



ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΧΑΝΙΩΝ (ΔΕΥΑΧ)

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΚΟΥΝΟΥΠΙΔΙΑΝΩΝ

ΜΕΡΟΣ 2: ΠΕΡΙΟΧΗ "ΚΑΜΠΑΝΙ - ΧΟΡΔΑΚΙ"

ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ Α53

ΑΝΑΔΟΧΟΣ:

ΣΥΜΠΡΑΤΤΟΝΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ

1. ΜΕΤΥΚ-Ε.Ε. ΜΕΛΕΤΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΡΗΤΗΣ
ΙΩΣ. ΒΟΥΓΙΟΥΚΑΛΑΚΗΣ & ΣΥΝΤΕΣ Ε.Ε.
2. ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΗΣ ΔΗΜ.
3. ΚΟΥΚΛΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘ. - ΚΑΝΑΤΑΚΗΣ ΗΛΙΑΣ

Ο ΚΟΙΝΟΣ ΕΚΠΡΟΣΩΠΟΣ ΤΗΣ ΣΥΜΠΡΑΞΗΣ:


ΙΩΣΗΦ ΒΟΥΓΙΟΥΚΑΛΑΚΗΣ

ΧΑΝΙΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2014

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ



ΜΙΧΑΗΛ ΠΡΟΪΜΑΚΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

ΧΑΝΙΑ, 27 ΟΚΤ. 2014



ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΓΚΑΖΗΣ
ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Τ.Ε.



ΕΙΡΗΝΗ ΑΓΟΡΑΣΤΑΚΗ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΧΑΝΙΑ, 27 ΟΚΤ. 2014


Κ. ΣΤΕΡΓΙΑΝΝΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ Α53

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟΥ

1. Κανονισμοί

- 1.1. Ευρωκώδικας 1 Βασικές Αρχές Σχεδιασμού και Δράσεις στις Κατασκευές
- 1.2. Ευρωκώδικας 2 Σχεδιασμός Κατασκευών από Σκυρόδεμα
- 1.3. Ευρωκώδικας 7 Γεωτεχνικός Σχεδιασμός
- 1.4. Ευρωκώδικας 8 Αντισεισμικός Σχεδιασμός Κατασκευών

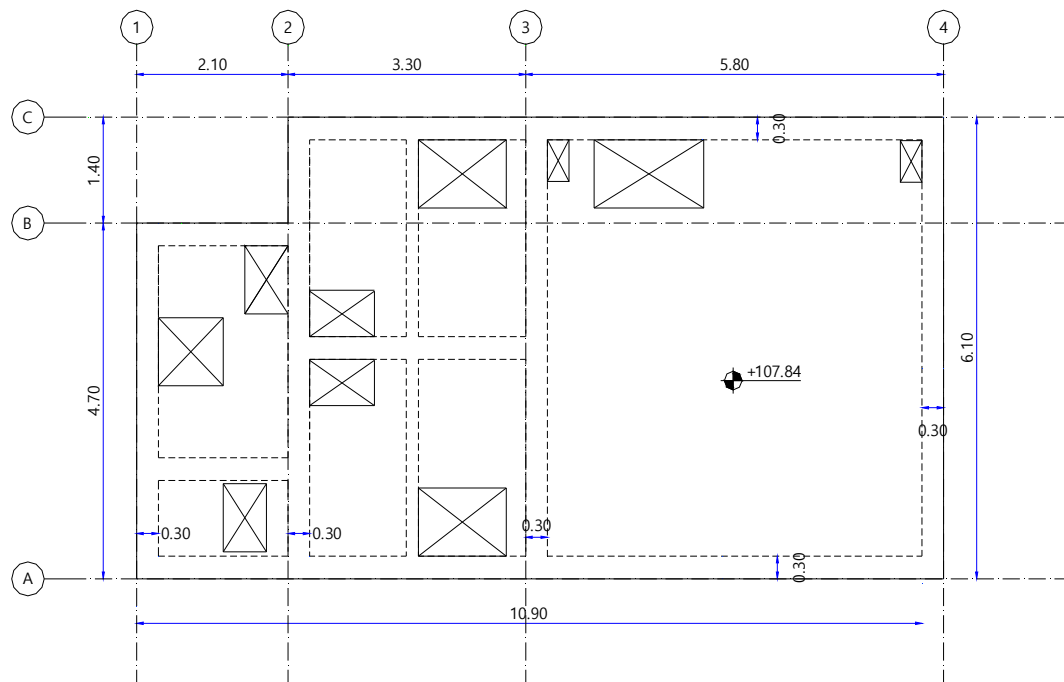
2. Υλικά

- 2.1. Σκυρόδεμα Κατηγορίας C20/25
- 2.2. Δομικός Χάλυβας Κατηγορίας B500C

3. Έδαφος

- 3.1. Κατηγορία Β για τον Αντισεισμικό Υπολογισμό
- 3.2. Επιτρεπόμενη Τάση Εδάφους = 0.25 MPa (Κατ' εκτίμηση)

4. Γεωμετρία Φορέα



ΚΑΤΟΨΗ ΣΤΑΘΜΗΣ +107.84

5. Υπολογισμός Πλακών

Φόρτιση

α. Χαρακτηριστική τιμή της μόνιμης φόρτισης

Ίδιο βάρος πλάκας $0.250 \cdot 25 = 6.25 \text{ kN/m}^2$

Ίδιο βάρος επικάλυψης (υλικό 3Α)..... $0.25 \cdot 18 = 4.50 \text{ kN/m}^2$

Σύνολο..... $g_k = 10.75 \text{ kN/m}^2$

β. Χαρακτηριστική τιμή της μεταβλητής φόρτισης

Μεταβλητή φόρτιση θεωρείται συγκέντρωση ανθρώπων και εναπόθεση μηχανημάτων

(αντλίες-κινητήρες) κατανεμημένο φορτίο $s_k = 5.00 \text{ kN/m}^2$.

Σύνολο..... $s_k = 5.00 \text{ kN/m}^2$

6. Υπολογισμός Φορέα με χρήση λογισμικού.

Πλάκες&Σκάλες

1.1 Υπόγειο 1

Υλικά :	C30/37-B500C, Οπλισμός συστροφής: Όχι, $S_{max} = \min(250\text{mm}, 2.00h)$ $b_{up} = 200\text{mm}$, $\delta\epsilon_{\min} = 1.50\text{‰}$, $d_1 = 35\text{mm}$, $d_2 = 35\text{mm}$,
----------------	---

Ανοίγματα Πλακών

Π ₁ , h = 250mm (Αμφιέριστη x-x)			L _x = 1540mm, L _y = 3293mm, g _o = 6.25kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	215	κύριος	322	200	7Ø 8(Ø 8/150)		335	1.56	3.66
y :			δευτερεύων	307	250	6Ø 8(Ø 8/160)		314		0.00
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dl} kN	V _{dr} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{ql} kN	V _{qr} kN
x :	3.7	34.3	12.7	21.2	21.2	113.5	6.2	10.4	2.9	4.8
y :	0.0	30.7			18.7		5.3	3.0	2.4	1.4

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	ρ _o (‰)	ρ (‰)	l/d		lim(l/d)
x	1.540	0.215	1.300	5.477	0.161	7.16	≤	45287.23

Π ₂ , h = 250mm (Τετραέριστη)			L _x = 1596mm, L _y = 1300mm, g _o = 6.25kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	205	κύριος	307	200	6Ø 8(Ø 8/160)		314	1.53	0.83
y :	1000	215	κύριος	322	200	7Ø 8(Ø 8/150)		335	1.56	1.29
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dl} kN	V _{dr} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{ql} kN	V _{qr} kN
x :	1.0	30.7	8.1	15.3	15.3	113.5	2.6	4.4	1.2	2.1
y :	1.5	34.3	9.1	16.5	16.5	113.5	3.0	5.3	1.4	2.5

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	ρ _o (‰)	ρ (‰)	l/d		lim(l/d)
y	1.300	0.215	1.300	5.477	0.067	6.05	≤	405101.26

Π ₃ , h = 250mm (Τετραέριστη)			L _x = 2662mm, L _y = 2900mm, g _o = 6.25kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	215	κύριος	322	200	7Ø 8(Ø 8/150)		335	1.56	4.44
y :	1000	205	κύριος	307	200	6Ø 8(Ø 8/160)		314	1.53	3.84
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dl} kN	V _{dr} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{ql} kN	V _{qr} kN

x :	5.3	34.3	17.2	31.8	31.8	113.5	5.7	9.8	2.6	4.6
y :	4.6	30.7	30.6	16.4	30.6	113.5	9.1	5.2	4.2	2.4

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
x	2.662	0.215	1.300	5.477	0.235	12.38	≤	17667.86

Π ₄ , h = 250mm (Τετραέρειστη)			L _x = 2582mm, L _y = 2900mm, g _o = 6.25kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ %	M _d kNm
x :	1000	215	κύριος	322	200	7∅ 8(∅ 8/150)		335	1.56	3.97
y :	1000	205	κύριος	307	200	6∅ 8(∅ 8/160)		314	1.53	2.32
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	4.8	34.3	28.6	28.6	28.6	113.5	9.0	9.0	4.2	4.2
y :	2.8	30.7	13.7	26.8	26.8	113.5	4.0	6.9	1.9	3.2

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
x	2.582	0.215	1.500	5.477	0.210	12.01	≤	27169.06

Π ₅ , h = 250mm (Τετραέρειστη)			L _x = 5115mm, L _y = 5800mm, g _o = 6.25kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ %	M _d kNm
x :	1000	215	κύριος	322	200	7∅ 8(∅ 8/150)		335	1.56	18.67
y :	1000	205	κύριος	307	200	6∅ 8(∅ 8/160)		314	1.53	8.27
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	22.4	34.3	58.8	58.8	58.8	113.5	20.5	20.5	9.5	9.5
y :	9.9	30.7	27.3	27.3	27.3	113.5	7.9	7.9	3.7	3.7

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
x	5.115	0.215	1.500	5.477	0.997	23.79	≤	523.59

Π ₆ , h = 250mm (Αμφιέρειστη x-x)			L _x = 2221mm, L _y = 5800mm, g _o = 6.25kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ %	M _d kNm
x :	1000	215	κύριος	322	200	7∅ 8(∅ 8/150)		335	1.56	7.63
y :			δευτερεύων	307	250	6∅ 8(∅ 8/160)		314		0.00
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	10.1	34.3	30.6	18.3	30.6	113.5	14.9	9.0	6.9	4.2
y :	0.0	30.7			14.3		4.4	4.4	2.0	2.0

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
x	2.221	0.215	1.300	5.477	0.449	10.33	≤	3472.26

Στηρίξεις πλακών

Συνέχεια	Πρόσθετα στηρίξεων	d mm	A _{s,exis} mm ²	A _{s,req} mm ²	Πρόσθετα	A _{s,eff} mm ²	M _d kNm	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm
Π 1	T6	215	157	0	Αρκούν	325	0.0	0.0	17.5
Π 2		215	168	0		325	0.0	0.0	17.5
Π 1	T12	215	168	43	Αρκούν	335	6.5	4.5	34.3
Π 4		215	168	89		335	10.0	9.3	34.3
Π 2	T12	215	157	25	Αρκούν	325	2.9	2.7	17.5
Π 4		215	168	89		325	10.0	9.3	17.5
Π 3	T5	215	157	102	Αρκούν	314	11.4	10.7	16.5
Π 4		215	157	74		314	8.3	7.8	16.5
Π 3	T13	215	168	0	Αρκούν	335	0.0	0.0	34.3
Π 5		215	168	0		335	0.0	0.0	34.3
Π 4	T13	215	168	0	Αρκούν	335	0.0	0.0	17.5
Π 5		215	168	0		335	0.0	0.0	17.5
Π 5	T14	215	168	426	5Ø 8(Ø 8/200)	586	43.2	42.3	56.3
Π 6		215	168	116		586	13.6	12.2	56.3

1.2 Υπόγειο 2

Υλικά :	C30/37-B500C, Οπλισμός συστροφής: Øχι, S _{max} = min(250mm, 2.00h) b _{υπ} = 200mm, δεξ _{min} = 1.50‰, d ₁ = 35mm, d ₂ = 35mm,
----------------	--

Ανοίγματα Πλακών

Π ₁ , h = 200mm (Τριέριεστη)			L _x = 1701mm, L _y = 1525mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.62	0.77
y :	1000	165	κύριος	247	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.52	3.22
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	0.9	18.4	8.7	0.0	8.7	89.5	2.7	0.0	1.4	0.0
y :	3.9	19.8	19.1	10.9	19.1	89.5	7.7	4.4	4.0	2.3

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	ρ _o (‰)	ρ (‰)	l/d		lim(l/d)
y	1.525	0.165	1.300	5.477	0.289	9.24	≤	10292.61

Π ₂ , h = 200mm (Τριέριεστη)			L _x = 1216mm, L _y = 1739mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.62	0.65
y :	1000	165	κύριος	247	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.52	2.80
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	0.8	18.4	0.0	18.6	18.6	89.5	0.0	5.2	0.0	2.8
y :	3.3	19.8	13.8	7.7	13.8	89.5	5.7	3.3	3.0	1.7

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
y	1.739	0.165	1.300	5.477	0.251	10.54	≤	14663.80

Π ₃ , h = 200mm (Τετραέριστη)			L _x = 1135mm, L _y = 1270mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	165	κύριος	247	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.52	0.98
y :	1000	155	κύριος	232	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.62	0.56
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	1.2	19.8	13.8	7.6	13.8	89.5	4.6	2.7	2.4	1.4
y :	0.7	18.4	6.5	6.5	6.5	89.5	2.0	2.0	1.0	1.0

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
x	1.135	0.165	1.300	5.477	0.087	6.88	≤	207555.15

Π ₄ , h = 200mm (Τριέριστη)			L _x = 1947mm, L _y = 1250mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.62	0.49
y :	1000	165	κύριος	247	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.52	1.30
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	0.6	18.4	6.3	0.0	0.0	89.5	1.7	0.0	0.9	0.0
y :	1.7	19.8	13.5	13.5	13.5	89.5	5.4	5.4	2.8	2.8

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
y	1.250	0.165	1.500	5.477	0.129	7.58	≤	89560.59

Π ₅ , h = 200mm (Τριέριστη)			L _x = 803mm, L _y = 1250mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.62	0.24
y :	803	165	κύριος	247	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.52	1.02
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dI} kN	V _{dR} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{qI} kN	V _{qR} kN
x :	0.3	18.4	0.0	11.5	11.5	89.5	0.0	3.0	0.0	1.6
y :	1.2	19.8	8.9	8.9	8.9	89.5	3.6	3.6	1.9	1.9

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
y	1.250	0.165	1.500	5.477	0.091	7.58	≤	212190.11

Π ₆ , h = 200mm (Τριέριεστη)			L _x = 1947mm, L _y = 1250mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A_{s,req} mm ²	S_{max} mm	Ράβδοι		A_{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M_d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.62	0.49
y :	1000	165	κύριος	247	200	5∅ 8(∅ 8/200)		251	1.52	1.30
	M_{Ed} kNm	M_{Rd} kNm	V_{dl} kN	V_{dr} kN	V_{Ed} kN	V_{Rd,c} kN	V_{gl} kN	V_{gr} kN	V_{ql} kN	V_{qr} kN
x :	0.6	18.4	6.3	0.0	0.0	89.5	1.7	0.0	0.9	0.0
y :	1.7	19.8	13.5	13.5	13.5	89.5	5.4	5.4	2.8	2.8

