.5 από pdf: πίνακες που χρησιμ..pdf)

Προσοχή! Αν η εκφώνηση έγραφε ανεστραμμένη τότε:

Ανοίγματα

Όλες Δ1,Δ2,Δ3



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_w d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{0.25 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.174$$

Πίνακα CEB $\rightarrow \rho = 0.197$

$$A_{s1} = \rho b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.197 \cdot 25 \cdot 55 \cdot \frac{20}{1.15} = 10.38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (κάτω)}$$

Πίνακας 7.2
Πίνακας CEB για ορθογώνιες διατομές με απόσβεση

μ_{sd}	ρ	ξ	ζ	σ_{sd1} (MPa)			ϵ_{c2} (‰)	ϵ_{s1} (‰)
				S220	S400	S500		
0	0	0	1				0	
0.01	0.01	0.085	0.987				-0.752	
0.02	0.02	0.083	0.981				-1.12	
0.03	0.03	0.080	0.975				-1.43	
0.04	0.04	0.079	0.970				-1.72	
0.05	0.052	0.081	0.966				-2	20
0.06	0.052	0.103	0.96				-2.31	
0.07	0.073	0.116	0.954				-2.62	
0.08	0.084	0.128	0.948				-2.94	
0.09	0.095	0.141	0.942				-3.26	
0.096	0.102	0.149	0.938					19
0.10	0.107	0.155	0.935					16.8
0.11	0.118	0.172	0.929					15.3
0.12	0.130	0.189	0.921					13.4
0.13	0.142	0.207	0.914					12.1
0.14	0.154	0.224	0.907					10.9
0.15	0.167	0.242	0.899					9.92
0.16	0.179	0.261	0.892					9.02
0.17	0.192	0.28	0.884					8.22
0.18	0.205	0.299	0.876					7.50
0.19	0.219	0.318	0.868					6.85
0.20	0.233	0.338	0.859					6.28
0.21	0.247	0.359	0.851					5.72
0.22	0.261	0.38	0.842					5.22
0.23	0.275	0.401	0.833					4.77
0.24	0.291	0.423	0.824					4.36
0.25	0.307	0.446	0.814					3.95
0.26	0.323	0.47	0.805					3.59
0.27	0.34	0.494	0.795					3.24
0.28	0.357	0.519	0.784					2.89
0.29	0.375	0.545	0.773					2.62
0.30	0.394	0.572	0.762					2.33
0.31	0.413	0.601	0.75					2.05
0.315	0.424	0.617	0.743					1.79
0.32	0.434	0.63	0.736					1.54
0.33	0.445	0.642	0.728					1.29
0.332	0.450	0.653	0.722					1.05
0.34	0.479	0.695	0.711					0.811
0.35	0.503	0.731	0.698					0.571
0.36	0.529	0.769	0.68					0.324
0.364	0.54	0.785	0.673					0.065
0.37	0.558	0.812	0.663	162.2	162.2	162.2		0
0.38	0.591	0.86	0.642	114.2	114.2	114.2		0
0.39	0.63	0.915	0.619	64.8	64.8	64.8		0
0.40	0.677	0.984	0.591	11.0	11.0	11.0		0
0.402	0.688	1.000	0.584	0	0	0		0

(Σελ.6 από pdf: πίνακες που χρησιμ..pdf)

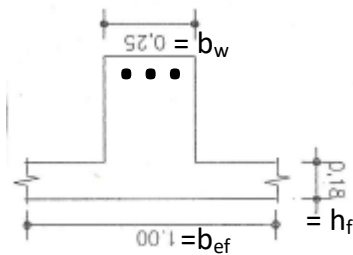
Πίνακας 7.2
Πίνακας CEB για ορθογώνιες διατομές με απόσβεση

Διάμετρος (mm)	Ώρος αναρ. μέτρο (kg)	Διατομή (cm²)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07
12	0.888	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17
14	1.21	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86
16	1.58	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09
18	2.00	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
20	2.47	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.94	21.95	25.12	28.26
22	2.98	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20
24	3.55	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68
26	4.17	5.31	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.68	47.79

