

M.165

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΑΡΧΙΑΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ
Γ. ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ

ΜΕΛΕΤΗ
ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ
ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ
ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

3. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 1983

ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<u>Σελίδα</u>
1. Στατικός υπολογισμός σωλήνων δικτύου όμβριων	1
2. Στατικός υπολογισμός όχετων όρθογωνικής διατομής	26
3. Στατικός υπολογισμός τυπικού φρεατίου δικτύου όμβριων	39
4. Στατικός υπολογισμός όχετων αντιπλημμυρικής τάφρου	43
5. Στατικός υπολογισμός τοίχου συναρμογής των όχετων	49
6. Στατικός υπολογισμός αντλιοστασίου άκαθάρτων	51

ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1. Στατικός υπολογισμός σωλήνων δικτύου όμβρίων.

1.1. Σωλήνες Φ 120 και Φ 100 εκ.

1.1.1. Παραδοχές.

α) Υλικό B 160 (άοπλο)

β) Ειδικά βάρη: σκυροδέματος $\gamma_B = 2,3 \text{ t/m}^3$
γαιών $\gamma_{\text{κορ}} = 1,8 \text{ t/m}^3$

γ) Φορτίο αυτοκινήτου : LKW 12 t.

• Αντίστοιχη επιφανειακή ομοιόμορφα κατανεμημένη φόρτιση: $q = 0,67 \text{ t/m}^3$
μέ επιφάνεια επιρροής $3,0 \times 6,0 \text{ m}^2$

δ) Γωνία έσωτερικής τριβής γαιών $\Phi = 30^\circ$. Έπειδή στην περίπτωση πού αναφερόμαστε δεν είναι δυνατή έγκάρσια μετακίνηση (έκτόνωση) του έδάφους, μετά την έπιχωμάτωση θά θεωρήσουμε την ώθηση γαιών ουδέτερη, δηλ. $\lambda_0 = 1 - \sin 30^\circ = 0,5$

ε) Για λόγους εύκολίας, στους υπολογισμούς τό φορτίο των γαιών θά θεωρηθεί ομοιόμορφο και ίσο μέ την μέση τιμή του. Στο φορτίο αυτό θά προστεθεί και τό ίδιο βάρος του πάνω τμήματος του σωλήνα.

στ) Δεχόμαστε μείωση της έπιφόρτισης q σύμφωνα μέ την άπλοποιητική παραδοχή διανομής τάσεων μέ κλίση 1:2 (όριζ:κατ). Δηλαδή σέ βάθος Z έχουμε

$$q' = 0,67 \times \frac{3,0 \times 6,0}{(3,0+Z)(6,0+Z)}$$

ζ) Δεχόμαστε ομοιόμορφη κατανομή της αντίδρασης του έδάφους. Έη τιμή της αντίδρασης είναι ίση μέ την τιμή του κατακόρυφου φορτίου.

η) Τό γεγονός ότι άγνοούμε: α) την έλαστική έδραση του σωλήνα στό έδαφος β) την ύπαρξη των τριβών σωλήνα-έδαφους γ) την τοξωτή λειτουργία του έδαφους στό όρυγμα για σχετικά μεγάλα βάθη δίνει δυσμενή άποτελέσματα στους υπολογισμούς μας. Σέ αντίσταθμισμα της παράλειψης των εύνοϊκών έπιρροών των παραπάνω αίτίων θά δεχθοΰμε αύξημένες έφελκυστικές τάσεις στό σκυρόδεμα, μέχρι $1/10 \epsilon_{\text{π}} \delta_{\text{B}}$ ή μέχρι 4 kg/cm^2 ,

θ) Ό υπολογισμός θά γίνει για βάθη έπίχωσης 1,60 και 1,00 m.

1.1.2. Στατικό μοντέλο.

Τό στατικό μοντέλο πού θά χρησιμοποιήσουμε είναι ό κλειστός γραμμικός φορέας πού προκύπτει από την ένωση των κ.β. διαφόρων διατομών του πραγματικού φορέα. Θά παρουμε υπόψη για τή στατική επίλυση την έντονη μεταβολή της ροπής άδρανείας στις διάφορες διατομές. Ό φορέας αυτός

σάν συμμετρικός μέ συμμετρικές φορτίσεις είναι δύο φορές έσωτερικά ύπερ-στατικός. Τά ύπερστατικά μεγέθη είναι τά χ_a καί χ_b (βλέπε σχ. 2). Για τήν άρση τής στατικής άοριστίας χρησιμοποιούμε τήν άρχή δυνατών έργων. Κύριο σύστημα είναι αυτό πού φαίνεται στό σχ. 2.

Ό Υπολογισμός των ύπερστατικών μεγεθών γίνεται από τίς παρακάτω έξισώσεις:

$$\chi_a \delta_{aa} + \chi_b \delta_{ab} + \delta_{ao} = 0$$

$$\chi_a \delta_{ba} + \chi_b \delta_{bb} + \delta_{bo} = 0,$$

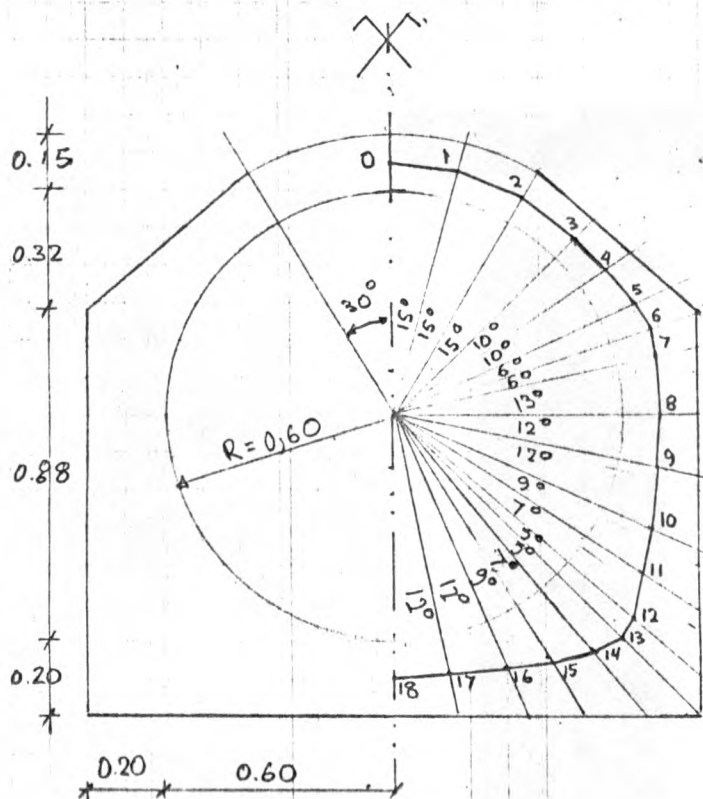
$$\delta_{ij} = \int_s M_i M_j \frac{I_c}{I(s)} ds. \quad \text{Ό δείκτης } 0 \text{ αναφέρεται στά έξωτερικά φορτία.}$$

Τά ολοκληρώματα δ_{ij} δέν είναι δυνατό νά ύπολογιστοϋν αναλυτικά, έπειδή οί συναρτήσεις $M_i M_j / I(s)$ είναι ιδιαίτερα πολύπλοκες στήν αναλυτική τους έκφραση. Έτσι ό ύπολογισμός θά γίνει άριθμητικά:

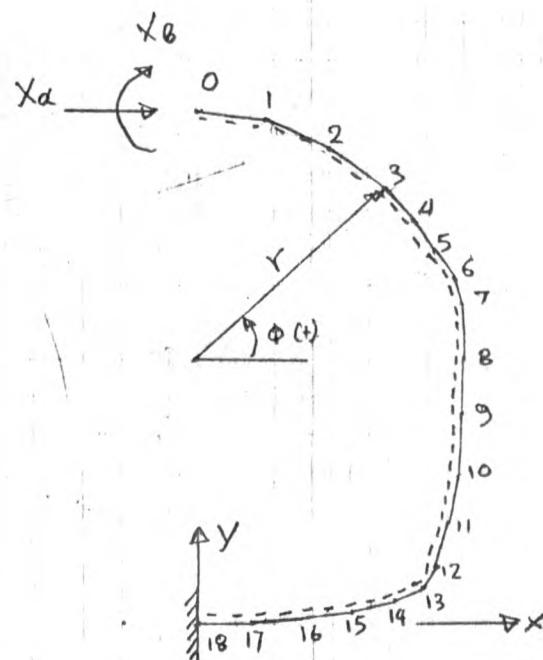
$$\delta_{ij} = \sum_{\Delta s(n)} 1/2 \left(M_i(n-1) \cdot M_j(n-1) \cdot \frac{I_c}{I(n-1)} + M_i(n) M_j(n) \frac{I_c}{I(n)} \right) \Delta s(n)$$

Γιά τήν έξασφάλιση όσο τό δυνατό μεγαλύτερης ακρίβειας στόν άριθμητικό ύπολογισμό, οί χαρακτηριστικές διατομές η πυκνώνουν σέ θέσεις πού γίνονται πιο έντονες μεταβολές τής ροπής άδρανείας.

1.1.3. Σωλήνας $\phi 120$ Βάθος επικάλυψης $B=1,60$



Σχήμα 1. Γεωμετρία άγωγος $\phi 120$



Σχήμα 2. Κύριο σύστημα και υπερταστικά μεγέθη.

α). Η γεωμετρία και το στατικό μοντέλο φαίνονται στα παρατίμια σχήματα. Τα αριθμητικά γεωμετρικά μεγέθη καθορίζονται στον πίνακα 1

Διατ.	b_m	I_{m^4}	I_c/I	r_m	ϕ°	x_m	y_m	Δs_m
0	0,15	$2,813 \times 10^{-4}$	1,000	0,68	$+90^\circ$	0,00	1,38	...
1	0,15	$2,813 \times 10^{-4}$	1,000	0,68	$+75^\circ$	0,17	1,35	0,17
2	0,15	$2,813 \times 10^{-4}$	1,000	0,68	$+60^\circ$	0,34	1,28	0,17
3	0,13	$1,831 \times 10^{-4}$	1,536	0,67	$+45^\circ$	0,47	1,17	0,17
4	0,16	$3,413 \times 10^{-4}$	0,824	0,68	$+35^\circ$	0,56	1,09	0,12
5	0,21	$7,718 \times 10^{-4}$	0,364	0,71	$+25^\circ$	0,64	1,00	0,12
6	0,25	$18,021 \times 10^{-4}$	0,216	0,73	$+19^\circ$	0,69	0,94	0,08
7	0,22	$8,873 \times 10^{-4}$	0,317	0,71	$+13^\circ$	0,69	0,86	0,08
8	0,20	$6,667 \times 10^{-4}$	0,422	0,70	0	0,70	0,70	0,16
9	0,22	$8,873 \times 10^{-4}$	0,317	0,71	-12°	0,69	0,55	0,15
10	0,28	$18,293 \times 10^{-4}$	0,154	0,74	-24°	0,68	0,40	0,15
11	0,35	$35,729 \times 10^{-4}$	0,079	0,78	-33°	0,65	0,28	0,12
12	0,44	$70,968 \times 10^{-4}$	0,040	0,82	-40°	0,63	0,17	0,11
13	0,53	$124,064 \times 10^{-4}$	0,023	0,87	-45°	0,61	0,09	0,08
14	0,44	$70,968 \times 10^{-4}$	0,040	0,82	-50°	0,53	0,07	0,08
15	0,35	$35,729 \times 10^{-4}$	0,079	0,78	-57°	0,42	0,05	0,11
16	0,28	$18,293 \times 10^{-4}$	0,154	0,74	-66°	0,30	0,02	0,12
17	0,22	$8,873 \times 10^{-4}$	0,317	0,71	-78°	0,15	0,01	0,15
18	0,20	$6,667 \times 10^{-4}$	0,422	0,70	-90°	0,00	0,00	0,15

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

$$r = 0,6 + \frac{b}{2}$$

$$x = r \cos \phi$$

$$y = 0,7 + r \sin \phi$$

β) Φορτία (ξυμμερικά)

Κατακόρυφα

Ίδιο βάρος άνω τμήματος: $0,2 \times 2,3 = 0,46 \text{ t/m}$

Βάρος γαιών $(1,60 \times 0,70 + 0,1) \times 1,8 = 2,20 \text{ t/m}$

Φορτίο αυτοκινήτου: $0,7 \times 0,67 \times \frac{3,0 \times 6,0}{(3,0+1,6) \times (6,0+1,6)} = 0,24 \text{ t/m}$

Σύνολο $2,90 \text{ t/m}$

Αντίστοιχη όμοιομορφη φόρτιση $2,90/0,70 = 4,15 \text{ t/m}^2$

Αντίδραση Ξέδαφου

θεωρείται όμοιομορφη

$$q_x = 4,15 \text{ t/m}^2$$

Οριζόντια (εξήσεις γαιών)

$$p_H = 0,5 \times (1,8 \cdot z + q') \text{ όπου } z \text{ το βάθος και } q' = \frac{0,67 \times 3,0 \times 6,0}{(3,0+z)(6,0+z)}$$

γ) Υπολογισμός ροπών για φόρτιση $\chi_a = 1$ στο κύριο άξονα.

$$M = 1 \cdot (1,38 - y) \text{ , όπου } y$$

$$M_0 = 0,000$$

$$M_1 = 0,030$$

$$M_2 = 0,100$$

$$M_3 = 0,210$$

$$M_4 = 0,290$$

$$M_5 = 0,380$$

$$M_6 = 0,440$$

$$M_7 = 0,520$$

$$M_8 = 0,680$$

$$M_9 = 0,830$$

$$M_{10} = 0,980$$

$$M_{11} = 1,100$$

$$M_{12} = 1,210$$

$$M_{13} = 1,290$$

$$M_{14} = 1,310$$

$$M_{15} = 1,330$$

$$M_{16} = 1,360$$

$$M_{17} = 1,370$$

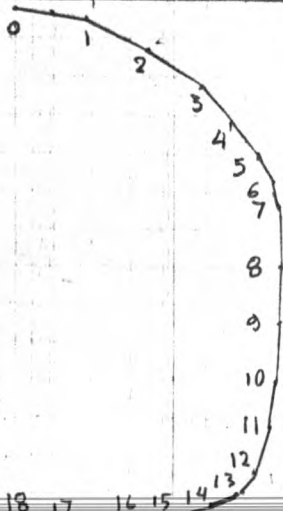
$$M_{18} = 1,380$$

δ) Υπολογισμός ροπών για φόρτιση $\chi_b = 1$ στο κ.ε.

$$M = 1,000 \text{ σε όλη τις διατομές}$$

ε) Υπολογισμός ροπών για τα κατακόρυφα φορτία στο κ.ε.

$$4,15 \text{ t/m}^2$$



Για το τμήμα $0 \div 8$ έχουμε $M = -4,15 \frac{x^2}{2}$
Για το τμήμα $8 \div 18$ έχουμε επίσης
 $M = -4,15 \frac{x^2}{2}$

Άρα

$$M_0 = 0,000 \text{ t/m}$$

$$M_1 = -0,060 \text{ t/m}$$

$$M_2 = -0,240 \text{ t/m}$$

$$M_3 = -0,458 \text{ t/m}$$

$$M_4 = -0,651 \text{ t/m}$$

$$M_5 = -0,850 \text{ t/m}$$

$$M_6 = -0,988 \text{ t/m}$$

$$M_7 = -0,988 \text{ t/m}$$

$$M_8 = -1,017 \text{ t/m}$$

$$M_9 = -0,988 \text{ t/m}$$

$$M_{10} = -0,958 \text{ t/m}$$

$$M_{11} = -0,875 \text{ t/m}$$

$$M_{12} = -0,822 \text{ t/m}$$

$$M_{13} = -0,771 \text{ t/m}$$

$$M_{14} = -0,582 \text{ t/m}$$

$$M_{15} = -0,366 \text{ t/m}$$

$$M_{16} = -0,187 \text{ t/m}$$

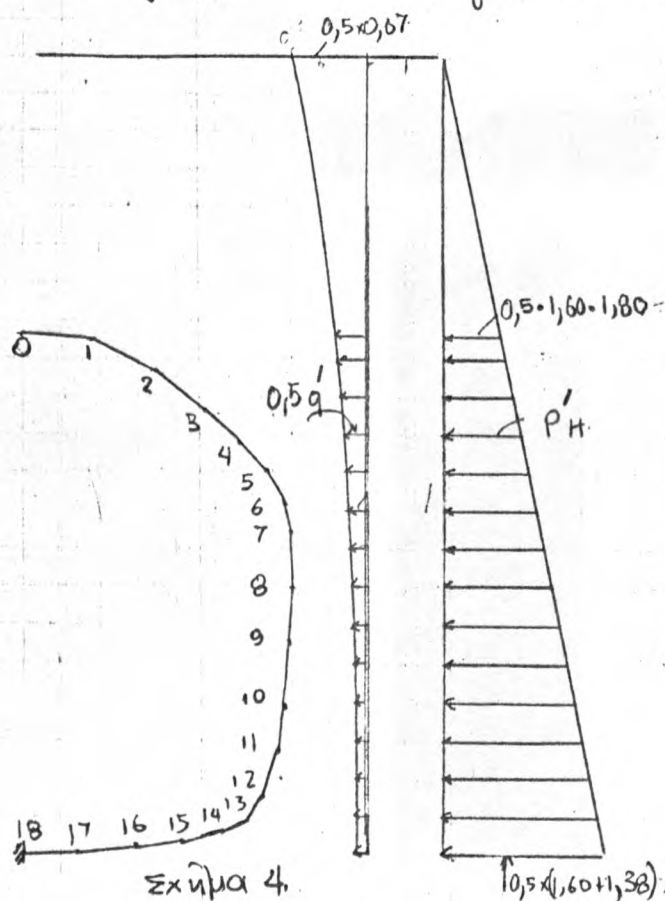
$$M_{17} = -0,048 \text{ t/m}$$

$$M_{18} = 0,000 \text{ t/m}$$

$$4,15 \text{ t/m}$$

Σχήμα 3

στ) Υπολογισμός ροπών για τα οριζόντια φορτία στο κ. 6.



Σε κάθε θέση υπολογίζονται τα $G = 1,80 \text{ z}$,

$$q' = \frac{0,67 \times 1,80}{(3,0 + z) \cdot (6,0 + z)}$$

$$\text{και } p_H = 0,5 \cdot (6 + q')$$

$$\text{όπου } z = 1,60 + 1,38 - y = 2,98 - y$$

Στη συνέχεια υπολογίζονται τα έμβεδα F_i και τα κ. β. $y_{s,i}$ των επί μέρους τμημάτων των διαφρ. ωθίσεων. Η ροπή M_i στη θέση i προκύπτει

$$M_i = - \sum_{j=1}^{j=i} (y_i - y_{s,j}) \cdot F_j = + y_i \sum_{j=1}^{j=i} F_j - \sum_{j=1}^{j=i} y_{s,j} F_j$$

Οι υπολογισμοί γίνονται στον πιν. 2

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Διαφ.	y_m	$G \text{ t/m}^2$	$q' \text{ t/m}^2$	$p_H \text{ t/m}^2$	$F \text{ t/m}$	$y_s \text{ m}$	$\Sigma F \text{ t/m}$	$\Sigma y_s F \text{ t-m/m}$	$M_i \text{ t-m/m}$
0	1,38	2,88	0,34	1,61					0,000
1	1,35	2,93	0,34	1,64	0,049	1,37	0,049	0,067	-0,001
2	1,28	3,06	0,33	1,70	0,117	1,32	0,166	0,222	-0,010
3	1,17	3,26	0,32	1,79	0,192	1,23	0,358	0,458	-0,039
4	1,09	3,40	0,31	1,86	0,146	1,13	0,504	0,623	-0,074
5	1,00	3,56	0,30	1,93	0,171	1,05	0,675	0,802	-0,127
6	0,94	3,67	0,30	1,98	0,117	0,97	0,792	0,916	-0,172
7	0,86	3,82	0,29	2,05	0,161	0,90	0,953	1,061	-0,241
8	0,70	4,10	0,28	2,19	0,339	0,78	1,292	1,325	-0,421
9	0,55	4,37	0,26	2,32	0,338	0,62	1,630	1,535	-0,639
10	0,40	4,64	0,25	2,45	0,358	0,47	1,988	1,703	-0,908
11	0,28	4,86	0,24	2,55	0,300	0,34	2,288	1,805	-1,164
12	0,17	5,06	0,24	2,65	0,286	0,23	2,574	1,871	-1,433
13	0,09	5,20	0,23	2,72	0,215	0,13	2,789	1,899	-1,648
14	0,07	5,24	0,23	2,73	0,055	0,08	2,844	1,903	-1,704
15	0,05	5,27	0,23	2,75	0,055	0,06	2,899	1,906	-1,761
16	0,02	5,33	0,23	2,78	0,083	0,04	2,982	1,910	-1,850
17	0,01	5,35	0,23	2,79	0,028	0,02	3,010	1,910	-1,880
18	0,00	5,36	0,22	2,79	0,028	0,01	3,038	1,910	-1,910

ζ) Υπολογισμός υπερστατικών μεγεθών και ροπών του πραγματικού φορέα
δίνεται στον πίνακα 3

ΠΙΝΑΚΑΣ

3

Διάτ.	$\frac{L}{I}$	M_a	M_b	M_o	$M_a^2 \frac{I_c}{I}$	$M_b^2 \frac{I_c}{I}$	$M_a M_b \frac{I_c}{I}$	$M_a M_o \frac{I_c}{I}$	$M_b M_o \frac{I_c}{I}$	ΔS	$\Delta \delta_{aa}$	$\Delta \delta_{bb}$	$\Delta \delta_{ab}$	$\Delta \delta_{ao}$	$\Delta \delta_{bo}$	$M_{\text{τιμή}}$
0	1,000	0,000	1,000	0,000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000							+0,167
1	1,000	0,030	1,000	-0,061	0,0009	1,0000	0,0300	-0,0018	-0,0610	0,17	0,00008	0,17000	0,00255	-0,00015	-0,00519	+0,151
2	1,000	0,100	1,000	-0,250	0,0100	1,0000	0,1000	-0,0250	-0,2500	0,17	0,00093	0,17000	0,01105	-0,00228	-0,02644	+0,066
3	1,536	0,210	1,000	-0,497	0,0677	1,5360	0,3226	-0,1603	-0,7634	0,17	0,00660	0,21556	0,03592	-0,01575	-0,08614	-0,017
4	0,824	0,290	1,000	-0,725	0,0693	0,8240	0,2390	-0,1733	-0,5974	0,12	0,00822	0,14160	0,03370	-0,02002	-0,08165	-0,126
5	0,364	0,380	1,000	-0,977	0,0526	0,3640	0,1383	-0,1351	-0,3556	0,12	0,00731	0,07128	0,02264	-0,01850	-0,05718	-0,243
6	0,216	0,440	1,000	-1,160	0,0418	0,2160	0,0950	-0,1102	-0,2506	0,08	0,00378	0,02320	0,00933	-0,00981	-0,02425	-0,337
7	0,317	0,520	1,000	-1,229	0,0857	0,3170	0,1648	-0,2025	-0,3896	0,08	0,00510	0,02132	0,01039	-0,01251	-0,02561	-0,287
8	0,422	0,680	1,000	-1,438	0,1951	0,4220	0,2870	-0,4127	-0,6068	0,16	0,02246	0,05912	0,03614	-0,04922	-0,07971	-0,257
9	0,317	0,830	1,000	-1,626	0,284	0,3170	0,2631	-0,4278	-0,5154	0,15	0,03101	0,05543	0,04126	-0,06304	-0,08417	-0,221
10	0,154	0,980	1,000	-1,866	0,1479	0,1540	0,1509	-0,2816	-0,2874	0,15	0,02747	0,03533	0,03105	-0,05321	-0,06021	-0,238
11	0,079	1,100	1,000	-2,039	0,0956	0,0790	0,0869	-0,1772	-0,1611	0,12	0,01461	0,01398	0,01475	-0,02753	-0,02691	-0,232
12	0,040	1,210	1,000	-2,255	0,0586	0,0400	0,0484	-0,1091	-0,0902	0,11	0,00848	0,00655	0,00744	-0,01575	-0,01382	-0,284
13	0,023	1,290	1,000	-2,419	0,0383	0,0230	0,0297	-0,0718	-0,0556	0,08	0,00388	0,00252	0,00312	-0,00724	-0,00583	-0,329
14	0,040	1,310	1,000	-2,286	0,0686	0,0400	0,0524	-0,1198	-0,0914	0,08	0,00428	0,00252	0,00328	-0,00766	-0,00588	-0,166
15	0,079	1,330	1,000	-2,127	0,1397	0,0790	0,1051	-0,2235	-0,1680	0,13	0,01146	0,00655	0,00866	-0,01888	-0,01427	+0,023
16	0,154	1,360	1,000	-2,037	0,2848	0,1540	0,2094	-0,4265	-0,3137	0,12	0,02547	0,01398	0,01887	-0,03900	-0,02890	+0,158
17	0,317	1,370	1,000	-1,928	0,5950	0,3170	0,4343	-0,8373	-0,6112	0,15	0,06599	0,03533	0,04828	-0,09479	-0,06937	+0,292
18	0,422	1,380	1,000	-1,910	0,8037	0,4220	0,5824	-1,1124	-0,8060	0,15	0,10990	0,05543	0,07625	-0,14623	-0,10629	+0,315
$\Sigma =$											0,35703	1,09970	0,41468	-0,60157	-0,80182	

$M_0 = 0,000 + 0,000 = 0,000$
 $M_1 = -0,060 - 0,001 = -0,061$
 $M_2 = -0,240 - 0,010 = -0,250$
 $M_3 = -0,458 - 0,039 = -0,497$
 $M_4 = -0,651 - 0,074 = -0,725$
 $M_5 = -0,850 - 0,127 = -0,977$
 $M_6 = -0,988 - 0,172 = -1,160$
 $M_7 = -0,988 - 0,241 = -1,229$
 $M_8 = -1,017 - 0,421 = -1,438$

$M_9 = -0,987 - 0,639 = -1,626$
 $M_{10} = -0,958 - 0,908 = -1,866$
 $M_{11} = -0,875 - 1,164 = -2,039$
 $M_{12} = -0,822 - 1,433 = -2,255$
 $M_{13} = -0,771 - 1,648 = -2,419$
 $M_{14} = -0,582 - 1,704 = -2,286$
 $M_{15} = -0,366 - 1,761 = -2,127$
 $M_{16} = -0,187 - 1,850 = -2,037$
 $M_{17} = -0,048 - 1,880 = -1,928$
 $M_{18} = 0,000 - 1,910 = -1,910$

$0,35703 X_a + 0,41468 X_b - 0,60157 = 0$
 $0,41468 X_a + 1,09970 X_b - 0,80182 = 0$

Από την επίλυση προκύπτει $X_a = 1,491 \text{ t/m}$
 $X_b = 0,167 \text{ t/m}$

Οι τελικές ροπές προκύπτουν από τον τύπο

$M = M_0 + X_a M_a + X_b M_b$

η) Έλεγχος τάσεων

Δυσμενέστερες από άποψη τάσεων διατομές είναι οι 0,8 και 18

Στις διατομές αυτές υπολογίζουμε τις άξονικές δυνάμεις, προκειμένου να προκύψουν οι τάσεις.