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	ρ _o (‰)	ρ (‰)	l/d		lim(l/d)
y	1.250	0.165	1.500	5.477	0.129	7.58	≤	89560.59

Π ₇ , h = 200mm (Τριέριεστη)			L _x = 803mm, L _y = 1250mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.62	0.24
y :	803	165	κύριος	247	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.52	1.02
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dl} kN	V _{dr} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{ql} kN	V _{qr} kN
x :	0.3	18.4	0.0	11.5	11.5	89.5	0.0	3.0	0.0	1.6
y :	1.2	19.8	8.9	8.9	8.9	89.5	3.6	3.6	1.9	1.9

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	ρ _o (‰)	ρ (‰)	l/d		lim(l/d)
x	0.803	0.155	0.400	5.477	0.250	5.18	≤	4835.14

Π ₈ , h = 200mm (Πρόβολος)			L _x = 655mm, L _y = 3330mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :						5Ø 8(Ø 8/200)				
y :			δευτερεύων	232	250	5Ø 8(Ø 8/210)		239		
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dl} kN	V _{dr} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{ql} kN	V _{qr} kN
x :	0.0	19.8	13.3	0.0	13.3	89.5	6.2	0.0	3.3	0.0
y :										

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	ρ _o (‰)	ρ (‰)	l/d		lim(l/d)

Π ₉ , h = 200mm (Τριέριεστη)			L _x = 1947mm, L _y = 1250mm, g _o = 5.00kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²						
	b mm	d mm	Οπλισμός	A_{s,req} mm ²	S_{max} mm	Ράβδοι	A_{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M_d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5∅ 8(∅ 8/200)	251	1.62	0.53
y :	1000	165	κύριος	247	200	5∅ 8(∅ 8/200)	251	1.52	2.21

	M_{Ed} kNm	M_{Rd} kNm	V_{dl} kN	V_{dr} kN	V_{Ed} kN	$V_{Rd,c}$ kN	V_{gl} kN	V_{gr} kN	V_{ql} kN	V_{qr} kN
x :	0.7	18.4	7.5	0.0	7.5	89.5	2.2	0.0	1.1	0.0
y :	2.9	19.8	9.7	16.6	16.6	89.5	3.8	6.6	2.0	3.5

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
y	1.250	0.165	1.300	5.477	0.219	7.58	≤	20553.18

Π ₁₀ , h = 200mm (Τριέρειστη)			L _x = 1168mm, L _y = 1475mm, g _ο = 5.00kN/m ² , g _ε = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A_{s,req} mm ²	S_{max} mm	Ράβδοι		A_{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M_d kNm
x :	1000	155	κύριος	232	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.62	0.50
y :	1000	165	κύριος	247	200	5Ø 8(Ø 8/200)		251	1.52	2.30
	M_{Ed} kNm	M_{Rd} kNm	V_{dl} kN	V_{dr} kN	V_{Ed} kN	V_{Rd,c} kN	V_{gl} kN	V_{gr} kN	V_{ql} kN	V_{qr} kN
x :	0.6	18.4	0.0	16.1	16.1	89.5	0.0	4.4	0.0	2.3
y :	2.7	19.8	7.4	13.3	13.3	89.5	3.1	5.3	1.6	2.8

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
y	1.475	0.165	1.300	5.477	0.206	8.94	≤	24097.21

Π ₁₁ , h = 300mm (Τετραέρειστη)			L _x = 2100mm, L _y = 1300mm, g _o = 7.50kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	255	κύριος	382	200	8Ø 8(Ø 8/130)		387	1.52	0.71
y :	1000	265	κύριος	397	200	8Ø 8(Ø 8/120)		419	1.58	2.12
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dl} kN	V _{dr} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{ql} kN	V _{qr} kN
x :	0.9	47.1	8.8	8.8	8.8	129.8	2.9	2.9	1.2	1.2
y :	2.8	52.7	11.3	19.6	19.6	129.8	4.4	7.6	1.8	3.2

Έλεγχος λυγνρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
y	1.300	0.265	1.300	5.477	0.081	4.91	≤	255610.47

Π ₁₂ , h = 300mm (Τετραέρειστη)			L _x = 2008mm, L _y = 3100mm, g _o = 7.50kN/m ² , g _e = 4.50kN/m ² , g _{οπτ} = 0.00kN/m ² , q = 5.00kN/m ²							
	b mm	d mm	Οπλισμός	A _{s,req} mm ²	S _{max} mm	Ράβδοι		A _{s,eff} mm ²	δεξ ‰	M _d kNm
x :	1000	265	κύριος	397	200	8Ø 8(Ø 8/120)		419	1.58	6.02
y :	1000	255	κύριος	382	200	8Ø 8(Ø 8/130)		387	1.52	2.93
	M _{Ed} kNm	M _{Rd} kNm	V _{dl} kN	V _{dr} kN	V _{Ed} kN	V _{Rd,c} kN	V _{gl} kN	V _{gr} kN	V _{ql} kN	V _{qr} kN
x :	8.0	52.7	18.8	18.8	18.8	129.8	6.7	6.7	2.8	2.8
y :	3.9	47.1	33.3	17.1	33.3	129.8	10.4	6.0	4.4	2.5

Έλεγχος λυγηρότητας EC2 7.4.2 (Εξισώσεις 7.16a, 7.16b)

Διεύθ.	l(m)	d(m)	K	$\rho_o(\%)$	$\rho(\%)$	l/d		lim(l/d)
x	2.008	0.265	1.000	5.477	0.232	7.58	≤	14283.46

Στηρίξεις πλακών

Συνέχεια	Πρόσθετα στηρίξεων	d mm	$A_{s,exis}$ mm ²	$A_{s,req}$ mm ²	Πρόσθετα	$A_{s,eff}$ mm ²	M_d kNm	M_{Ed} kNm	M_{Rd} kNm
Π 1 Π 4	δ5	165 165	126 126	55 57	Αρκούν	251 251	4.5 4.5	4.4 4.6	19.8 19.8
Π 2 Π 3	δ1	165 165	126 126	44 42	Αρκούν	251 251	3.6 3.6	3.6 3.4	0.0 0.0
Π 2 Π 5	δ5	165 165	126 126	65 65	Αρκούν	251 251	5.4 5.4	5.3 5.3	36.6 36.6
Π 3 (T2)	T2	165	0	0	5Ø 8(Ø 8/200)	251	0.0	0.0	19.8
Π 4 Π 6	δ6	165 165	126 126	34 34	Αρκούν	251 251	2.6 2.6	2.7 2.7	19.8 19.8
Π 5 Π 8	δ1	165 165	126 126	39 39	Αρκούν	251 251	4.4 4.4	3.1 3.1	36.6 36.6
Π 5 Π 7	δ6	165 165	126 126	32 32	Αρκούν	251 251	2.6 2.6	2.6 2.6	28.3 28.3
Π 6 Π 9	δ7	165 165	126 126	42 42	Αρκούν	251 251	3.3 3.3	3.4 3.4	19.8 19.8
Π 7 Π 10	δ7	165 165	126 126	49 49	Αρκούν	251 251	4.0 4.0	4.0 4.0	19.8 19.8
Π 7 Π 8	δ1	165 165	126 126	39 39	Αρκούν	251 251	4.4 4.4	3.1 3.1	28.3 28.3
Π 10 Π 8	δ1	165 165	126 126	39 39	Αρκούν	251 251	4.4 4.4	3.1 3.1	28.3 28.3
Π 12 Π 11	T6	265 265	193 209	82 34	Αρκούν	403 403	10.9 4.6	10.6 4.4	50.9 50.9

Σκάλα 1, h = 150mm

C30/37-B500C

Περιοχή Όπλισης 1	Όπλισμός	$A_{s,cal}$ [cm ²]	$A_{s,req}$ [cm ²]	Ράβδοι	$A_{s,eff}$ [cm ²]
	κύριος	0.00	1.50	κάτω : Ø8/20.0 πάνω : Ø8/20.0	2.51
	δευτερεύων	0.00	2.00	κάτω : Ø8/25.0 πάνω : Ø8/25.0	2.01
Περιοχή Όπλισης 2	Όπλισμός	$A_{s,cal}$ [cm ²]	$A_{s,req}$ [cm ²]	Ράβδοι	$A_{s,eff}$ [cm ²]
	κύριος	0.00	1.50	κάτω : Ø8/20.0 πάνω : Ø8/20.0	2.51
	δευτερεύων	0.00	2.00	κάτω : Ø8/25.0 πάνω : Ø8/25.0	2.01

Για την αντιμετώπιση της συγκέντρωσης τάσεων στις οπές ακολουθείται η οδηγία του αμερικάνικου κανονισμού ACI 318 §13.4.2 που είναι τοποθέτηση πρόσθετου οπλισμού στις παρειές της οπής ίσου προς τον διακοπτόμενο οπλισμό. Ο οπλισμός αυτός επεκτείνεται πέραν της οπής κατά το βασικό μήκος αγκύρωσης που είναι για περιοχή συνάφειας II καί ποιότητα σκυροδέματος C20/25 ίση με 67.5Ø .

Άρα αγκύρωση για ράβδους Ø10 : $l_b = 67.5 \cdot 0.010 = 0.675 \text{ m}$

Κατά την διεύθυνση x-x όπου τοποθετούνται ράβδοι $\varnothing 10$, οι πρόσθετες ράβδοι λόγω διάταξης περατούνται στις στηρίξεις.

7. Υπολογισμός Φορτίων Τοιχείων

Ίδιον Βάρος Τοιχείων

Ίδιο βάρος : $0.30 \times 1.00 \times 7.48 \times 25.00 = 56.10 \text{ kN/m}$

Αντιδράσεις των Πλακών επί των Τοιχείων

Πλάκα Π1 (Στάθμη +107.84m)

Διεύθυνση επίλυσης πλάκας x-x, $L_x=2.100 \text{ m}$

Αντιδράσεις μόνιμα, $V_{gA}=0.375 \times 10.75 \times 2.100 = 8.47$, $V_{gB}=0.625 \times 10.75 \times 2.100 = 14.11 \text{ kN/m}$

Αντιδράσεις κινητά, $V_{qA}=0.375 \times 5.00 \times 2.100 = 3.94$, $V_{qB}=0.625 \times 5.00 \times 2.100 = 6.56 \text{ kN/m}$

Σύνολον : $V_A = 8.47 + 3.94 = 12.41 \text{ kN/m}$, $V_B = 14.11 + 6.56 = 20.67 \text{ kN/m}$

Πλάκα Π2-Π3 (Στάθμη +107.84m)

Διεύθυνση επίλυσης πλάκας x-x, $L_x=3.300 \text{ m}$

Αντιδράσεις μόνιμα, $V_{gA}=10.75 \times 2.900 / 2.52 = 12.35$ $V_{gB}=10.75 \times 2.900 / 2.52 = 12.35 \text{ kN/m}$

Αντιδράσεις κινητά, $V_{qA}= 5.00 \times 2.900 / 2.52 = 5.74$ $V_{qB}= 5.00 \times 2.900 / 2.52 = 5.74 \text{ kN/m}$

Σύνολον : $V_A = 12.35 + 5.74 = 18.09 \text{ kN/m}$, $V_B = 12.35 + 5.74 = 18.09 \text{ kN/m}$

Διεύθυνση επίλυσης πλάκας y-y, $L_y=2.900 \text{ m}$

Αντιδράσεις μόνιμα, $V_{gA}=10.75 \times 2.900 / 1.65 = 18.84$ $V_{gB}=10.75 \times 2.900 / 2.41 = 12.92 \text{ kN/m}$

Αντιδράσεις κινητά, $V_{qA}= 5.00 \times 2.900 / 1.65 = 8.76$ $V_{qB}= 5.00 \times 2.900 / 2.41 = 6.01 \text{ kN/m}$

Σύνολον : $V_A = 18.84 + 8.76 = 27.60 \text{ kN/m}$, $V_B = 12.92 + 6.01 = 18.93 \text{ kN/m}$

Πλάκα Π4 (Στάθμη +107.84m)

Διεύθυνση επίλυσης πλάκας x-x, $L_x=5.500 \text{ m}$

Αντιδράσεις μόνιμα, $V_{gA}=10.75 \times 5.500 / 1.92 = 30.81$ $V_{gB}=10.75 \times 5.500 / 1.92 = 30.81 \text{ kN/m}$

Αντιδράσεις κινητά, $V_{qA}= 5.80 \times 5.500 / 1.92 = 16.62$ $V_{qB}= 5.80 \times 5.500 / 1.92 = 16.62 \text{ kN/m}$

Σύνολον : $V_A = 30.81 + 16.62 = 47.43 \text{ kN/m}$, $V_B = 30.81 + 16.62 = 47.43 \text{ kN/m}$

Διεύθυνση επίλυσης πλάκας y-y, $L_y=5.800 \text{ m}$

Αντιδράσεις μόνιμα, $V_{gA}=10.75 \times 5.500 / 2.95 = 20.04$ $V_{gB}=10.75 \times 5.500 / 2.95 = 20.04 \text{ kN/m}$

Αντιδράσεις κινητά, $V_{qA}= 5.80 \times 5.500 / 2.95 = 10.81$ $V_{qB}= 5.80 \times 5.500 / 2.95 = 10.81 \text{ kN/m}$

Σύνολον : $V_A = 20.04 + 10.81 = 30.85 \text{ kN/m}$, $V_B = 20.04 + 10.81 = 30.85 \text{ kN/m}$

Πλάκα Π5 (Στάθμη +102.81m)

Διεύθυνση επίλυσης πλάκας x-x, $L_x=5.500 \text{ m}$

Αντιδράσεις μόνιμα, $V_{gA}= 6.05 \times 5.500 / 2.15 = 15.50$ $V_{gB}= 6.05 \times 5.500 / 2.15 = 15.50 \text{ kN/m}$

Αντιδράσεις κινητά, $V_{qA}= 2.00 \times 5.500 / 2.15 = 5.12$ $V_{qB}= 2.00 \times 5.500 / 2.15 = 5.12 \text{ kN/m}$

Σύνολον : $V_A = 15.50 + 5.12 = 20.62 \text{ kN/m}$, $V_B = 15.50 + 5.12 = 20.62 \text{ kN/m}$

Διεύθυνση επίλυσης πλάκας γ-γ, $L_y=5.800$ m

Αντιδράσεις μόνιμα, $V_{gA}= 6.05 \times 5.500 / 2.14 = 15.58$ $V_{gB}= 6.05 \times 5.500 / 2.14 = 15.58$ kN/m

Αντιδράσεις κινητά, $V_{qA}= 2.00 \times 5.500 / 2.14 = 5.15$ $V_{qB}= 2.00 \times 5.500 / 2.14 = 5.15$ kN/m