(Σελ.5 από pdf: πίνακες που χρησιμ..pdf)

Στηρίξεις

Δ1-Δ2 και Δ2-Δ3 αριστερά



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{ef} d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{1 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.043 < \mu_{lim}$$

$$h_f/d = 0.18/0.55 = 0.32 = 0.30$$

$$b_{ef}/b_w = 1/0.25 = 4$$

Πίνακα πλακοδοκων $1000\omega = 45.15 \rightarrow \omega = 0.045$

μ_{sd}	$h_f/d=0.20$ 1000 ω for $b/b_w=$					$h_f/d=0.30$ 1000 ω for $b/b_w=$					$h_f/d=0.40$ 1000 ω for $b/b_w=$				
	10	5	3	2	1	10	5	3	2	1	10	5	3	2	1
0.02	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
0.04	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
0.06	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
0.08	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
0.10	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
0.12	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
0.14	154	154	154	154	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
0.16	180	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179
0.18		210	207	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206
0.20			241	236	233	232	233	233	233	233	233	233	233	233	233
0.22				270	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261
0.24				309	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
0.26					323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
0.28					357	357	357	357	357	357	357	357	357	357	357
0.30					394	394	394	394	394	394	394	394	394	394	394
0.32					434	434	434	434	434	434	434	434	434	434	434
S220	μ_{lim}	0.171	0.188	0.212	0.241	0.330	0.220	0.239	0.254	0.273	0.330	0.279	0.285	0.293	0.302
S400	$1000\omega_{lim}$	190	277	265	312	455	275	295	322	355	455	354	367	381	400
S500	μ_{lim}	0.169	0.186	0.207	0.234	0.316	0.227	0.236	0.250	0.266	0.316	0.273	0.278	0.284	0.292
S500	$1000\omega_{lim}$	195	221	255	297	424	272	289	311	340	424	343	352	364	379

(Πίνακα πλακοδοκων, Σελ.7 από pdf: πινακες που χρησιμ..pdf)

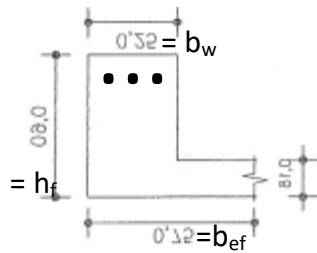
$$A_{s1} = \omega b_{ef} d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.045 \cdot 100 \cdot 55 \cdot \frac{20}{400} \cdot \frac{1.5}{1.15} = 9.49 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (πάνω)}$$

Διάμετρος (mm)	Βάρος ανά μ. μέτρο (kg)	Διάστημα (cm)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07
12	0.898	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17
14	1.21	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86
16	1.58	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09
18	2.00	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
20	2.47	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26
22	2.98	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20
24	3.55	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68
26	4.17	5.31	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.48	47.79

(Σελ.5 από pdf: πινακες που χρησιμ..pdf)

Δ2-Δ3 δεξιά



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{ef} d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{0.75 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0,058 < \mu_{lim}$$

$$h_f/d = 0.18/0.55 = 0.32 = 0.30$$

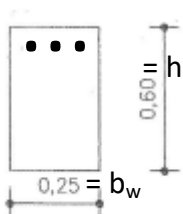
$$b_{ef}/b_w = 0.75/0.25 = 3$$

Πίνακα πλακοδοκων $1000\omega = 60.9 \rightarrow \omega = 0.061$

$$A_{s1} = \omega b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.061 \cdot 75 \cdot 55 \cdot \frac{\frac{20}{1.5}}{\frac{400}{1.15}} = 9.65 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (πάνω)}$$

Δ2-Δ3 αριστερά



$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_w d^2 f_{cd}} = \frac{175 \text{ kNm}}{0.25 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.174$$

Πίνακα CEB $\rightarrow \rho = 0.197$

$$A_{s1} = \rho b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.197 \cdot 25 \cdot 55 \cdot \frac{\frac{20}{1.5}}{\frac{400}{1.15}} = 10.38 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 7\Phi 14 = 10.78 \text{ cm}^2 \text{ (πάνω)}$$