Διατ. 0	:	$N = -1,491 \text{ t/m}$	$M = 0,167$
Διατ. 8	:	$N = -2,90 \text{ t/m}$	$M = -0,257$
Διατ. 18	:	$N = -3,038 + 1,491 = -1,547 \text{ t/m}$	$M = +0,315$

Μετά από αυτό οι τάσεις είναι

$$\text{Διατ. 0: } \sigma_z = \left(-\frac{1,491}{0,15} + \frac{0,167}{0,15^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,99 + 4,45 = +3,46 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_d = -0,99 - 4,45 = -5,44 \text{ »}$$

$$\text{Διατ. 8 } \sigma_z = \left(-\frac{2,90}{0,20} + \frac{0,257}{0,2^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -1,45 + 3,86 = +2,41 \text{ »}$$

$$\sigma_d = -1,45 - 3,86 = -5,31 \text{ »}$$

$$\text{Διατ. 18 } \sigma_z = \left(-\frac{1,547}{0,20} + \frac{0,315}{0,2^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,77 + 4,73 = +3,96 \text{ »}$$

$$\sigma_d = -0,77 - 4,73 = -5,50 \text{ »}$$

1.1.4. Σωλήνας $\phi 120$ βάθος επικάλυψης $B=1,00$

α) Φορτία.

Κατακόρυφα

Ίδιο βάρος άνω τμήματος $0,46 \text{ t/m}$

Βάρος γαιών $(1,00 \times 0,70 + 0,1) \times 1,8 = 1,44 \text{ t/m}$

Φορτίο αυτοκινήτων: $0,7 \times 0,67 \times \frac{3,0 \times 6,0}{(3,0+1,0) \times (6,0+1,0)} = 0,30 \text{ t/m}$

Σύνολο $2,20 \text{ t/m}$

Αντίστοιχη ομοιόμορφη φόρτιση $2,20/0,7 = 3,15 \text{ t/m}$

Αντίδραση έδάφους

$q = 3,15 \text{ t/m}$

Ποσότητα γαιών

$p_H = 0,5 (1,8z + q')$ $z = 2,38 - y$

β) Υπολογισμός ροπών για φόρτιση $X_a=1$ & $X_b=1$ στο κ.6.

Όπως στην παράγραφο 1.1.3.

γ) Υπολογισμός ροπών για τα κατακόρυφα φορτία στο κ.6.

$M_1 = -3,15 \times \frac{z^2}{2}$

$M_0 = 0,000$	t/m	$M_7 = -0,750$	t/m	$M_{14} = -0,442$	t/m
$M_1 = -0,046$	"	$M_8 = -0,772$	"	$M_{15} = -0,278$	"
$M_2 = -0,182$	"	$M_9 = -0,750$	"	$M_{16} = -0,142$	"
$M_3 = -0,348$	"	$M_{10} = -0,728$	"	$M_{17} = -0,035$	"
$M_4 = -0,494$	"	$M_{11} = -0,665$	"	$M_{18} = 0,000$	"
$M_5 = -0,645$	"	$M_{12} = -0,625$	"		
$M_6 = -0,750$	"	$M_{13} = -0,586$	"		

δ) Υπολογισμός ροπών για τα οριζόντια φορτία στο κ.β.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Διατ.	y_m	G t/m^2	q' t/m^2	R_H t/m^2	F t/m	y_s m	ΣF t/m	$\Sigma y_s F$ $t \cdot m/m$	M $t \cdot m/m$
0	1,38	1,80	0,43	1,12					0,000
1	1,35	1,85	0,43	1,14	0,034	1,37	0,034	0,046	-0,001
2	1,28	1,98	0,41	1,20	0,082	1,32	0,116	0,154	-0,006
3	1,17	2,18	0,40	1,29	0,137	1,22	0,253	0,322	-0,026
4	1,09	2,32	0,39	1,35	0,106	1,13	0,358	0,441	-0,050
5	1,00	2,48	0,37	1,43	0,125	1,05	0,483	0,572	-0,088
6	0,94	2,59	0,37	1,48	0,087	0,97	0,571	0,656	-0,120
7	0,86	2,74	0,35	1,55	0,121	0,90	0,692	0,765	-0,170
8	0,70	3,02	0,34	1,68	0,258	0,78	0,950	0,967	-0,301
9	0,55	3,29	0,32	1,81	0,262	0,62	1,212	1,30	-0,463
10	0,40	3,56	0,30	1,93	0,281	0,47	1,493	1,263	-0,666
11	0,28	3,78	0,29	2,04	0,238	0,34	1,731	1,344	-0,859
12	0,17	3,98	0,28	2,13	0,229	0,23	1,960	1,395	-1,062
13	0,09	4,12	0,28	2,20	0,173	0,13	2,133	1,418	-1,226
14	0,07	4,16	0,27	2,22	0,024	0,08	2,158	1,420	-1,269
15	0,05	4,19	0,27	2,23	0,045	0,06	2,202	1,422	-1,312
16	0,02	4,25	0,27	2,26	0,067	0,04	2,269	1,425	-1,379
17	0,01	4,27	0,27	2,27	0,023	0,02	2,292	1,425	-1,402
18	0,00	4,28	0,27	2,28	0,023	0,01	2,315	1,425	-1,425

ε) Συνολικές ροπές από τα εξωτερικά φορτία

$M_0 = 0,000 + 0,000 = 0,000$	$t \cdot m/m$	$M_{10} = -0,728 - 0,666 = -1,394$	$t \cdot m/m$
$M_1 = -0,046 + 0,001 = -0,047$	"	$M_{11} = -0,665 - 0,859 = -1,524$	"
$M_2 = -0,182 - 0,006 = -0,188$	"	$M_{12} = -0,625 - 1,062 = -1,687$	"
$M_3 = -0,348 - 0,026 = -0,374$	"	$M_{13} = -0,586 - 1,226 = -1,812$	"
$M_4 = -0,494 - 0,050 = -0,544$	"	$M_{14} = -0,442 - 1,269 = -1,711$	"
$M_5 = -0,645 - 0,088 = -0,733$	"	$M_{15} = -0,278 - 1,312 = -1,590$	"
$M_6 = -0,750 - 0,120 = -0,870$	"	$M_{16} = -0,142 - 1,379 = -1,521$	"
$M_7 = -0,750 - 0,170 = -0,920$	"	$M_{17} = -0,035 - 1,402 = -1,437$	"
$M_8 = -0,772 - 0,301 = -1,073$	"	$M_{18} = -0,000 - 1,425 = -1,425$	"
$M_9 = -0,750 - 0,463 = -1,213$	"		

στ) Υπολογισμός υπερστατικών μεγεθών

Τα $\delta_{aa}, \delta_{bb}, \delta_{ab}$ έχω υπολογιστεί στην παρ. 1.1.3
στον πίνακα 5 υπολογίζονται τα δ_{ao} & δ_{bo}

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

$\Delta_{\text{ισλ.}}$	I_c/I	M_a	M_b	M_o	$M_a M_o \frac{I_c}{J}$	$M_b M_o \frac{I_c}{J}$	Δs	Δs_{ao}	Δs_{bo}	$M_{\text{tw/u}}$
0	1,000	0,000	1,000	0,000	0,0000	0,0000				+0,127
1	1,000	0,030	1,000	-0,047	-0,0014	-0,0470	0,17	-0,00012	-0,00400	+0,113
2	1,000	0,100	1,000	-0,188	-0,0188	-0,1880	0,17	-0,00172	-0,01998	+0,050
3	1,536	0,210	1,000	-0,374	-0,1206	-0,5745	0,17	-0,01185	-0,06481	-0,013
4	0,824	0,290	1,000	-0,544	-0,1300	-0,4483	0,12	-0,01504	-0,06137	-0,095
5	0,364	0,380	1,000	-0,733	-0,1014	-0,2668	0,12	-0,01388	-0,04291	-0,183
6	0,216	0,440	1,000	-0,870	-0,0827	-0,1879	0,08	-0,00736	-0,01819	-0,254
7	0,317	0,520	1,000	-0,920	-0,1517	-0,2916	0,08	-0,00938	-0,01918	-0,215
8	0,422	0,680	1,000	-1,073	-0,3019	-0,4528	0,16	-0,03671	-0,05955	-0,190
9	0,317	0,830	1,000	-1,213	-0,3192	-0,3845	0,15	-0,04703	-0,06280	-0,163
10	0,154	0,980	1,000	-1,394	-0,2104	-0,2147	0,15	-0,03972	-0,04494	-0,177
11	0,079	1,100	1,000	-1,524	-0,1324	-0,1204	0,12	-0,02057	-0,02011	-0,174
12	0,040	1,210	1,000	-1,687	-0,0817	-0,0675	0,11	-0,01178	-0,01033	-0,214
13	0,023	1,290	1,000	-1,812	-0,0538	-0,0417	0,08	-0,00542	-0,00437	-0,251
14	0,040	1,310	1,000	-1,711	-0,0897	-0,0684	0,08	-0,00574	-0,00440	-0,127
15	0,079	1,330	1,000	-1,590	-0,1611	-0,1256	0,11	-0,01412	-0,01067	+0,016
16	0,154	1,360	1,000	-1,521	-0,3186	-0,2342	0,12	-0,02914	-0,02159	+0,118
17	0,317	1,310	1,000	-1,437	-0,6241	-0,4555	0,15	-0,07070	-0,05173	+0,213
18	0,422	1,380	1,000	-1,425	-0,8299	-0,6014	0,15	-0,10905	-0,07927	+0,237
$\Sigma =$								-0,44939	-0,60020	

$$S_{aa} = 0,35703 \quad S_{bb} = 1,09970 \quad S_{ab} = 0,41468 \quad S_{ao} = -0,44939 \quad S_{bo} = -0,60020$$

Αρα

$$\begin{aligned} 0,35703 X_a + 0,41468 X_b - 0,44939 &= 0 \\ 0,41468 X_a + 1,09970 X_b - 0,60020 &= 0 \end{aligned}$$

Οπότε

$$X_a = 1,112 \text{ t/m} \quad X_b = 0,127 \text{ t/m}$$

Οι ραβδές προκύπτουν από τον τύπο

$$M = M_o + X_a M_a + X_b M_b$$

3) Έλεγχος τάσεων.

Αξονικές δυνάμεις $N_o = -1,112 \text{ t}$ $N_b = -2,200 \text{ t}$ $N_{18} = -2,315 + 1,112 = -1,203 \text{ t}$

Διατομή 0 $\sigma_z = \left(-\frac{1,112}{9,15} + \frac{0,127}{9,15^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,74 + 3,39 = +2,65 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_d = -0,74 - 3,39 = -4,13 \text{ "}$

Διατομή 8 $\sigma_z = \left(-\frac{2,200}{9,20} + \frac{0,190}{9,20^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -1,10 + 2,85 = +1,75 \text{ "}$

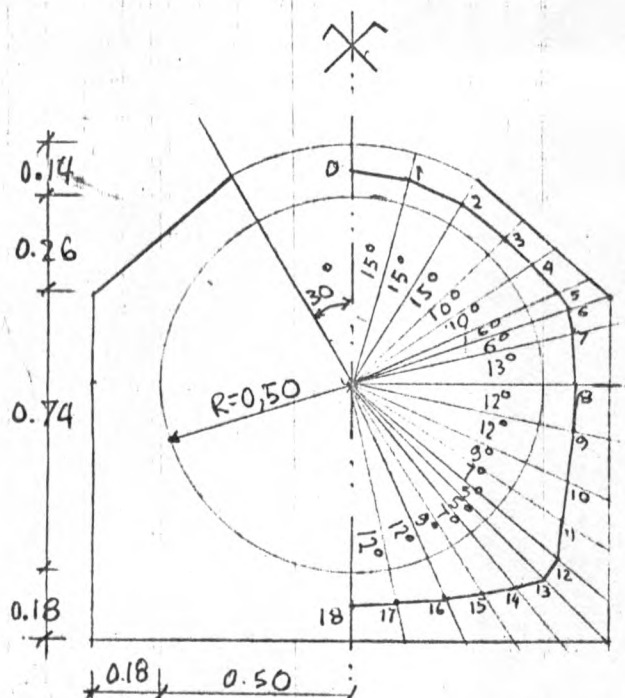
$\sigma_d = -1,10 - 2,85 = -3,95 \text{ "}$

Διατομή 18 $\sigma_z = \left(-\frac{1,203}{9,20} + \frac{0,237}{9,20^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,60 + 3,56 = +2,96 \text{ "}$

$\sigma_d = -0,60 - 3,56 = -4,16 \text{ "}$

1.1.5. Σωλήνας $\phi 100$ Βάθος επικάλυψης $B=1,60$

α) Γεωμετρία. - Στατικό μοντέλο.



Σχήμα 5. Γεωμετρία άγωγού $\phi 100$

Η γεωμετρία του άγωγού και του στατικού μοντέλου που εκλέχθηκε φαίνεται στο διπλανό σχήμα

Τα ακριβή γεωμετρικά μεγέθη του στατικού μοντέλου αναφέρονται στον πίνακα 6

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Διαμ.	b _m	I _m ⁴	I _c /I	r _m	Φ°	x _m	y _m	Δs _m
0	0,14	2,287 × 10 ⁻⁴	1,000	0,57	+90°	0,00	1,16	
1	0,14	2,287 × 10 ⁻⁴	1,000	0,57	+75°	0,15	1,14	0,15
2	0,14	2,287 × 10 ⁻⁴	1,000	0,57	+60°	0,29	1,08	0,15
3	0,13	1,831 × 10 ⁻⁴	1,249	0,57	+45°	0,40	0,99	0,14
4	0,15	2,813 × 10 ⁻⁴	0,813	0,58	+35°	0,47	0,92	0,10
5	0,19	5,716 × 10 ⁻⁴	0,400	0,60	+25°	0,54	0,84	0,11
6	0,22	8,873 × 10 ⁻⁴	0,258	0,61	+19°	0,58	0,79	0,06
7	0,20	6,667 × 10 ⁻⁴	0,343	0,60	+13°	0,58	0,72	0,07
8	0,18	4,860 × 10 ⁻⁴	0,471	0,59	0	0,59	0,59	0,15
9	0,20	6,667 × 10 ⁻⁴	0,343	0,60	-12°	0,59	0,47	0,13
10	0,24	11,520 × 10 ⁻⁴	0,198	0,62	-24°	0,57	0,34	0,13
11	0,31	24,826 × 10 ⁻⁴	0,092	0,66	-33°	0,55	0,23	0,11
12	0,39	40,433 × 10 ⁻⁴	0,046	0,70	-40°	0,53	0,14	0,09
13	0,46	81,113 × 10 ⁻⁴	0,028	0,73	-45°	0,52	0,07	0,07
14	0,39	40,433 × 10 ⁻⁴	0,046	0,70	-50°	0,45	0,06	0,07
15	0,31	24,826 × 10 ⁻⁴	0,092	0,66	-57°	0,36	0,04	0,09
16	0,24	11,520 × 10 ⁻⁴	0,198	0,62	-66°	0,25	0,02	0,11
17	0,20	6,667 × 10 ⁻⁴	0,343	0,60	-78°	0,12	0,00	0,13
18	0,18	4,860 × 10 ⁻⁴	2,126	0,59	-90°	0,00	0,00	0,13

$$r = 0,5 + \frac{b}{2}$$

$$x = r \sin \varphi$$

$$y = 0,59 + r \sin \varphi$$

ε) Φορτία (έξωτερικά)

Κατακόρυφα

Ίδιο βάρος άνω τμήματος:	$0,15 \times 2,3 =$	$0,35 \text{ t/m}$
Βάρος γαιών	$(1,60 \times 0,59 + 0,07) \times 1,8 =$	$1,83 \text{ ,,}$
Φορτίο αυτοκινήτου	$0,59 \times 0,67 \times \frac{3,0 \times 6,0}{(3,0+1,6) \times (6,0+1,6)} =$	$0,20 \text{ ,,}$

Αντίστοιχη ομοιόμορφη φόρτιση $\frac{\Sigma \text{όνολο}}{2,38/0,59} = \frac{2,38}{4,03} \text{ t/m}^2$

Αντίδραση εδάφους $q_a = 4,03 \text{ t/m}^2$

Οριζόντια (επίθεση) γαιών $p_H = 0,5 (1,8z + q')$, $z = 1,6 + 1,16 - y = 2,76 - y$

ζ) Υπολογισμός ροπών για φόρτιση $X_a = 1$ στο κύριο σύστημα,

$$M = 1(1,16 - y)$$

$$M_0 = 0,000$$

$$M_1 = 0,020$$

$$M_2 = 0,080$$

$$M_3 = 0,170$$

$$M_4 = 0,240$$

$$M_5 = 0,320$$

$$M_6 = 0,370$$

$$M_7 = 0,440$$

$$M_8 = 0,570$$

$$M_9 = 0,690$$

$$M_{10} = 0,820$$

$$M_{11} = 0,930$$

$$M_{12} = 1,020$$

$$M_{13} = 1,090$$

$$M_{14} = 1,100$$

$$M_{15} = 1,120$$

$$M_{16} = 1,140$$

$$M_{17} = 1,160$$

$$M_{18} = 1,160$$

ς) Υπολογισμός ροπών για φόρτιση $X_B = 1$ στο κύριο σύστημα

$$M = 1,000 \text{ σε όλη τις διατομές.}$$

ε) Υπολογισμός ροπών για τα κατακόρυφα φορτία στο κ.β.

$$M = -4,03 \times \frac{x^2}{2}$$

$$M_0 = 0,000 \text{ t/m.}$$

$$M_1 = -0,045 \text{ ,,}$$

$$M_2 = -0,169 \text{ ,,}$$

$$M_3 = -0,322 \text{ ,,}$$

$$M_4 = -0,445 \text{ ,,}$$

$$M_5 = -0,588 \text{ ,,}$$

$$M_6 = -0,678 \text{ ,,}$$

$$M_7 = -0,678 \text{ t/m.}$$

$$M_8 = -0,701 \text{ ,,}$$

$$M_9 = -0,701 \text{ ,,}$$

$$M_{10} = -0,655 \text{ ,,}$$

$$M_{11} = -0,610 \text{ ,,}$$

$$M_{12} = -0,566 \text{ ,,}$$

$$M_{13} = -0,545 \text{ ,,}$$

$$M_{14} = -0,408 \text{ t/m.}$$

$$M_{15} = -0,261 \text{ ,,}$$

$$M_{16} = -0,126 \text{ ,,}$$

$$M_{17} = -0,029 \text{ ,,}$$

$$M_{18} = 0,000 \text{ ,,}$$

στ) Υπολογισμός ροπών για τα οριζόντια φορτία στο κ.β.

Ο υπολογισμός γίνεται στον πίνακα 7 με τον ίδιο τρόπο που έγινε στην παράγραφο 1.1. 3/στ.
Η μόνη διαφορά είναι: $Z = 2,76 - y$

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Διαρ.	γ m	G t/m ²	q' t/m ²	p_H t/m ²	F t/m	γ_s m	ΣF t/m	$\Sigma \gamma_s F$ t ² /m	M t ² /m
0	1,16	2,88	0,34	1,61					0,000
1	1,14	2,92	0,34	1,63	0,032	1,15	0,032	0,037	0,000
2	1,08	3,02	0,34	1,68	0,099	1,11	0,132	0,147	-0,005
3	0,99	3,19	0,33	1,76	0,155	1,04	0,287	0,308	-0,024
4	0,92	3,31	0,32	1,81	0,125	0,96	0,411	0,427	-0,048
5	0,84	3,46	0,31	1,88	0,148	0,88	0,559	0,557	-0,087
6	0,79	3,55	0,30	1,93	0,095	0,82	0,654	0,634	-0,118
7	0,72	3,67	0,30	1,98	0,137	0,76	0,791	0,738	-0,168
8	0,59	3,91	0,29	2,10	0,265	0,65	1,056	0,911	-0,288
9	0,47	4,12	0,28	2,20	0,258	0,53	1,314	1,048	-0,430
10	0,34	4,36	0,26	2,31	0,292	0,40	1,608	1,166	-0,620
11	0,23	4,55	0,26	2,40	0,259	0,29	1,867	1,240	-0,811
12	0,14	4,72	0,25	2,48	0,220	0,19	2,086	1,281	-0,989
13	0,07	4,84	0,24	2,54	0,176	0,11	2,262	1,299	-1,141
14	0,06	4,86	0,24	2,55	0,025	0,06	2,287	1,301	-1,164
15	0,04	4,90	0,24	2,57	0,051	0,05	2,339	1,303	-1,210
16	0,02	4,93	0,24	2,59	0,052	0,03	2,390	1,305	-1,257
17	0,00	4,97	0,24	2,60	0,052	0,01	2,442	1,305	-1,305
18	0,00	4,97	0,24	2,60	0,000	0,00	2,442	1,305	-1,305

5). Συνολικές ροπές από τα εξωτερικά φορτία.