Σύνολον : $V_A = 15.58 + 5.15 = 20.73$ kN/m , $V_B = 15.58 + 5.15 = 20.73$ kN/m

Φόρτιση Τοιχείων

Τοιχείο T1 : $Q_v = 56.10 + 18.93 = 75.03$ kN/m

Τοιχείο T2 : $Q_v = 56.10 + 47.43 + 20.73 = 124.26$ kN/m

Τοιχείο T3 : $Q_v = 56.10 + 20.67 = 76.77$ kN/m

Τοιχείο T4 : $Q_v = 56.10 + 2 \times 27.60 = 111.30$ kN/m

Τοιχείο T5 : $Q_v = 56.10 + 20.67 = 76.77$ kN/m

Τοιχείο T6 : $Q_v = 56.10 + 18.93 = 75.03$ kN/m

Τοιχείο T7 : $Q_v = 56.10 + 47.43 + 20.73 = 124.26$ kN/m

Τοιχείο T8 : $Q_v = 56.10 + 18.09 = 74.19$ kN/m

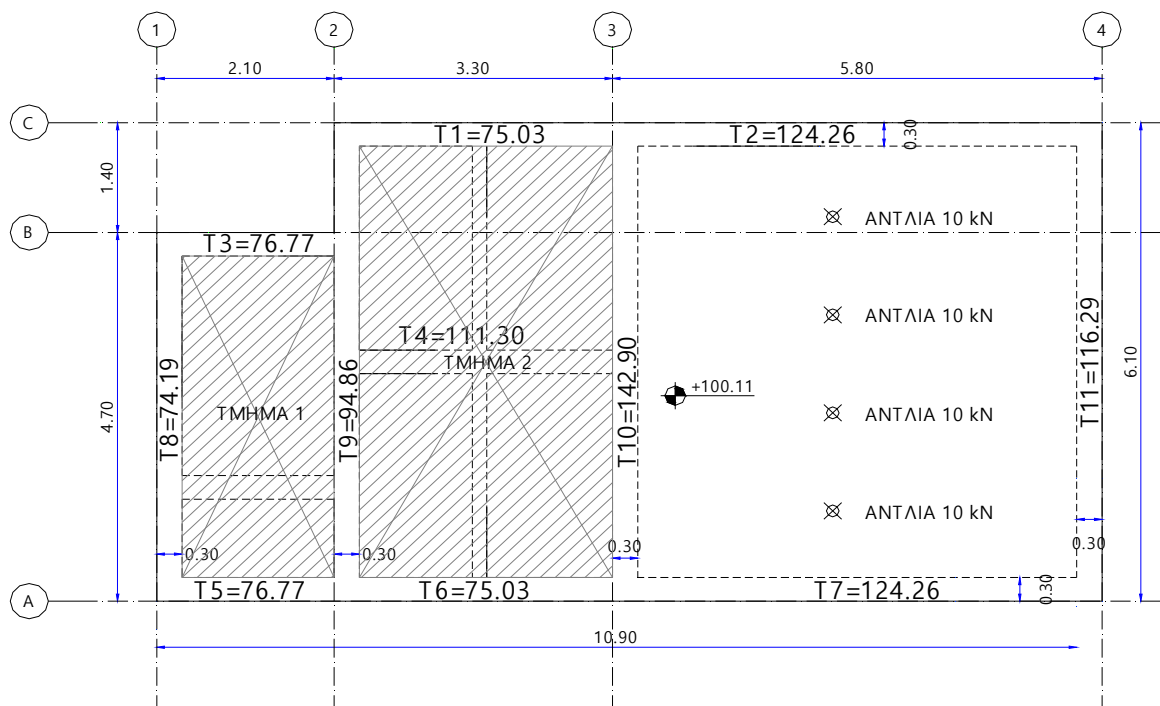
Τοιχείο T9 : $Q_v = 56.10 + 20.67 + 18.09 = 94.86$ kN/m

Τοιχείο T10: $Q_v = 56.10 + 18.09 + 47.43 + 21.28 = 142.90$ kN/m

Τοιχείο T11 : $Q_v = 56.10 + 47.43 + 12.76 = 116.29$ kN/m

8. Υπολογισμός Θεμελίωσης

Το στατικό προσομοίωμα της πλάκας θεμελίωσης είναι:



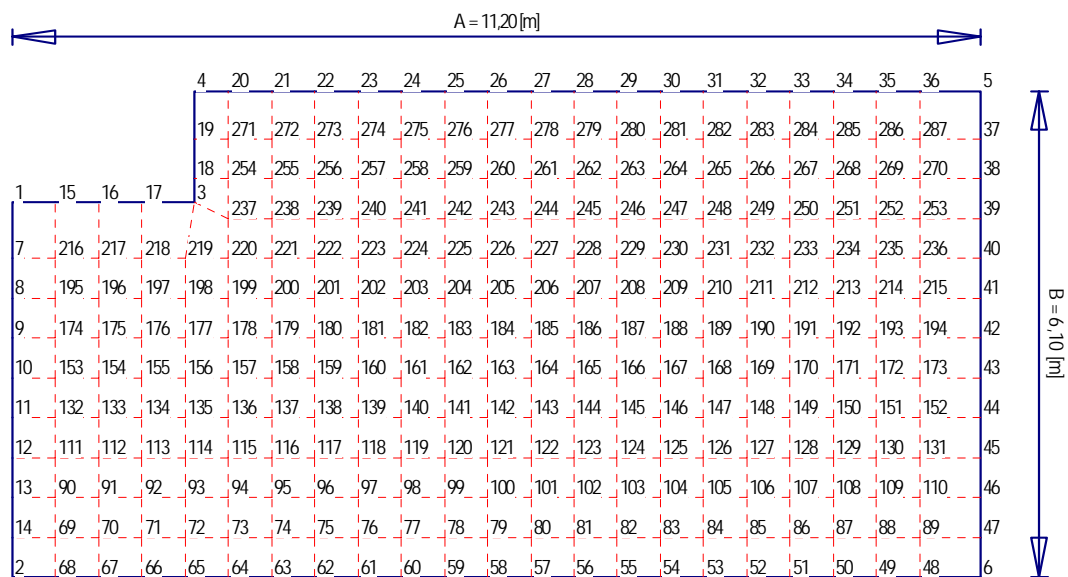
Πλάκα θεμελίωσης

Τμήμα 1 : Καταναμημένο Φορτίο Βάρους Υλικού 3Α: $2.05 \cdot 18.00 + 0.30 \cdot 25 = 44.40 \text{ kN/m}^2$

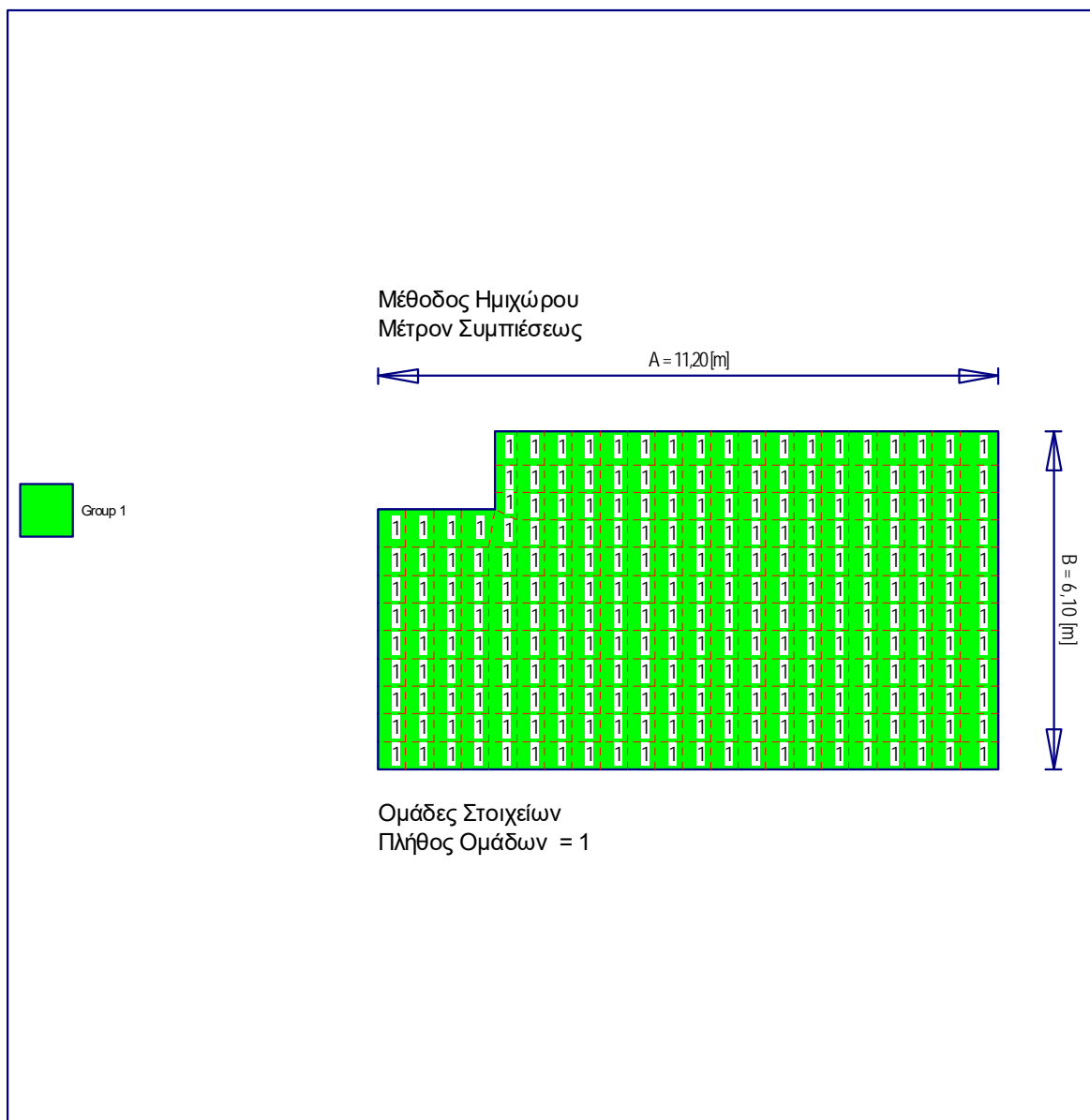
Τμήμα 2 : Καταναμημένο Φορτίο Λυμάτων: $2.85 \cdot 11.00 = 31.35 \text{ kN/m}^2$

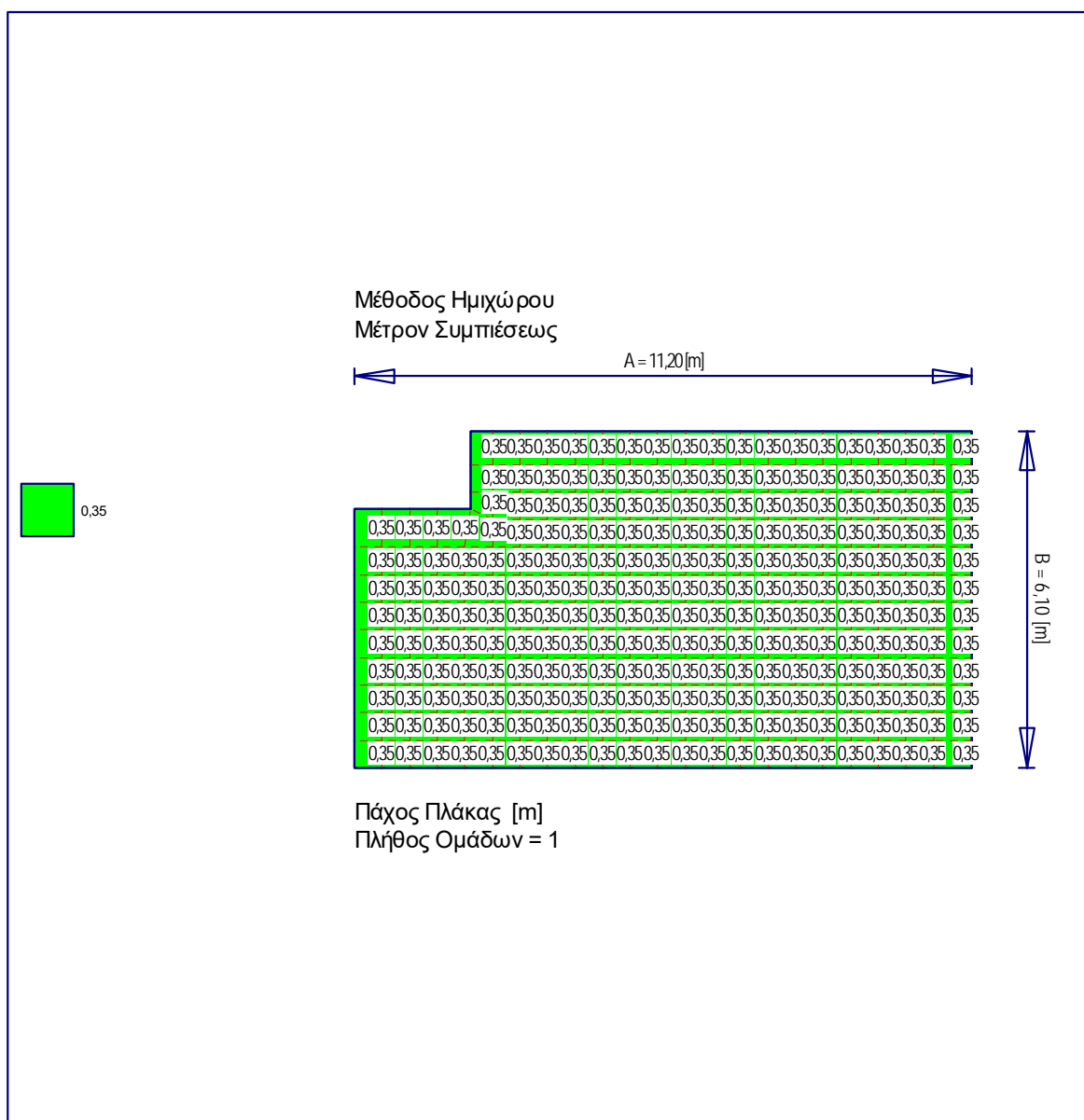
Η επίλυση γίνεται με την χρήση πεπερασμένων στοιχείων και λογισμικού.

