



ΔΕΣΠΟΤΙΚΟ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΙΘΟΔΟΜΩΝ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Ι. ΒΑΛΑΒΑΝΗΣ
ΔΙΠΛΩΜ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘ. ΜΗΤΡΩΟΥ 40351
Γ. ΜΑΥΡΟΥ 2 & Τ.Κ. 551 34 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΤΗΛ: 2310 421116
ΑΦΜ: 018163546 - ΔΟΥ: ΚΑΛΑΜΑΡΙΑΣ

Ονομασία Έργου-Μελέτης

Διεύθυνση έργου

Μηχανικός Μελετητής



Γενικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου

Οροφοί

Οροφοί : 3 Υπόγεια: 0

Τοιχοποιία

Ασπλη τοιχοποιία

Ποιότητα Κατασκευής (EC6 §2.4.3)

Κατηγορία 3

Υψη ορόφων [m]

Δάπεδα

Ισόγειο ύψος ορόφου 3.05 [m] οροφή=ξύλινη Στέγη

Φορτία Κατασκευής (Ευρωκώδικας 1)

Μόνιμα Δαπέδων Επικάλυψη δαπέδων= 0.80 [kN/m²], Τοίχοι σε δάπεδα= 0.00 [kN/m²]

Κινητά Δαπέδων Κινητά σε δάπεδα = 2.00 [kN/m²], Κινητά σε σκάλες= 3.50 [kN/m²]
Κινητά σε Εξώστες= 5.00 [kN/m²]

Μόνιμα Στέγης Κολυμβητά κεραμίδια+σανίδωμα+ζευκτά Ιδιο βάρος= 1.50 [kN/m²]
Οροφή= 0.00 [kN/m²]

Κινητά Στέγης Χιόνι= 1.40 [kN/m²], Άνεμος= 1.00 [kN/m²]
Άνεμος (κατακόρυφα) 1.00xημ² (25°)= 0.14 [kN/m²]

Συντελεστές Δράσεων Φορτίων (Ευρωκ.0, Π.Α1.2) γg=1.35, γq=1.50

Συντελεστές Συνδυασμού Δράσεων (Ευρωκ.0 Π.Α1.1) Ψ0=0.60, Ψ1=0.60, Ψ2=0.30

Υλικά Τοιχοποιίας Λιθοδομή M5 60 cm

Σκυρόδεμα - Εδαφος C16/20-S500 αμ=0.15 [N/mm², MPA]

Γενικά Στοιχεία Αντισεισμικού Σχεδιασμού (Ευρωκ.8 §3)

Σεισμική Ζώνη (Ευρωκ.8 §3.2.1) Ζώνη: I, α=0.160g=1.57 m/s²

Κατηγορία Εδάφους (Ευρωκ.8 §3.1.2) Γ, S=1.15 Tb=0.20sec Tc=0.60sec

Σπουδαιότητα Κτιρίου (Ευρωκ.8 §4.2.5) Σ2 γI=1.00

Κανονισμοί που λαμβάνονται υπόψη.

Ευρωκώδικας 6 (EC6): EN1996-1-1:2004, Σχεδιασμός κατασκευών από τοιχοποιία.

Ευρωκώδικας 2 (EC2): EN1992-1-1:2004, Σχεδιασμός κατασκευών από Σκυρόδεμα

Ευρωκώδικας 8 (EC8): EN1998-1-1:2004, Αντισεισμικός σχεδιασμός κατασκευών

Ευρωκώδικας 1 (EC1): EN1991-1-1:2003, Δράσεις επί κατασκευών

Ευρωκώδικας 0 (EC0): EN1990-1-1:2002, Βάσεις σχεδιασμού κατασκευών

Εθνικό Κείμενο Εφαρμογής Ευρωκώδικα 6

Λιθοδομή M5 65 cm

Ειδικό βάρος : 26.00 [KN/m³]

Βάρος ανά m² : 16.90 [KN/m²]

Πάχος τοίχου : 0.65 [m]

Διαμήκης Αρμός OXI

Ιδιότητες Λιθοσσωμάτων (EC6 §3.1)

Τύπος Λιθοσσωμάτων: Λαξευτοί Φυσικοί EN 771-6

Διαστάσεις Λιθοσσωμάτων : 250 x 200 x 200 [mm]