$M_0 = 0,000 + 0,000 = 0,000$	t ² /m	$M_{10} = -0,655 - 0,620 = -1,275$	t ² /m
$M_1 = -0,045 + 0,000 = -0,045$	"	$M_{11} = -0,610 - 0,811 = -1,421$	"
$M_2 = -0,169 - 0,005 = -0,174$	"	$M_{12} = -0,566 - 0,989 = -1,555$	"
$M_3 = -0,322 - 0,024 = -0,346$	"	$M_{13} = -0,545 - 1,141 = -1,686$	"
$M_4 = -0,445 - 0,048 = -0,493$	"	$M_{14} = -0,408 - 1,164 = -1,572$	"
$M_5 = -0,588 - 0,087 = -0,675$	"	$M_{15} = -0,261 - 1,210 = -1,471$	"
$M_6 = -0,678 - 0,118 = -0,796$	"	$M_{16} = -0,126 - 1,257 = -1,383$	"
$M_7 = -0,678 - 0,168 = -0,846$	"	$M_{17} = -0,029 - 1,305 = -1,334$	"
$M_8 = -0,701 - 0,288 = -0,989$	"	$M_{18} = 0,000 - 1,305 = -1,305$	"
$M_9 = -0,701 - 0,430 = -1,131$	"		

η) Υπολογισμός υπερστατικών μεγεθών και ροπών του πραγματικού φορέα

Γίνεται στόν πίνακα 8

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

$\Delta \sigma$	I_c/I	M_a	M_b	M_o	$M_a^2 \frac{I_c}{I}$	$M_b^2 \frac{I_c}{I}$	$M_a M_b \frac{I_c}{I}$	$M_a M_o \frac{I_c}{I}$	$M_b M_o \frac{I_c}{I}$	Δc	$\Delta \delta_{aa}$	$\Delta \delta_{bb}$	$\Delta \delta_{ab}$	$\Delta \delta_{ao}$	$\Delta \delta_{bo}$	$M_{t_w/m}$
0	1,000	0,000	1,000	0,000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000							+0,116
1	1,000	0,020	1,000	-0,045	0,0004	1,0000	0,0200	-0,0009	-0,0450	0,15	0,00003	0,15000	0,00150	-0,02007	-0,00338	+0,096
2	1,000	0,080	1,000	-0,174	0,0064	1,0000	0,0800	-0,0139	-0,1740	0,15	0,00051	0,15000	0,00750	-0,00111	-0,01643	+0,041
3	1,249	0,170	1,000	-0,346	0,0361	1,2490	0,2123	-0,0735	-0,4322	0,14	0,00298	0,15743	0,02046	-0,00612	-0,04243	-0,020
4	0,813	0,240	1,000	-0,493	0,0468	0,8130	0,1951	-0,0962	-0,4008	0,10	0,00415	0,10310	0,02037	-0,00849	-0,04165	-0,080
5	0,400	0,320	1,000	-0,675	0,0410	0,4000	0,1280	-0,0864	-0,2700	0,11	0,00483	0,06672	0,01777	-0,01004	-0,03689	-0,163
6	0,258	0,370	1,000	-0,796	0,0353	0,2580	0,0955	-0,0760	-0,2054	0,06	0,00229	0,01974	0,00671	-0,00487	-0,01426	-0,222
7	0,343	0,440	1,000	-0,846	0,0664	0,3430	0,1509	-0,1277	-0,2902	0,07	0,00356	0,02104	0,00862	-0,00713	-0,01735	-0,185
8	0,471	0,570	1,000	-0,989	0,1530	0,4710	0,2685	-0,2655	-0,4658	0,15	0,01646	0,06105	0,03146	-0,02949	-0,05670	-0,167
9	0,343	0,690	1,000	-1,131	0,1633	0,3430	0,2367	-0,2677	-0,3879	0,13	0,02056	0,05291	0,03284	-0,03466	-0,05549	-0,161
10	0,198	0,820	1,000	-1,275	0,1331	0,1980	0,1624	-0,2070	-0,2525	0,13	0,01927	0,03517	0,02594	-0,03086	-0,04163	-0,144
11	0,092	0,930	1,000	-1,421	0,0796	0,0920	0,0856	-0,1216	-0,1307	0,11	0,01170	0,01595	0,01364	-0,01807	-0,02108	-0,154
12	0,046	1,020	1,000	-1,555	0,0479	0,0460	0,0469	-0,0730	-0,0715	0,09	0,00574	0,00621	0,00596	-0,00876	-0,00910	-0,176
13	0,028	1,090	1,000	-1,686	0,0333	0,0280	0,0205	-0,0515	-0,0472	0,07	0,00284	0,00259	0,00271	-0,00436	-0,00415	-0,221
14	0,046	1,100	1,000	-1,572	0,0557	0,0460	0,0506	-0,0795	-0,0723	0,07	0,00312	0,00259	0,00284	-0,00459	-0,00418	-0,094
15	0,092	1,120	1,000	-1,471	0,1154	0,0920	0,1030	-0,1516	-0,1353	0,09	0,00770	0,00621	0,00691	-0,01040	-0,00934	+0,032
16	0,198	1,140	1,000	-1,383	0,2573	0,1980	0,2257	-0,3122	-0,2738	0,11	0,02050	0,01595	0,01808	-0,02551	-0,02250	+0,144
17	0,343	1,160	1,000	-1,334	0,4615	0,3430	0,3979	-0,5308	-0,4576	0,13	0,04672	0,03517	0,04052	-0,05480	-0,04754	+0,218
18	0,471	1,160	1,000	-1,305	0,6338	0,4710	0,5464	-0,7130	-0,6147	0,13	0,07119	0,05291	0,06138	-0,08085	-0,06970	+0,247
$\Sigma =$											0,24415	0,95474	0,32522	-0,34018	-0,51380	

$$\begin{aligned} 0,24415 X_a + 0,32522 X_b - 0,34018 &= 0 \\ 0,32522 X_a + 0,95474 X_b - 0,51380 &= 0 \end{aligned}$$

}

$$\begin{aligned} X_a &= 1,238 \quad t/m \\ X_b &= 0,116 \quad t/m \end{aligned}$$

$$M = M_o + X_a M_a + X_b M_b$$

θ) Έλεγχος τάσεων

$$N_0 = -1,238 \text{ t/m} \quad N_8 = -2,38 \text{ t/m} \quad N_{18} = -2,442 + 1,238 = -1,204 \text{ t/m}$$

Διατομή 0. $G_z = \left(-\frac{1,238}{0,14} + \frac{0,116}{0,14^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,88 + 3,55 = +2,67 \text{ kg/cm}^2$

$$G_d = -0,88 - 3,55 = -4,43 \text{ "}$$

Διατομή 8 $G_z = \left(-\frac{2,380}{0,18} + \frac{0,167}{0,18^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -1,32 + 3,09 = +1,77 \text{ "}$

$$G_d = -1,32 - 3,09 = -4,41 \text{ "}$$

Διατομή 18 $G_z = \left(-\frac{1,204}{0,18} + \frac{0,247}{0,18^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,67 + 4,57 = +3,90 \text{ "}$

$$G_d = -0,67 - 4,57 = -5,24 \text{ "}$$

1.1.6. Σωλήνας $\phi 100$

Βάθος επικάλυψης $B = 1,00$

α) Φορτία

Κατακόρυφα

Ίδιο βάρος άνω τμήματος $= 0,35 \text{ t/m}$

Βάρος γαιών $(1,00 \times 0,59 + 0,07) \times 1,8 = 1,19 \text{ "}$

Φορτίο αυτοκινήτου $0,59 \times 0,67 \times \frac{3,0 \times 6,0}{(3,0+1,0) \times (6,0+1,0)} = 0,25 \text{ "}$

Σύνολο $1,79 \text{ "}$

Αντίστοιχη ομοιόμορφη φόρτιση $1,79/0,59 = 3,03 \text{ t/m}^2$

Αγτίδραση έδάφους

$$q_d = 3,03 \text{ "}$$

Οριζόντια (Θάλασσας γαιών)

$p_H = 0,5(1,8z + q')$, $z = 1,0 + 1,16 - y = 2,16 - y$

β) Υπολογισμός ροπών για τις φορτίσεις X_a & X_b στο κ.6.

Όπως στην παράγραφο 1.1.5

γ) Υπολογισμός ροπών για τα κατακόρυφα φορτία στο κ.6.

$$M = -3,03 x^2/2$$

$$M_0 = -0,000$$

$$M_1 = -0,034$$

$$M_2 = -0,127$$

$$M_3 = -0,242$$

$$M_4 = -0,335$$

$$M_5 = -0,442$$

$$M_6 = -0,510$$

$$M_7 = -0,510$$

$$M_8 = -0,527$$

$$M_9 = -0,527$$

$$M_{10} = -0,492$$

$$M_{11} = -0,458$$

$$M_{12} = -0,426$$

$$M_{13} = -0,410$$

$$M_{14} = -0,307$$

$$M_{15} = -0,196$$

$$M_{16} = -0,095$$

$$M_{17} = -0,022$$

$$M_{18} = -0,000$$

δ) Υπολογισμός ροπών για τα ερριζόντια φορτία στο κύριο σύστημα

ΠΙΝΑΚΑΣ 9

Διατ.	γ m	δ t/m ²	q' t/m ²	P_H t/m ²	F t/m	V_s m	ΣF t/m	$\Sigma V_s F$ t·m/m	τM t·m/m
0	1,16	1,80	0,43	1,12					0,000
1	1,14	1,84	0,43	1,13	0,023	1,15	0,023	0,026	0,000
2	1,08	1,94	0,42	1,18	0,069	1,11	0,092	0,103	-0,004
3	0,99	2,11	0,40	1,25	0,109	1,04	0,201	0,216	-0,017
4	0,92	2,23	0,39	1,31	0,090	0,96	0,291	0,301	-0,034
5	0,84	2,38	0,38	1,38	0,108	0,88	0,398	0,396	-0,061
6	0,79	2,47	0,37	1,42	0,070	0,82	0,468	0,453	-0,083
7	0,72	2,59	0,37	1,48	0,102	0,76	0,570	0,530	-0,119
8	0,59	2,83	0,35	1,59	0,200	0,65	0,769	0,660	-0,206
9	0,47	3,04	0,33	1,69	0,197	0,53	0,966	0,764	-0,310
10	0,34	3,28	0,32	1,80	0,227	0,40	1,193	0,856	-0,451
11	0,23	3,47	0,31	1,89	0,203	0,29	1,396	0,914	-0,593
12	0,14	3,64	0,30	1,97	0,174	0,19	1,570	0,946	-0,726
13	0,07	3,76	0,29	2,03	0,140	0,11	1,710	0,961	-0,841
14	0,06	3,78	0,29	2,04	0,020	0,06	1,730	0,962	-0,858
15	0,04	3,82	0,29	2,05	0,041	0,05	1,771	0,964	-0,893
16	0,02	3,85	0,29	2,07	0,041	0,03	1,812	0,965	-0,929
17	0,00	3,89	0,29	2,09	0,042	0,01	1,854	0,966	-0,966
18	0,00	3,89	0,29	2,09	0,000	0,00	1,854	0,966	-0,966

ε) Τελικές ροπές στο κύριο σύστημα

$M_0 = 0,000 + 0,000 = 0,000$	t·m/m	$M_{10} = -0,492 - 0,451 = -0,943$
$M_1 = -0,034 + 0,000 = -0,034$	"	$M_{11} = -0,458 - 0,593 = -1,051$
$M_2 = -0,127 - 0,004 = -0,131$	"	$M_{12} = -0,426 - 0,726 = -1,152$
$M_3 = -0,242 - 0,017 = -0,259$	"	$M_{13} = -0,410 - 0,841 = -1,251$
$M_4 = -0,335 - 0,034 = -0,369$	"	$M_{14} = -0,307 - 0,858 = -1,165$
$M_5 = -0,442 - 0,061 = -0,503$	"	$M_{15} = -0,196 - 0,893 = -1,089$
$M_6 = -0,510 - 0,083 = -0,593$	"	$M_{16} = -0,095 - 0,929 = -1,024$
$M_7 = -0,510 - 0,119 = -0,629$	"	$M_{17} = -0,022 - 0,966 = -0,988$
$M_8 = -0,527 - 0,206 = -0,733$	"	$M_{18} = 0,000 - 0,966 = -0,966$
$M_9 = -0,527 - 0,310 = -0,837$	"	

στ) Υπολογισμός υπερστατικών μεγεθών και ροπών του πραγματικού φορέα.

Τα δ_{aa} , δ_{ab} , δ_{ba} έχουν υπολογιστεί στην παράγραφο 1.1.5.
Στόν πίνακα 10 υπολογίζονται τα δ_{ao} και δ_{bo}

ΠΙΝΑΚΑΣ 10

Διατ.	I_c/I	M_a	M_b	M_o	$M_a M_o \frac{I_c}{I}$	$M_b M_o \frac{I_c}{I}$	Δs	$\Delta \delta_{ao}$	$\Delta \delta_{bo}$	$M_{\text{ταλμ}}$
0	1,000	0,000	1,000	0,000	0,0000	0,0000				+0,088
1	1,000	0,020	1,000	-0,034	-0,0107	-0,0340	0,15	-0,00005	-0,00255	+0,072
2	1,000	0,080	1,000	-0,131	-0,0105	-0,1310	0,15	-0,00084	-0,01238	+0,030
3	1,249	0,170	1,000	-0,259	-0,0550	-0,3235	0,14	-0,00459	-0,03175	-0,015
4	0,813	0,240	1,000	-0,364	-0,0720	-0,3000	0,10	-0,00635	-0,03113	-0,061
5	0,400	0,320	1,000	-0,503	-0,0644	-0,2012	0,11	-0,00750	-0,02757	-0,122
6	0,258	0,370	1,000	-0,593	-0,0566	-0,1530	0,06	-0,00363	-0,01063	-0,166
7	0,343	0,440	1,000	-0,629	-0,0949	-0,2157	0,07	-0,00530	-0,01290	-0,138
8	0,471	0,570	1,000	-0,733	-0,1968	-0,3452	0,15	-0,02188	-0,04207	-0,123
9	0,343	0,690	1,000	-0,837	-0,1981	-0,2871	0,13	-0,02567	-0,04110	-0,118
10	0,198	0,820	1,000	-0,943	-0,1531	-0,1867	0,13	-0,02283	-0,03080	-0,105
11	0,092	0,930	1,000	-1,051	-0,0899	-0,0967	0,11	-0,01337	-0,01559	-0,112
12	0,046	1,020	1,000	-1,152	-0,0541	-0,0530	0,09	-0,00648	-0,00674	-0,131
13	0,028	1,090	1,000	-1,251	-0,0382	-0,0350	0,07	-0,00323	-0,00308	-0,166
14	0,046	1,100	1,000	-1,165	-0,0589	-0,0536	0,07	-0,00340	-0,00310	-0,071
15	0,092	1,120	1,000	-1,089	-0,1122	-0,1002	0,09	-0,00770	-0,00692	+0,024
16	0,198	1,140	1,000	-1,024	-0,2311	-0,2028	0,11	-0,01888	-0,01667	+0,107
17	0,343	1,160	1,000	-0,988	-0,3931	-0,3389	0,13	-0,04057	-0,03521	+0,161
18	0,471	1,160	1,000	-0,966	-0,5278	-0,4550	0,13	-0,05986	-0,05160	+0,183
$\Sigma =$								-0,25213	-0,38179	

$$\delta_{aa} = 0,24415$$

$$\delta_{bb} = 0,95474$$

$$\delta_{ab} = 0,32522$$

$$\delta_{ao} = -0,25213$$

$$\delta_{bo} = -0,38179$$

$$0,24415 X_a + 0,32522 X_b - 0,25213 = 0$$

$$0,32522 X_a + 0,95474 X_b - 0,38179 = 0$$

$$\text{Άρα } X_a = 0,915 \text{ t/m}$$

$$X_b = 0,088 \text{ t/m/m}$$

ζ) Έλεγχος τάσεων

$$N_o = -0,915 \text{ t/m} \quad N_8 = -1,79 \text{ t/m} \quad N_{18} = -1,854 + 0,915 = -0,939 \text{ t/m}$$

$$\text{Διατομή 0: } \epsilon_z = \left(-\frac{0,915}{0,14} + \frac{0,088}{0,14^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,65 + 2,69 = +2,04$$

$$\epsilon_d = -0,65 - 2,69 = -3,34$$

$$\text{Διατομή 8: } \epsilon_z = \left(-\frac{1,790}{0,18} + \frac{0,123}{0,18^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,99 + 2,28 = +1,29$$

$$\epsilon_d = -0,99 - 2,28 = -3,27$$

$$\text{Διατομή 18: } \epsilon_z = \left(-\frac{0,939}{0,18} + \frac{0,183}{0,18^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,52 + 3,38 = +2,86$$

$$\epsilon_d = -0,52 - 3,38 = -3,90$$

1.2. Σωλήνες $\phi 80$, $\phi 60$ και $\phi 40$

1.2.1. Παραδοχές.

α) Υλικό: Β160 (άοπλο)

β) Ειδικά βάρη: σκυροδέματος $\gamma_b = 2,3 \text{ t/m}^3$
 γαιών $\gamma_{gr} = 1,8 \text{ t/m}^3$

γ) Φορτίο αυτοκινήτου LKW 12 t. Αντίστοιχη επιφανειακή φόρτιση
 δμοιόμορφα κατανεμμένη $q = 0,67 \text{ t/m}^2$. Επιφανειακή επιρροή $3,0 \times 6,0 \text{ m}^2$

δ) Γωνία έσωτερικῶν τριβῶν γαιῶν $\phi = 30^\circ$. Συντελεστής σφάτεσης
 ὠθιμῶν γαιῶν $\lambda_0 = 0,50$

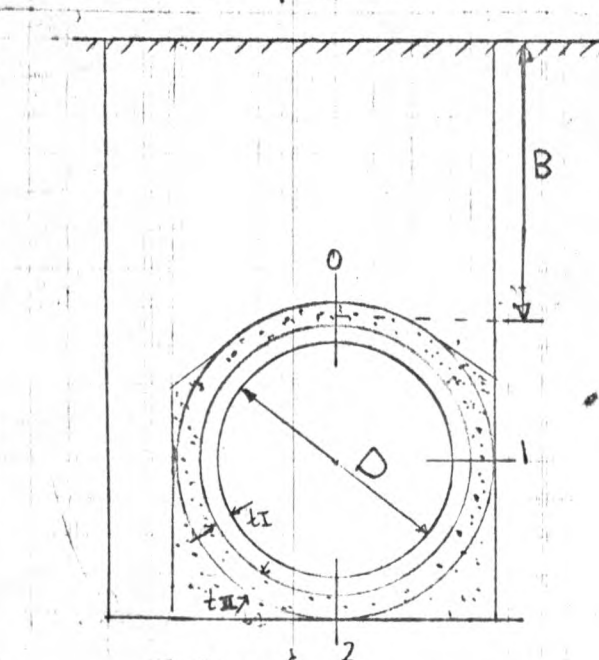
ε) Δεχόμαστε μείωση τῆς ἐπιφόρτισης q ὡφωνα μὲ τὴν ἀπλοποι-
 ῦντι παραδοχὴ διανομῆς τάσεων μὲ κλίση 1:2 (ὀρ:καί). Ἐπὶ
 πλέον τὴν μειωμένη τιμὴ τῆς $\theta\acute{\alpha}$ τὴν δεχτοῦμε σταθερὴ καὶ
 ἴση μὲ τὴν τιμὴ τῆς $\theta\acute{\alpha}$ ἐντὸς τοῦ κέντρου τῆς διατομῆς τοῦ σωλήνα

στ) Δεχόμαστε ὁμοιόμορφη κατανομὴ τῆς ἀντίδρασης τοῦ ἐδάφους

ζ) Σὲ ἀντιστάθμιση τῆς παράλειψις τῶν εὐνοϊκῶν ἐπιρροῶν:
 α) τῆς ἐλαστικῆς ἐδραση β) τῶν τριβῶν γ) τῆς τοξοειδούς χει-
 τουρίας τοῦ ἐδάφους, $\theta\acute{\alpha}$ δεχτοῦμε ἀξικένεες ἐφελκυγι-
 κές τάσεις ἐντὸς σκυροδέμας μέχρι $\frac{1}{10}$ ἐπὶ σ_b ἢ 4 kg/cm^2

η) Ὁ ὑπολογισμὸς $\theta\acute{\alpha}$ γίνετ γὰ βᾶθι ἐπὶ κωδῶν 1,60 καὶ 1,00 m.

1.2.2. Στατικό μοντέλο

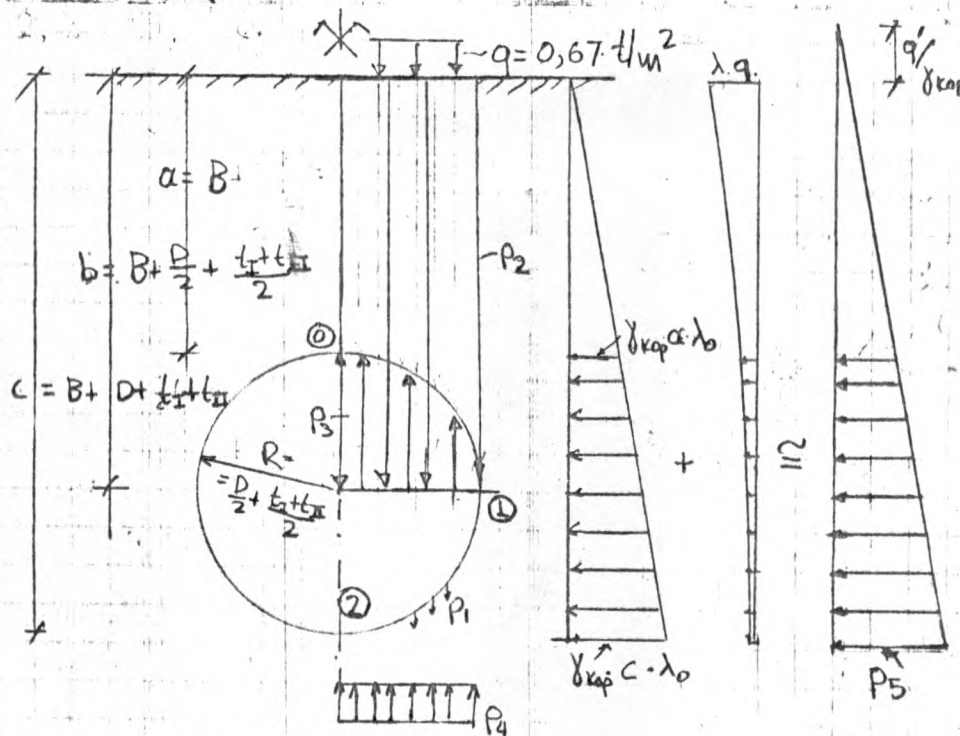


Σχήμα 6.
Γεωμετρία αγωγῶν $\phi 80$ ἕως $\phi 40$

Οἱ σωλήνες $\phi 80$ ἕως καὶ $\phi 40$
 ἀποτελοῦνται α) ἀπὸ ἑνα προκα-
 τασκευασμένο σωλήνα πάχους t_1
 καὶ β) ἀπὸ τὴν ἐπικάλυψη ἀπὸ
 σκυροδέμα Β160 πάχους $\geq t_2$.
 Τὸ ἐλάχιστο πάχος t_2 τῆς ἐπικά-
 λυψις ἐμφανίζεται καὶ ἐπὶ
 τρεῖς χαρακτηριστικὲς διατομῆς
 1, 2 καὶ 3 (βλ. σκ. 6). Γιά τὸ
 στατικό ὑπολογισμὸ $\theta\acute{\alpha}$ θεωρή-
 σουμε ὅτι ἡ ἐπικάλυψη:
 α) εἶναι φέρον στοιχεῖο τῆς δια-
 τομῆς καὶ β) ἔχει σταθερὸ πάχος
 160 μὲ t_1 (παραδοχὴ πρὸς τὴ
 μεριά τῆς ἀσφαλείας). Ἡ εὐνοητι
 διατομὴ πλοῦ προκύπτει ἔτσι
 $\theta\acute{\alpha}$ θεωρηθεῖ λεπτότοιχη κυκλική
 μὲ ἀκτίνα $R = D/2 + (t_1 + t_2)/2$
 Τὰ ἐνδιατῖκα μεγέθη M καὶ N
 $\theta\acute{\alpha}$ καταμετρηθοῦν ἐπὶ δύο διατο-
 μέσ πάχους t_1 καὶ t_2 ὡφωνα

μέ τους λόγους ροπών αδρανείας και έμβαστων αντίστοιχα.

1.2.3. Φορτία



Σχήμα 7 - Φορτία

α) ίδιο βάρος

$P_1 = \gamma_b (t_1 + t_2)$
(ανά μέτρο καμπύλης επιφάνειας).

β) Βάρος γαιών και επιφόρτιση:

Η επιφόρτιση, όπως ήδη αναφέρθηκε, θεωρείται σταθερή:

$$q' = 0,67 \times \frac{3,0 \times 6,0}{(3,0 + b)(6,0 + b)}$$

Τό φορτίο των γαιών αναλύεται σε ένα ομοιόμορφο $P_2' = \gamma_{cor} \cdot b$ και σε ένα $P_3 = \gamma_{cor} \cdot R$

μεταβλητό με φορά προς τα πάνω και μέγιστη τεταγμένη $P_3 = \gamma_{cor} \cdot R$

Τό P_2' σε συνδυασμό με την επιφόρτιση γίνεται:

$$P_2 = P_2' + q' = \gamma_{cor} (b + \frac{q'}{\gamma_{cor}}) = \gamma_{cor} b_1, \text{ όπου } b_1 = b + \frac{q'}{\gamma_{cor}}$$

δ) Αντίδραση έδαφους $P_4 = \frac{\sum P_k}{2R}$

ε) Όθύνσεις γαιών. χρησιμοποιούνται κατά Rankine. Για να πάρουμε υπόψη και τό κινητό φορτίο προαυξανούμε τό βάθος c κατά την ποσότητα q'/γ_{cor} , δηλαδή

$$P_5 = \gamma_{cor} \cdot c \cdot lo + P_5 \cdot lo = \gamma_{cor} c_1 \cdot lo, \quad c_1 = c + \frac{q'}{\gamma_{cor}}$$

1.2.4. Τρόπος υπολογισμού.

Οι υπολογισμοί γίνονται με τη βοήθεια πινάκων του Rothemburg. Οι διατομές υπολογισμού είναι οι (0), (1) & (2) που φαίνονται στο σχήμα 7. Η διαδικασία υπολογισμού έχει τυποποιηθεί στις παρακάτω σελίδες και συνοψίζεται στα εξής:

α) Καθορίζεται η γεωμετρία: D, t_1, t_2, B και R, a, b, c .

β) Υπολογίζονται τα φορτία με την παρακάτω σειρά:

$$P_1 = \gamma_b (t_1 + t_2) = 2,3 (t_1 + t_2)$$

$$\sum P_i = 2nR P_1 = 6,28 R \cdot P_1$$

$$q' = 0,67 \times \frac{18,0}{(3,0+b)(6,0+b)}$$

$$P_2 = \gamma_{\text{κορ}} b_1 = 1,8 b_1$$

$$P_3 = \gamma_{\text{κορ}} R = 1,8 R$$

$$b_1 = b + \frac{q'}{\gamma_{\text{κορ}}} = b + \frac{q'}{1,8}, c_1 = b + \frac{q'}{1,8}$$

$$\Sigma P_2 = 2 R P_2 =$$

$$\Sigma P_3 = -\frac{\pi R^2}{2} \gamma_{\text{κορ}} = -2,83 R^2$$

$$\Sigma P_4 = \Sigma P_1 + \Sigma P_2 + \Sigma P_3$$

$$P_4 = \Sigma P_4 / 2R$$

$$P_5 = \lambda_0 \cdot \gamma_{\text{κορ}} \cdot C_1 = 0,50 \cdot 1,8 \cdot C_1 = 0,9 C_1$$

γ) Υπολογίζονται οι παράμετροι:

$$P_1 R^2, P_2 R^2, P_3 R^2, P_4 R^2, P_5 R^2, P_5 \frac{R^3}{C_1}, \text{ και}$$

$$P_1 R, P_2 R, P_3 R, P_4 R, P_5 R, P_5 \frac{R^2}{C_1}, \text{ που θα πολλα-}$$

πλασιαστούν επί τούς συντελεστές ψ των πινάκων για να προκύψουν οι ροπές και οι άξονικές αντίστοιχα

δ) Βρίσκονται από τους πίνακες οι αντίστοιχοι για κάθε διατομή και για κάθε φόρτιση συντελεστές ψ , και πολλαπλασιάζονται επί τις τιμές των παραπάνω παραμέτρων

ε) Τα τελικά εντακτικά μεγέθη M και N προκύπτουν με άθροισμα των επί μέρους τιμών τους που αναφέρονται στις διαφορές φορτίσεων. Η κατανομή των M και N στις δύο διατομές γίνεται βάσει των σχέσεων

$$M_I = M \frac{J_I}{J_I + J_{II}}$$

$$M_{II} = M \frac{J_{II}}{J_I + J_{II}}$$

$$N_I = N \frac{t_I}{t_I + t_{II}}$$

$$N_{II} = N \frac{t_{II}}{t_I + t_{II}}$$

στ) Υπολογίζονται οι τάσεις

$$\sigma_I = \frac{N_I}{t_I} \pm \frac{M_I}{J_I} \cdot \frac{t_I}{2}$$

σύμφωνα με τα γνωστά:

$$\sigma_{II} = \frac{N_{II}}{t_{II}} \pm \frac{M_{II}}{J_{II}} \cdot \frac{t_{II}}{2}$$

1.2.5 Άγωγος $\phi 80$

Βάθος επικάλυψης 1,60 m.