Πίνακας 7.2
Πίνακας CEB για ορθογώνιες διατομές με απλό σπλοκάρι

μ_{sd}	ρ	ξ	ζ	$\sigma_{sd1} \text{ (MPa)}$			$\epsilon_{c2} \text{ (‰)}$	$\epsilon_{s1} \text{ (‰)}$
				S220	S400	S500		
0	0	0	1				0	
0.01	0.01	0.036	0.997				-0.752	
0.02	0.02	0.053	0.991				-1.12	
0.03	0.031	0.066	0.976				-1.43	
0.04	0.041	0.079	0.957				-1.72	
0.05	0.052	0.091	0.936				-2	20
0.06	0.062	0.103	0.913				-2.31	
0.07	0.073	0.116	0.884				-2.62	
0.08	0.084	0.128	0.848				-2.94	
0.09	0.095	0.141	0.802				-3.28	
0.096	0.102	0.149	0.838					19
0.10	0.107	0.155	0.805					16.8
0.11	0.116	0.172	0.758					15.0
0.12	0.130	0.189	0.691					13.4
0.13	0.145	0.207	0.614					12.1
0.14	0.154	0.224	0.507					10.9
0.15	0.167	0.242	0.409					9.82
0.16	0.179	0.261	0.302					9.02
0.17	0.192	0.28	0.184					8.52
0.18	0.205	0.299	0.076					7.50
0.19	0.219	0.318	0.068					6.85
0.20	0.233	0.338	0.059					6.26
0.21	0.247	0.359	0.051					5.72
0.22	0.261	0.38	0.042					5.22
0.23	0.276	0.401	0.033					4.77
0.24	0.291	0.423	0.024					4.36
0.25	0.307	0.446	0.014					3.95
0.26	0.323	0.47	0.005					3.59
0.27	0.34	0.494	0.795					3.24
0.28	0.357	0.519	0.744					2.90
0.29	0.375	0.545	0.772					2.62
0.30	0.394	0.572	0.762					2.35
0.31	0.413	0.601	0.755					2.09
0.315	0.424	0.617	0.743					1.84
0.32	0.434	0.633	0.738					1.6
0.33	0.455	0.662	0.725					1.39
0.332	0.460	0.668	0.722					1.24
0.34	0.478	0.695	0.711					1.04
0.35	0.503	0.731	0.696					0.89
0.352	0.509	0.739	0.691					0.75
0.364	0.54	0.785	0.673					0.66
0.37	0.568	0.812	0.662	162.2	162.2	162.2		0.611
0.38	0.591	0.86	0.642	114.2	114.2	114.2		0.571
0.39	0.63	0.915	0.619	64.8	64.8	64.8		0.534
0.40	0.677	0.984	0.591	11.0	11.0	11.0		0.505
0.402	0.688	1.000	0.584	0	0	0		0

(Σελ.6 από pdf: πίνακες που χρησιμ..pdf)

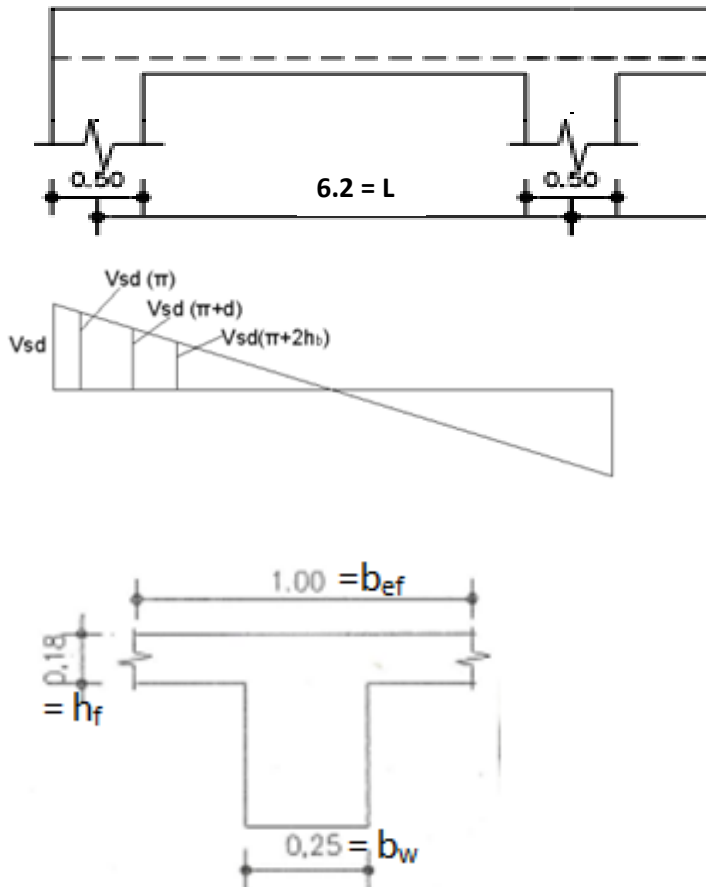
Πίνακας 7.2
Πίνακας CEB για ορθογώνιες διατομές με απλό σπλοκάρι