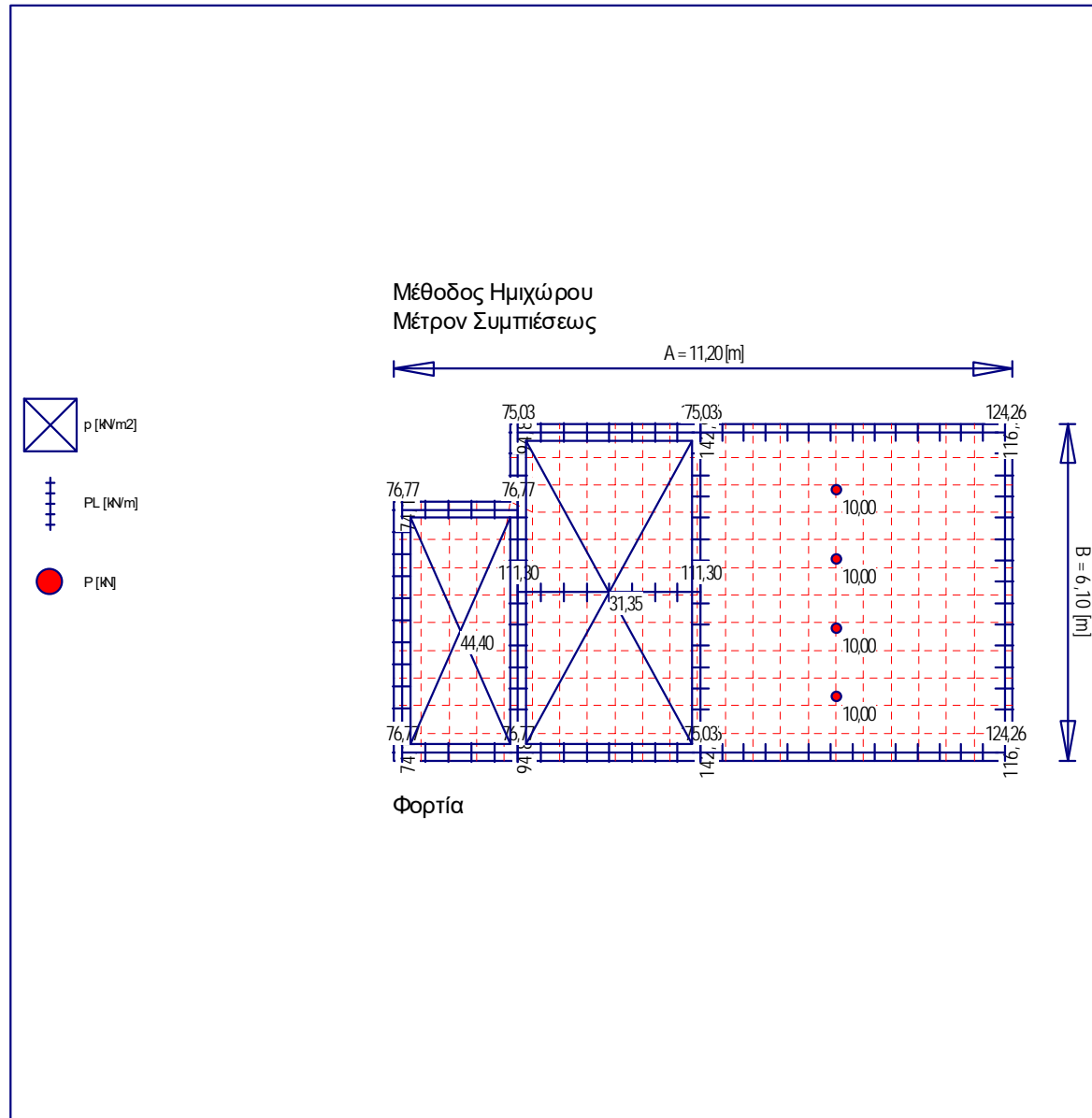
Μέθοδος Ημιχώρου
Μέτρον Συμπίεσως

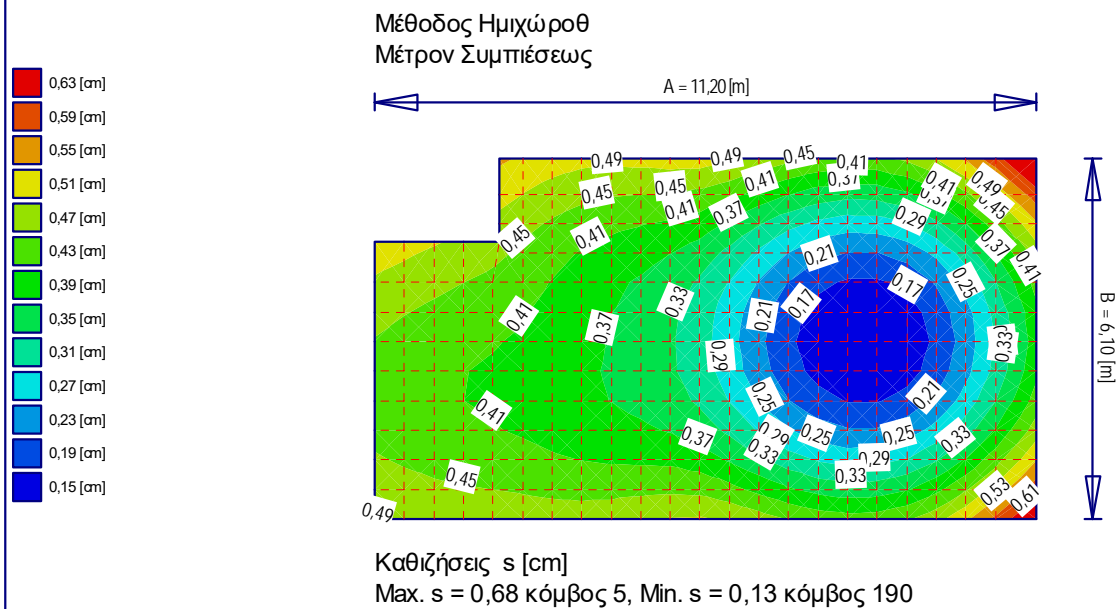


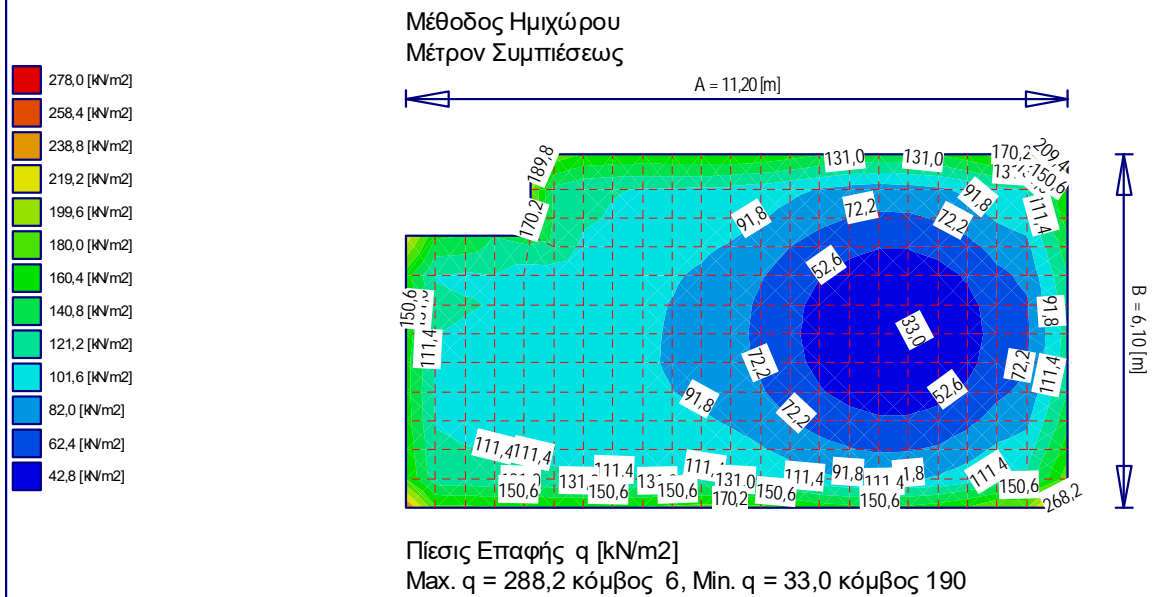
Αρίθμησης Δικτύου
Πλήθος Κόμβων = 287

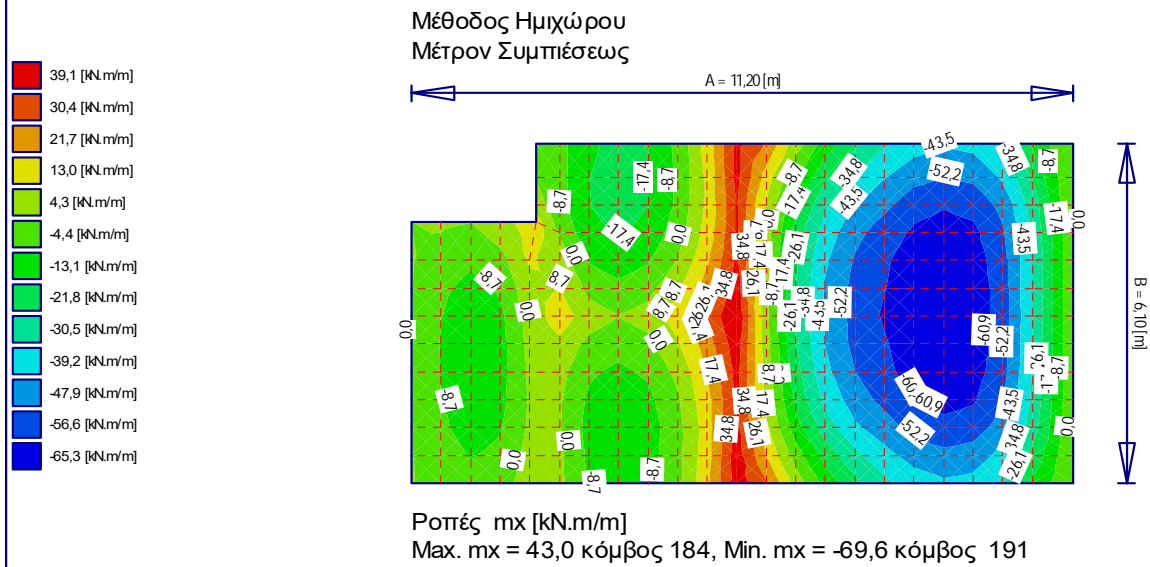


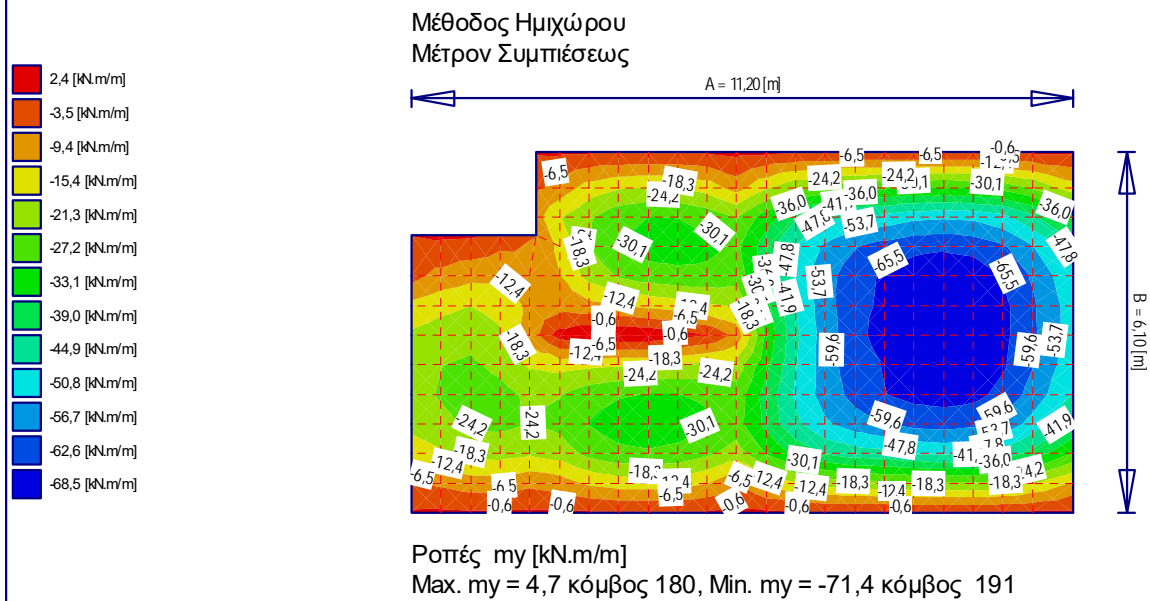


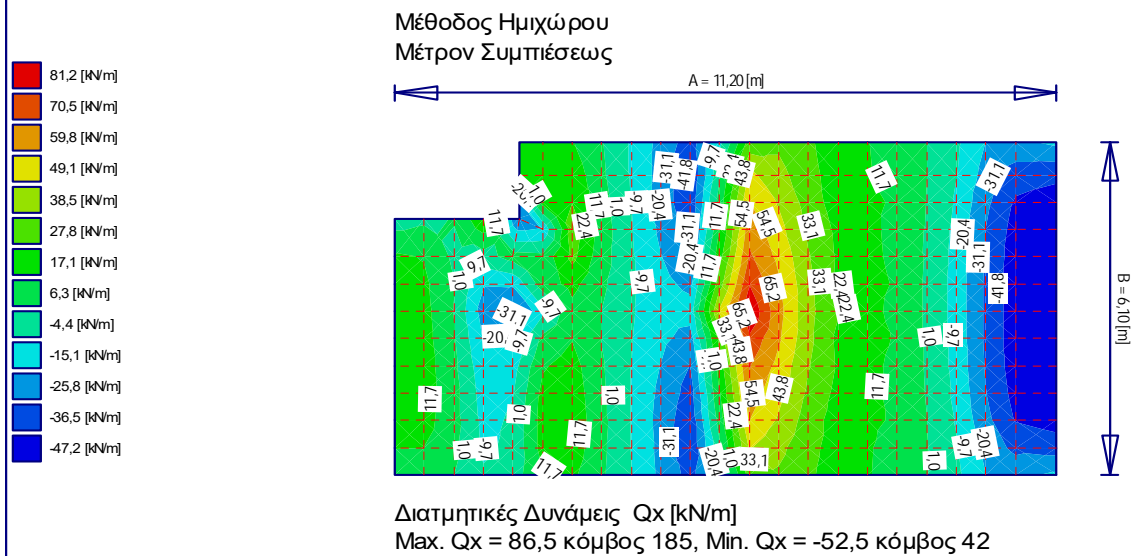


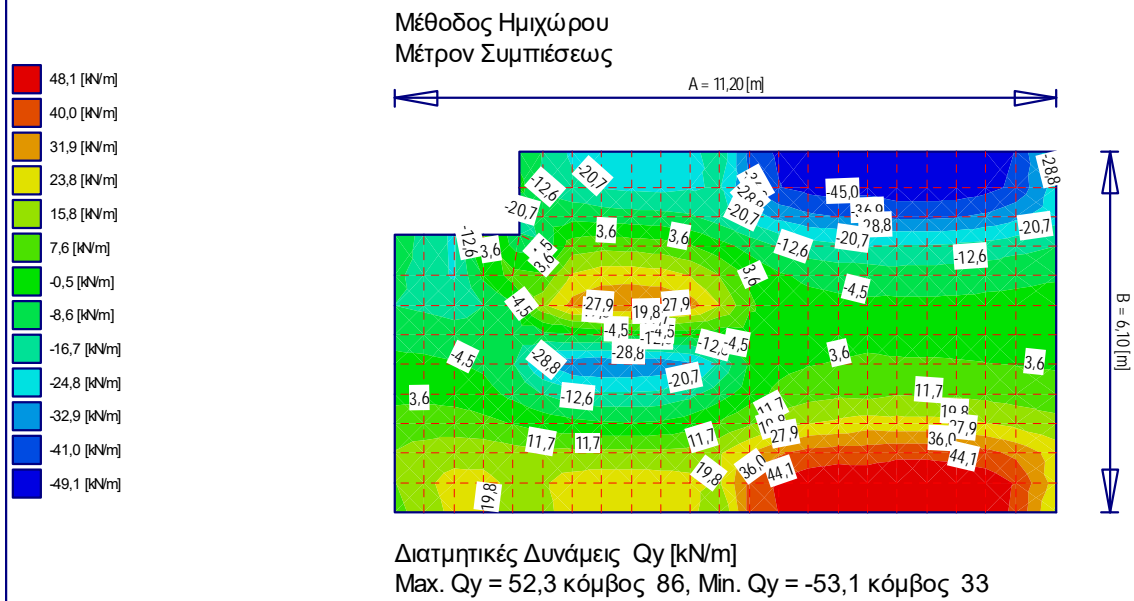


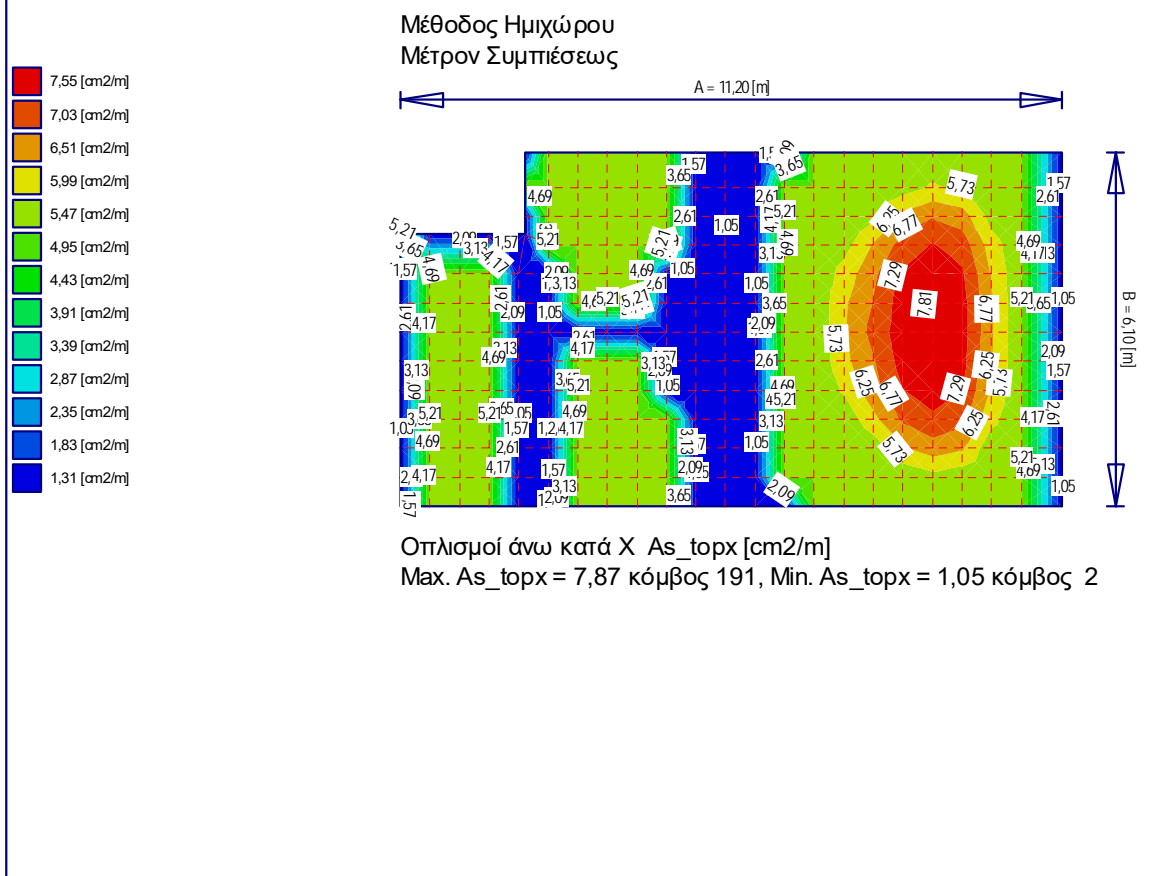


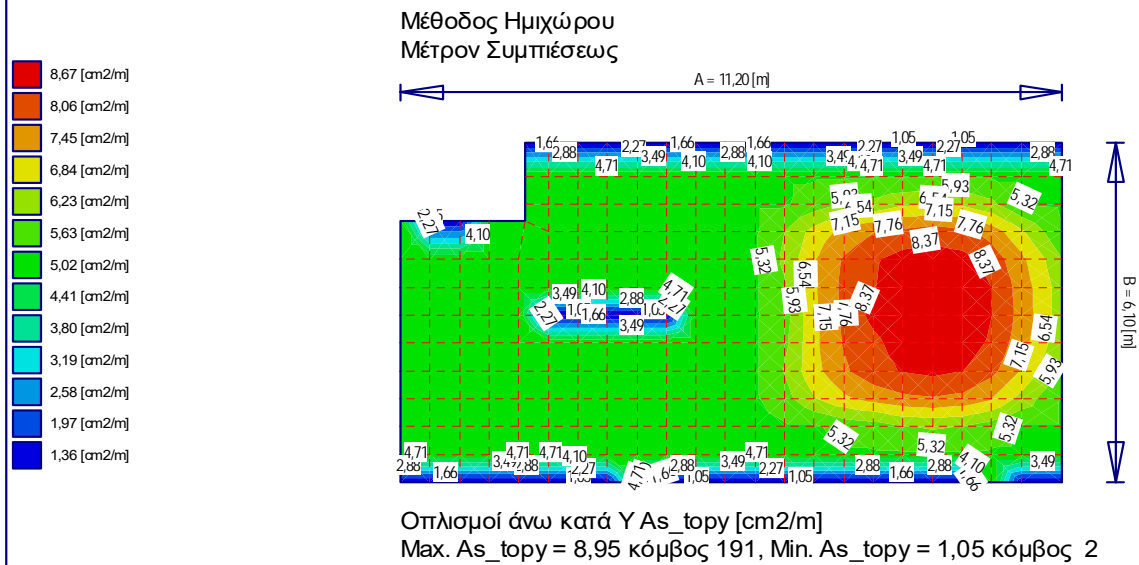


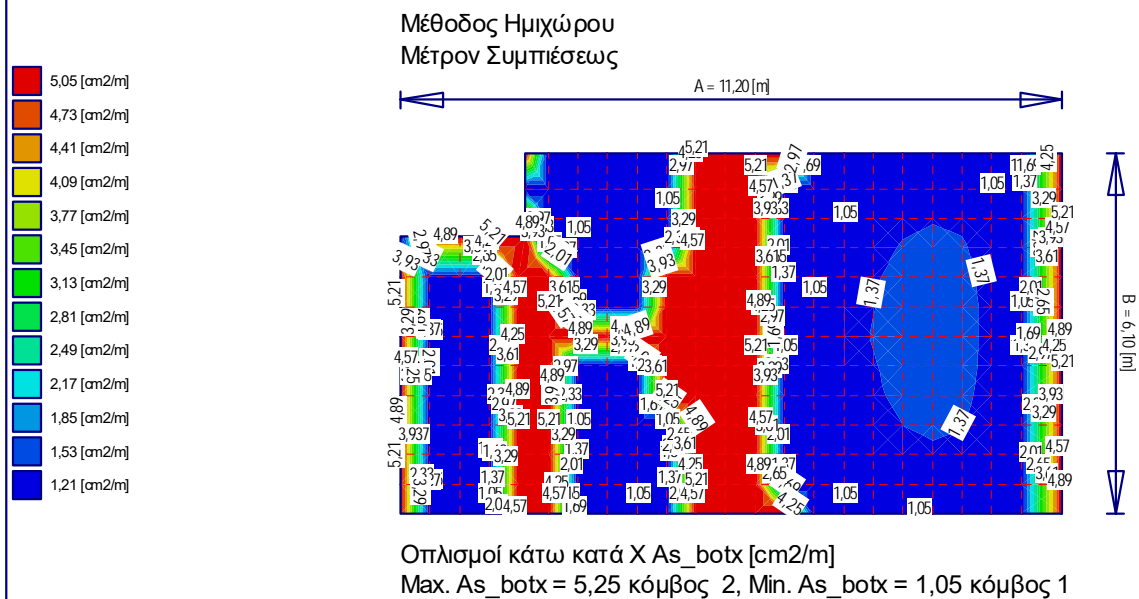


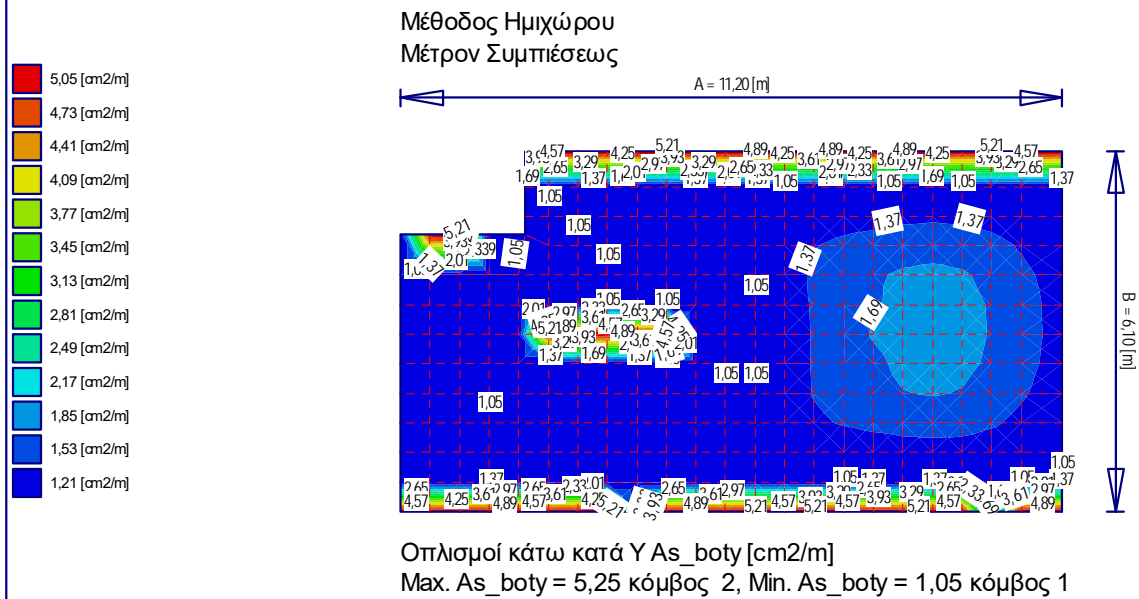


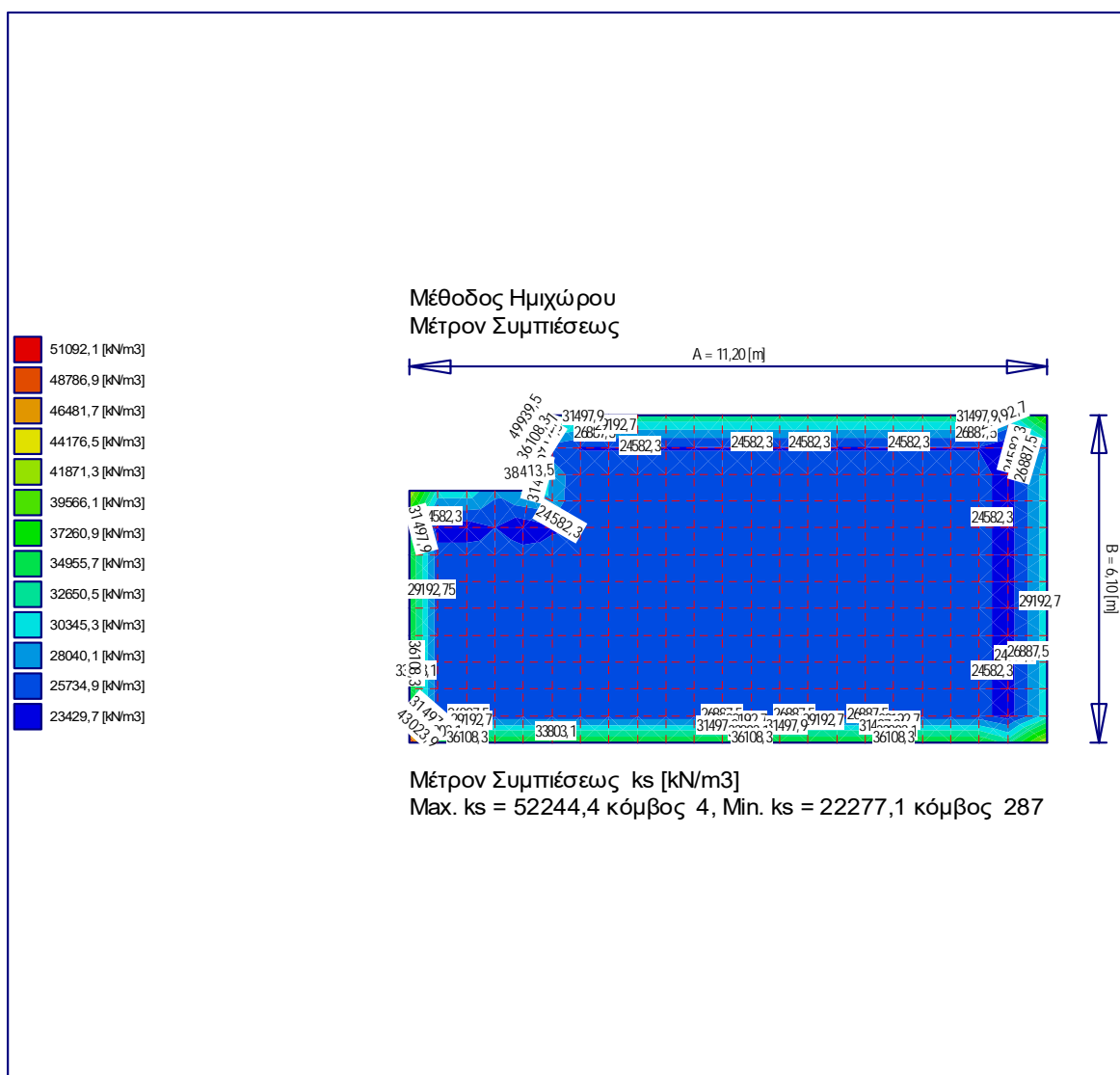












Τίθενται οι ελάχιστοι οπλισμοί πάνω και κάτω κατά τις διευθύνσεις χ-χ και γ-γ , ήτοι 7 ϕ 12/m (7.92 cm²/m). Στην πλάκα Π4 κατά την διεύθυνσιν γ-γ άνω τίθενται οπλισμοί 8 ϕ 12/m (9.04 cm²/m) .

9. Υπολογισμός Κατακορύφων Στοιχείων (τοιχεία)

Η εδαφική πίεση που εξασκείται επί εξωτερικών τοίχων υπογείων κατά την διάρκεια σεισμού είναι δυνατόν να γίνει μεγαλύτερη της πίεσης ηρεμίας . Αυτό εξαρτάται από την διαφορά των ιδιοτήτων ταλάντωσης των περιβαλλόντων την κατασκευή εδαφών και τον κίνδυνο ρευστοποίησης του εδάφους κατά την διάρκεια της σεισμικής διέγερσης .