Γεωμετρία

$$D = 0,80 \text{ m} \quad t_I = 0,09 \text{ m} \quad t_{II} = 0,12 \text{ m}$$

$$R = 0,51 \text{ m} \quad \alpha = 1,60 \text{ m} \quad b = 2,11 \text{ m} \quad c = 2,61 \text{ m}$$

$$J_1 = 60,750 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m} \quad J_2 = 144,000 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$$

Φορτία

$$q' = 0,29 \text{ t/m}^2 \quad b_1 = 2,27 \text{ m}$$

$$c_1 = 2,77 \text{ m}$$

$$P_1 = 0,48 \text{ t/m}^2$$

$$P_2 = 4,09 \text{ "}$$

$$P_3 = 0,92 \text{ "}$$

$$P_4 = 4,89 \text{ "}$$

$$P_5 = 2,49 \text{ "}$$

$$\Sigma P_1 = 1,55 \text{ t/m}$$

$$\Sigma P_2 = 4,17 \text{ "}$$

$$\Sigma P_3 = -0,74 \text{ "}$$

$$\Sigma P_4 = 4,98 \text{ "}$$

Ένταση

Φορτίο	ΡΟΠΕΣ tm/m					ΑΞΟΝΙΚΕΣ t/m				
	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2
1	$P_1 R^2 = 0,125$	$\Psi = +0,500$ $M = +0,063$	$-0,571$ $-0,071$	$+1,500$ $+0,188$	$P_1 R = 0,245$	$\Psi = +0,500$ $N = +0,123$	$-1,571$ $-0,385$	$-0,500$ $-0,123$		
2	$P_2 R^2 = 1,064$	$\Psi = +0,299$ $M = +0,318$	$-0,307$ $-0,327$	$+0,587$ $+0,625$	$P_2 R = 2,086$	$\Psi = +0,106$ $N = +0,221$	$-1,000$ $-2,086$	$-0,106$ $-0,221$		
3	$P_3 R^2 = 0,239$	$\Psi = -0,262$ $M = -0,063$	$+0,252$ $+0,060$	$-0,470$ $-0,112$	$P_3 R = 0,469$	$\Psi = -0,063$ $N = -0,030$	$+0,785$ $+0,368$	$+0,063$ $+0,030$		
4	$P_4 R^2 = 1,272$	$\Psi = -0,049$ $M = -0,062$	$+0,057$ $+0,073$	$-0,337$ $-0,429$	$P_4 R = 2,494$	$\Psi = -0,106$ $N = -0,264$	0 0	$+0,106$ $+0,264$		
5	$P_5 R^2 = 0,648$	$\Psi = -0,250$ $M = -0,162$	$+0,250$ $+0,162$	$-0,250$ $-0,162$	$P_5 R = 1,270$	$\Psi = -1,000$ $N = -1,270$	0 0	$-1,000$ $-1,270$		
	$P_5 R^3/c_1 = 0,119$	$\Psi = +0,292$ $M = +0,035$	$-0,250$ $-0,030$	$+0,208$ $+0,025$	$P_5 R^3/c_1 = 0,234$	$\Psi = +1,375$ $N = +0,322$	0 0	$+0,625$ $+0,146$		
Σ		$M = +0,129$ $M_I = +0,038$ $M_{II} = +0,091$	$-0,133$ $-0,039$ $-0,094$	$+0,135$ $+0,040$ $+0,095$		$N = -0,898$ $N_I = -0,385$ $N_{II} = -0,513$	$-2,103$ $-0,901$ $-1,202$	$-1,174$ $-0,503$ $-0,671$		

Τάσεις (kg/cm^2)

$$\text{Διατ. 0} \quad \sigma_I = (-0,43) + (+2,81) = +2,38$$

$$\sigma_{II} = (-0,43) + (+3,79) = +3,36$$

$$\text{Διατ. 1} \quad \sigma_I = (-1,00) + (-2,89) = -3,89$$

$$\sigma_{II} = (-1,00) + (-3,92) = -4,92$$

$$\text{Διατ. 2} \quad \sigma_I = (-0,56) + (+2,96) = +2,40$$

$$\sigma_{II} = (-0,56) + (+3,96) = +3,40$$

$$\sigma'_I = (-0,43) - (+2,81) = -3,24$$

$$\sigma'_{II} = (-0,43) - (+3,79) = -4,22$$

$$\sigma'_I = (-1,00) - (-2,89) = +1,89$$

$$\sigma'_{II} = (-1,00) - (-3,92) = +2,92$$

$$\sigma'_I = (-0,56) - (+2,96) = -3,52$$

$$\sigma'_{II} = (-0,56) - (+3,96) = -4,52$$

1.2.6. Άγωγός $\phi 80$

Βάθος επικάλυψης 1,00 m

Γεωμετρία

$D = 0,80 \text{ m}$

$t_I = 0,09 \text{ m}$

$t_{II} = 0,12 \text{ m}$

$R = 0,51 \text{ m}$

$a = 1,00 \text{ m}$

$b = 1,51 \text{ m}$

$c = 2,01 \text{ m}$

$J_1 = 60,750 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

$J_2 = 144,000 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

Φορτία

$q' = 0,36 \text{ t/m}^2$

$b_1 = 1,71 \text{ m}$

$c_1 = 2,21 \text{ m}$

$P_1 = 0,48 \text{ t/m}^2$

$P_2 = 3,08 \text{ "}$

$P_3 = 0,92 \text{ "}$

$P_4 = 3,88 \text{ "}$

$P_5 = 1,99 \text{ "}$

$\Sigma P_1 = 1,55 \text{ t/m}$

$\Sigma P_2 = 3,14 \text{ "}$

$\Sigma P_3 = -0,74 \text{ "}$

$\Sigma P_4 = 3,95 \text{ "}$

Ένταση

Φορτίο	ΡΟΠΕΣ t/m				ΑΞΟΝΙΚΕΣ t/m			
	Παράμ.	Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2	Παράμ.	Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2
1	$P_1 R^2 = 0,125$	$\psi = +0,500$ $M = +0,063$	$-0,571$ $-0,071$	$+1,500$ $+0,188$	$P_1 R = 0,245$	$\psi = +0,500$ $N = +0,123$	$-1,571$ $-0,385$	$-0,500$ $-0,123$
2	$P_2 R^2 = 0,801$	$\psi = +0,299$ $M = +0,239$	$-0,307$ $-0,246$	$+0,587$ $+0,470$	$P_2 R = 1,571$	$\psi = +0,106$ $N = +0,167$	$-1,000$ $-1,571$	$-0,106$ $-0,167$
3	$P_3 R^2 = 0,239$	$\psi = -0,262$ $M = -0,063$	$+0,252$ $+0,060$	$-0,470$ $-0,112$	$P_3 R = 0,469$	$\psi = -0,063$ $N = -0,030$	$+0,785$ $+0,368$	$+0,063$ $+0,030$
4	$P_4 R^2 = 1,009$	$\psi = -0,049$ $M = -0,049$	$+0,057$ $+0,058$	$-0,337$ $-0,340$	$P_4 R = 1,979$	$\psi = -0,106$ $N = -0,210$	0 0	$+0,106$ $+0,210$
5	$P_5 R^2 = 0,518$	$\psi = -0,250$ $M = -0,130$	$+0,250$ $+0,130$	$-0,250$ $-0,130$	$P_5 R = 1,015$	$\psi = -1,000$ $N = -1,015$	0 0	$-1,000$ $-1,015$
	$P_5 R^2 / c_1 = 0,119$	$\psi = +0,292$ $M = +0,035$	$-0,250$ $-0,030$	$+0,208$ $+0,025$	$P_6 R^2 / c_1 = 0,234$	$\psi = +1,375$ $N = +0,322$	0 0	$+0,625$ $+0,146$
Σ		$M = +0,095$ $M_I = +0,028$ $M_{II} = +0,067$	$-0,099$ $-0,029$ $-0,070$	$+0,101$ $+0,030$ $+0,071$		$N = -0,643$ $N_I = -0,276$ $N_{II} = -0,367$	$-1,588$ $-0,681$ $-0,907$	$-0,919$ $-0,394$ $-0,525$

Τάσεις $(\text{κρ}/\text{cm}^2)$

$\text{Διατ. 0} \quad \sigma_I = (-0,31) + (+2,07) = +1,76$

$\sigma'_I = (-0,31) - (+2,07) = -2,38$

$\sigma_{II} = (-0,31) + (+2,79) = +2,48$

$\sigma'_{II} = (-0,31) - (+2,79) = -3,10$

$\text{Διατ. 1} \quad \sigma_I = (-0,76) + (-2,15) = -2,91$

$\sigma'_I = (-0,76) - (-2,15) = +1,39$

$\sigma_{II} = (-0,76) + (-2,92) = -3,68$

$\sigma'_{II} = (-0,76) - (-2,92) = +2,16$

$\text{Διατ. 2} \quad \sigma_I = (-0,44) + (+2,22) = +1,78$

$\sigma'_I = (-0,44) - (+2,22) = -2,66$

$\sigma_{II} = (-0,44) + (+2,96) = +2,52$

$\sigma'_{II} = (-0,44) - (+2,96) = -3,40$

1.2.7 Ἀγωγός ϕ 60

Βάθος γενικάλυψης 1,60 m

Γεωμετρία.

$D = 0,60 \text{ m}$

$t_I = 0,06 \text{ m}$

$t_{II} = 0,10 \text{ m}$

$R = 0,38 \text{ m}$

$a = 1,60 \text{ m}$

$b = 1,98 \text{ m}$

$c = 2,36 \text{ m}$

$J_1 = 18,000 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

$J_2 = 83,333 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

Φορτία

$q' = 0,30 \text{ t/m}^2$

$b_1 = 2,15 \text{ m}$

$c_1 = 2,53 \text{ m}$

$P_1 = 0,37 \text{ t/m}^2$

$P_2 = 3,87 \text{ "}$

$P_3 = 0,68 \text{ "}$

$P_4 = 4,49 \text{ "}$

$P_5 = 2,28 \text{ "}$

$\Sigma P_1 = 0,88 \text{ t/m}$

$\Sigma P_2 = 2,94 \text{ "}$

$\Sigma P_3 = -0,41 \text{ "}$

$\Sigma P_4 = 3,41 \text{ "}$

Ένταση

Φορτίες	ΡΟΠΕΣ t/m					ΑΞΟΝΙΚΕΣ t/m				
	Παράφ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2	Παράφ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2
1	$P_1 R^2 = 0,053$	$\psi = +0,500$ $M = +0,027$	-0,571	+1,500	+0,080	$P_1 R = 0,141$	$\psi = +0,500$ $N = +0,071$	-1,571	-0,222	-0,071
2	$P_2 R^2 = 0,559$	$\psi = +0,299$ $M = +0,167$	-0,307	+0,587	+0,328	$P_2 R = 1,471$	$\psi = +0,106$ $N = +0,156$	-1,000	-1,471	-0,156
3	$P_3 R^2 = 0,098$	$\psi = -0,262$ $M = -0,026$	+0,252	-0,470	-0,046	$P_3 R = 0,258$	$\psi = -0,063$ $N = -0,016$	+0,785	+0,203	+0,016
4	$P_4 R^2 = 0,648$	$\psi = -0,049$ $M = -0,032$	+0,057	-0,337	-0,218	$P_4 R = 1,706$	$\psi = -0,106$ $N = -0,181$	0	0	+0,181
5	$P_5 R^2 = 0,329$	$\psi = -0,250$ $M = -0,082$	+0,250	-0,250	-0,082	$P_5 R = 0,866$	$\psi = -1,000$ $N = -0,866$	0	0	-1,000
	$P_5 R^2 / c_1 = 0,049$	$\psi = +0,292$ $M = +0,014$	-0,250	+0,208	+0,010	$P_5 R^2 / c_1 = 0,130$	$\psi = +1,375$ $N = +0,179$	0	0	+0,625
Σ		$M = +0,068$ $M_I = +0,012$ $M_{II} = +0,056$	-0,070	+0,072	+0,013		$N = -0,657$ $N_I = -0,246$ $N_{II} = -0,411$	-1,490	-0,559	-0,815
			-0,012	+0,013	+0,059			-0,559	-0,306	-0,509

Τάσεις (kp/cm^2)

$\text{Διατ. 0} \quad \sigma_I = (-0,41) + (+2,0) = +1,59$

$\sigma'_I = (-0,41) - (+2,0) = -2,41$

$\sigma_{II} = (-0,41) + (+3,36) = +2,95$

$\sigma'_{II} = (-0,41) - (+3,36) = -3,77$

$\text{Διατ. 1} \quad \sigma_I = (-0,93) + (-2,0) = -2,93$

$\sigma'_I = (-0,93) - (-2,0) = +1,07$

$\sigma_{II} = (-0,93) + (-3,48) = -4,41$

$\sigma'_{II} = (-0,93) - (-3,48) = +2,55$

$\text{Διατ. 2} \quad \sigma_I = (-0,51) + (+2,17) = +1,66$

$\sigma'_I = (-0,51) - (+2,17) = -2,68$

$\sigma_{II} = (-0,51) + (+3,54) = +3,03$

$\sigma'_{II} = (-0,51) - (+3,54) = -4,05$

1.2.8 Άγωγος $\phi 60$

Βάθος επικάλυψης 1,00 m

Γεωμετρία

$D = 0,60 \text{ m}$

$t_I = 0,06 \text{ m}$

$t_{II} = 0,10 \text{ m}$

$R = 0,38 \text{ m}$

$a = 1,00 \text{ m}$

$b = 1,38 \text{ m}$

$c = 1,76 \text{ m}$

$J_1 = 18,000 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

$J_2 = 83,333 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

Φορτία

$q' = 0,37 \text{ t/m}^2$

$b_1 = 1,59 \text{ m}$

$c_1 = 1,97 \text{ m}$

$P_1 = 0,37 \text{ t/m}^2$

$P_2 = 2,86 \text{ "}$

$P_3 = 0,68 \text{ "}$

$P_4 = 3,49 \text{ "}$

$P_5 = 1,77 \text{ "}$

$\Sigma P_1 = 0,88 \text{ t/m}$

$\Sigma P_2 = 2,18 \text{ "}$

$\Sigma P_3 = -0,41 \text{ "}$

$\Sigma P_4 = 2,65 \text{ "}$

Ένταση

Φορτίο	ΡΟΠΕΣ t/m/m					ΑΞΟΝΙΚΕΣ t/m				
	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2
1	$P_1 R^2 = 0,053$	$\psi = +0,500$ $M = +0,027$	-0,571	+1,500	+0,080	$P_1 R = 0,141$	$\psi = +0,500$ $N = +0,071$	-1,571	-0,222	-0,071
2	$P_2 R^2 = 0,413$	$\psi = +0,299$ $M = +0,123$	-0,307	+0,587	+0,242	$P_2 R = 1,087$	$\psi = +0,106$ $N = +0,115$	-1,000	-1,087	-0,115
3	$P_3 R^2 = 0,098$	$\psi = -0,262$ $M = -0,026$	+0,252	-0,470	-0,046	$P_3 R = 0,258$	$\psi = -0,063$ $N = -0,016$	+0,785	+0,203	+0,016
4	$P_4 R^2 = 0,504$	$\psi = -0,049$ $M = -0,025$	+0,057	-0,337	-0,170	$P_4 R = 1,326$	$\psi = -0,106$ $N = -0,141$	0	0	+0,141
5	$P_5 R^2 = 0,256$	$\psi = -0,250$ $M = -0,064$	+0,250	-0,250	-0,064	$P_5 R = 0,673$	$\psi = -1,000$ $N = -0,673$	0	0	-1,000
	$P_5 R^3/c_1 = 0,049$	$\psi = +0,292$ $M = +0,014$	-0,250	+0,208	+0,010	$P_5 R^3/c_1 = 0,130$	$\psi = +1,375$ $N = +0,179$	0	0	+0,625
Σ		$M = +0,049$ $M_I = +0,009$ $M_{II} = +0,040$	-0,051	+0,052	+0,009		$N = -0,465$ $N_I = -0,174$ $N_{II} = -0,291$	-1,106	-0,415	-0,621

Τάσεις (kp/cm^2)

$\text{Διατ. 0} \quad \sigma_I = (-0,29) + (+1,50) = +1,21$

$\sigma'_I = (-0,29) - (+1,50) = -1,79$

$\sigma_{II} = (-0,29) + (+2,40) = +2,11$

$\sigma'_{II} = (-0,29) - (+2,40) = -2,69$

$\text{Διατ. 1} \quad \sigma_I = (-0,69) + (-1,5) = -2,19$

$\sigma'_I = (-0,69) - (-1,50) = +0,81$

$\sigma_{II} = (-0,69) + (-2,52) = -3,21$

$\sigma'_{II} = (-0,69) - (-2,52) = +1,83$

$\text{Διατ. 2} \quad \sigma_I = (-0,39) + (+1,5) = +1,11$

$\sigma'_I = (-0,39) - (+1,50) = -1,89$

$\sigma_{II} = (-0,39) + (+2,58) = +2,19$

$\sigma'_{II} = (-0,39) - (+2,58) = -2,97$

1.2.9. Άγωγός ϕ 40

Βάθος επικάλυψης 1,60 m

Γεωμετρία.

$$D = 0,40 \text{ m} \quad t_I = 0,04 \text{ m} \quad t_{II} = 0,10 \text{ m}$$

$$R = 0,27 \text{ m} \quad a = 1,60 \text{ m} \quad b = 1,81 \text{ m} \quad c = 2,14 \text{ m}$$

$$J_1 = 5,333 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m} \quad J_2 = 83,333 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$$

Φορτία

$$q' = 0,32 \text{ t/m}^2 \quad b_1 = 1,99 \text{ m}$$

$$c_1 = 2,32 \text{ m}$$

$$P_1 = 0,32 \text{ t/m}^2$$

$$P_2 = 3,58 \text{ "}$$

$$P_3 = 0,49 \text{ "}$$

$$P_4 = 4,21 \text{ "}$$

$$P_5 = 2,09 \text{ "}$$

$$\Sigma P_1 = 0,55 \text{ t/m}$$

$$\Sigma P_2 = 1,93 \text{ "}$$

$$\Sigma P_3 = -0,21 \text{ "}$$

$$\Sigma P_4 = 2,27 \text{ "}$$

Ένταση

Φορτίου	ΡΟΠΕΣ tm/m					ΑΞΟΝΙΚΕΣ t/m				
	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2
1	$P_1 R^2 = 0,023$	$\psi = +0,500$ $\eta = +0,012$	-0,571	+0,013	+0,035	$P_1 R = 0,086$	$\psi = +0,500$ $\eta = +0,043$	-1,571	-0,135	-0,043
2	$P_2 R^2 = 0,261$	$\psi = +0,299$ $\eta = +0,078$	-0,307	-0,080	+0,153	$P_2 R = 0,967$	$\psi = +0,106$ $\eta = +0,103$	-1,000	-0,967	-0,103
3	$P_3 R^2 = 0,036$	$\psi = -0,262$ $\eta = -0,009$	+0,252	+0,009	-0,017	$P_3 R = 0,132$	$\psi = -0,063$ $\eta = -0,008$	+0,785	+0,104	+0,008
4	$P_4 R^2 = 0,307$	$\psi = -0,049$ $\eta = -0,015$	+0,057	+0,017	-0,103	$P_4 R = 1,137$	$\psi = -0,106$ $\eta = -0,121$	0	0	+0,121
5	$P_5 R^2 = 0,152$	$\psi = -0,250$ $\eta = -0,038$	+0,250	+0,038	-0,038	$P_5 R = 0,564$	$\psi = -1,000$ $\eta = -0,564$	0	0	-1,000
	$P_5 R^2 / c_1 = 0,018$	$\psi = +0,292$ $\eta = +0,005$	-0,250	-0,005	+0,004	$P_5 R^2 / c_1 = 0,066$	$\psi = +1,375$ $\eta = +0,091$	0	0	+0,625
Σ		$\eta = +0,033$ $\eta_I = +0,002$ $\eta_{II} = +0,031$	-0,034	-0,002	+0,032		$\eta = -0,456$ $\eta_I = -0,130$ $\eta_{II} = -0,326$	-0,998	-0,285	-0,540

Τάσεις (kr/cm^2)

$$\text{Διατ. 0} \quad \sigma_I = (-0,33) + (+0,75) = +0,42$$

$$\sigma'_I = (-0,33) - (+0,75) = -1,08$$

$$\sigma_{II} = (-0,33) + (+1,86) = +1,53$$

$$\sigma'_{II} = (-0,33) - (+1,86) = -2,19$$

$$\text{Διατ. 1} \quad \sigma_I = (-0,71) + (+0,75) = +0,04$$

$$\sigma'_I = (-0,71) - (+0,75) = -1,46$$

$$\sigma_{II} = (-0,71) + (+1,92) = +1,21$$

$$\sigma'_{II} = (-0,71) - (+1,92) = -2,63$$

$$\text{Διατ. 2} \quad \sigma_I = (-0,39) + (+0,75) = +0,36$$

$$\sigma'_I = (-0,39) - (+0,75) = -1,14$$

$$\sigma_{II} = (-0,39) + (+1,92) = +1,53$$

$$\sigma'_{II} = (-0,39) - (+1,92) = -2,31$$

1.2.10.2 Αγωγός ϕ 40

Βάθος επικάλυψης 1,00 m

Γεωμετρία

$D = 0,40 \text{ m}$

$t_I = 0,04 \text{ m}$

$t_{II} = 0,10 \text{ m}$

$R = 0,27 \text{ m}$

$a = 1,00 \text{ m}$

$b = 1,27 \text{ m}$

$c = 1,54 \text{ m}$

$J_1 = 5,333 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

$J_2 = 83,333 \times 10^{-6} \text{ m}^4/\text{m}$

Φορτία

$q' = 0,39 \text{ t/m}^2$

$b_1 = 1,49 \text{ m}$

$c_1 = 1,76 \text{ m}$

$P_1 = 0,32 \text{ t/m}^2$

$P_2 = 2,68 \text{ "}$

$P_3 = 0,49 \text{ "}$

$P_4 = 3,32 \text{ "}$

$P_5 = 1,58 \text{ "}$

$\Sigma P_1 = 0,55 \text{ t/m}$

$\Sigma P_2 = 1,45 \text{ "}$

$\Sigma P_3 = -0,21 \text{ "}$

$\Sigma P_4 = 1,79 \text{ "}$

Ένταση

Φορτίο	ΡΟΠΕΣ tm/m				ΑΞΟΝΙΚΕΣ t/m					
	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2	Παράμ.		Διατ. 0	Διατ. 1	Διατ. 2
1	$P_1 R^2 = 0,023$	$\psi = +0,500$ $M = +0,012$	-0,571	+1,500	+0,035	$P_1 R = 0,086$	$\psi = +0,500$ $N = +0,043$	-1,571	-0,135	-0,043
2	$P_2 R^2 = 0,195$	$\psi = +0,299$ $M = +0,058$	-0,307	+0,587	+0,114	$P_2 R = 0,724$	$\psi = +0,106$ $N = +0,077$	-1,000	-0,724	-0,077
3	$P_3 R^2 = 0,036$	$\psi = -0,262$ $M = -0,009$	+0,252	-0,470	-0,017	$P_3 R = 0,132$	$\psi = -0,063$ $N = -0,008$	+0,785	+0,104	+0,008
4	$P_4 R^2 = 0,242$	$\psi = -0,049$ $M = -0,012$	+0,057	-0,337	-0,082	$P_4 R = 0,896$	$\psi = -0,106$ $N = -0,095$	0	0	+0,106
5	$P_5 R^2 = 0,115$	$\psi = -0,250$ $M = -0,029$	+0,250	-0,250	-0,029	$P_5 R = 0,427$	$\psi = -1,000$ $N = -0,427$	0	0	-1,000
	$P_5 R^3/c_1 = 0,018$	$\psi = +0,292$ $M = +0,005$	-0,250	+0,208	+0,004	$P_5 R^3/c_1 = 0,065$	$\psi = +1,375$ $N = +0,089$	0	0	+0,625
Σ		$M = +0,025$ $M_I = +0,002$ $M_{II} = +0,023$	-0,026	+0,025	+0,002		$N = -0,321$ $N_I = -0,092$ $N_{II} = -0,229$	-0,755	-0,216	-0,403

Τάσεις (kp/cm^2)

$\text{Διατ. 0} \quad \sigma_I = (-0,23) + (+0,75) = +0,52$

$\sigma'_I = (-0,23) - (+0,75) = -0,98$

$\sigma_{II} = (-0,23) + (+1,38) = +1,15$

$\sigma'_{II} = (-0,23) - (+1,38) = -1,61$

$\text{Διατ. 1} \quad \sigma_I = (-0,54) + (-0,75) = -1,29$

$\sigma'_I = (-0,54) - (-0,75) = +0,21$

$\sigma_{II} = (-0,54) + (-1,44) = -1,98$

$\sigma'_{II} = (-0,54) - (-1,44) = +0,90$

$\text{Διατ. 2} \quad \sigma_I = (-0,29) + (+0,75) = +0,46$

$\sigma'_I = (-0,29) - (+0,75) = -1,04$

$\sigma_{II} = (-0,29) + (+1,38) = +1,09$

$\sigma'_{II} = (-0,29) - (+1,38) = -1,67$

2. Στατικός υπολογισμός δοχών ορθογωνικής διατομής από πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος

2.1. Παραδοχές

α) υλικά B160 στ I

β) Ειδικά βάρη: σκυρόδεμα $2,4 \text{ t/m}^3$
γαια $1,8 \text{ t/m}^3$

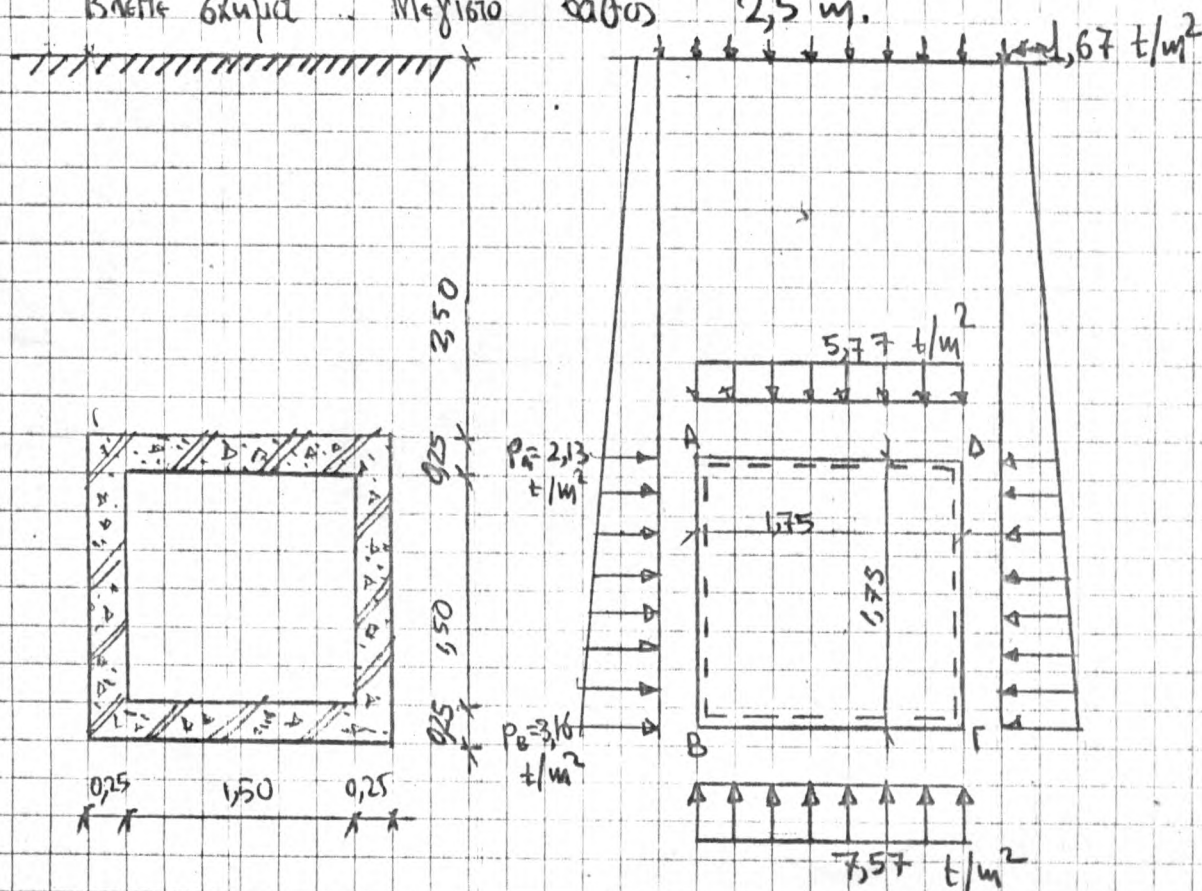
γ) Φορτίο αυτοκινήτου SLW 30t
Αντίστοιχη ομοιόμορφη επιφανειακή φόρτιση: $1,67 \text{ t/m}^2$

δ) Γωνία εσωτερικής τριβής $\phi = 30^\circ$
Γωνία τριβής τοίχου-γαιας $\delta = 0$
Αρα συντελ. ενεργού ωθήσεως $\lambda = 0,33$

2.2. Δοχός διαστάσεων $1,5 \times 1,5 \text{ m}$ (Άξονας 3M - ΚΘ 0+291,9+0+444,2)

2.2.1. Γεωμετρία

Βλέπε σχήμα. Μέγιστο βάθος $2,5 \text{ m}$.