Διάμετρος (mm)	Βάρος ανά ηρ. μέτρο (kg)	Διατομή (cm²)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.96	1.18	1.37	1.57	1.76
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55
8	0.395	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53
10	0.617	0.79	1.57	2.35	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07
12	0.898	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17
14	1.21	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86
16	1.58	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09
18	2.00	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
20	2.47	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26
22	2.98	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00	22.80	26.60	30.40	34.20
24	3.55	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68
26	4.17	5.31	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.48	47.79

(Σελ.5 από pdf: πίνακες που χρησιμ..pdf)

γ. Έλεγχος σε διάτμηση (σε μία από τις στηρίξεις) της δοκού Δ1, όπου η τέμνουσα σχεδιασμού ισούται με $V_{sd}=260$ kN. Για τις δοκούς Δ2 και Δ3, απλά τοποθετήστε με όμοιο τρόπο τους συνδετήρες που βρήκατε για τη Δ1. (Σημείωση: Από τους δευτερεύοντες έλεγχους για τον οπλισμό διάτμησης, εντός και εκτός κρίσιμων περιοχών της δοκού, να γίνει μόνο αυτός που ελέγχει τις ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ δύο διαδοχικών συνδετήρων.)

$V_{sd}=260$ kN, $L=6.2$ m, Δ1: $d=0.55$ m, $d_1=0.05$ m, $b_w \times h = 0.25$ m $\times$ 0.60 m, $h_f=0.18$ m



$$V_{sd}=260\text{kN}$$

$$L/2=6.2/2=3.1, \pi=0.5/2=0.25, d=0.55\text{m}$$

$$V_{sd}^{(\pi)} = \frac{(3.1 - 0.25)}{3.1} \cdot 260 = 239\text{kN}$$

$$V_{sd}^{(\pi+d)} = \frac{(3.1 - 0.25 - 0.55)}{3.1} \cdot 260 = 193\text{kN}$$

$$l_{cr}=2h_b = (h-d_1-d_2) \times 2 = (0.6-0.05-0.05) \times 2 = 1$$

$$V_{sd}^{(\pi+l_{cr})} = \frac{(3.1 - 0.25 - 1)}{3.1} \cdot 260 = 155\text{kN}$$

$$V_{sd} = \frac{qL}{2} \Leftrightarrow q = \frac{2V_{sd}}{L} = \frac{2 \cdot 260\text{kN}}{6.2} = 83.87\text{kN/m}$$

$$M_{sd} = \frac{qL^2}{8} = \frac{83.87 \cdot 6.2^2}{8} = 403 \text{ kNm}$$

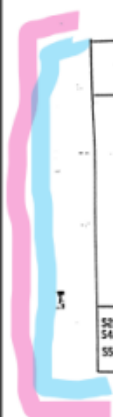
Στο άνοιγμα η δοκός σπλίζεται σαν πλακοδοκός