Θλιπτική αντοχή : 8.00 [N/mm²]

Ανηγμένη Θλιπτική Αντοχή : $f_b = 9.20$ [N/mm²]

Ασβεστόλιθοι 20x20x25

Κατηγορία: : II

Ομάδα : 1

Συντελεστής $\delta = 1.15$ $f_b = 1.15 \times 8.00 = 9.20$ [N/mm²]Ιδιότητες Κονιάματος (EC6, §3.2)

Είδος Κονιάματος: Γενικής εφαρμογής

Θλιπτική Αντοχή f_k : 5.00 [N/mm²]

Τσιμεντοκονίαμα-M5

Χαρακτηριστικές Αντοχές Τοιχοποιίας (EC6, §3.6)Θλιπτική Αντοχή f_k [N/mm²] (EC6, §3.6.1)

$$f_k = K f_b^{0.7} f_m^{0.3} = 3.80 \text{ (K=0.45)}$$

Διατμ/κή Αντοχή f_{vko} [N/mm²] (EC6, §3.6.2) $f_{vko} = 0.25$ [N/mm²]Μέτρο Ελαστ/τος E [GPa] (EC6, §3.7.2) $E = 3.45$ [GPa=KN/mm²]Μέτρο Διάτμησης $G=40\%E$ $G = 1.38$ [GPa=KN/mm²]Λιθοδομή M5 75 cm

Ειδικό βάρος : 26.00 [KN/m³]

Βάρος ανά m² : 19.50 [KN/m²]

Πάχος τοίχου : 0.75 [m]

Διαμήκης Αρμός OXI

Ιδιότητες Λιθοσσωμάτων (EC6 §3.1)

Τύπος Λιθοσσωμάτων: Λαξευτοί Φυσικοί EN 771-6

Διαστάσεις Λιθοσσωμάτων : 250 x 200 x 200 [mm]

Θλιπτική αντοχή : 8.00 [N/mm²]

Ανηγμένη Θλιπτική Αντοχή : $f_b = 9.20$ [N/mm²]

Ασβεστόλιθοι 20x20x25

Κατηγορία: : II

Ομάδα : 1

Συντελεστής $\delta = 1.15$ $f_b = 1.15 \times 8.00 = 9.20$ [N/mm²]Ιδιότητες Κονιάματος (EC6, §3.2)

Είδος Κονιάματος: Γενικής εφαρμογής

Θλιπτική Αντοχή f_k : 5.00 [N/mm²]

Τσιμεντοκονίαμα-M5

Χαρακτηριστικές Αντοχές Τοιχοποιίας (EC6, §3.6)Θλιπτική Αντοχή f_k [N/mm²] (EC6, §3.6.1)

$$f_k = K f_b^{0.7} f_m^{0.3} = 3.45 \text{ [N/mm²] (K=0.45)}$$

Διατμ/κή Αντοχή f_{vko} [N/mm²] (EC6, §3.6.2) $f_{vko} = 0.15$ [N/mm²]Μέτρο Ελαστ/τος E [GPa] (EC6, §3.7.2) $E = 3.45$ [GPa=KN/mm²]Μέτρο Διάτμησης $G=40\%E$ $G = 1.38$ [GPa=KN/mm²]Λιθοδομή M5 100 cm

Ειδικό βάρος : 26.00 [KN/m³]

Βάρος ανά m² : 26.00 [KN/m²]

Πάχος τοίχου : 1.00 [m]

Διαμήκης Αρμός OXI

Ιδιότητες Λιθοσσωμάτων (EC6 §3.1)

Τύπος Λιθοσσωμάτων: Λαξευτοί Φυσικοί EN 771-6

Διαστάσεις Λιθοσσωμάτων : 250 x 200 x 200 [mm]

Θλιπτική αντοχή : 8.00 [N/mm²]Ανηγμένη Θλιπτική Αντοχή : $f_b = 9.20$ [N/mm²]

Ασβεστόλιθοι 20x20x25

Κατηγορία: : II

Ομάδα : 1

Συντελεστής $\delta = 1.15$ $f_b = 1.15 \times 8.00 = 9.20$ [N/mm²]Ιδιότητες Κονιάματος (EC6, §3.2)