2.2.2. Φορτία

α) Πλάκα οροφής

$$\text{Από χαίτες: } 2,5 \times 1,8 = 4,50 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Ίδιο πάχος: } 0,25 \times 2,4 = 0,60$$

Κινητό

$$\underline{1,67}$$

$$5,77 \text{ t/m}^2$$

β) Πλάκα δαπέδου

$$5,77 + 0,60 + 2(2,0 \times 0,25 \times 2,4) / 2,0 = 7,57 \text{ t/m}^2$$

γ) Κατακόρυφες πλάκες

$$p_A = (1,67 + 2,65 \times 1,8) \times 0,33 = 2,13 \text{ t/m}^2$$

$$p_B = (1,67 + 4,40 \times 1,8) \times 0,33 = 3,16 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta p = 3,16 - 2,13 = 1,04 \text{ t/m}^2$$

2.2.3. Στατική επίλυση.

Συντελεστές κατανομής

$$k_{AD} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{1,75} = 0,29 \text{ (Συμμετρία φορέα-φόρτισης)}$$

$$k_{AB} = \frac{1}{1,75} = 0,57 \quad \Sigma k = 0,86$$

$$\mu_{AD} = \mu_{BF} = 0,29 / 0,86 = 0,34$$

$$\mu_{AB} = \mu_{BA} = 0,57 / 0,86 = 0,66$$

Ρομές διφύλακτων (βήλων cross)

$$\bar{M}_{AD} = 5,77 \times 1,75^2 / 12 = 1,47 \text{ tm/m}$$

$$\bar{M}_{BF} = -7,57 \times 1,75^2 / 12 = -1,93$$

$$\bar{M}_{AB} = -2,13 \times 1,75^2 / 12 - 1,04 \times 1,75^2 / 30 = -0,65$$

$$\bar{M}_{BA} = +2,13 \times 1,75^2 / 12 + 1,04 \times 1,75^2 / 20 = 0,70$$

Επίλυση κατά cross

B		A	
BE	BA	AB	AD
$\mu = 0,34$	0,66	0,66	0,34
-1,93	0,70	-0,65	1,47
0,42	0,81	0,41	
	-0,40	-0,81	-0,42
0,14	0,27	0,13	
	-0,04	-0,08	-0,05
+0,01	+0,03		
-1,36	1,37	-1,00	+1,00

$$M_A = -1,00 \text{ t/m/m}$$

$$M_B = -1,37 \text{ t/m/m}$$

Τελυουγες.

$$Q_{AD} = 5,77 \times 1,75 / 2 = 5,05 \text{ t/m}$$

$$Q_{BF} = -7,57 \times 1,75 / 2 = -6,62$$

$$Q_{AB} = -(2,13 \times 1,75 / 2 + 1,04 \times 1,75 / 3) + \frac{1,37 - 1,00}{1,75} = -2,26$$

$$Q_{BA} = +2,13 \times 1,75 / 2 + 2 \times 1,04 \times 1,75 / 3 + (1,37 - 1,00) / 1,75 = +3,29$$

Αξονικες.

$$N_{AD} = -2,26 \quad N_{AB} = -5,05 \quad N_{BA} = -6,62 \quad N_{BF} = -3,29$$

Ροπες ανωστρωτων.

$$M_{AD} = -1,00 + 5,05^2 / (2 \times 5,77) = 1,21$$

$$M_{BF} = -1,37 + 6,62^2 / (2 \times 7,57) = 1,52$$

$$M_{AB} = \frac{1}{2} \left[(-1,00 + 2,26^2 / (2 \times 2,13)) + (-1,37 + 3,29^2 / (2 \times 3,16)) \right] = 0,27$$

2.2.4. Έλεγχος τάσεων - Όπλισμοί

Ανοίγματα AD

$$M = 1,21 \quad N = -2,26 \quad M_e = 1,21 + 2,26 \times 0,11 = 1,46$$

$$h = 0,22 \rightarrow a_b = 20 \quad F_e = 3,52 \rightarrow \phi 10/20 \quad (3,93)$$

Ανοίγματα BF

$$M = 1,52 \quad N = -3,29 \quad M_e = 1,52 + 3,29 \times 0,11 = 1,88$$

$$a_b = 33 \quad F_e = 4,34 \rightarrow \phi 10/18 \quad (4,36)$$

Ανάλυση AB

$$M = 0,27 \quad N = -(5,05 + 6,62)/2 = -5,84 \quad M_e = 0,27 + 5,84 \times 0,11 = 0,91$$

$$G_b = 70 \quad Q = 29,97 \quad \gamma = 0,18 \quad \nu = \nu' = 4\text{‰} \quad b' = 0,06 \quad F_e = 0,59 = F_e'$$

$$\Phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη A σεξιά

$$M = 1,00 \quad N = -2,26 \quad M_e = 1,00 + 2,26 \times 0,11 = 1,25$$

$$G_b = 26 \quad F_e = 2,76 \quad \Phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη B άριστη

$$M = 1,37 \quad N = -3,29 \quad M_e = 1,37 + 3,29 \times 0,11 = 1,73$$

$$G_b = 31 \quad F_e = 3,79 \quad \rightarrow \Phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη A κάτω

$$M = 1,00 \quad N = 5,05$$

$$\Phi = 34,65 \quad \gamma = 0,79 \quad \nu = \nu' = 4\text{‰} \quad b' = 0,20 \quad F_e = F_e' = 1,86 \quad G_b = 65 \quad G_e = 1400$$

$$\Phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη B πάνω

$$M = 1,37 \quad N = 6,62$$

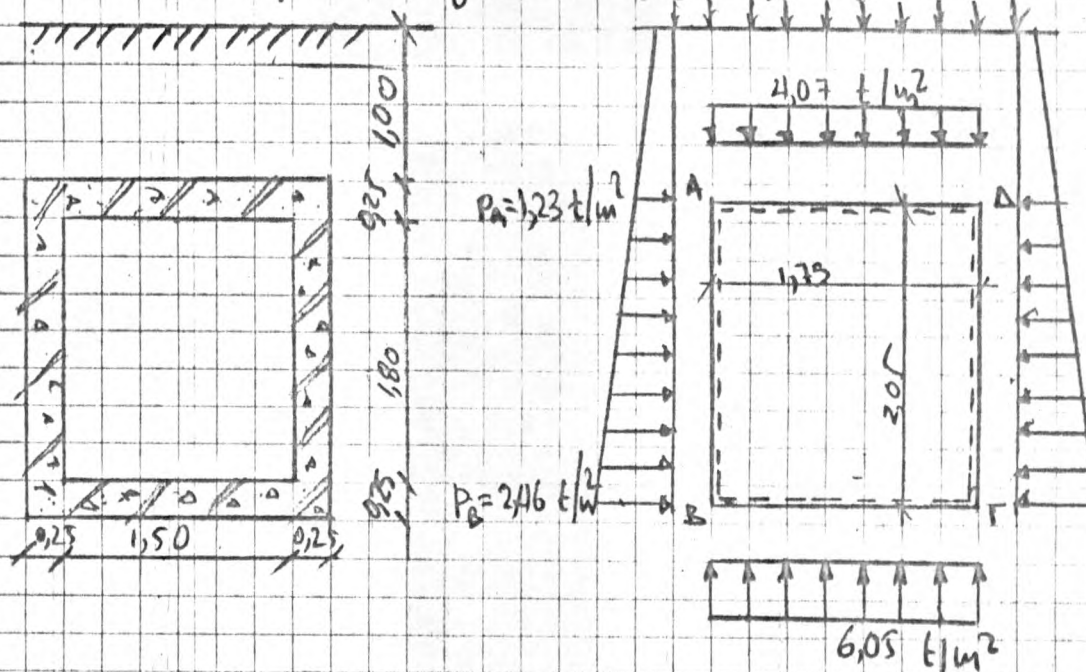
$$\Phi = 26,44 \quad \gamma = 0,83 \quad \nu = \nu' = 4\text{‰} \quad b' = 0,22 \quad F_e = F_e' = 2,63 \quad G_b = 63 \quad G_e = 1400$$

$$\Phi 10/20 \quad (3,93)$$

2.3. 10×10^6 $\delta 1.67 \times 6 \text{ cm}$ $1,5 \times 1,8$ (ΑΡΘΡΟΣ 2Μ, ΧΩ 0+7435 ÷ 0+8635)

2.3.1. Γνωρίστερα

Βλέπε σχήμα. Μέγιστο βάθος, 1,0 m.



2.32 ϕ_{ortia} .

α) Πλάρα όροφής.

'Ando gases $1,0 \times 1,8 = 1,8 \text{ t/m}^2$

1) No gases: $0,25 \times 2,4 = 0,6$

Klubb 70

$$\frac{1,67}{4,07 \text{ t/m}^2}$$

6) Πίκα δαπέδου.

$$4,07 + 0,6 + 2 \times (2,3 \times 0,25 \times 2,4) / 2,0 = 6,05 \text{ t/m}^2$$

γ) Καλακόρυφες πλάκες

$$p_A = (1,67 + 1,15 \times 1,8) \times 0,33 = 1,23 \text{ t/m}^2$$

$$p_0 = (1,67 + 3,20 \times 1,8) \times 0,33 = 2,46 \text{ t/m}^2$$

$$\Delta p = 2,46 - 1,23 = 1,23 \text{ t/m}^2$$

2.3.3. Στατική επίλυση.

Συντελεστές κατανομής

$$k_{AB} = 1/2 \times 1/1,75 = 0,29 \quad k_{AB} = 1/20,5 = 0,49 \quad \Sigma k = 0,78$$

$$\mu_{AB} = \mu_{BA} = 0,29/0,78 = 0,37 \quad \mu_{AB} = \mu_{BA} = 0,49/0,78 = 0,63$$

Ροπή αμφίπλευρης.

$$\bar{M}_{AB} = 4,07 \times 1,75^2 / 12 = 1,04 \text{ tm/m}$$

$$\bar{M}_{BA} = -6,05 \times 1,75^2 / 12 = -1,54$$

$$\bar{M}_{AB} = -1,23 \times 2,05^2 / 12 - 1,23 \times 2,05^2 / 30 = -0,60$$

$$\bar{M}_{BA} = +1,23 \times 2,05^2 / 12 + 1,23 \times 2,05^2 / 20 = 0,69$$

Επίλυση κατά Cross.

B		A	
BA	BB	AB	AA
0,63	0,37	0,63	0,37
0,69	-1,54	-0,60	1,04
0,54	0,31	0,27	
-0,22		-0,45	-0,26
0,14	0,08	0,07	
		-0,04	-0,03
-1,15	-1,15	-0,75	0,75

$$M_A = -0,75 \text{ tm/m}$$

$$M_B = -1,15 \text{ tm/m}$$

Τελικές

$$Q_{AB} = 4,07 \times 1,75 / 2 = 3,56 \text{ t/m}$$

$$Q_{BA} = -6,05 \times 1,75 / 2 = -5,29$$

$$Q_{AB} = -(1,23 \times 2,05 / 2 + 1,23 \times 2,05 / 3) + \frac{1,15 - 0,75}{2,05} = -1,91$$

$$Q_{BA} = +(1,23 \times 2,05 / 2 + 1,23 \times 2,05 \times 2 / 3) + \frac{1,15 - 0,75}{2,05} = 3,14$$

Αξονικές

$$N_{AB} = -1,91 \quad N_{AB} = -3,56 \quad N_{BA} = -5,29 \quad N_{BA} = -3,14$$

Ροπή αναγκάσεων

$$M_{AA} = -0,75 + 3,56^2 / (2 \times 4,07) = 0,81 \text{ tm/m}$$

$$M_{BB} = -1,15 + 5,29^2 / (2 \times 6,05) = 1,16$$

$$M_{AB} = \frac{1}{2} \times [(-0,75 + 1,91^2 / (2 \times 1,23)) + (-1,15 + 3,14^2 / (2 \times 2,46))] = 0,79$$

2.3.4. Έλεγχος τάσεων - Όπλισήσις.

Ανοίγματα ΑΔ

$$M = 0,81 \quad N = -1,91 \quad Me = 0,81 + 1,91 \times 0,11 = 1,02$$

$$G_b = 23 \quad Fe = 2,18 \rightarrow \phi 10/20 \quad (3,93)$$

Ανοίγματα ΒΓ

$$M = 1,16 \quad N = -3,14 \quad Me = 1,16 + 3,14 \times 0,11 = 1,51$$

$$G_b = 29 \quad Fe = 3,08 \rightarrow \phi 10/20 \quad (3,93)$$

Ανοίγματα ΑΒ

$$M = 0,79 \quad N = (-3,56 - 5,29)/2 = -4,43$$

$$\Phi = 39,50 \quad \gamma = 0,71 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b = 0,15 \quad Fe = Fe' = 1,37 \quad G_b = 70 \quad G_e = 1378$$

$$\phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη Α - δεξιά

$$M = 0,75 \quad N = -1,91 \quad Me = 0,75 + 1,91 \times 0,11 = 0,96$$

$$G_b = 22 \quad Fe = 1,97 \rightarrow \phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη Α - κάτω

$$M = 0,75 \quad N = -5,56$$

$$\Phi = 49,16 \quad \gamma = 0,84 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,16 \quad Fe = Fe' = 1,46 \quad G_b = 62 \quad G_e = 1400$$

$$\phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη Β - αριστερά $Me = 1,15 + 3,14 \times 0,11 = 1,50$

$$M = 1,15 \quad N = -3,14$$

$$G_b = 29 \quad Fe = 3,04 \rightarrow \phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη Β - πάνω

$$M = 1,15 \quad N = -5,29$$

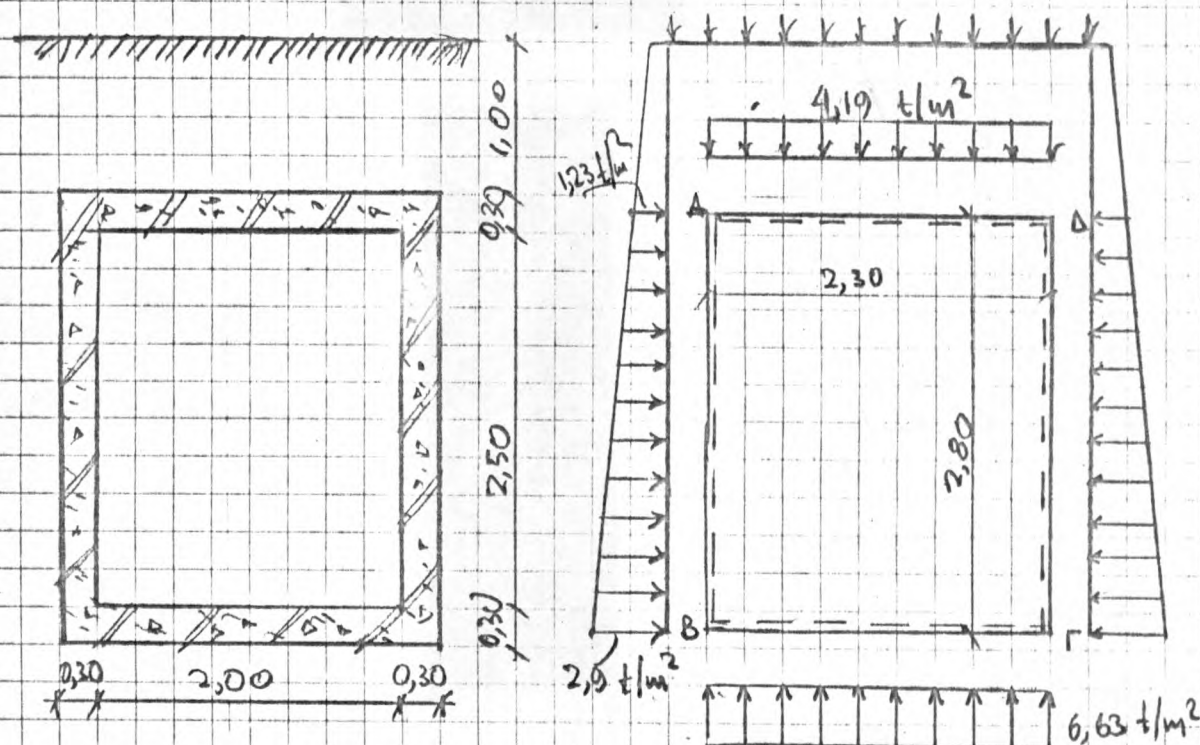
$$\Phi = 33,08 \quad \gamma = 0,87 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,25 \quad Fe = Fe' = 2,28 \quad G_b = 61 \quad G_e = 1400$$

$$\phi 10/20 \quad (3,93)$$

2.4. 20x20x2 διαστάσεων 2,00x2,50 (Αξονες M, X0 0+214 ± 0+213)

2.4.1. Γενικά

Βλέπε εκάτε Μέγιστο βάθος 1,0 m.



2.4.2. Φορτία

α) Πλάκα οροφής

Από γαιες $1,0 \times 1,8 = 1,8 \text{ t/m}^2$

Από νερό $0,3 \times 2,4 = 0,72$

Κινητό 1,67

4,19 t/m²

β) Πλάκα διαπύλου

$4,19 + 0,72 + 2 \times (3,1 \times 0,3 \times 2,4) / 2,6 = 6,63 \text{ t/m}^2$

γ) Κατακόρυφες πλάκες

$P_A = (1,67 + 1,15 \times 1,8) \times 0,33 = 1,23 \text{ t/m}^2$

$P_B = (1,67 + 3,95 \times 1,8) \times 0,33 = 2,90 \text{ t/m}^2$

$\Delta p = 2,90 - 1,23 = 1,67 \text{ t/m}^2$

2.4.3 Στατική επίλυση.

Συντελεστές κατανομής

$$K_{AD} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2,5} = 0,22$$

$$K_{AG} = \frac{1}{20} = 0,36$$

$$\Sigma K = 0,58$$

$$\mu_{AB} = \mu_{BG} = 0,22/0,58 = 0,38$$

$$\mu_{AB} = \mu_{BA} = 0,36/0,58 = 0,62$$

Ρομές αμρίπας

$$\bar{M}_{AD} = 4,19 \times 2,3^2/12 = 1,84 \text{ t.m/m}$$

$$\bar{M}_{BG} = -6,63 \times 2,3^2/12 = -2,93 \text{ t.m/m}$$

$$\bar{M}_{AB} = -1,23 \times 2,8^2/12 - 1,67 \times 2,8^2/30 = -1,24$$

$$\bar{M}_{BA} = 1,23 \times 2,8^2/12 + 1,67 \times 2,8^2/20 = 1,46$$

Επίλυση κατά Cross

B		A	
BΓ	BA	AB	AD
$\mu = 0,38$	0,62	0,62	0,38
-2,93	1,46	-1,24	+1,84
0,56	0,91	0,46	
	-0,33	-0,65	-0,40
0,12	0,20	0,10	
		-0,06	-0,04
-2,25	2,24	-1,39	+1,40

$$M_{AD} = -1,40 \text{ t.m/m}$$

$$M_B = -2,25$$

Τέμνουσες

$$Q_{AD} = 4,19 \times 2,3/2 = 4,82 \text{ t/m}$$

$$Q_{BG} = -6,63 \times 2,3/2 = -7,63$$

$$Q_{AB} = -(1,23 \times 2,8/2 + 1,67 \times 2,8/3) + \frac{2,25 - 1,40}{2,8} = -2,99$$

$$Q_{BA} = (1,23 \times 2,8/2 + 2 \times 1,67 \times 2,8/3) + \frac{2,25 - 1,40}{2,8} = 5,13$$

Αξονικές

$$N_{AD} = -2,99$$

$$N_{AB} = -4,82$$

$$N_{BA} = -7,63$$

$$N_{BG} = -5,13$$

Ρομές ανοίγματος

$$M_{AD} = 4,82^2/2 \times 4,19 - 1,40 = 1,37 \text{ t.m/m}$$

$$M_{BG} = 7,63^2/2 \times 6,63 - 2,25 = 2,14 \text{ t.m/m}$$

$$M_{AB} \approx \frac{1}{2} \times [(-1,40 + 2,99^2/2 \times 1,23) + (-2,25 + 5,13^2/2 \times 2,9)] = 2,26$$

2.4.4. Οδηγίες - βλεψέας τρένων

Άνοιγμα AD

$$M = 1,37 \quad N = -2,99 \quad M_e = 1,37 + 2,99 \times 0,13 = 1,76$$

$$G_b = 24 \quad Fe = 2,68 \quad \phi 10/20 \quad (3,93)$$

Άνοιγμα BG

$$M = 2,14 \quad N = -5,13 \quad M_e = 2,14 + 5,13 \times 0,13 = 2,81$$

$$G_b = 31 \quad Fe = 4,16 \quad \phi 10/18 \quad (4,36)$$

Άνοιγμα AB

$$M = 2,26 \quad N = (-4,82 - 7,63)/2 = -6,23$$

$$\phi = 33,71 \quad \gamma = 1,21 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,39 \quad Fe = Fe' = 4,35 \quad G_b = 51 \quad G_e = 1400$$

$$\phi 10/17 \quad (4,02)$$

Στήριξη Α δεξιά

$$M = 1,40 \quad N = -2,99 \quad M_e = 1,40 + 2,99 \times 0,13 = 1,79$$

$$G_b = 24 \quad Fe = 2,76 \quad \phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη Α κάτω

$$M = 1,40 \quad N = -4,82$$

$$\phi = 43,57 \quad \gamma = 0,97 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,22 \quad Fe = Fe' = 2,41 \quad G_b = 57 \quad G_e = 1400$$

$$\phi 10/20 \quad (3,93)$$

Στήριξη Β αριστερά

$$M = 2,25 \quad N = -5,13 \quad M_e = 2,25 + 5,13 \times 0,13 = 2,92$$

$$G_b = 32 \quad Fe = 4,48 \quad \phi 10/17 \quad (4,62)$$

Στήριξη Β πάνω

$$M = 2,25 \quad N = -7,63$$

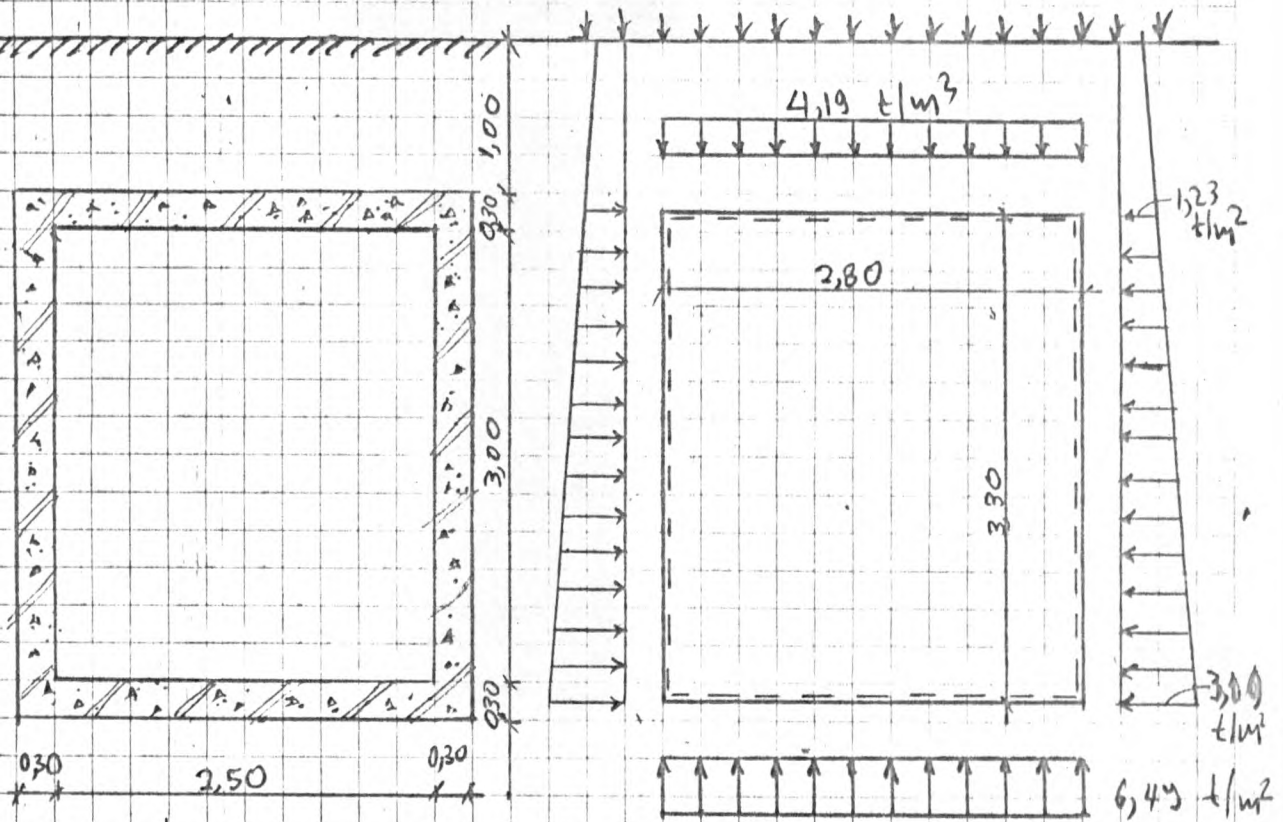
$$\phi = 27,52 \quad \gamma = 0,98 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,35 \quad Fe = Fe' = 3,91 \quad G_b = 57 \quad G_e = 1400$$

$$\phi 10/17 \quad (4,62)$$

2.5. Όγκος διατάσεων 2,50 x 3,00 (Αξονες Μ, ΧΘ 0+000 - ΧΘ 0+214)

2.5.1. Γεωμετρία

Βλέπε σχέδια. Μέγιστο βάθος 1,0 m.