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b_{ef} d^2 f_{cd}} = \frac{403 \text{ kNm}}{1 \cdot 0.55^2 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3} = 0.100$$

$$h_f/d = 0.18/0.55 = 0.32 = 0.30$$

$$b_{ef}/b_w = 1/0.25 = 4$$

Πίνακα πλακοδοκων $1000\omega = 107 \rightarrow \omega = 0.107$



μ_{sd}	$h_f/d=0.20$ 1000 ω for $b/b_w=2$					$h_f/d=0.30$ 1000 ω for $b/b_w=2$					$h_f/d=0.40$ 1000 ω for $b/b_w=2$				
	10	5	3	2	1	10	5	3	2	1	10	5	3	2	1
0.02	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
0.04	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
0.06	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
0.08	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
0.10	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
0.12	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
0.14	154	154	154	154	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
0.16	180	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179
0.18	210	207	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	206
0.20		241	236	233	232	232	232	233	233	233	233	233	233	233	233
0.22			270	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261	261
0.24				291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291	291
0.26					323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
0.28						357	357	357	357	357	357	357	357	357	357
0.30							394	394	394	394	394	394	394	394	394
0.32								434	434	434	434	434	434	434	434
5220	0.171	0.188	0.212	0.241	0.330	0.220	0.239	0.254	0.273	0.330	0.279	0.289	0.295	0.302	0.31
5400	0.169	0.186	0.207	0.234	0.316	0.227	0.236	0.250	0.266	0.316	0.273	0.278	0.284	0.292	0.31
5500	0.168	0.185	0.207	0.234	0.316	0.227	0.236	0.250	0.266	0.316	0.273	0.278	0.284	0.292	0.31

(Σελ.7 από pdf: [πινακες που χρησιμ..pdf](#))

$$A_{s1} = \omega b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.107 \cdot 100 \cdot 55 \cdot \frac{\frac{20}{1.5}}{\frac{400}{1.15}} = 22.56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 8\Phi 20 = 25.12 \text{ cm}^2 \text{ (κάτω)}$$

Διάμετρος (mm)	Βάρη ανά 10 μ. (kg)	Απόσταση (cm)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0.154	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76
6	0.222	0.28	0.57	0.85	1.13	1.42	1.70	1.98	2.26	2.55
8	0.355	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.02	4.53
10	0.617	0.79	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07
12	0.898	1.13	2.26	3.39	4.52	5.65	6.78	7.91	9.04	10.17
16	1.21	1.54	3.08	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86
18	1.58	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.09
20	2.00	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
22	2.47	3.14	6.28	9.42	12.56	15.70	18.84	21.98	25.12	28.26
25	2.88	3.80	7.60	11.40	15.20	18.80	22.40	26.00	29.60	33.20
28	3.55	4.52	9.04	13.56	18.08	22.60	27.12	31.64	36.16	40.68
32	4.17	5.31	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.68	47.79

(Σελ.5 από pdf: [πινακες που χρησιμ..pdf](#))

C	$\tau_{Rd}(\text{MPa})$
C12	0.18
C16	0.22
C20	0.26
C25	0.30

1ος έλεγχος διάτμησης: $V_{Rd1} \geq V_{sd}^{(\pi+d)} = 193\text{kN}$

$$V_{Rd1} = \tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_l) \cdot d \cdot b_w$$

$$C20 \rightarrow \tau_{Rd} = 0.26 \text{MPa} = 260 \text{kN/m}^2$$

$$k = 1.6 - d = 1.6 - 0.55 = 1.05 > 1$$

$$\rho_l = \frac{A_{s1}}{b_w d} = \frac{9.42}{25 \cdot 55} = 0.007 < 0.02$$

$$V_{Rd1} = 260 \text{kN/m}^2 \cdot 1.05 \cdot (1.2 + 40 \cdot 0.007) \cdot 0.55 \cdot 0.25 = 55.56 \text{kN} < 193 \text{kN}$$

Συνεπώς χρειάζεται οπλισμός διάτμησης

2ος έλεγχος διάτμησης: $V_{Rd2} \geq V_{sd}^{(\pi)} = 239 \text{kN}$

$$V_{Rd2} = 0.5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d (1 + \cot \alpha)$$

$$v = 0.7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0.7 - \frac{20}{200} = 0.6 > 0.5$$

$$V_{Rd2} = 0.5 \cdot 0.6 \cdot \frac{20}{1.5} \cdot 10^3 \cdot 0.25 \cdot 0.9 \cdot 0.55 = 495 \text{kN} > 239 \text{kN}$$