Είδος Κονιάματος: Γενικής εφαρμογής

Θλιπτική Αντοχή f_k : 5.00 [N/mm²]

Τσιμεντοκονίαμα-M5

Χαρακτηριστικές Αντοχές Τοιχοποιίας (EC6, §3.6)Θλιπτική Αντοχή f_k [N/mm²] (EC6, §3.6.1) $f_k = K f_b^{0.7} f_m^{0.3} = 3.80$ [N/mm²] (K=0.45)Διατμ/κή Αντοχή f_{vko} [N/mm²] (EC6, §3.6.2) $f_{vko} = 0.25$ [N/mm²]Μέτρο Ελαστ/τος E [GPa] (EC6, §3.7.2) E = 3.45 [GPa=KN/mm²]Μέτρο Διάτμησης G=40%E G = 1.38 [GPa=KN/mm²]Λιθοδομή M5 60 cmΕιδικό βάρος : 26.00 [KN/m³]Βάρος ανά m² : 15.60 [KN/m²]

Πάχος τοίχου : 0.60 [m]

Διαμήκης Αρμός OXI

Ιδιότητες Λιθοσσωμάτων (EC6 §3.1)

Τύπος Λιθοσσωμάτων: Λαξευτοί Φυσικοί EN 771-6

Διαστάσεις Λιθοσσωμάτων : 250 x 200 x 200 [mm]

Θλιπτική αντοχή : 8.00 [N/mm²]Ανηγμένη Θλιπτική Αντοχή : $f_b = 9.20$ [N/mm²]

Ασβεστόλιθοι 20x20x25

Κατηγορία: : II

Ομάδα : 1

Συντελεστής $\delta = 1.15$ $f_b = 1.15 \times 8.00 = 9.20$ [N/mm²]Ιδιότητες Κονιάματος (EC6, §3.2)

Είδος Κονιάματος: Γενικής εφαρμογής

Θλιπτική Αντοχή f_k : 5.00 [N/mm²]

Τσιμεντοκονίαμα-M5

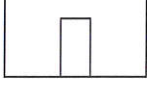
Χαρακτηριστικές Αντοχές Τοιχοποιίας (EC6, §3.6)Θλιπτική Αντοχή f_k [N/mm²] (EC6, §3.6.1) $f_k = K f_b^{0.7} f_m^{0.3} = 3.45$ [N/mm²] (K=0.45)Διατμ/κή Αντοχή f_{vko} [N/mm²] (EC6, §3.6.2) $f_{vko} = 0.15$ [N/mm²]Μέτρο Ελαστ/τος E [GPa] (EC6, §3.7.2) E = 3.45 [GPa=KN/mm²]Μέτρο Διάτμησης G=40%E G = 1.38 [GPa=KN/mm²]

Δομικά Στοιχεία

Οροφος	Δομ. Στ.	Υλικά	Διαστάσεις [m]	Θέση (x [m], y [m], θ°)
Ισόγειο	T1	Λιθοδομή M5 65 cm	3.78x 3.05x0.65	0.00, 0.32, 0.00
Ισόγειο	T2	Λιθοδομή M5 65 cm	6.83x 3.05x0.65	3.71, 0.32, 0.00
Ισόγειο	T3	Λιθοδομή M5 65 cm	4.33x 3.05x0.65	10.29, 1.79, 0.00
Ισόγειο	T4	Λιθοδομή M5 65 cm	6.03x 3.05x0.65	13.98, 3.37, 0.00
Ισόγειο	T5	Λιθοδομή M5 75 cm	6.65x 3.05x0.75	11.50, 8.46, 0.00
Ισόγειο	T6	Λιθοδομή M5 60 cm	5.54x 3.05x0.60	5.55, 5.65, 0.00
Ισόγειο	T7	Λιθοδομή M5 100 cm	5.43x 3.05x1.00	0.50, 5.43, 0.00
Ισόγειο	T8	Λιθοδομή M5 60 cm	6.00x 3.05x0.60	10.45, 1.58, 0.00

Φορτία τοίχων

Σε κάθε πάτωμα μεταφέρονται τα κατανεμημένα φορτία των πλακών στους αντίστοιχους τοίχους καθώς και τα συγκεντρωμένα φορτία στις θέσεις έδρασης των δοκών.