Στην υπό μελέτη περίπτωση δεν υφίστανται οι πάρα πάνω παράγοντες. Εν τούτοις για ασφαλέστερη κατασκευή θα θεωρήσουμε ότι τα τοιχεία λειτουργούν σαν τοίχοι αντιστήριξης και θα εφαρμοσθούν οι οδηγίες του Παραρτήματος Ε του Ευρωκώδικα 8 .

9.1. T1, T6

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-EL0T:2010)

Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου $h = 8.100 \text{ m}$
 Μήκος τοίχου $L = 3.000 \text{ m}$
 Πλάτος τοίχου στην κορυφή $B1 = 0.300 \text{ m}$
 Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση $B2 = 0.300 \text{ m}$
 Ολικό πλάτος βάσης τοίχου $B = 1.100 \text{ m}$
 Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά 0.800 m
 Πλάτος βάσης τοίχου πίσω 0.000 m
 Υψος κορμού τοίχου $h_o = 7.750 \text{ m}$
 Υψος βάσης τοίχου 0.350 m
 Υψος βάσης τοίχου μπροστά 0.350 m
 Υψος βάσης τοίχου πίσω 0.350 m
 Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρ $0.000^\circ (0:1)$
 Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφ $0.000^\circ (0:1)$

Φορτίο δαπέδου υπογείου

Μόνιμα φορτία $g_f = 2.50 \text{ kN/m}^2$, $G_f = 2.50 \times 0.80 = 2.00 \text{ kNm}$
 Κινητά φορτία $q_f = 2.00 \text{ kN/m}^2$, $Q_f = 2.00 \times 0.80 = 1.60 \text{ kNm}$

Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου $\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
 Εμβαδόν διατομής τοίχου $A = 2.710 \text{ m}^2$
 Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο $W = 2.710 \times 25.000 = 67.75 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βάρους τοίχου $x = 0.207 \text{ m}$, $y = 4.450 \text{ m}$ ($x_o = 0.893 \text{ m}$, $y_o = 3.650 \text{ m}$)

Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C (EN1992-1-1, §3)

: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (EN1992-1-1, §4.4.1)

Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C

: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=75 \text{ mm}$

Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες (EC7 Πιν. Α.1-Α.4, EC8-5 §3.1)

Οριακή κατάσταση Ισοροπίας (EQU), Δομικού τύπου (STR), Γεωτεχνικού τύπου (GEO)

(EQU) (STR) (GEO) (Σεισμός)

Δράση Μόνιμη Δυσμενής $\gamma_{Gdst}: 1.10 \quad 1.35 \quad 1.00 \quad 1.00$

Μόνιμη Ευνοική $\gamma_{Gstb}: 0.90 \quad 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00$

Μεταβλητή Δυσμενής $\gamma_{Qdst}: 1.50 \quad 1.50 \quad 1.30 \quad 1.00$

Μεταβλητή Ευνοική $\gamma_{Qstb}: 0.00 \quad 0.00 \quad 0.00 \quad 0.00$

Εδαφικές Γωνία διατμητικής αντοχής $\gamma_{\phi}: 1.25 \quad 1.00 \quad 1.25 \quad 1.25$

ιδιότητες Συνοχή $c \quad \gamma_c: 1.25 \quad 1.00 \quad 1.25 \quad 1.25$

Διατμητική αντοχή $c_u \quad \gamma_{cu}: 1.40 \quad 1.00 \quad 1.40 \quad 1.40$

Θλιπτική αντοχή $q_u \quad \gamma_{qu}: 1.40 \quad 1.00 \quad 1.40 \quad 1.40$

Βάρος $\gamma_w: 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00 \quad 1.00$

Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.30 \text{ N/mm}^2$

Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=35.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.700$

Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.010 \text{ N/mm}^2$

Σεισμικοί συντελεστές (EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $g_h=a_{xg}$, $a=0.24$ (EC8-5 §7.3.2)

Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)

Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=1.00$ (EC8 §3.2.1, Τ.4.3)

Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=1.00 \times 0.24 \times 1.00 / 1.500 = 0.160$ (EC8-5 Εξ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.160 = 0.080$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx} = 67.75 \times 0.160 = 10.84 \text{ kN/m}$

Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy} = 67.75 \times 0.080 = 5.42 \text{ kN/m}$

Ώθηση ηρεμίας γαιών (Jaky 1944)

Τμήμα τοίχου από $Y=6.100 \text{ m}$ έως $Y=6.100 \text{ m}$, $H_s=0.000 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.000 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.000 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 16.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi = 35.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.000 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια $\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 17.50^\circ$

Ώθηση ηρεμίας γαιών

EQU STR GEO

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\phi/2 = 59.00 \ 62.50 \ 59.00^\circ$

Συντελεστής ουδέτερης ώθησης ηρεμίας $K_0= 0.426 \ 0.426 \ 0.426$

Ώθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma\cdot y\cdot K_0$

Μόνιμες δράσεις

EQU STR GEO

Ώθηση (πίεση) στην κορυφή ($\gamma=\gamma_A$) $q_A= 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ώθηση (πίεση) στην βάση ($\gamma=\gamma_A+0.00\text{m}$) $q_B= 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ώθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$ $P_a= 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kN/m}$

Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 14.00 \ 17.50 \ 14.00^\circ$

Ώθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{ax}= 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kN/m}$

Ώθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{ay}= 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kN/m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}$, $y= 0.000 \text{ m}$

Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=0.000 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU STR GEO

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.00 \ 0.00 \ 0.00 \text{ kNm/m}$

Σεισμικές δυνάμεις (EC8 EN1998-1-1:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=1.00 \times 0.24 \times 1.00 / 1.500 = 0.160$ (EC8 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.160 = 0.080$ (EC8 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega)=k_h/(1-k_v)=0.160/(1-0.080)=0.174$, $\omega=9.87^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^* = 0.584$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(0.584/0.426-1)=0.371$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.371 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN/m}$

Τμήμα τοίχου από $Y=6.100 \text{ m}$ έως $Y=8.100 \text{ m}$, $H_s=2.000 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}$ $y= 0.000 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}$ $y= 2.000 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 16.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi = 35.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c=0.000 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια $\beta=0.00^\circ$
 Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο $\theta=0.00^\circ$
 Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta=17.50^\circ$

Ώθηση ηρεμίας γαιών

EQU STR GEO

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\phi/2 = 59.00 \text{ } 62.50 \text{ } 59.00^\circ$
 Συντελεστής ουδέτερης ώθησης ηρεμίας $K_0=0.426 \text{ } 0.426 \text{ } 0.426$
 Ώθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma\cdot y\cdot K_0$

Μόνιμες δράσεις

EQU STR GEO

Ώθηση (πίεση) στην κορυφή ($\gamma=\gamma_A$) $q_A=0.00 \text{ } 0.00 \text{ } 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Ώθηση (πίεση) στην βάση ($\gamma=\gamma_A+2.00\text{m}$) $q_B=13.63 \text{ } 13.63 \text{ } 13.63 \text{ kN/m}^2$
 Ώθηση (δύναμη) γαιών $P_a=\frac{1}{2}(q_A+q_B)H$ $P_a=13.63 \text{ } 13.63 \text{ } 13.63 \text{ kN/m}$
 Γωνία ώθησης γαιών $\alpha=14.00 \text{ } 17.50 \text{ } 14.00^\circ$
 Ώθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{ax}=13.00 \text{ } 13.00 \text{ } 13.00 \text{ kN/m}$
 Ώθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{ay}=4.10 \text{ } 4.10 \text{ } 4.10 \text{ kN/m}$
 Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M=-17.33 \text{ } -17.33 \text{ } -17.33 \text{ kNm/m}$
 Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x=0.000 \text{ m}, y=1.333 \text{ m}$

Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=2.000 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU STR GEO

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}=13.00 \text{ } 13.00 \text{ } 13.00 \text{ kN/m}$
 Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}=4.10 \text{ } 4.10 \text{ } 4.10 \text{ kN/m}$
 Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s=8.67 \text{ } 8.67 \text{ } 8.67 \text{ kNm/m}$
Σεισμικές δυνάμεις (EC8 EN1998-1-1:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=1.00\times0.24\times1.00/1.500=0.160$ (EC8 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50\times0.160=0.080$ (EC8 Εξ.7.2)
 Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega)=k_h/(1-k_v)=0.160/(1-0.080)=0.174$, $\omega=9.87^\circ$
 Method Mononobe-Okabe (EC8 Παράρτημα Ε.4)
 για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*=0.584$
 Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού
 επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(0.584/0.426-1)=0.371$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.371\times13.00=17.82 \text{ kN/m}$

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)

Φορτίο	y1 - y2	Fx	Fy	x	y		
	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]			
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	6.10-	6.10	0.00	0.00	0.000	6.100
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	6.10-	8.10	13.00	4.10	0.000	7.433
Βάρος τοίχου	W		0.00	67.75	0.207		4.450
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Gf			0.00	2.00	1.200	7.750
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Qf			0.00	1.60	1.200	7.750

Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU) (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Ελεγχος περίπτωσης με 0.90x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	M	
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]		
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax	1.10	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100	2.000 0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax	1.10	6.10-	8.10	14.30	4.51	1.100	0.667 -0.76
Βάρος τοίχου	W x	0.90		0.00	60.97	0.893	3.650	-54.45
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Gfx	0.90			0.00	1.80	0.400	0.350 -0.72
		Σύνολα=	67.28				-55.93	
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων		= 67.28 kN/m						
Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο		= -55.93 kNm/m						
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως		= -18.93 kNm/m						
Εκκεντρότητα		$ec = -18.93/67.28 = -0.281m$, $ec > 1.100/6 = 0.183m$						
Τάσεις εδάφους		$q = 0.000 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.806 \text{ m}$						
Ενεργό θεμέλιο		$L' = 1.100 - 2 \times 0.281 = 0.537 \text{ m}$ (EC7 Παράρτημα D)						
Φέρουσα ικανότητα εδάφους		$Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.537 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 115.07 \text{ kN/m}$						
Φέρουσα ικανότητα εδάφους		$Vd = 67.28 < Rd = 115.07 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2,						

Εξ.6.1)

Ελεγχος περίπτωσης με 1.10x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	M	
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]		
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax	1.10	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100	2.000 0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax	1.10	6.10-	8.10	14.30	4.51	1.100	0.667 -0.76
Βάρος τοίχου	W x	1.10		0.00	74.53	0.893	3.650	-66.55
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Gfx	0.90			0.00	1.80	0.400	0.350 -0.72
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Qfx	1.50			0.00	2.40	0.400	0.350 -0.96
		Σύνολα=	83.24				-68.99	
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων		= 83.24 kN/m						
Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο		= -68.99 kNm/m						
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως		= -23.21 kNm/m						
Εκκεντρότητα		$ec = -23.21/83.24 = -0.279m$, $ec > 1.100/6 = 0.183m$						
Τάσεις εδάφους		$q = 0.000 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.814 \text{ m}$						
Ενεργό θεμέλιο		$L' = 1.100 - 2 \times 0.279 = 0.542 \text{ m}$ (EC7 Παράρτημα D)						
Φέρουσα ικανότητα εδάφους		$Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.542 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 116.14 \text{ kN/m}$						

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=83.24 < R_d=116.14 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU) (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=1.100, y=8.100 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x_0	y_0	M_{0+}	M_{0-}		
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]		
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100	2.000	0.00	0.00	
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	6.10-	8.10	14.30	4.51	1.100	0.667	4.20	4.96	
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	60.97	0.893	3.650	0.00	54.45		
Φορτίο δαπέδου υπογείου	$G_{fx}0.90$		0.00	1.80	0.400	0.350	-0.72	-0.72		
Σύνολα=			3.48	58.69						

Υπάρχει πλάκα δαπέδου και οροφής. Ο έλεγχος ανατροπής ικανοποιείται

Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU) (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_{x+}	F_{x-}	F_y		
			[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]		
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	6.10-	6.10	0.00	0.00	0.00	
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	6.10-	8.10	14.30	0.00	4.51	
Παθητική ώθηση γαιών	$P_{rx}0.90$	0.00-	0.00	0.00	0.00	0.00	
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	0.00	60.97		
Φορτίο δαπέδου υπογείου	$G_{fx}0.90$		0.00	0.00	1.80		
Σύνολα=			14.30	0.00	67.28		

Υπάρχει πλάκα δαπέδου. Ο έλεγχος ολίσθησης ικανοποιείται.

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR)

Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR)

Φορτίο	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x	y		
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]		
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	6.10-	6.10	0.00	0.00	0.000	6.100
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	6.10-	8.10	13.00	4.10	0.000	7.433
Βάρος τοίχου	W		0.00	67.75	0.207	4.450	
Φορτίο δαπέδου υπογείου	G_f		0.00	2.00	1.200	7.750	
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Q_f		0.00	1.60	1.200	7.750	

Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR) (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με $1.00x$ (ίδιο βάρος+μόνιμα)+ $0.00x$ (κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x_0	y_0	M		
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]		
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100	2.000	0.00	
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	6.10-	8.10	17.55	5.54	1.100	0.667	-0.93	
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$		0.00	67.75	0.893	3.650	-60.50		
Φορτίο δαπέδου υπογείου	$G_{fx}1.00$		0.00	2.00	0.400	0.350	-0.80		
Σύνολα=			75.29				-62.23		

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 75.29 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -62.23 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -20.82 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = -20.82/75.29 = -0.277\text{m}$, $e_c > 1.100/6 = 0.183\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.000\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.820\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.100 - 2 \times 0.277 = 0.547\text{ m}$ (EC7 Παράρτημα D)
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.547 \times (1000 \times 0.30) / 1.00 = 164.10\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 75.29 < R_d = 164.10\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2,

Εξ.6.1)

Έλεγχος περίπτωσης με 1.35x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.50x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x_0	y_0	M	
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]		
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100	2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	6.10-	8.10	17.55	5.54	1.100	0.667	-0.93
Βάρος τοίχου	$W \times 1.35$		0.00	91.46	0.893	3.650	-81.68	
Φορτίο δαπέδου υπογείου	$G_{fx}1.00$			0.00	2.00	0.400	0.350	-0.80
Φορτίο δαπέδου υπογείου	$Q_{fx}1.50$			0.00	2.40	0.400	0.350	-0.96
Σύνολα=			101.40				-84.37	

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 101.40 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -84.37 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -28.60 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = -28.60/101.40 = -0.282\text{m}$, $e_c > 1.100/6 = 0.183\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.000\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.804\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.100 - 2 \times 0.282 = 0.536\text{ m}$ (EC7 Παράρτημα D)
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.536 \times (1000 \times 0.30) / 1.00 = 160.80\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 101.40 < R_d = 160.80\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2,

Εξ.6.1)

Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR) (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=1.100, y=8.100\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x_0	y_0	Mo+	Mo-		
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]			
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax	1.35	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100	2.000	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax	1.35	6.10-	8.10	17.55	5.54	1.100	0.667	5.16	6.09
Βάρος τοίχου	W x	1.00		0.00	67.75	0.893	3.650	0.00	60.50	
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Gfx	1.00			0.00	2.00	0.400	0.350	-0.80	-0.80
Σύνολα=						4.36	65.79			

Υπάρχει πλάκα δαπέδου και οροφής. Ο έλεγχος ανατροπής ικανοποιείται

Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR) (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_{x+}	F_{x-}	F_y
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	6.10-	6.10	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	6.10-	8.10	17.55	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	$P_{px}1.00$	0.00-	0.00	0.00	0.00
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$		0.00	0.00	67.75

Φορτίο δαπέδου υπογείου Gfx1.00 0.00 0.00 2.00
Σύνολα= 17.55 0.00 75.29

Υπάρχει πλάκα δαπέδου. Ο έλεγχος ολίσθησης ικανοποιείται.

Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (GEO)

Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (GEO)

Φορτίο	y1 - y2	Fx	Fy	x	y
	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	6.10-	6.10	0.00	0.00 0.000 6.100
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	6.10-	8.10	13.00	4.10 0.000 7.433
Βάρος τοίχου	W		0.00	67.75	0.207 4.450
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Gf		0.00	2.00	1.200 7.750
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Qf		0.00	1.60	1.200 7.750

Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (GEO) (EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0.00x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	M
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100 2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	6.10-	8.10	13.00	4.10	1.100 0.667	-0.69
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	67.75	0.893	3.650	-60.50
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Gfx1.00		0.00	2.00	0.400	0.350	-0.80
Σύνολα=		73.85		-61.99			

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 73.85 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -61.99 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -21.37 kNm/m

Εκκεντρότητα $e_c = -21.37/73.85 = -0.289m$, $e_c > 1.100/6 = 0.183m$

Τάσεις εδάφους $q = 0.000 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.782 \text{ m}$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.100 - 2 \times 0.289 = 0.521 \text{ m}$ (EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.521 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 111.64 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 73.85 < R_d = 111.64 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2,

Εξ.6.1)

Έλεγχος περίπτωσης με 1.00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1.30x(κινητά κορυφής)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	M
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100 2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	6.10-	8.10	13.00	4.10	1.100 0.667	-0.69
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	67.75	0.893	3.650	-60.50
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Gfx1.00		0.00	2.00	0.400	0.350	-0.80
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Qfx1.30		0.00	2.08	0.400	0.350	-0.83
Σύνολα=		75.93		-62.82			

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 75.93 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -62.82 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -21.06 kNm/m

Εκκεντρότητα $e_c = -21.06/75.93 = -0.277\text{m}$, $e_c > 1.100/6 = 0.183\text{m}$

Τάσεις εδάφους $q = 0.000\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.818\text{ m}$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.100 - 2 \times 0.277 = 0.545\text{ m}$ (EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.545 \times (1000 \times 0.30) / 1.40 = 116.79\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 75.93 < R_d = 116.79\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (GEO) (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0 = 0, y_0 = 0$) ($x = 1.100, y = 8.100\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x_0	y_0	M_{0+}	M_{0-}
			[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.00$	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100	2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.00$	6.10-	8.10	13.00	4.10	1.100	0.667	3.82
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$		0.00	67.75	0.893	3.650	0.00	60.50
Φορτίο δαπέδου υπογείου	$G_{fx}1.00$		0.00	2.00	0.400	0.350	-0.80	-0.80
Σύνολα=					3.02	64.21		

Υπάρχει πλάκα δαπέδου και οροφής. Ο έλεγχος ανατροπής ικανοποιείται

Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (GEO) (EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_{x+}	F_{x-}	F_y
			[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.00$	6.10-	6.10	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.00$	6.10-	8.10	13.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	$P_{rx}1.00$	0.00-	0.00	0.00	0.00
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$		0.00	0.00	67.75
Φορτίο δαπέδου υπογείου	$G_{fx}1.00$		0.00	0.00	2.00
Σύνολα=			13.00	0.00	73.85

Υπάρχει πλάκα δαπέδου. Ο έλεγχος ολίσθησης ικανοποιείται.

Αντισεισμικός έλεγχος (EC8 EN1998-1-1:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x	y
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	6.10-	6.10	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	6.10-	8.10	13.00	4.10
Βάρος τοίχου	W		0.00	67.75	0.207
Φορτίο δαπέδου υπογείου	G_f		0.00	2.00	1.200
Φορτίο δαπέδου υπογείου	Q_f		0.00	1.60	1.200

Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

Φορτίο	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x	y
	[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	6.10-	6.10	0.00	0.000 6.100
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	6.10-	8.10	4.82	0.000 7.433
Βάρος τοίχου	W	10.84	-5.42	0.207	4.450

Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό) (EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x_0	y_0	M
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a \times 1.00$	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100 2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a \times 1.00$	6.10-	8.10	17.82	4.10	1.100 0.667	0.73
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$	10.84	73.17	0.893	3.650	-16.09	
Σύνολα=		77.27	-15.36				

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 77.27 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -15.36 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 27.14 kNm/m

Εκκεντρότητα $e_c = 27.14 / 77.27 = 0.351$ m, $e_c > 1.100 / 6 = 0.183$ m

Τάσεις εδάφους $q = 0.259$ N/mm² $B_q = 0.596$ m

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.100 - 2 \times 0.351 = 0.398$ m (EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.398 \times (1000 \times 0.30) / 1.00 = 119.40$ kN/m

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 77.27 < R_d = 119.40$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2,

Εξ.6.1)

Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό) (EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0 = 0, y_0 = 0$) ($x = 1.100, y = 8.100$ m)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_x	F_y	x_0	y_0	M_{o+}	M_{o-}
		[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a \times 1.00$	6.10-	6.10	0.00	0.00	1.100 2.000	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a \times 1.00$	6.10-	8.10	17.82	4.10	1.100 0.667	5.24	4.51
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$	10.84	73.17	0.893	3.650	44.41	60.50*	
Σύνολα=		49.65	65.01					

(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Υπάρχει πλάκα δαπέδου και οροφής. Ο έλεγχος ανατροπής ικανοποιείται

Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό) (EC7 §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	$\gamma_1 - \gamma_2$	F_{x+}	F_{x-}	F_y
		[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a \times 1.00$	6.10-	6.10	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_a \times 1.00$	6.10-	8.10	17.82	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	$P_{rx} \times 1.00$	0.00-	0.00	0.00	0.00
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$	10.84	0.00	62.33	
Σύνολα=		28.66	0.00	66.43	

Υπάρχει πλάκα δαπέδου. Ο έλεγχος ολίσθησης ικανοποιείται.

Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου (EC2 EN1992-1-1:2004)

Φόρτιση 1.35x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+1.50x(κινητά δυσμενή)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	Fx	Fy	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
1.00	0.300	0.00	7.50	0.00
2.00	0.300	0.00	15.00	0.00
3.00	0.300	0.00	22.50	0.00
4.00	0.300	0.00	30.00	0.00
5.00	0.300	0.00	37.50	0.00
6.00	0.300	0.00	45.00	0.00
7.75	0.300	11.95	61.89	5.61

Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm (§3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: 0.26(f_{ctm}/f_{yk})d, 0.0013d, 0.0020A_c, μέγιστος: 0.04A_c (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s	min	v _{yzt}
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]				[cm ² /m]	[cm ² /m]		
1.00	0.00	-7.50	245	29.03	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(3.00)
2.00	0.00	-15.00	245	20.52	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(3.00)
3.00	0.00	-22.50	245	16.76	0.02	0.4/20.0	2.31	0.00	(3.00)
4.00	0.00	-30.00	245	14.51	0.02	0.4/20.0	2.32	0.00	(3.00)
5.00	0.00	-37.50	245	12.98	0.02	0.5/20.0	2.32	0.00	(3.00)
6.00	0.00	-45.00	245	11.85	0.03	0.5/20.0	2.32	0.00	(3.00)
7.75	5.61	-61.89	245	7.23	0.04	0.9/20.0	2.33	0.00	(3.00)

Φόρτιση 1.00x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+0.30x(κινητά)+1.00x(σεισμός)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου (με σεισμό)

y	h	Fx	Fy	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
1.00	0.300	1.20	7.50	0.60
2.00	0.300	2.40	15.00	2.40
3.00	0.300	3.60	22.50	5.40
4.00	0.300	4.80	30.00	9.60
5.00	0.300	6.00	37.50	15.00
6.00	0.300	7.20	45.00	21.60
7.75	0.300	21.43	61.89	42.00

Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό) (EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm (§3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: 0.26(f_{ctm}/f_{yk})d, 0.0013d, 0.0020A_c, μέγιστος: 0.04A_c (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s	min	v _{yzt}
---	-----	-----	---	----	-----	--------------------------------	----	----------------	-----	------------------

[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
1.00	0.60	-7.50	245	21.39	0.01 0.3/20.0 2.31 0.00 (3.00)
2.00	2.40	-15.00	245	12.53	0.02 0.5/20.0 2.32 0.02 (3.18)
3.00	5.40	-22.50	245	8.92	0.04 0.7/20.0 2.33 0.20 (3.18)
4.00	9.60	-30.00	245	6.94	0.05 1.0/20.0 2.34 0.50 (3.18)
5.00	15.00	-37.50	245	5.69	0.06 1.2/20.0 2.35 0.92 (3.18)
6.00	21.60	-45.00	245	4.82	0.07 1.5/20.0 2.36 1.46 (3.18)
7.75	42.00	-61.89	245	3.54	0.10 2.3/20.0 2.39 3.26 (3.18)

Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου Ø10/24.0 (3.27cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/30.0 (1.68cm²/m)

Οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου Ø10/26.0 (3.02cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/30.0 (1.68cm²/m)

Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου (EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)

$l_{b,req}=(\phi/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd})=(10/4) \cdot (434/1.34)=809\text{mm}$

$\sigma_{sd}=435.00 \cdot 326/327=434\text{MPa}$ $f_{bd}=2.25 \cdot 0.70 \cdot f_{ctd}=1.34\text{ MPa}$ (EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd}=0.70 \cdot 809=566\text{mm}$, $C_{nom}=50\text{mm} > 3 \cdot 10=30\text{mm}$ {=(3Z) (EC2 §8.4.4, T.8.2)}

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b,min}=\max(0.30 \cdot l_{b,req}, 10\phi, 100\text{mm})=243\text{mm}$

Απαραίτητο άγκιστρο 295mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

Ελεγχος κορμού σε διάτμηση (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50\text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)

Η κατανομή του φορτίου ώθησης είναι γραμμική, άρα η μεταβολή της διατμητικής δύναμης είναι παραβολική. Η μεταβολή της διατομής του κορμού είναι γραμμική.

Αρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

$V_{ed}=10.27\text{ kN/m}$, $V_{ed} (+\text{σεισμικός})=19.44\text{ kN/m}$, $N_{ed}=-59.53\text{ kN/m}$

Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.2.2)

$V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.2.a)

$V_{rdc} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.2.b)

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=20\text{MPa}$, $b_w=1000\text{mm}$, $d=245\text{mm}$

$k=1+(200/d)^{1/4} \leq 2$, $k=1.90$, $k_1=0.15$

$\rho_1=A_{s1}/(b_w \cdot d)=327/(1000 \cdot 245)=0.0013$

$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \cdot 59.53/300000=0.20\text{N/mm}^2$

$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.41\text{N/mm}^2$, (EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001 \cdot (0.41 + 0.15 \cdot 0.20) \cdot 1000 \cdot 245=107.80\text{kN/m}$

$V_{rdc}=0.001 \cdot [0.120 \cdot 1.90 \cdot (0.13 \cdot 20)^{0.33} + 0.15 \cdot 0.20] \cdot 1000 \cdot 245=84.16$, $V_{rdc}=107.80\text{kN/m}$

$V_{ed}=19.44\text{ kN/m} \leq V_{rdc}=107.80\text{ kN/m}$, διάτμηση OK

Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί (EC2 EN1992-1-1:2004)

Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=1.100\text{ m}$ to $x=0.300\text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 101.40 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -28.60 kNm/m
 $q_1 = -0.050 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.157 \text{ N/mm}^2$, $w = 0.800 \text{ m}$
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.009 \text{ N/mm}^2$
 $M = 3.24 \text{ kNm/m}$, $V = 35.60 \text{ kN/m}$
 V σε απόσταση $h = 275 \text{ mm}$ από παρειά = 4.68 kN/m
 $M_{ed} = 3.24 \text{ kNm/m}$, $V_{ed} = 4.68 \text{ kN/m}$

Ελεγχος τμήματος μπροστά $x = 1.100 \text{ m}$ το $x = 0.300 \text{ m}$ (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 77.27 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 27.14 kNm/m
 $q_1 = 0.259 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2$, $w = 0.800 \text{ m}$
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.009 \text{ N/mm}^2$
 $M = 43.16 \text{ kNm/m}$, $V = 70.07 \text{ kN/m}$
 V σε απόσταση $h = 275 \text{ mm}$ από παρειά = 60.30 kN/m
 $M_{ed} = 43.16 \text{ kNm/m}$, $V_{ed} = 60.30 \text{ kN/m}$

Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 75 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)
 $M_{ed} = 43.16 \text{ kNm/m}$, $d = 269 \text{ mm}$, $K_d = 4.09$ $x/d = 0.08$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1} = -1.9/20.0$ $k_s = 2.37$, $A_s = 3.81 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.0013 b d$ ($A_s = 3.50 \text{ cm}^2/\text{m}$) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\emptyset 12/32.0$ ($3.53 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\emptyset 12/29.5$ ($3.83 \text{ cm}^2/\text{m}$)
Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\emptyset 12/40.0$ ($2.82 \text{ cm}^2/\text{m}$)
Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου (EC2 §9.8.2.2, §8.4)

$x = h/2 = 0.175 \text{ m}$, $R = 1000 \times 0.259 \times 0.175 = 45.33 \text{ kN/m}$
 $e = 0.15 b = 0.045 \text{ m}$ $z_e = 0.757 \text{ m}$, $z_i = 0.900 d = 0.242 \text{ m}$
 $F_s = R \cdot z_e / z_i = 45.33 \times 0.757 / 0.242 = 141.83 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{sd} = F_s / A_s = 1000 \times 141.83 / 383 = 370 \text{ MPa}$
 Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)
 $l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (12/4) \times (370 / 1.91) = 581 \text{ mm}$
 $f_{bd} = 2.25 \times 1.00 \times f_{ctd} = 1.91 \text{ MPa}$ (EC2 §8.4.2)
 Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης (EC2 §8.4.4, T.8.2)
 $l_{bd} = 0.70 \times 581 = 407 \text{ mm}$, $C_{nom} = 75 \text{ mm} > 3 \times 12 = 36 \text{ mm} = (3\emptyset)$
 Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b,min} = \max(0.30 l_{b,rqd}, 10\emptyset, 100 \text{ mm}) = 174 \text{ mm}$
 Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης διαμήκους οπλισμού $l_{bd} = 410 \text{ mm} = 0.410 \text{ m}$
 $l_{bd} = 410 \text{ mm} > (x - C_{nom}) = 100.00$. Απαραίτητα άγκιστρα 310mm στα τέρματα των ράβδων οπλισμού
Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση (EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C20/25-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 75 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)
Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)
 $V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50)
 $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d = d_m = 269 \text{ mm}$, $a = 269 \text{ mm}$
 $C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$, $b_w = 1000 \text{ mm}$, $d = 269 \text{ mm}$
 $k = 1 + (200/d)^{1/4} \leq 2$, $k = 1.86$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 383/(1000 \times 269) = 0.0014$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot f_{ck}^{0.5} = 0.40 \text{ N/mm}^2, \quad (\text{EC2 Εξ.6.3N})$$

$$V_{rd,c(min)} = 0.001 \times (0.40 \times 2 \times 269 / 269) \times 1000 \times 269 = 215.20 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.86 \times (0.14 \times 20)^{0.33} \times 2 \times 269 / 269] \times 1000 \times 269 = 169.25, \quad V_{rdc} = 215.20 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 60.30 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 215.20 \text{ kN/m}, \quad \text{διάτμηση και διάτρηση OK}$$

Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας από ρηγμάτωση (EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2, §7.3.3)

Φόρτιση 1.00x(μόνιμα)+1.00x(κινητά)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
1.00	0.300	0.00	15.00	0.00
2.00	0.300	0.00	30.00	0.00
3.00	0.300	0.00	45.00	0.00
4.00	0.300	0.00	60.00	0.00
5.00	0.300	0.00	75.00	0.00
6.00	0.300	0.00	90.00	0.00
7.75	0.300	8.85	60.92	4.16

$$M_{ed}(SLS) = 4.16 \text{ kNm}, \quad V_{ed}(SLS) = 8.85 \text{ kN}, \quad N_{ed}(SLS) = 60.92 \text{ kN}$$

Τελικός συντελεστής ερπυσμού $\phi(\text{oo}, \text{to}) = 2.50$ (EC2 §3.1.4, Παράρτημα Β)

Ολική συστολή ξήρανσης $\epsilon_{cs} = -0.30\%$

$$\gamma_c = 1.00, \quad \gamma_s = 1.00 \quad (\text{EC2 §2.4.2.4.2})$$

Μέτρο Ελαστικότητας σκυροδέματος $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$, $E_{c,eff} = 30 / (1 + 2.50) = 8.57 \text{ GPa} = 8570 \text{ MPa}$ (EC2 Εξ.7.20)

Μέτρο Ελαστικότητας χάλυβα $E_s = 200 \text{ GPa} = 200000 \text{ MPa}$

Λόγος μέτρων Ελαστικότητας $E_s/E_c = 200/30 = 6.67$, ενεργό $E_s/E_{c,eff} = 200/8.57 = 23.34$

Εφελκόμενος οπλισμός: $\emptyset 10/240$ ($3.27 \text{ cm}^2/\text{m}$), Θλιβόμενος οπλισμός: $\emptyset 10/260$ ($3.02 \text{ cm}^2/\text{m}$)

$$\text{Λόγος οπλισμών } \rho = A_{s1}/(b \cdot d) = 327/(1000 \times 245) = 0.001, \quad \rho' = A_{s2}/(b \cdot d) = 302/(1000 \times 245) = 0.001$$

Κατάσταση I (αρηγμάτωση διατομή) (SLS)

$$\Delta \text{υσκαμψία αρηγμάτωσης διατομής}, EI = (200/23.34) \times (0.001 \times 2.467) = 21143 \text{ kNm}^2$$

$$A_i = A_c + (n-1)(A_{s1} + A_{s2}), \quad e = (n-1)(A_{s1} \cdot y_{1s} - A_{s2} \cdot y_{2s})/A_i, \quad I = I_c + b \cdot h \cdot e^2 + (A_{s1} \cdot y_{1s}^2 + A_{s2} \cdot y_{2s}^2)(n-1)$$

$$S = A_s \cdot y_{2s} = (0.001)^2 \times 327 \times 0.096 = (0.001) \times 0.031 \text{ m}^3, \quad y_2 = 151 \text{ mm}, \quad y_{2s} = y_2 - d_2 = 151 - 55 = 96 \text{ mm} \quad (\text{EC2 Εξ.7.21})$$

$$\text{καμπυλότητα λόγω ροπής } 1/r_M = 4.16/21143 = (0.001) \times 0.197 \text{ (1/m)}$$

$$\text{καμπυλότητα λόγω ξήρανσης } 1/r_{cs} = (0.001 \times 0.30) \times 23.34 \times (0.031/2.467) = (0.001) \times 0.089 \text{ (1/m)}$$

$$\text{Ολική καμπυλότητα } 1/r = (0.001) \times 0.197 + (0.001) \times 0.089 = (0.001) \times 0.286 \text{ (1/m)}$$

$$\text{Ροπή ρηγμάτωσης}, M_{cr} = f_{ctm} \cdot (I/y_2) = 2.2 \times (2.467/0.151) = 35.95 \text{ kNm}$$

Κατάσταση II (πλήρως ρηγματωμένη διατομή) (SLS)

$$\rho = 0.001, \quad \rho' = 0.001, \quad \rho'/\rho = 1.000, \quad n = \alpha_e = 23.34, \quad n \cdot \rho = 0.023, \quad \xi = 0.762, \quad \alpha = 0.185, \quad x = \alpha \cdot d = 0.045 \text{ m}$$

$$\Delta \text{υσκαμψία πλήρως ρηγματωμένης διατομής}, EI = \xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2 = 0.762 \times 200 \times 327 \times 0.245^2 = 2991 \text{ kNm}^2$$

$$y_2 = (1 - \alpha) d = 200 \text{ mm}, \quad \epsilon_s = y_2 \cdot M/EI = (0.001) \times 200 \times 4.16/2991 = 0.28$$

$$S = A_s \cdot y_2 = (0.001)^2 \times 327 \times 0.200 = (0.001) \times 0.065 \text{ m}^3 \quad (\text{EC2 Εξ.7.21})$$

$$\text{καμπυλότητα λόγω ροπής } 1/r_M = 4.16/2991 = (0.001) \times 1.391 \text{ (1/m)}$$

$$\text{καμπυλότητα λόγω ξήρανσης } 1/r_{cs} = (0.001 \times 0.30) \times 23.34 \times (0.065/0.349) = (0.001) \times 0.185 \text{ (1/m)}$$

$$\text{Ολική καμπυλότητα } 1/r = (0.001) \times 1.391 + (0.001) \times 0.185 = (0.001) \times 1.576 \text{ (1/m)}$$

$M_{ed}=4.16 \text{ kNm}$, $N_{ed}=60.92 \text{ kN}$, $\varepsilon_c/\varepsilon_s=0.04/0.30$, $x=28 \text{ mm}$, $\sigma_s=60 \text{ N/mm}^2$

Ελεγχος παραμορφώσεων με άμεσο υπολογισμό (SLS) (EN1992-1-1, §7.4.3)

$M_{ed}=4.16 < 0.70 \times M_{cr}=0.70 \times 35.95=25.16 \text{ kNm}$, $\zeta=0.00$ (Εξ.7.19)

Τελική καμπυλότητα $(1/r)=0.00 \times (0.001 \times 1.576) + (1-0.00) \times (0.001 \times 0.286) = (0.001) \times 0.286 (1/m)$ (Εξ.7.18)

Ελάχιστα εμβαδα οπλισμών (SLS) (EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2)

Ελάχιστα εμβαδά οπλισμού $A_{s,min}=k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$ (EC2 Εξ.7.1)

$b=1.000 \text{ m}$, $b_{eff}=1.000 \text{ m}$, $h=0.300 \text{ m}$, $d=0.245 \text{ m}$, $x=0.028 \text{ m}$, $\varnothing=10 \text{ mm}$

$N_{ed}=60.92 \text{ kN}$, $\sigma_c=(N_{ed}/bh)=-0.2 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_s=435 \text{ N/mm}^2$

$A_{ct}=(h-x) \cdot b=(300-28) \times 1000=271791 \text{ mm}^2$

$\max(h,b_1)=0 \text{ mm}$, $f_{ctm}=2.20 \text{ N/mm}^2$, $A_{ct}=271791 \text{ mm}^2$, $k=1.00$, $k_c=0.42$, $k_1=1.50$

Ελάχιστος οπλισμός, $A_{s,min}=0.42 \times 1.00 \times 2.20 \times 271791 / 435 = 577 \text{ mm}^2/\text{m}$

Υπολογισμός εύρους ρωγμών (SLS) (EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.3)

$w_k=s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$ (EC2 Εξ.7.8)

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}=[\sigma_s-kt \cdot (f_{ct,eff}/\rho_{eff})(1+\alpha_e \cdot \rho_{eff})]/E_s \geq 0.6 \sigma_s/E_s$ (EC2 Eq.7.9)

$\sigma_s=60 \text{ N/mm}^2$, μικρής διάρκειας φόρτιση: $E_s/E_c=6.67$, $kt=0.6$, μικράς διάρκειας φόρτιση: $E_s/E_c=23.34$, $kt=0.4$

$A_{ceff}=0.333(h-x)b=0.333 \times (300-28) \times 1000=90506 \text{ mm}^2$ (§7.3.2.3)

$\rho_{eff}=A_s/A_{ceff}=327/90506=0.004$

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}=[60-0.4 \times (2.2/0.004)(1+23.34 \times 0.004)]/200=-1.02\text{‰} \geq 0.6 \times 60/200=0.18\text{‰}$

$s_{r,max}=k_3 \cdot C_{nom}+k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \{Z/\rho_{eff}$ (EC2 Εξ.7.11)

$\varnothing=10 \text{ mm}$, $k_1=0.8$, $k_2=(e_1+e_2)/2e_1=0.5$, $k_3=3.4$, $k_4=0.425$

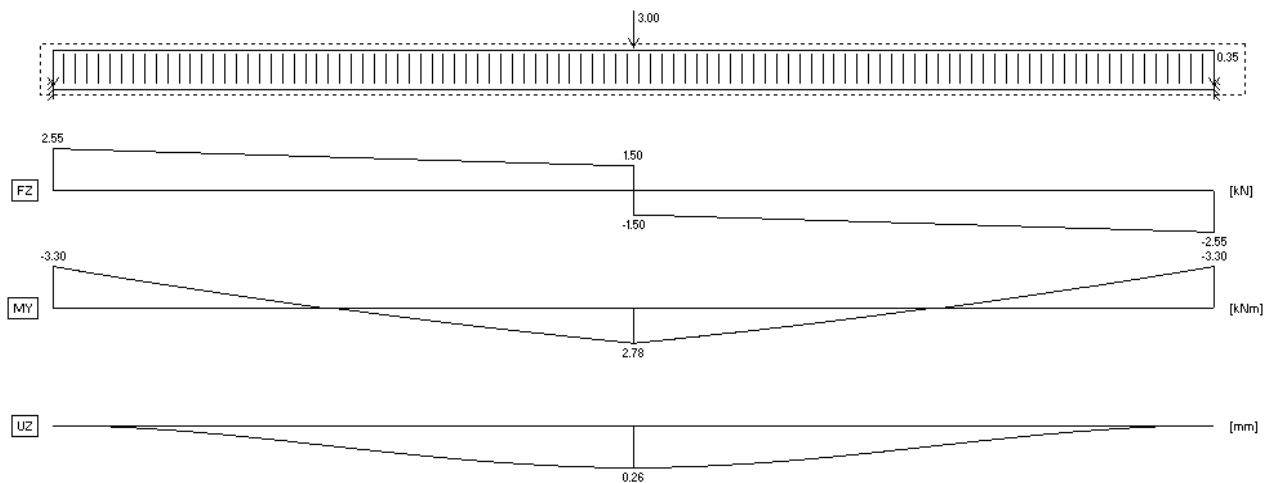
$s_{r,max}=3.4 \times 50.00+0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 10/0.004=640.52 \text{ mm}$

$w_k=s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})=640.52 \times 0.001 \times 0.18=0.12 \text{ mm}$

$w_k=0.12 \text{ mm} \leq 0.30 \text{ mm}=w_{max}$, Κατηγορία περιβάλλοντος: XC1, Πλάτος ρωγμής κάτω ορίου

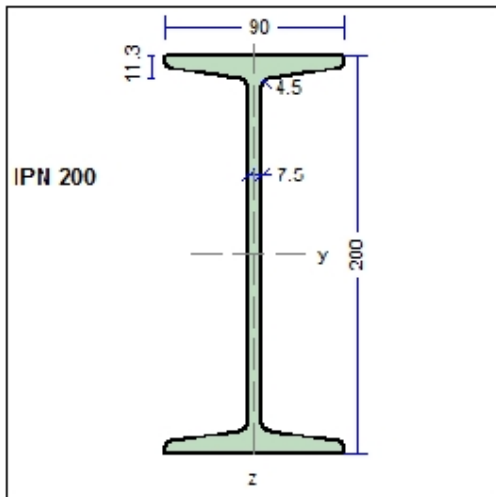
Βάρος Δοκού : 26.2 Kg/m (Υπολογιστικό βάρος = $26.2 \times 1.35 = 35.37 \text{ Kg/m} = 0.35 \text{ kN/m}$)

Βάρος Αναρτωμένης Αντλίας : 2kN (Υπολογιστικό βάρος = $2 \times 1.5 = 3 \text{ kN}$) .



Διαγράμματα Επίλυσης

Ιδιότητες της διατομής IPN200



Διαστάσεις διατομής

Υψος διατομής	$h = 200.00 \text{ mm}$
Πλάτος διατομής	$b = 90.00 \text{ mm}$
Υψος κορμού	$h_w = 188.70 \text{ mm}$
Υψος ευθύγραμμου τμήματος κορμού	$d_w = 168.40 \text{ mm}$
Πάχος κορμού	$t_w = 7.50 \text{ mm}$
Πάχος πέλματος	$t_f = 11.30 \text{ mm}$
Ακτίνα συναρμογής	$r = 4.50 \text{ mm}$
Μάζα	$= 26.20 \text{ Kg/m}$

Χαρακτηριστικά διατομών

Εμβαδόν	$A = 3340 \text{ mm}^2$
Ροπή αδρανείας	$I_y = 21.400 \times 10^6 \text{ mm}^4$
	$I_z = 1.170 \times 10^6 \text{ mm}^4$
Ελαστική ροπή αντίστασης	$W_y = 214.00 \times 10^3 \text{ mm}^3$
	$W_z = 26.000 \times 10^3 \text{ mm}^3$
Πλαστική ροπή αντίστασης	$W_{py} = 250.00 \times 10^3 \text{ mm}^3$
	$W_{pz} = 43.500 \times 10^3 \text{ mm}^3$
Ακτίνα αδρανείας	$i_y = 80.0 \text{ mm}$
	$i_z = 18.7 \text{ mm}$
Επιφάνεια διάτμησης	$A_{vz} = 1492 \text{ mm}^2$
	$A_{vy} = 2034 \text{ mm}^2$
Σταθερά στρέψης	$I_t = 0.116 \times 10^6 \text{ mm}^4$
	$i_p = 82 \text{ mm}$
Σταθερά στρέβλωσης	$I_w = 12.222 \times 10^9 \text{ mm}^6$

Διατομή IPN 200

Κατάταξη και Αντοχή χαλύβδινης διατομής

(EN1993-1-1:2005 §5.6,6.2)

Χάλυβας	Κατηγορία			Θλίψη		Καμπτική αντοχή		Διατμητική αντοχή	
	Nx	Myy	Mzz	NtRd[kN]	NcRd[kN]	McRdy[kNm]	McRdz[kNm]	VcRdz [kN]	VcRdy [kN]
S 235	1	1	1	785	785	58.8	10.2	202	276
S 275	1	1	1	919	919	68.8	12.0	237	323
S 355	1	1	1	1186	1186	88.8	15.4	306	417
S 450	1	1	1	1470	1470	110	19.1	379	517
(γM0= 1.00, γM1= 1.00, γM2= 1.25)									

($\gamma M_0 = 1.00$, $\gamma M_1 = 1.00$, $\gamma M_2 = 1.25$)