2.5.2. Φορτία

α) Πλάκα βροφής

Από χαλίκι $1,0 \times 1,8 = 1,8 \text{ t/m}^2$

Βάρος $0,3 \times 2,4 = 0,72$

Κιμνία $\frac{1,07}{4,19 \text{ t/m}^2}$

β) Πλάκα δαπέδου

$4,19 + 0,72 + 2 \times (3,4 \times 0,3 \times 2,4) / 3,1 = 6,49 \text{ t/m}^2$

γ) Κατακόρυφες πλάκες

$P_A = (1,67 + 1,15 \times 1,8) \times 0,33 = 1,23 \text{ t/m}^2$

$P_B = (1,67 + 4,45 \times 1,8) \times 0,33 = 3,19 \text{ t/m}^2$

$\Delta p = 3,19 - 1,23 = 1,96 \text{ t/m}^2$

2.5.3. Στατική επίλυση

Συντελεστές κατανομής

$$K_{AD} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2,8} = 0,18 \quad K_{AB} = \frac{1}{3,3} = 0,30 \quad \Sigma K_A = 0,48$$

$$\mu_{AD} = \mu_{BF} = 0,18/0,48 = 0,38 \quad \mu_{BA} = \mu_{AB} = 0,30/0,48 = 0,62$$

Ρομές αλφίπαρως

$$\bar{M}_{AD} = 4,19 \times 2,8^2 / 12 = 2,74$$

$$\bar{M}_{BF} = -6,49 \times 2,8^2 / 12 = -4,24$$

$$\bar{M}_{AB} = -1,23 \times 3,3^2 / 12 - 1,96 \times 3,3^2 / 30 = -1,83$$

$$\bar{M}_{BA} = -1,23 \times 3,3^2 / 12 - 1,96 \times 3,3^2 / 20 = +2,18$$

Επίλυση κατά Cross

B	A	B	A
BF	BA	AB	AD
$\mu=0,38$	0,62	0,62	0,38
-4,24	+2,18	-1,83	2,74
0,78	1,28	0,64	
	-0,48	-0,96	-0,59
0,18	0,30	0,15	
	-0,05	-0,09	-0,06
0,02	0,03		
-3,26	3,26	-2,09	2,09

$$M_A = -2,09 \text{ tm/m}$$

$$M_B = -3,26 \text{ ---}$$

3,000

Τέμνουσες

$$Q_{AD} = 4,19 \times 2,8 / 2 = 5,87 \text{ t/m}$$

$$Q_{BF} = -6,49 \times 2,8 / 2 = -9,09$$

$$Q_{AB} = -(1,23 \times 3,3 / 2 + 1,96 \times 3,3 / 3) + \frac{3,26 - 2,09}{3,3} = -3,83$$

$$Q_{BA} = 1,23 \times 3,3 / 2 + 2 \times 1,96 \times 3,3 / 3 + \frac{3,26 - 2,09}{3,3} = 6,70$$

Αξονικές

$$N_{AD} = -3,83$$

$$N_{AB} = -5,87$$

$$N_{BA} = -0,09$$

$$N_{BF} = -6,70$$

Ρομές αναγκάτων

$$M_{AB} = -2,09 + 5,87^2 / (2 \times 4,19) = 2,02$$

$$M_{BF} = -3,26 + 9,09^2 / (2 \times 6,49) = 3,11$$

$$\dot{M}_{AB} \approx \frac{1}{2} \times [(-2,09 + 3,83^2 / (2 \times 1,23)) + (-3,26 + 6,7^2 / (2 \times 1,96))] = 3,82$$

2.5.4. Όντιστοιχία - Έλεγχος τάσεων

Ανάλυση ΑΔ -

$$M = 2,02 \quad N = -3,83$$

$$M_e = 2,02 + 3,83 \times 0,13 = 2,52$$

$$G_b = 29 \quad F_e = 4,24 \quad \phi_{10/17} (4,62)$$

Ανάλυση ΒΓ -

$$M = 3,11 \quad N = -6,70$$

$$M_e = 3,11 + 6,70 \times 0,13 = 3,98$$

$$G_b = \quad F_e = 6,47 \quad \phi_{12/17} (6,65)$$

Ανάλυση ΑΒ

$$M = 3,82 \quad N = (-5,87 - 9,09)/2 = -7,48$$

$$\phi = 28,07 \quad \gamma = 1,70 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,74 \quad F_e = F_e' = 82,7 \quad G_b = 44 \quad G_e = 1400$$

$$\phi_{12/13} (8,70)$$

Στήριξη Α κάτω

$$M = 2,09 \quad N = -3,83$$

$$M_e = 2,09 + 3,83 \times 0,13 = 2,59$$

$$G_b = 30 \quad F_e = 4,44 \quad \phi_{10/17} (4,62)$$

Στήριξη Α κάτω

$$M = 2,09 \quad N = -5,87$$

$$\phi = 35,78 \quad \gamma = 1,19 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,36 \quad F_e = F_e' = 3,99 \quad G_b = 51 \quad G_e = 1400$$

$$\phi_{10/17} (4,62)$$

Στήριξη Β άρκετα

$$M = 3,26 \quad N = -6,70$$

$$M_e = 3,26 + 6,70 \times 0,13 = 4,04$$

$$G_b = 38 \quad F_e = 6,64 \quad \phi_{12/13} (8,70)$$

Στήριξη Β πάνω

$$M = 3,26 \quad N = -9,09$$

$$\phi = 23,10 \quad \gamma = 1,20 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,56 \quad F_e = F_e' = 6,24 \quad G_b = 51 \quad G_e = 1400$$

$$\phi_{12/13} (8,70)$$

3. Στατικός υπολογισμός τυπικού φρεατίου δικτύου βρεξίων

3.1. Παραδοχές

α) Υλικό: Β160 - St I στην πλάκα βροφής
B160 (άοπλη) στα άλλα τμήματα

β) Είδικα βάρη: ω πλισμένο σκυρόδεμα $2,4 \text{ t/m}^3$
άοπλο " $2,3 \text{ "}$
χαίτες $1,8 \text{ "}$

γ) Φορτίο αυτοκινήτου LKW 12 t. Αντίστοιχη γ επιφανειακή
ομοιομορφα κατανεμημένη φόρτιση $0,67 \text{ t/m}^2$, με γ επιφανειακή
επιρροής $3,0 \times 6,0 \text{ m}^2$

δ) Γωνία γ εσωτερικής τριβής χαίτων $\phi = 30^\circ$. Γωνία τριβής
χαίτων - τοίχου $\delta = -2/3 \phi = -20^\circ$ (το αρνητικό πρόσημο
σημαίνει ότι η παράλληλη προς τον τοίχο συνιστώσα της
ώσωσης, χαίτων γ έχει φορά προς τα πάνω, και αυτό γ επεκτά
το φρεάτιο τείνει να μετακινηθεί προς τα κάτω).
 γ Από πίνακα: $\lambda_{sh} = 0,441$.

ε) Δεχόμαστε μείωση της γ επιφόρτισης q σύμφωνα με την
επιλοποιητική παραδοχή διανομής τάσεων με κλίση
1:2 (όρ. και)

στ) Βάθος γ επίκλισης $1,00 \text{ m}$.

3.2. Γεωμετρία και στατικό μοντέλο

Η γεωμετρία του φρεατίου φαίνεται στο σχήμα B

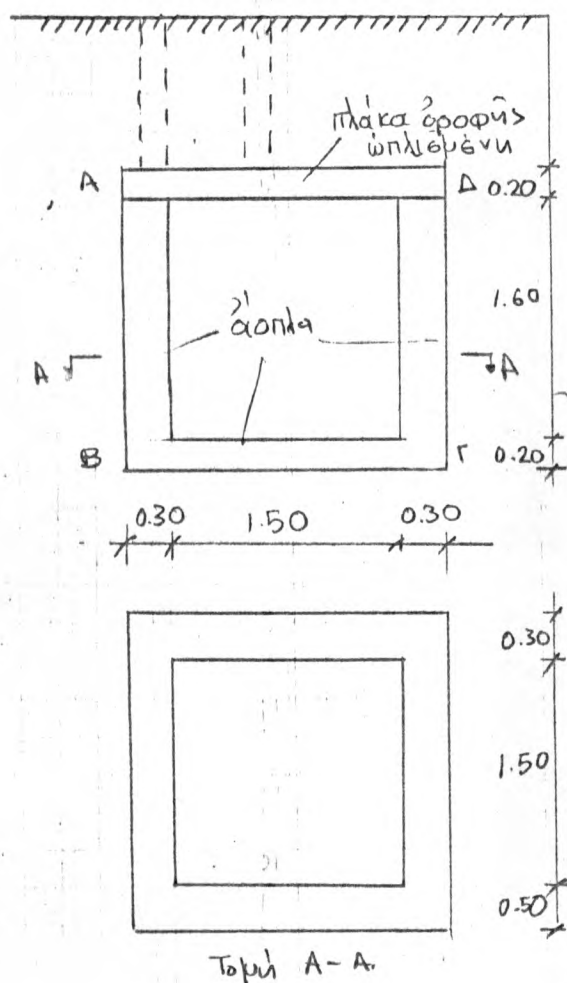
Για το στατικό μοντέλο οι συνδέσεις της πλάκας βροφής
με τους τοίχους θα θεωρηθούν αρθρωτές, ενώ οι άλλες
κονολιθικές. Το στατικό μοντέλο για τους τοίχους και την
πλάκα του δαγιδέου αποτελείται από συνδυασμό δύο
φορέων: ο ένας προκύπτει από μια κατακόρυφη τομή
του φρεατίου και ο άλλος από μια οριζόντια. Ο κα-
ταμερισμός των φορτίων στα δύο φορείς γίνεται κατά
Μαννιού. (βλ. σχ. 9)

3.3. Φορτία

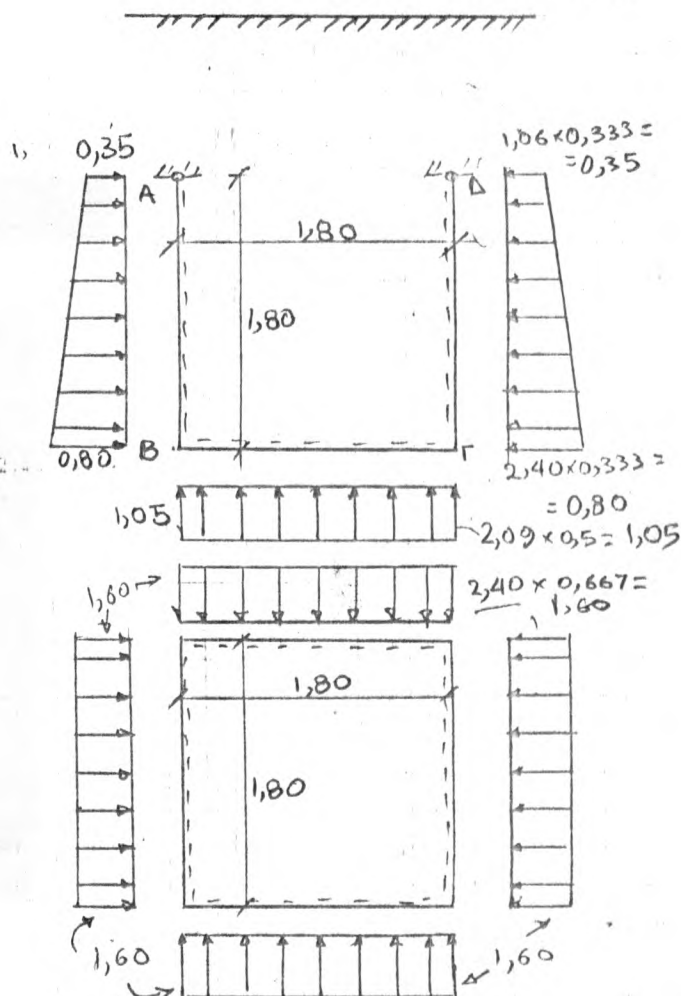
α) γ Οριζόντια χαίτων συνιστώσα $R_A = 0,441 \left(1,8 \times 1,0 + \frac{0,67 \times 18,0}{(3,0+1,1)(6,0+1,1)} \right) = 1,06 \text{ t/m}^2$

$$R_B = 0,441 \left(1,8 \times 2,9 + \frac{0,67 \times 18,0}{(3,0+2,9)(6,0+2,9)} \right) = 2,40 \text{ "}$$

εσωτερική κατακόρυφη δύναμη: $\frac{1,06+2,40}{2} \times 2,00 \times 4 \times 2,10 \times \tan 20^\circ = 10,58 \text{ t}$



Σχήμα 8



Σχήμα 9

δ) Πλάκα δροφής.

Επίκωση	$1.8 \times 1.0 =$	1.80 t/m^2
Ίδιο βάρος	$24 \times 0.2 =$	0.48 "
$q' = 0.67 \times \frac{1.80}{(3.0 + 1.0) \times (6.0 + 1.0)} =$	0.43 "	
Σύνολο		2.71 t/m^2

ζ) Πλάκα δαπέδου: $2.71 + (4 \times 1.60 \times 1.8 \times 0.3 \times 2.3 - 10.58) / 2.10^2 = 2.09 \text{ t/m}^2$

3.4. Στατική επίλυση.

α) Τοίχοι κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και πλάκα δαπέδων

$$K_{AB} = 0.75 \times \frac{0.3^3}{0.2^2} \times \frac{1}{1.8} = 1.406 \quad K_{BG} = \frac{1}{2} \times \frac{0.2^3}{0.2^2} \times \frac{1}{1.8} = 0.278$$

$$\mu_{AB} = 1.406 / (1.406 + 0.278) = 0.835 \quad \mu_{BG} = 0.278 / (1.406 + 0.278) = 0.165$$

$$\bar{M}_{BA} = - \left(\frac{0.35 \times 1.8^2}{8} + \frac{0.45 \times 1.8^2}{15} \right) = -0.239 \text{ tm/m}$$

$$\bar{M}_{BG} = \frac{1.05 \times 1.8^2}{12} = -0.284 \text{ tm/m}$$

$$M_{BA} = M_{BG} = -0.239 - 0.835(-0.284 - 0.239) = -0.277 \text{ tm/m}$$

Τέμνουσες $Q_{AB} = -\left(\frac{1}{2} \times 0,35 \times 1,8 + \frac{1}{3} \times 0,45 \times 1,8\right) + \frac{0,277}{1,8} = -0,431 \text{ t/m}$

$Q_{BA} = +\frac{1}{2} \times 0,35 \times 1,8 + \frac{2}{3} \times 0,45 \times 1,8 + \frac{0,277}{1,8} = 1,009 \text{ ,,}$

$Q_{BG} = -\frac{1}{2} \times 1,05 \times 1,80 = -0,945 \text{ t/m.}$

Ροπές άνοιγμάτων $M_{AB} \approx \frac{0,431^2}{2 \times 0,35} = +0,265 \text{ tm/m}$

$M_{BG} = -0,277 + \frac{1,05 \times 1,8^2}{8} = 0,148 \text{ tm/m}$

Άξονικές : $N_{BA} = -0,945 \text{ t/m}$ $N_{BG} = -1,009 \text{ t/m.}$

β) Τοίχοι κατά την οριζόντια διεύθυνση:

$M_{\text{εταρ}} = -1,60 \times \frac{1,8^2}{12} = -0,432 \text{ tm/m}$ $M_{\text{ανοιγ}} = 1,60 \times \frac{1,8^2}{24} = 0,216$

$Q = \pm 1,60 \times 1,80/2 = 1,440 \text{ t/m}$ $N = -1,440 \text{ t/m}$

γ) Πλάκα δροφής.

$M = 2,71 \times 1,80^2/27,2 = 0,32 \text{ tm/m}$ $N = -0,431 \text{ t/m.}$

3.5. Έλεγχος τάσεων.

α) Πλάκα δαπέδου

Στήριξη: $M_{\text{παρ}} = -0,277 + 0,945 \times 0,15 = -0,135 \text{ tm/m}$ $N = -1,009 \text{ t/m}$

$G_z = \left(-\frac{1,009}{0,20} + \frac{0,135}{0,20^2/6}\right) \times \frac{1}{10} = -0,50 + 2,03 = 1,53 \text{ kg/cm}^2 < 2,0 \text{ kg/cm}^2$

$G_d = -0,50 - 2,03 = -2,53 \text{ ,,}$

Άνοιγμα: $M = 0,148 \text{ tm/m}$ $N = -1,009 \text{ t/m.}$

$G_z = \left(-\frac{1,009}{0,20} + \frac{0,148}{0,20^2/6}\right) \times \frac{1}{10} = -0,50 + 2,22 = 1,72 \text{ kg/cm}^2 < 2,0 \text{ kg/cm}^2$

$G_d = -0,50 - 2,22 = -2,72 \text{ ,,}$

β) Πλευρικοί τοίχοι.

β1) Κατακόρυφη διεύθυνση

Στήριξη: $M_{\text{παρ}} = -0,277 + 1,009 \times 0,10 = -0,176 \text{ tm/m}$ $N = -0,945 \text{ t/m}$

$G_z = \left(-\frac{0,945}{0,30} + \frac{0,176}{0,30^2/6}\right) \times \frac{1}{10} = -0,32 + 1,17 = +0,85 \text{ kg/cm}^2 < 2,0 \text{ kg/cm}^2$

$G_d = -0,32 - 1,17 = -1,49 \text{ ,,}$

Άνοιγμα $M = 0,265 \text{ tm/m}$ $N = -0,945 \text{ t/m}$

$G_z = \left(-\frac{0,945}{0,30} + \frac{0,265}{0,30^2/6}\right) \times \frac{1}{10} = -0,32 + 1,77 = +1,45 \text{ kg/cm}^2 < 2,0 \text{ kg/cm}^2$

$G_d = -0,32 - 1,77 = -2,09 \text{ ,,}$

82) Οριζόντια διεύθυνση.

Στήριξη: $M_{\text{παρ}} = -0,432 + 1,440 \times 0,15 = -0,216 \text{ t/m}$ $N = -1,440 \text{ t/m}$

$$s_z = \left(-\frac{1,440}{0,30} + \frac{0,216}{0,30^2/6} \right) \times \frac{1}{10} = -0,48 + 1,44 = 1,26 \text{ kg/cm}^2 < 2,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$s_d = -0,48 - 1,44 = -1,92 \Rightarrow$$

Άνοιγμα $M = 0,216 \text{ t/m}$ $N = -1,44 \text{ t/m}$

$$s_z = 1,26 \text{ kg/cm}^2 \quad s_d = -1,92 \text{ kg/cm}^2$$

γ) Πλάκα δροφής.

Ο έλεγχος τάσεων περιττεύει:

Οπλισμός: #10/15 πάνω και κάτω.

4. Στατικός υπολογισμός σχετών αντιπηκτικού τάφρου

4.1. Παραδοχές

α) Υλικά B160 στ Γ

β) Ερδικά βάρη: σκυρόδεμα $2,4 \text{ t/m}^3$
επικάλυψη $1,8 \text{ t/m}^2$

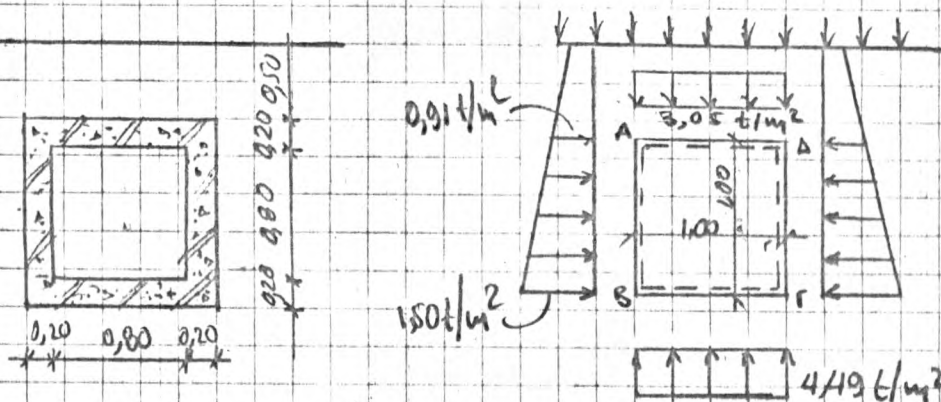
γ) Φορτίο αυτοκινήτων SLW 306
Αντίστοιχη επιφανειακή φόρτιση: $1,67 \text{ t/m}^2$

δ) Γωνία έσωτερικῆς τριβῆς $\phi = 30^\circ$
Γωνία τριβῆς τοίκου-γαιῶν $\delta = 0$
Συντελεστής ἐνέργειας ὠθήσεως $\lambda = 0,33$

4.2. Όχετος διαστάσεων $0,8 \times 0,8$

4.2.1. Γεωμετρία

Βλέπε σχήμα. Μέγιστο βάθος $0,5 \text{ m}$.



4.2.2. Φορτία (t/m^2)

α) Πλάκα ὀροφῆς: ἀπὸ γαῖα $0,5 \times 1,8 = 0,90$
ἴδιο βάρος $0,2 \times 2,4 = 0,48$
Κινητό $1,67$
 $3,05$

β) Πλάκα δαπέδων: $3,05 + 0,48 + 2 \times 1,20 \times 0,20 \times 2,4 / 1,2 = 4,49$

γ) Κατακόρυφες πλάκες: $P_A = (1,67 + 0,60 \times 1,8) \times 0,33 = 0,91$

$P_B = (1,67 + 1,60 \times 1,8) \times 0,33 = 1,50$

$\Delta p = 0,59$

4.2.3. Στατική επίλυση

Συντελεστής κατανομής

$$K_{AD} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{1,0} = 0,5$$

$$K_{AB} = \frac{1}{1} = 1,0$$

$$\Sigma K = 1,5$$

$$\mu_{AD} = \mu_{BF} = 0,5 / 1,5 = 0,33$$

$$\mu_{AB} = \mu_{BA} = 1,0 / 1,5 = 0,67$$

Ρομές αλφίμακτας (tm/m)

$$M_{AD} = 3,05 \times 1,0^2 / 12 = 0,25$$

$$M_{BF} = -4,49 \times 1,0^2 / 12 = -0,37$$

$$M_{AB} = -0,91 \times 1,0^2 / 12 - 0,59 \times 1,0^2 / 30 = -0,10$$

$$M_{BA} = 0,91 \times 1,0^2 / 12 + 0,59 \times 1,0^2 / 20 = 0,11$$

Επίλυση κατά Cross.