<u>Ισόγειο</u>	<u>T1</u>	Διαστάσεις μήκος=3.78m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m Θέση $x=0.00m$, $y=0.32m$, $\theta=0.00^\circ$, επιφάνεια τοίχου=11.53m² Λιθοδομή M5 65 cm Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 11.53 \times 16.9 = 194.8$ kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=2.2kN/m κινητό=2.2kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 8.3$ kN, κινητό $Q_f = 8.3$ kN
		
<u>Ισόγειο</u>	<u>T2</u>	Διαστάσεις μήκος=6.83m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m Θέση $x=3.71m$, $y=0.32m$, $\theta=12.69^\circ$, επιφάνεια τοίχου=20.82m² Λιθοδομή M5 65 cm Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 20.82 \times 16.9 = 351.9$ kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=2.2kN/m κινητό=2.2kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 15.0$ kN, κινητό $Q_f = 15.0$ kN
		
<u>Ισόγειο</u>	<u>T3</u>	Διαστάσεις μήκος=4.33m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m Θέση $x=10.29m$, $y=1.79m$, $\theta=27.99^\circ$, επιφάνεια τοίχου=12.84m² Λιθοδομή M5 65 cm Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 12.84 \times 16.9 = 217.1$ kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=2.2kN/m κινητό=2.2kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 9.5$ kN, κινητό $Q_f = 9.5$ kN
		
<u>Ισόγειο</u>	<u>T4</u>	Διαστάσεις μήκος=6.03m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m Θέση $x=13.98m$, $y=3.37m$, $\theta=119.07^\circ$, επιφάνεια τοίχου=17.75m² Λιθοδομή M5 65 cm Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 17.75 \times 16.9 = 300.0$ kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=2.2kN/m κινητό=2.2kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 13.3$ kN, κινητό $Q_f = 13.3$ kN
		
<u>Ισόγειο</u>	<u>T5</u>	Διαστάσεις μήκος=6.65m, ύψος=3.05m, πάχος=0.75m Θέση $x=11.50m$, $y=8.46m$, $\theta=206.13^\circ$, επιφάνεια τοίχου=17.24m² Λιθοδομή M5 75 cm Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 17.24 \times 19.5 = 336.1$ kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=2.2kN/m κινητό=2.2kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 14.6$ kN, κινητό $Q_f = 14.6$ kN
		
<u>Ισόγειο</u>	<u>T6</u>	Διαστάσεις μήκος=5.54m, ύψος=3.05m, πάχος=0.60m Θέση $x=5.55m$, $y=5.65m$, $\theta=185.38^\circ$, επιφάνεια τοίχου=16.91m² Λιθοδομή M5 60 cm Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 16.91 \times 15.6 = 263.8$ kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=2.2kN/m κινητό=2.2kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 12.2$ kN, κινητό $Q_f = 12.2$ kN
		
<u>Ισόγειο</u>	<u>T7</u>	Διαστάσεις μήκος=5.43m, ύψος=3.05m, πάχος=1.00m Θέση $x=0.50m$, $y=5.43m$, $\theta=270.00^\circ$, επιφάνεια τοίχου=16.56m² Λιθοδομή M5 100 cm Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 16.56 \times 26.0 = 430.6$ kN Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο=2.2kN/m κινητό=2.2kN/m Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 11.9$ kN, κινητό $Q_f = 11.9$ kN
		

Φορτία Τοίχων

Ισόγειο

T8

Διαστάσεις μήκος=6.00m, ύψος=3.05m, πάχος=0.60m

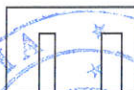
Θέση $x=10.45m$, $y=1.58m$, $\theta=125.68^\circ$, επιφάνεια τοίχου= $14.52m^2$

Λιθοδομή M5 60 cm

Ιδιο βάρος τοίχου $G_w = 14.52 \times 15.6 = 226.6 \text{ kN}$

Γραμμικό φορτίο επί τοίχου, μόνιμο= $2.2kN/m$ κινητό= $2.2kN/m$

Συνολικό φορτίο από δάπεδο μόνιμο $G_f = 13.2 \text{ kN}$, κινητό $Q_f = 13.2 \text{ kN}$