Συνεπώς δεν χρειάζεται αλλαγή διατομής

3ος έλεγχος εύρεση οπλισμού διάτμησης

α) Στη κρίσιμη περιοχή

$$V_{Rd3} = V_{wd} + V_{cd} \geq V_{sd}^{(\pi+d)} = 193 \text{kN} \quad (1)$$

$$V_{cd}^{(\pi+d)} = 0.3 \cdot V_{Rd1} = 0.3 \cdot 55.56 \text{kN} = 16.67 \text{kN}$$

$$\text{Άρα (1)} \Rightarrow V_{wd} = V_{sd}^{(\pi+d)} - 0.3 \cdot V_{Rd1} = 193 - 16.67 = 176.33 \text{kN} \quad (2)$$

$$\alpha = 90^\circ \rightarrow \cot \alpha = 0.5, \sin \alpha = 1$$

Συνεπώς:

$$V_{wd} = \frac{0.9 \cdot d}{s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot (1 + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha \Rightarrow$$

$$V_{wd} = \frac{0.9 \cdot 0.55}{s} \cdot A_{sw} \cdot \frac{400}{1.15} \cdot 10^3 \Rightarrow$$

$$V_{wd} = 156,52 \cdot 10^3 \frac{A_{sw}}{S} \left(\frac{m^2}{m} \cdot kN \right) \Rightarrow$$

$$V_{wd} = 15.65 \cdot 10^3 \frac{A_{sw}}{S} \left(\frac{cm^2}{cm} \cdot kN \right) \quad (3)$$

Επιλεγώ δίτμητους συνδετήρες διατομής Φ10:

$$A_{sw} = 2 \cdot 4 \frac{0.10^2 \cdot 3.14}{4} = 1.57 cm^2 \quad (4)$$

$$(2),(3),(4) \rightarrow 176.33 kN = \frac{15.65 \cdot 1.57}{S} \Rightarrow S = \frac{15.65 \cdot 1.57}{176.33} = 0.139 m = 13.9 cm = 14 cm$$

ι) Έλεγχος μεγ. αποστάσεις συνδετήρων εντός κρίσιμης περιοχής

$$2h_b = (h - d_1 - d_2) \times 2 = (0.6 - 0.05 - 0.05) \times 2 = 1 m, h_b = 0.5 m$$

$$S_{max}^{cr} = \min\{h_b/3, 10\min\phi_l, 20\phi_w, 200 mm\} = \min\{500/3, 10 \cdot 20, 20 \cdot 10, 200 mm\}$$

$$= 167 mm = 16.7 cm = 17 cm$$

$$S = S_{max}^{cr} = 17 cm$$

Δηλαδή Φ10/14 συνδετήρες στις κρίσιμες περιοχές

β) Εκτός κρίσιμης περιοχής

$$V_{Rd3} = V_{wd} + V_{cd} \geq V_{sd}^{(\pi+lcr)} = 164 kN \quad (5)$$

$$V_{cd} = V_{Rd1} = 55.56 kN$$

$$V_{wd} = 164 kN - 55.56 kN = 108.44 kN \quad (6)$$

Επιλέγω ομοίως όπως πριν δίτμητους Φ10

$$\text{Άρα } (3), (5), (6) \rightarrow 108.44 kN = 15.65 \cdot \frac{1.57}{S} \Rightarrow S = 0.227 m = 22.7 cm = 23 cm$$

ι) Έλεγχος μέγιστης απόστασης συνδετήρων εκτός κρίσιμων περιοχών

$$V_{sd}^{(\pi+lcr)} = 164 kN < 0.67 \cdot V_{Rd2} = 0.67 \cdot V_{Rd2} = 0.67 \cdot 495 = 332 kN$$

$$S_{max} = \min\{0.6 \cdot d, 300 mm\} = \min\{0.6 \cdot 550, 300 mm\} = 330 mm = 33 cm \rightarrow \Phi 10/23$$