B		A	
BF	BA	AB	AD
$\mu = 0,33$	0,67	0,67	0,33
-0,37	0,11	-0,10	0,25
0,09	0,17	0,09	
	-0,08	-0,16	-0,08
0,03	0,05	0,03	
		-0,02	-0,01
-0,25	0,25	-0,16	0,16

$$M_A = -0,16 \quad \text{tm/m}$$

$$M_B = -0,25 \quad \text{tm/m}$$

Τέχνες (tm/m)

$$Q_{AD} = +3,05 \times 1,0 / 2 = +1,53$$

$$Q_{BF} = -4,49 \times 1,0 / 2 = -2,50$$

$$Q_{AB} = -0,91 \times 1,0 / 2 - 0,59 \times 1,0 / 3 + \frac{0,25 - 0,16}{1,0} = -0,56$$

$$Q_{BA} = +0,91 \times 1,0 / 2 + 2 \times 0,59 \times 1,0 / 3 + \frac{0,25 - 0,16}{1,0} = 0,94$$

Άξονες (tm)

$$N_{AD} = -0,56 \quad N_{AB} = -1,53 \quad N_{BA} = -1,250 \quad N_{BF} = -0,94$$

Ρομές διανομήσεων (tm/m)

$$M_{AD} = -0,16 + 1,53^2 / 2 \times 3,05 = 0,22$$

$$M_{BF} = -0,25 + 2,5^2 / 2 \times 4,49 = 0,45$$

$$M_{AB} = \frac{1}{2} \times (-0,16 + 0,56^2 / 2 \times 0,91 - 0,25 + 0,94^2 / 2 \times 1,50) = 0,03$$

4.2.4. Οντιστοιχίες - Έλεγχος τάσεων

Αναγλυτή ΑΔ

$$M = 0,22 \quad N = -0,56 \quad M_e = 0,22 + 0,56 \times 0,08 = 0,26$$

$$g_b = 13 \quad f_e = 0,68 \rightarrow \phi 8/20 \quad (2,50)$$

Αναγλυτή ΒΓ

$$M = 0,45 \quad N = -0,94 \quad M_e = 0,45 + 0,94 \times 0,08 = 0,53$$

$$g_b = 20 \quad f_e = 1,57 \rightarrow \phi 8/20 \quad (2,50)$$

Αναγλυτή ΑΒ

$$M = 0,03 \quad N = (-1,53 - 2,50)/2 = -2,02$$

$$\phi = 69,31 \quad \gamma = 0,07 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,02 \quad f_e = f_e' = 0,14 \quad g_b = 70$$

 $\phi 8/20 \quad (2,50)$

Στήριξη Α δέξικα

$$M = 0,16 \quad N = -0,56 \quad M_e = 0,16 + 0,56 \times 0,08 = 0,20$$

$$g_b = 12 \quad f_e = 0,44 \rightarrow \phi 8/20 \quad (2,50)$$

Στήριξη Α κλίση

$$M = 0,16 \quad N = -1,53$$

$$\phi = 91,50 \quad \gamma = 0,52 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,05 \quad f_e = f_e' = 0,35 \quad g_b = 70 \quad g_c = 982$$

 $\phi 8/20 \quad (2,50)$

Στήριξη Β άριστερα

$$M = 0,25 \quad N = -0,94 \quad M_e = 0,25 + 0,94 \times 0,08 = 0,33$$

$$g_b = 15 \quad f_e = 0,68 \rightarrow \phi 8/20 \quad (2,50)$$

Στήριξη Β πάνω

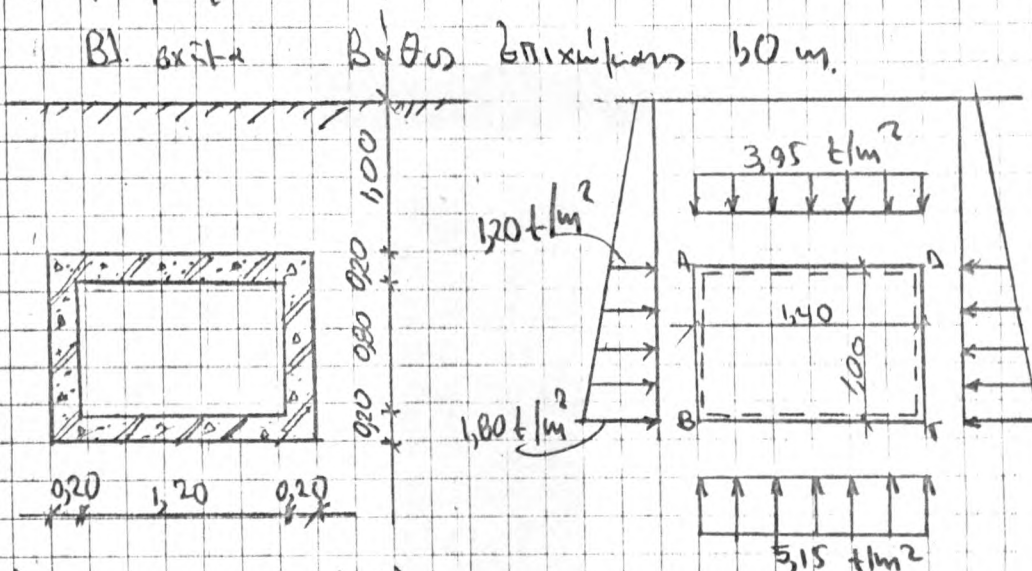
$$M = 0,25 \quad N = +2,50$$

$$\phi = 56,00 \quad \gamma = 0,50 \quad \mu = \mu' = 4\% \quad b' = 0,08 \quad f_e = f_e' = 0,55 \quad g_b = 70 \quad g_c = 920$$

 $\phi 8/20 \quad (2,50)$

4.3. Όγκος διαστάσεων $1,2 \times 0,8$

4.3.1. Γεφύρια

4.3.2. Φορτίο (t/m^2)

α) Πλάκα οροφής : από γάτες $1,0 \times 1,8 = 1,80$
 ήλιο βάρος $0,2 \times 2,4 = 0,48$
 κίτηα $\frac{1,67}{3,95}$

β) Πλάκα δαπέδου : $3,95 + 0,48 + 2 \times 1,2 \times 0,2 \times 2,4 / 1,8 = 5,15$

γ) Κατακόρυφες πλάκες : $P_A = (1,67 + 1,1 \times 1,8) \times 0,33 = 1,20$
 $P_B = (1,67 + 2,1 \times 1,8) \times 0,33 = 1,80$
 $\Delta P = 0,60$

4.3.3. Στατική επίδραση

$K_{AD} = 1/2 \times 1/1,4 = 0,36$

$K_{AB} = 1/1,0 = 1,0$ $\Sigma K = 1,36$

$\mu_{AD} = \mu_{BF} = 0,36 / 1,36 = 0,26$

$\mu_{AB} = \mu_B = 1,0 / 1,36 = 0,74$

Ροπής αμφίπλευρης (t/m)

$M_{AD} = 3,95 \times 1,4^2 / 12 = 0,65$

$M_{BF} = -5,15 \times 1,4^2 / 12 = -0,84$

$M_{AB} = -120 \times 1,0^2 / 12 - 0,6 \times 1,0^2 / 30 = -0,12$

$$M_{BA} = +1,2 \times 1,0^2 / 12 + 0,6 \times 1,0^2 / 20 = 0,13$$

Enidvun B		Cross A	
BC	BA	AB	AD
$u=0,26$	0,74	0,74	0,26
0,84	0,13	-0,12	0,65
0,18	0,53	0,26	
	-0,29	-0,59	-0,21
0,08	0,22	0,11	
	-0,04	-0,08	-0,03
+0,01	0,03		
-0,57	0,58	-0,42	0,41

$$M_A = -0,42$$

$$M_B = -0,58$$

Tehtavues (t/m)

$$Q_{AD} = 1,4 \times 3,95 / 2 = 2,77$$

$$Q_{BC} = -5,15 \times 1,4 / 2 = -3,61$$

$$Q_{AB} = -1,20 \times 1,0 / 2 - 0,6 \times 1,0 / 3 = -0,8$$

$$Q_{BA} = +1,20 \times 1,0 / 2 + 2 \times 0,6 \times 1,0 / 3 = 1,0$$

Asovues (t/m)

$$N_{AD} = -0,8 \quad N_{AB} = -3,77 \quad N_{BA} = -3,61 \quad N_{BC} = -1,0$$

Ponk zavigtuus (t/m)

$$M_{AB} = -0,42 + 2,77^2 / 2 \times 3,95 = 0,55$$

$$M_{BC} = -0,58 + 3,61^2 / 2 \times 5,15 = 0,69$$

$$M_{BA} = \frac{1}{2} \times (-0,42 + 0,8^2 / 2 \times 1,2 = 0,58 + 1,0^2 / 2 \times 1,8) = -0,23$$

4.3.4 'Οπισθοί - Έλεγχος τάσεων

'Ανοίγμα AD

$$M=0,55 \quad N=-0,80$$

$$M_e=0,55+0,80 \times 0,08=0,61$$

$$G_b=21 \quad F_e=2,01 \rightarrow \phi 8/20 \quad (2,50)$$

'Ανοίγμα BG

$$M=0,69 \quad N=-1,00$$

$$M_e=0,69+1,00 \times 0,08=0,77$$

$$G_b=25 \quad F_e=2,50 \rightarrow \phi 8/20 \quad (2,50)$$

'Ανοίγμα AB

$$M=0,23 \quad (-) \quad N=(-2,77-3,61)/2=-3,19$$

$$\Phi=43,82 \quad \gamma=0,34 \quad \mu=\mu'=4\% \quad b'=0,06 \quad F_e=F_e'=0,47 \quad G_b=70$$

Στήριξη A δεξιά

$$M=0,42 \quad N=-0,80$$

$$M_e=0,42+0,80 \times 0,08=0,48$$

$$G_b=19 \quad F_e=1,45 \rightarrow \phi 8/20 \quad (2,50)$$

Στήριξη A κάτω

$$M=0,42 \quad N=-3,77$$

$$\Phi=50,54 \quad \gamma=0,76 \quad \mu=\mu'=4\% \quad b'=0,14 \quad F_e=F_e'=0,98 \quad G_b=67 \quad G_e=1400$$

Στήριξη B δεξιά

$$M=0,58 \quad N=-1,00$$

$$M_e=0,58+1,00 \times 0,08=0,64$$

$$G_b=22 \quad F_e=2,00 \quad \phi 8/20 \quad (2,50)$$

Στήριξη B πάνω

$$M=0,58 \quad N=-3,61$$

$$\Phi=38,78 \quad \gamma=0,80 \quad \mu=\mu'=4\% \quad b'=0,20 \quad F_e=F_e'=1,41 \quad G_b=64 \quad G_e=1400$$

$$\phi 8/20 \quad (2,50)$$

5. Στατικός υπολογισμός τοίκου συναρμογής των δχετών

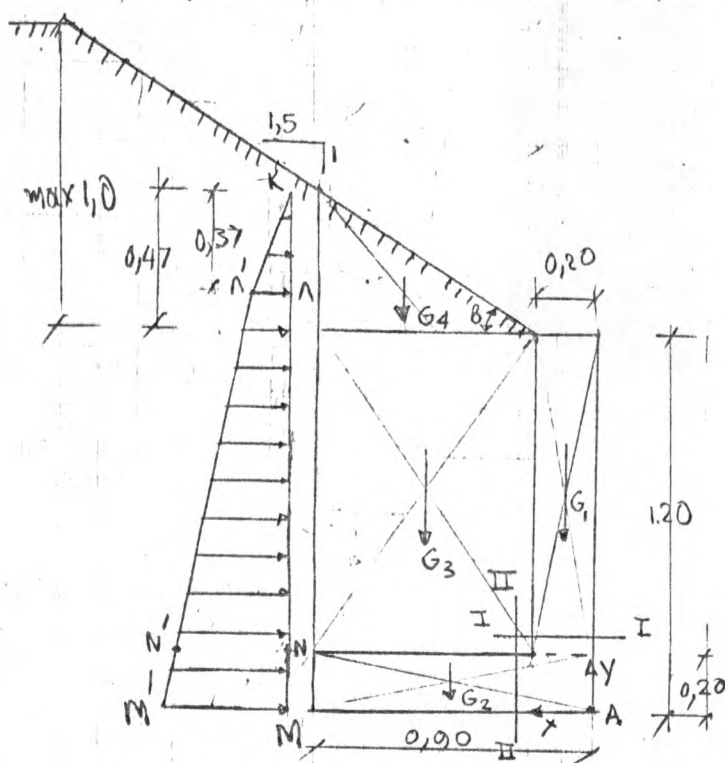
5.1. Παραδοχές

α) Ουλικό B160 - st I

β) Είδικό βάρος σκυροδέματος $2,4 \text{ t/m}^3$
 γαιών $1,8 \text{ ,,}$

γ) Γωνία εσωτερικῆς τριβῆς γαιών $\varphi = 33^\circ$ β Γωνία τριβῆς πλάκας θεμελίου- γαιών $\delta = 30^\circ$

5.2. Γεωμετρία : Βλέπε σκῆμα 12.



Σκῆμα 12

$$E_2 = \frac{1}{2}(0,26 + 0,58) \times 1,10 = 0,46 \text{ t/m}$$

$$E_3 = \frac{1}{2}(0,58 + 0,64) \times 0,20 = 0,12 \text{ t/m}$$

β) Κατακόρυφα

$$G_1 = 0,2 \times 1,00 \times 2,4 = 0,48 \text{ t/m}$$

$$G_2 = 0,2 \times 0,90 \times 2,4 = 0,43 \text{ t/m}$$

$$G_3 = 0,7 \times 1,00 \times 1,8 = 1,26 \text{ t/m}$$

$$G_4 = \frac{1}{2} \times 0,47 \times 0,70 \times 1,8 = 0,30 \text{ t/m}$$

5.3. Φορτία

α) Οριζόντια

$$\text{Για } \varphi = \beta = 33^\circ \Rightarrow \lambda_{a1} = \cos^2 33^\circ = 0,70$$

$$\text{Για } \varphi = 33^\circ, \beta = 0 \Rightarrow \lambda_{a2} = \tan^2(45 - \frac{33}{2}) = 0,27$$

Σημείο αλλαγῆς κλίσεως ὅθι-
 γαιών:

$$0,29(x + 1,0 - 0,47) = 0,70x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = 0,37 \text{ (σημείο N)}$$

$$P_{h1} = 0,7 \times 0,37 = 0,26 \text{ t/m}^2$$

$$P_{h2} = 0,29 \times (1,0 + 1,2) = 0,64 \text{ ,,}$$

$$P_{h3} = 0,29 \times (1,0 + 1,0) = 0,58 \text{ ,,}$$

Δυνάμεις

$$E_1 = (k \lambda_{a1}) = \frac{1}{2} \times 0,37 \times 0,26 = 0,05 \text{ t/m}$$

$$Y_{s1} = 1,30 + \frac{1}{3} \times 0,37 = 1,42 \text{ m}$$

$$Y_{s2} = 0,2 + \frac{2 \times 0,26 + 0,58}{3(0,58 + 0,26)} \times 1,10 = 0,68 \text{ m}$$

$$Y_{s3} = \frac{2 \times 0,58 + 0,64}{3(0,58 + 0,64)} \times 0,20 = 0,10 \text{ m}$$

$$X_{s1} = 0,10 \text{ m}$$

$$X_{s2} = 0,45 \text{ m}$$

$$X_{s3} = 0,2 + 0,35 = 0,55 \text{ m}$$

$$X_{s4} = 0,2 + \frac{2}{3} \times 0,70 = 0,67 \text{ m}$$

5.4. Έλεγχος σε ολίσθηση και ανατροπή

$$\Sigma E = 0,05 + 0,46 + 0,12 = 0,63 \text{ t/m}$$

$$\Sigma G = 0,48 + 0,43 + 1,26 + 0,30 = 2,47 \text{ t/m}$$

$$v = \frac{\Sigma G \tan \phi}{\Sigma E} = \frac{2,47 \tan 30}{0,63} = 2,26 > 1,5$$

$$\Sigma M_{\text{αντ}} = 0,05 \times 1,42 + 0,46 \times 0,68 + 0,12 \times 0,10 = 0,40 \text{ tm/m}$$

$$\Sigma M_{\text{ωστ}} = 0,48 \times 0,10 + 0,43 \times 0,45 + 1,26 \times 0,55 + 0,30 \times 0,67 = 1,14 \text{ tm/m}$$

$$v = \frac{\Sigma M_{\text{ωστ}}}{\Sigma M_{\text{αντ}}} = \frac{1,14}{0,40} = 2,84 > 1,5$$

5.5. Έλεγχος τάσεων εδάφους

$$M_A = 1,14 - 0,40 = 0,74 \text{ tm/m}$$

$$N_A = 2,47 \text{ t/m}$$

$$\xi = \frac{M}{N} = \frac{0,74}{2,47} = 0,30 \text{ m}$$



$$3\xi = 0,90 = b \Rightarrow \text{κατανομή τριγωνική}$$

$$\max \sigma = \frac{2 \times 2,47}{0,9} = 5,49 \text{ t/m}^2$$

5.6. Έντατικά μεγέθη προβολών

α) Διατομή: I-I

$$M = 0,05 \times (1,42 - 0,20) + 0,46 \times (0,68 - 0,20) = 0,28 \text{ tm/m} \quad N = 0,48 \text{ t/m}$$

β) Διατομή: II-II

$$M = 0,43 \times \frac{0,7}{0,9} \times 0,35 + 1,26 \times 0,35 + 0,30 \times (0,67 - 0,20) - 5,49 \times \frac{0,7}{0,9} \times \frac{0,7^2}{6} = 0,35 \text{ tm/m}, \quad N = -0,12 \text{ t/m}$$

5.7. Έλεγχος τάσεων - Όπλισμοί.

Δυσμενέστερη διατομή II-II

$$M = 0,35, \quad N = -0,12$$

$$M_e = 0,35 + 0,12 \times 0,08 = 0,36 \text{ tm/m}$$

$$k_s = 18 \sqrt{\frac{1,0}{0,36}} = 30,0 >>$$

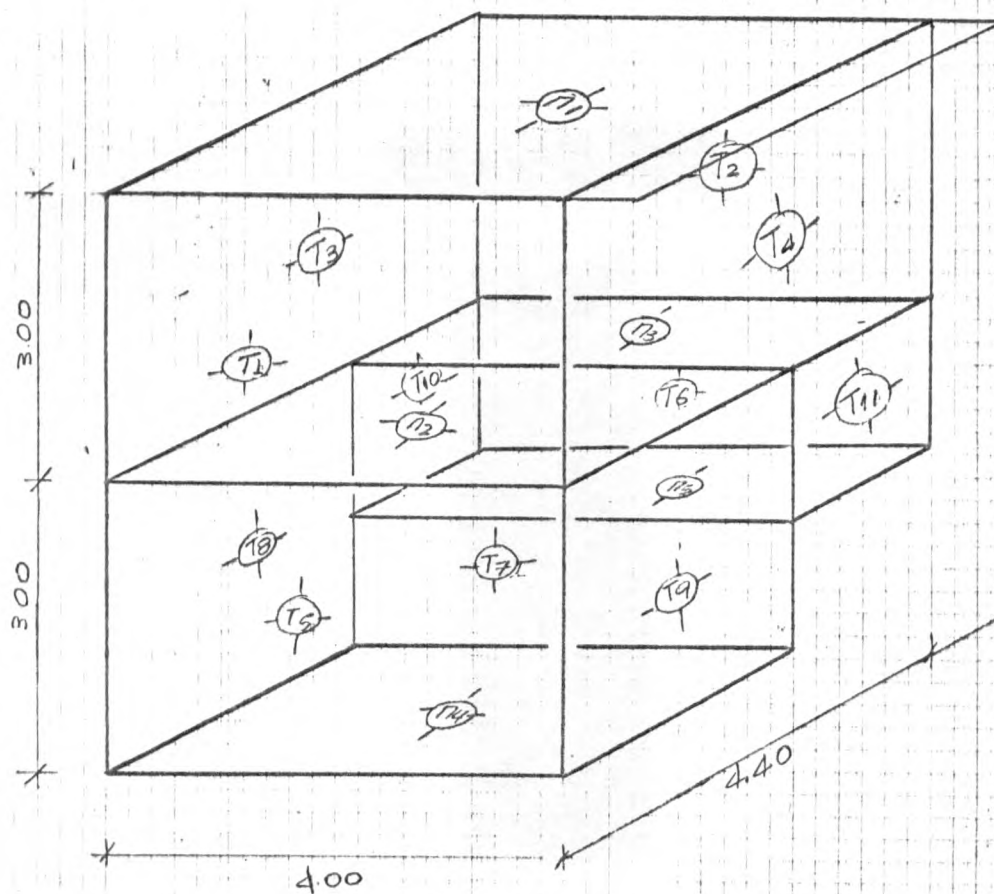
$$F_e = 0,78 \times \frac{0,36}{0,18} - \frac{0,12}{1,4} = 1,47 \text{ cm}^2$$

Γενικά βάζουμε οπλισμό $\phi 8/25$ ($= 2,0 \text{ cm}^2$) (πάνω και κάτω)

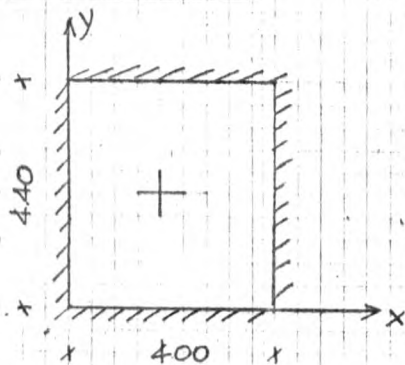
Διατομή $\phi 8/25$

6. Στατικός υπολογισμός αντλιοστασίου καθαμάτων

6.1. Γεωμετρία



6.2. Στατική επίλυση

6.2.1. Πλάκα Π_1 $d = 20 \text{ cm}$.

Φορτίο

$$q_s = 0,20 \times 2,4 = 0,48$$

$$P = \frac{0,50}{1} = 0,50$$

$$q = 0,98$$

$$l_y/l_x = 4,40/4,00 = 1,10$$

$$M_{xerm} = - \frac{0,98 \times 4,0^2}{17,1} = 0,92$$

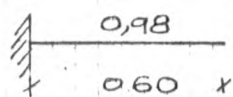
$$M_{yerm} = - \frac{0,98 \times 4,0^2}{18,4} = 0,85$$

$$M_{xm} = \frac{0,98 \times 4,0^2}{46,1} = 0,34$$

$$M_{ymax} = \frac{0,98 \times 4,0^2}{60,3} = 0,26$$

$$q_{xerm} = \frac{0,98 \times 4,0}{2,10} = 1,86$$

$$q_{yerm} = \frac{0,98 \times 4,0}{2,16} = 1,81$$

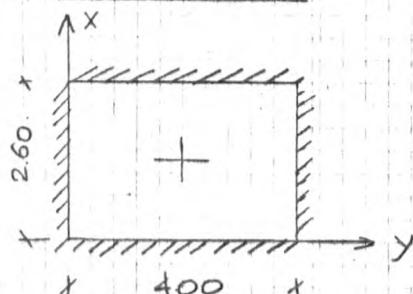
Πρόβολος

$$M = 0,98 \times 0,60^2 / 2 = 0,18$$

$$Q = 0,98 \times 0,60 = 0,59$$

6.2.2. Πλάκα Π₂

d = 20 cm



Φέρεια

$$q_{\delta} = 0,20 \times 2,4 = 0,48$$

$$q_{\text{en}} = 0,10$$

$$p = 0,50$$

$$q = 1,08$$

$$\varepsilon = l_y / l_x = 4,00 / 2,60 = 1,54$$

$$m_{x\text{erm}} = - \frac{1,08 \times 2,60^2}{13,0} = 0,56$$

$$m_{y\text{erm}} = - \frac{1,08 \times 2,60^2}{17,5} = 0,42$$

$$m_{xm} = \frac{1,08 \times 2,60^2}{29,0} = 0,25$$

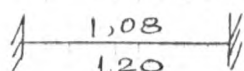
$$m_{ymax} = \frac{1,08 \times 2,60^2}{95,6} = 0,08$$

$$q_{x\text{erm}} = \frac{1,08 \times 2,60}{19,2} = 1,46$$

$$q_{y\text{erm}} = \frac{1,08 \times 2,60}{2,12} = 1,32$$

6.2.3. Πλάκα Π₃

d = 20 cm



$$M_1 = M_2 = 1,08 \times 1,20^2 / 12 = 0,13$$

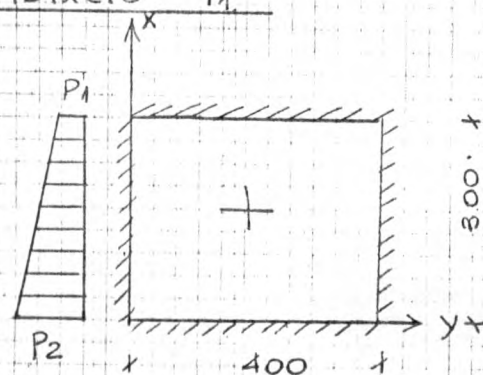
$$M_m = 0,07$$

$$Q_1 = Q_2 = 0,65$$

6.2.4.

Τοίχιστο T_1

53



$$p_1 = 1 \times 0,67 = 0,33 \times 0,67 = 0,22$$

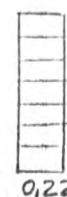
$$p_2 = 0,22 + 1,80 \times 0,33 \times 3,0 = 2,00$$

Ανάλυση φορτίου

Φόρτιση ①



Φόρτιση ②



Φόρτιση I

$$l_y/l_x = 4,00/3,00 = 1,33$$

$$m_{xerm}(x=0) = -\frac{1,78 \times 3,0^2}{23,0} = -0,70$$

$$m_{xerm}(x=l_x) = -\frac{1,78 \times 3,0^2}{37,3} = -0,43$$

$$m_{xmax} = \frac{1,78 \times 3,0^2}{64,2} = 0,25$$

$$m_{yerm} = -\frac{1,78 \times 3,0^2}{34,5} = -0,46$$

$$m_{ymax} = \frac{1,78 \times 3,0^2}{152,9} = 0,25$$

$$q_{xerm}(x=0) = \frac{1,78 \times 3,0}{2,86} = 1,87$$

$$q_{xerm}(x=l_x) = -\frac{1,78 \times 3,0}{6,67} = -0,80$$

$$q_{yerm}(y=0) = \pm \frac{1,78 \times 3,0}{4,07} = 1,31$$

Φόρτιση II

$$l_y/l_x = 1,33$$

$$m_{xerm} = -\frac{0,22 \times 3,0^2}{14,3} = -0,14$$

$$m_{xrm} = \frac{0,22 \times 3,0^2}{33,9} = 0,06$$

$$m_{yerm} = -\frac{0,22 \times 3,0^2}{17,5} = -0,11$$

$$m_{ymax} = \frac{0,22 \times 3,0^2}{76,5} = 0,03$$

$$q_{xerm} = \pm \frac{0,22 \times 3,0}{1,95} = 1,02$$

$$q_{yerm} = \pm \frac{0,22 \times 3,0}{2,09} = 0,32$$

Φόρτιση

I + II

$$m_{xerm}(x=0) = -0,84$$

$$m_{xerm}(x=l_x) = -0,57$$

$$m_{xrm} = 0,31$$

$$m_{yerm} = -0,57$$

$$m_{ymax} = 0,13$$

$$q_{xerm}(x=0) = 2,89$$

$$q_{xerm}(x=l_x) = -1,82$$

$$q_{yerm} = \pm 1,63$$

6.2.5. Τοίχιστο T_2 Όπως τοίχιστο T_1 .

$$m_{xerm}(x=0) = -0,84$$

$$m_{xerm}(x=l_x) = -0,57$$

$$m_{xrm} = 0,31$$

$$m_{yerm} = -0,58$$

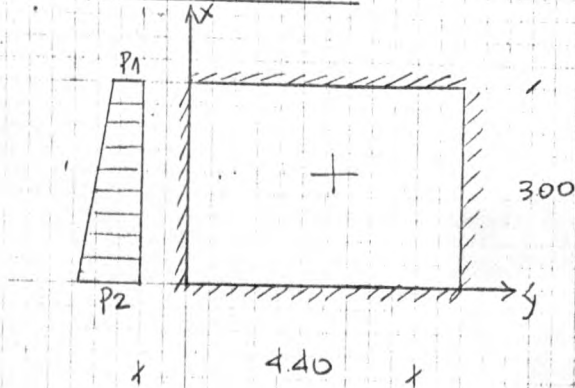
$$m_{ymax} = 0,13$$

$$q_{xerm}(x=0) = 2,89$$

$$q_{xerm}(x=l_x) = -1,82$$

$$q_{yerm} = \pm 1,63$$

6.2.6. Τοίχιτο T3



Φόρτιση ①

$$l_y/l_x = 4.40/3.00 = 1.47$$

$$m_{xerm}(x=0) = -\frac{1.78 \times 3.0^2}{21.9} = -0.73$$

$$m_{xerm}(x=l_x) = -\frac{1.78 \times 3.0^2}{34.5} = -0.46$$

$$m_{xmax} = \frac{1.78 \times 3.0^2}{54.9} = 0.28$$

$$m_{yermmin} = -\frac{1.78 \times 3.0^2}{34.0} = -0.47$$

$$m_{ymax} = \frac{1.78 \times 3.0^2}{177.2} = 0.09$$

$$q_{xerm}(x=0) = \frac{1.78 \times 3.0}{2.86} = 1.87$$

$$q_{xerm}(x=l_x) = -\frac{1.78 \times 3.0}{6.67} = -0.80$$

$$q_{yermmax}(y=0, y=l_y) = \pm \frac{1.78 \times 3.0}{4.06} = \pm 1.31$$

$$p_1 = 1 \times 0.67 = 0.33 \times 0.67 = 0.22$$

$$p_2 = 0.22 + 1.80 \times 0.33 \times 3.0 = 2.00$$

Ανάλυση φορτίου
Φόρτιση ①

Φόρτιση ②



Φόρτιση ②

$$l_y/l_x = 1.47$$

$$m_{xerm} = -\frac{0.22 \times 3.0^2}{13.3} = -0.15$$

$$m_{xm} = \frac{0.22 \times 3.0^2}{29.9} = 0.07$$

$$m_{yerm} = -\frac{0.22 \times 3.0^2}{17.5} = -0.11$$

$$m_{ymax} = \frac{0.22 \times 3.0^2}{92.3} = 0.02$$

$$q_{xerm} = \pm \frac{0.22 \times 3.0}{1.92} = 1.03$$

$$q_{yerm} = \pm \frac{0.22 \times 3.0}{2.12} = 0.93$$

Φόρτιση

①+②

$$m_{xerm}(x=0) = -0.88$$

$$m_{xerm}(x=l_x) = -0.61$$

$$m_{xmax} = 0.35$$

$$m_{yerm} = -0.58$$

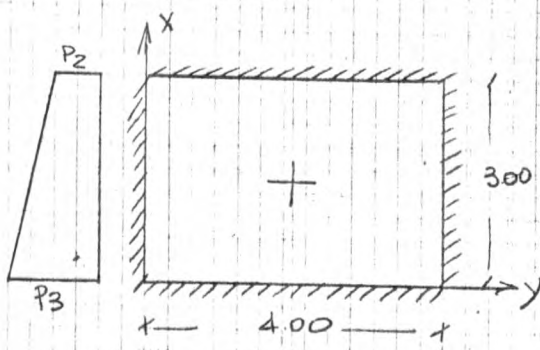
$$m_{ymax} = 0.11$$

$$q_{xerm}(x=0) = 2.90$$

$$q_{xerm}(x=l_x) = -1.83$$

$$q_{yerm} = \pm 2.24$$

6.2.7. Τοίχιτο T5



Φόρτιση ①

Βλ. τοίχιτο T4

$$m_{xerm}(x=0) = -0.70$$

$$m_{xerm}(x=l_x) = -0.43$$

$$m_{xmax} = 0.25$$

Φόρτιση ②

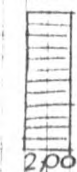
$$l_y/l_x = 1.33$$

$$m_{xerm} = -\frac{2.0 \times 3.0^2}{14.3} = -1.26$$

$$m_{xm} = \frac{2.0 \times 3.0^2}{33.9} = 0.53$$

$$m_{yerm} = -\frac{2.0 \times 3.0^2}{17.5} = -1.03$$

Φόρτιση ②



Φόρτιση ①+②

$$m_{xerm}(x=0) = -1.96$$

$$m_{xerm}(x=l_x) = -1.69$$

$$m_{xmax} = 0.78$$

$$p_2 = 2.00$$

$$p_3 = 2.00 + 0.33 \times 3.00 \times 1.8 = 3.78$$

Ανάλυση φορτίου

Φόρτιση ①



Φόρτιση ①

$$m_{ymin} = -0,46$$

$$m_{ymax} = 0,10$$

$$q_{xerm}(x=0) = 1,87$$

$$q_{xerm}(x=l_x) = -0,80$$

$$q_{yerm}(y=0, y=l_y) = \pm 1,31$$

Φόρτιση ②

$$m_{ymax} = \frac{2,0 \times 3,0^2}{76,5} = 0,24$$

$$q_{xerm} = \pm \frac{2,0 \times 3,0}{1,95} = \pm 3,08$$

$$q_{yerm} = \pm \frac{2,0 \times 3,0}{2,09} = \pm 2,87$$

55

Φόρτιση ③ ④

$$m_{ymax} = 0,34$$

$$q_{xerm}(x=0) = 4,95$$

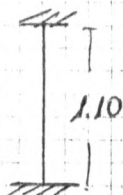
$$q_{xerm}(x=l_x) = -3,88$$

$$q_{yerm} = \pm 4,18$$

$$m_{yerm} = -1,49$$

6.2.8.

Τοιχείο T6



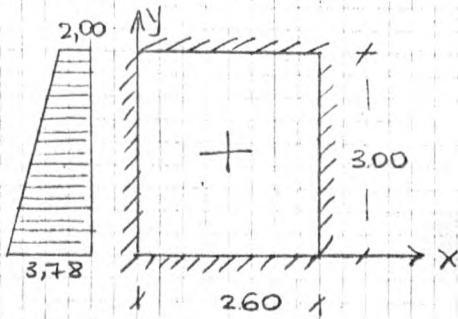
λόγω του μικρού ύψους του δράζεται χωρίς στατισμό υπολογισμό.

6.2.9.

Τοιχείο T3

Όπως και το τοιχείο T5

6.2.10. Τοίχιο T8



Φόρτιση ①

$$l_y/l_x = 3.0/2.6 = 1.15$$

$$m_{x\min} = \frac{1.78 \times 2.60^2}{31.5} = -0.38$$

$$m_{xm} = \frac{1.78 \times 2.60^2}{85.2} = 0.14$$

$$m_{y\text{erm}}(y=0) = -\frac{1.78 \times 2.60^2}{26.8} = -0.45$$

$$m_{y\text{erm}}(y=l_y) = -\frac{1.78 \times 2.60^2}{56.4} = -0.21$$

$$m_{y\max} = \frac{1.78 \times 2.60^2}{98} = 0.12$$

$$q_{x\text{ermmax}}(x=0) = \pm \frac{1.78 \times 2.60^2}{3.7} = \pm 1.25$$

$$q_{y\text{erm}}(y=0) = \frac{1.78 \times 2.60}{2.85} = 1.62$$

$$q_{y\text{erm}}(y=l_y) = -\frac{1.78 \times 2.60}{8.60} = -0.54$$

Ανάλυση φόρτισης

Φόρτιση ①



Φόρτιση ②

$$l_y/l_x = 1.15$$

$$m_{x\text{erm}} = -\frac{2.0 \times 2.60^2}{16.3} = -0.83$$

$$m_{xm} = \frac{2.0 \times 2.60^2}{42.4} = 0.32$$

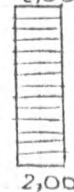
$$m_{y\text{erm}} = -\frac{2.0 \times 2.60^2}{18.1} = -0.75$$

$$m_{y\max} = \frac{2.0 \times 2.60^2}{62.6} = 0.22$$

$$q_{x\text{erm}} = \pm \frac{2.0 \times 2.60}{2.05} = \pm 2.54$$

$$q_{y\text{erm}} = \pm \frac{2.0 \times 2.60}{2.14} = \pm 2.43$$

Φόρτιση ②



Φόρτιση ①+②

$$m_{x\min} = -1.21$$

$$m_{xm} = 0.46$$

$$m_{y\text{erm}}(y=0) = -1.20$$

$$m_{y\text{erm}}(y=l_y) = -0.96$$

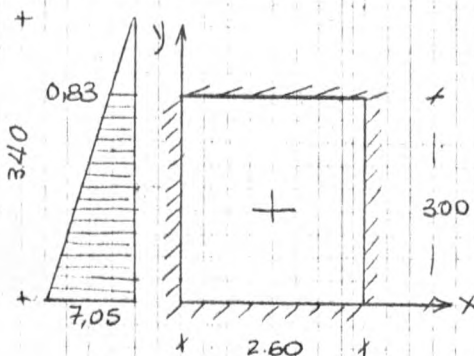
$$m_{y\max} = 0.34$$

$$q_{x\text{erm}} = \pm 3.79$$

$$q_{y\text{erm}}(y=0) = +4.05$$

$$q_{y\text{erm}}(y=l_y) = -2.97$$

6.2.11. Τοίχιο T9



Φόρτιση ①

$$l_y/l_x = 1.15$$

$$m_{x\min} = -\frac{6.22 \times 2.60^2}{31.5} = -1.33$$

$$\frac{0.40}{3.40} = \frac{x}{7.05} \Rightarrow x = 0.83$$

Ανάλυση φόρτισης

Φόρτιση ①



Φόρτιση ②

$$l_y/l_x = 1.15$$

$$m_{x\text{erm}} = -\frac{0.83 \times 2.60^2}{16.3} = -0.34$$

$$m_{x\text{erm}} = -1.67$$

Φόρτιση ②



Φόρτιση ①+②

Συνέχεια τοιχείου Tq.

Φόρτιση ①

$$m_{xm} = \frac{6,22 \times 2,60^2}{85,2} = 0,49$$

$$m_{xerm}(y=0) = \frac{-6,22 \times 2,60^2}{26,8} = -1,57$$

$$m_{xerm}(y=ly) = \frac{-6,22 \times 2,60^2}{56,4} = -0,75$$

$$m_{ymax} = \frac{6,22 \times 2,60^2}{98} = 0,43$$

$$q_{xerm} = \pm \frac{6,22 \times 2,60}{3,7} = \pm 4,37$$

$$q_{yerm}(y=0) = \frac{6,22 \times 2,60}{2,85} = +5,67$$

$$q_{yerm}(y=ly) = \frac{-6,22 \times 2,60}{8,6} = -1,88$$

Φόρτιση ②

$$m_{xm} = \frac{0,83 \times 2,60^2}{42,4} = 0,13$$

$$m_{yerm} = -\frac{0,83 \times 2,60^2}{18,1} = -0,31$$

$$m_{ymax} = \frac{0,83 \times 2,60^2}{62,6} = 0,09$$

$$q_{xerm} = \pm \frac{0,83 \times 2,60}{2,05} = \pm 1,05$$

$$q_{yerm} = \pm \frac{0,83 \times 2,60}{2,14} = \pm 1,00$$

Φόρτιση ①+②

$$m_{xerm} = -1,67$$

$$m_{xm} = 0,62$$

$$m_{yerm}(y=0) = -1,88$$

$$m_{yerm}(y=ly) = -1,06$$

$$m_{ymax} = 0,52$$

$$q_{xerm} = +5,42$$

$$q_{yerm}(y=0) = 6,67$$

$$q_{yerm}(y=ly) = -2,88$$

6.2.12. Πλάκες θεμελίωσης

Φορτία άνωδομής

$$\text{Πλάκα } \Pi_1: 4,80 \times 4,40 \times 0,98 = 20,70$$

$$\text{Πλάκες } \Pi_2 \text{ και } \Pi_3: 4,80 \times 4,40 \times 1,08 = 22,81$$

$$\text{Πλάκα } \Pi_4: 4,80 \times 4,40 \times 1,08 = 22,81$$

$$\text{Τοιχείο } T_1 \text{ και } T_2: 2 \times (4,40 \times 3,00 \times 0,20 \times 2,4) = 12,67$$

$$\text{Τοιχείο } T_3: 4,40 \times 3,00 \times 0,20 \times 2,4 = 6,34$$

$$\text{Τοιχείο } T_3': [4,40 \times 3,00 - 1,00 \times 2,20 - (1,00 \times 1,00)] \times 0,20 \times 2,4 = 4,80$$

$$\text{Τοιχείο } T_4: 4,40 \times 3,00 \times 0,20 \times 2,4 = 6,34$$

$$\text{Τοιχείο } T_5: 4,40 \times 1,10 \times 0,20 \times 2,4 = 2,32$$

$$\text{Τοιχείο } T_6 \text{ και } T_6': 4,40 \times 3,00 \times 0,20 \times 2,4 = 6,34$$

$$\text{Τοιχεία } T_7 \text{ και } T_8: 2 \times (2,60 \times 3,00 \times 0,20 \times 2,4) = 7,49$$

$$\text{Τοιχεία } T_9 \text{ και } T_{10}: 2 \times (1,80 \times 1,10 \times 0,20 \times 2,4) = 1,90$$

Φορτία άνταλιν

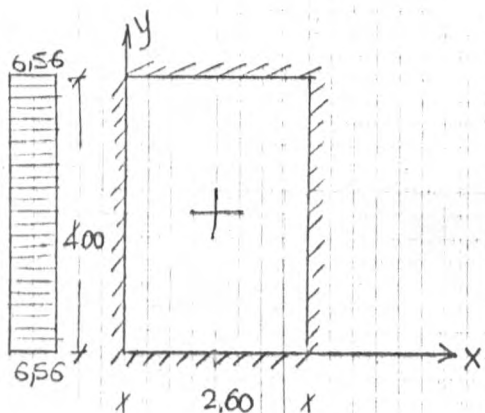
$$\approx 1,00$$

Σύνολο

$$115,52 \text{ tn}$$

$$P: E = 115,52: 4,40 \times 4,00 = 6,56 \text{ t/m}^2$$

Πλάκα Π4



$$\varepsilon = l_y / l_x = 1,54$$

$$m_{x\text{ερmin}} = - \frac{6,56 \times 2,60^2}{13,0} = -3,41$$

$$m_{xm} = \frac{6,56 \times 2,60^2}{28,8} = 1,54$$

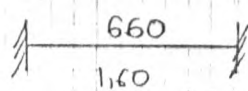
$$m_{y\text{ερmin}} = - \frac{6,56 \times 2,60^2}{17,5} = -2,53$$

$$m_{ymax} = \frac{6,56 \times 2,60^2}{25,6} = 0,46$$

$$q_{x\text{ερm}} = \pm \frac{6,56 \times 2,60}{1,92} = 8,88$$

$$q_{y\text{ερm}} = \frac{6,56 \times 2,60}{2,12} = 8,05$$

Πλάκα Π5



$$M_1 = M_2 = 1,41$$

$$M_m = 0,70$$

$$Q_1 = Q_2 = 5,28$$

6.3. Όπλιστοι. (Υλικά B160 S+I)

6.3.1. Πλάκα Γ_1 $d=20\text{cm}$

Άνοιγμα

$$M_x = 0,34 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,26 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

Στηρίξη.

$$M_x = 0,77 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow \phi 10/20$$

$$M_y = 0,71 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow \phi 10/20.$$

Πρόβολος $d=20\text{cm}$

$$M = 0,18 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow f_e = 0,75 \text{ cm}^2$$

ε Υπάρχων $\phi 8/40$

Δέν απαιτείται πρόσδετος

6.3.2. Τοιχείο T_1 $d=20\text{cm}$ $N=1,81\text{t}$

Έσωτερική πλευρά

$$M_x = 0,13 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2).$$

$$M_y = 0,31 \rightarrow M_{ey} = 0,31 + 1,81 \times 0,07 = 0,44 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow$$

$$\rightarrow f_e = 1,30 \text{ cm}^2 \rightarrow f_e: \phi 10/20 (4,00 \text{ cm}^2).$$

Έξωτερική πλευρά

$$M_x = 0,58 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow f_e = 2,66 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 8/15 (3,40 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,91 \rightarrow M_{ey} = 0,91 + 1,81 \times 0,07 = 1,04 \rightarrow 6b = 32 \rightarrow$$

$$\rightarrow f_e = \frac{1,04}{0,17} \times 0,78 - \frac{1,81}{1,4} = 4,77 - 1,29 = 3,48 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10/20 (4,00).$$

6.3.3. Τοιχείο T_2 $d=20\text{cm}$

Όπως και το T_1

6.3.4. Τοιχείο T_3 $d=20\text{cm}$ $N=1,86\text{t}$

Έσωτερική πλευρά

$$M_x = 0,11 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow \phi 8/15 (3,40 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,35 \rightarrow M_{ey} = 0,35 + 0,07 \times 1,86 = 0,48 \rightarrow 6b < 30 \rightarrow$$

$$\rightarrow \phi 10/20 (4,00 \text{ cm}^2)$$

Ἐξωτερικὴ πλευρά

$$M_x = 0,58 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow f_e = 2,66 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 8/15 (3,40 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,79 \rightarrow M_{ey} = 0,79 + 1,86 \times 0,07 = 0,92 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow$$

$$\rightarrow f_e = \frac{0,92}{0,17} \times 0,78 - \frac{1,86}{1,4} = 4,22 - 1,33 = 2,89 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10/20 (4,00 \text{ cm}^2)$$

6.3.5. Τοίχειο T₄ d = 20 cm

Ὅπως τὸ τοίχειο T₃.

6.3.6. Πλάκα Π₂ d = 20 cm

Κάτω:

$$M_x = 0,08 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,25 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

Ἐπάνω

$$M_x = 0,42 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,56 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

6.3.7. Πλάκα Π₃ d = 20 cm.

Κάτω

$$M = 0,07 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow \phi 8/20$$

Πάνω

$$M = 0,13 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow \phi 8/20$$

Ὁπλισμὸς διανομή: Πάνω - κάτω $\phi 8/20$.

6.3.8. Τοίχειο T₅ d = 20 cm N = 1,81 + 2,89 + 1,46 = 6,16

Ἐξωτερικὴ πλευρά

$$M_x = 0,34 \rightarrow b_0 < 30 \rightarrow f_e: \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,78 \rightarrow M_{ey} = 0,78 + 6,16 \times 0,07 = 1,21 \rightarrow b_0 = 35 \rightarrow$$

$$\rightarrow f_e = \frac{1,21}{0,17} \times 0,79 - \frac{6,16}{1,40} = 5,62 - 4,40 = 1,22 \rightarrow \phi 10/20 (4,00 \text{ cm}^2)$$

Συνέχεια τοιχείου T₅.

Ἐξωτερικὴ πλευρὰ

$$M_x = 1,58 \rightarrow G_b = 41 \rightarrow F_e = 7,34 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/15 (7,5 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 2,70 \quad M_{ey} = 2,70 + 6,16 \times 0,07 = 3,13 \rightarrow G_b = 60 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_e = \frac{3,13}{0,17} \times 0,82 - \frac{6,16}{1,4} = 15,10 - 4,40 = 10,70 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/10 (11,30 \text{ cm}^2)$$

6.3.9. Τοιχείο T₆. $d = 20 \text{ cm}$

Λόγω τοῦ μικροῦ τοῦ ὕψους δὲν γίνεται υπολογισμός

τοποθετοῦνται. Ἐσωτερικὰ > κατὰ x: $\phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$
Ἐξωτερικὰ > κατὰ y: $\phi 10/20 (2,50 \text{ cm}^2)$

6.3.10. Τοιχείο T₇. $d = 20 \text{ cm}$

Ὅπως τὸ τοιχείο T₅.

6.3.11. Τοιχείο T₈. $d = 20 \text{ cm}$ $N = 1,86 + 1,44 + 1,32 = 4,62$

Ἐσωτερικὴ πλευρὰ

$$M_x = 0,46 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow F_e: \phi 8/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,34 \rightarrow M_{ey} = 0,34 + 4,62 \times 0,07 = 0,66 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_e = \frac{0,66}{0,17} \times 0,78 - \frac{4,62}{1,40} = 3,03 - 3,3 \rightarrow \phi 10/20$$

Ἐξωτερικὴ πλευρὰ

$$M_x = 1,35 \rightarrow G_b = 38 \rightarrow F_e = 6,27 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/15 (7,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 1,91 \rightarrow M_{ey} = 1,91 + 4,62 \times 0,07 = 2,23 \rightarrow G_b = 50 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_e = \frac{2,23}{0,17} \times 0,81 - \frac{4,62}{1,40} = 10,63 - 3,30 = 7,33 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/15 (7,50 \text{ cm}^2)$$

6.3.12. Τοίχιο Tg $d = 20 \text{ cm}$ $N = 1,86 + 1,44 + 1,32 = 4,62$

Ἐσωτερική πλευρά

$$M_x = 0,62 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow F_e = 2,84 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 8/15 (3,4 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 0,52 \rightarrow M_{ey} = 0,52 + 4,62 \times 0,07 = 0,84 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow$$

$$\rightarrow F_e = \frac{0,84}{0,17} \times 0,78 - \frac{4,62}{1,40} = 3,85 - 3,30 = 0,55 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10/20 (4,0 \text{ cm}^2)$$

Ἐξωτερική πλευρά

$$M_x = 1,58 \rightarrow G_b = 40 \rightarrow F_e = 7,34 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/15 (7,5 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 2,22 \rightarrow M_{ey} = 2,22 + 4,62 \times 0,07 = 2,54 \rightarrow G_b = 55$$

$$F_e = \frac{2,54}{0,17} \times 0,82 - \frac{4,62}{1,4} = 12,25 - 3,30 = 8,95 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/12,5 (9,1 \text{ cm}^2)$$

6.3.13. Πλάκα Π4 $d = 30 \text{ cm}$

Ἐπάνω:

$$M_x = 0,46 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow F_e = 1,33 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10/20 (2,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 1,54 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow F_e = 4,45 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 10/15 (5,20 \text{ cm}^2)$$

Κάτω

$$M_x = 2,22 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow F_e = 6,41 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/15 (7,50 \text{ cm}^2)$$

$$M_y = 2,70 \rightarrow G_b = 33 \rightarrow F_e = 7,80 \text{ cm}^2 \rightarrow \phi 12/14 (8,10 \text{ cm}^2)$$

6.3.14. Πλάκα Π5 $d = 20 \text{ cm}$

$$\text{Ἐπάνω: } M = 0,70 \rightarrow G_b < 30 \rightarrow F_e = 3,21 \text{ cm}^2 \rightarrow f_e: \phi 10/20 (4,00 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Κάτω: } M = 1,41 \rightarrow G_b = 37 \rightarrow F_e = 6,55 \text{ cm}^2 \rightarrow f_e: \phi 12/15 (7,5 \text{ cm}^2)$$

Ὁμοιόμορος διανομή: Πάνω - κάτω $\rightarrow \phi 10/20$.

Ἀθήνα, Ἰανουάριος 1983

ΟΙ ΣΥΝΤΑΞΑΝΤΕΣ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΕΤΗΤΗ

Δ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ
ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Γ. ΚΟΥΚΟΥΡΑΚΗΣ

ΕΙΡ. ΚΑΡΑΚΟΣΤΗ
ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