Ισόγειο

Συνολικά φορτία ορόφου

Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από τοίχους, μόνιμα $G_1 = 1258 \text{ kN}$, κινητά $Q_1 = 98 \text{ kN}$
 Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου από υποστυλώματα, μόνιμα $G_2 = 0 \text{ kN}$, κινητά $Q_2 = 0 \text{ kN}$
 Ολικά κατακόρυφα φορτία ορόφου (δάπεδα+τοίχοι), μόνιμα $G_o = 1258 \text{ kN}$, κινητά $Q_o = 98 \text{ kN}$
 Συνδυασμός δράσεων για κατακόρυφη φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου $(1.35 \times G_o + 1.50 \times Q_o) = 1845 \text{ kN}$
 Συνδυασμός δράσεων για σεισμική φόρτιση, ολικά φορτία ορόφου $(1.00 \times G_o + 0.30 \times Q_o) = 1287 \text{ kN}$
 Ολική μάζα ορόφου $M_o = (1.00 \times G_o + 0.30 \times Q_o) / 9.81 = 1287 / 9.81 = 131 \text{ kNsec}^2/m$

Κέντρο μάζας ορόφου $x_m = 1622.45 / 249.57 = 6.50m$, $y_m = 937.22 / 249.57 = 3.76m$

Υπολογισμός σεισμικών φορτίων τοίχων (Ευρωκ.8 §3, §4.3.3.2, §9)

Η κατανομή της σεισμικής δύναμης γίνεται αφού υπολογιστούν με ακρίβεια οι ακαμψίες των τοίχων σε οριζόντιες δυνάμεις. Ο υπολογισμός γίνεται με τη μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων, με επιβολή οριζόντιας μοναδιαίας σχετικής μετατόπισης του πάνω άκρου του τοίχου. Χρησιμοποιούνται επίπεδα ορθογωνικά (plain stress) πεπερασμένα στοιχεία τεσσάρων κόμβων. Υπολογίζεται επίσης η προσεγγιστική ακαμψία τοίχου (χωρίς ανοίγματα) $=1/(h^3/12EI+1.2h/GA)$

Γενικά Στοιχεία Αντισεισμικού Σχεδιασμού (Ευρωκ.8 §3)

Σεισμική Ζώνη	Ζώνη: I, $\alpha=0.160g=1.57 \text{ m/s}^2$	(Ευρωκ.8 §3.2.1)
Κατηγορία Εδάφους	Γ, $S=1.15 \quad T_b=0.20\text{sec} \quad T_c=0.60\text{sec}$	(Ευρωκ.8 §3.1.2)
Σπουδαιότητα Κτιρίου	Σ2 $\gamma_I=1.00$	(Ευρωκ.8 §4.2.5)
Δομικό σύστημα	Αοπλη τοιχοποιία $q=1.5$	(Ευρωκ.8, §9.3, T.9.1)
Συντελεστής Θεμελίωσης	$S = 1.15$	(Ευρωκ.8 §3.2.2.2)

Θεμελιώδης ιδιοπερίοδος κτιρίου $T=0.050(H)^{0.75}=0.12\text{sec}$ (Ευρωκ.8 eq.4.6)

Μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση σεισμού $R_d(T)=a.g.gI.n.S.2.5/q$ (EC8 eq.3.15)

$$R_d(T)=0.160 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.15 \times 2.5 \times g / 1.50 = 0.307g$$

Συνολική μάζα κατασκευής $M=(131) = 131 \text{ kNsec}^2/\text{m}$

Τέμνουσα βάσης $V_o=131 \times 0.307 \times 9.81 = 394 \text{ kN}$

Κατακόρυφη κατανομή σεισμικής δύναμης ως σε κανονικά κτίρια (Ευρωκ.8, §4.3.3.2.3)

Οροφος Μάζα[kNsec²/m] $z_i[m]$ $m_i.z_i$ οριζόντια δύναμη $F_i[kN]$ $e_i=M_i/W_i[m]$

Ισόγειο 131.00(250.00) 3.05 400 394x 400/ 400= 394.0 0.93

σύνολα 131.00 400 394.0

(σε κάθε όροφο ακολουθεί υπολογισμός κέντρου διάτμησης και έλεγχος κανονικότητας κτιρίου)

Διάφραγμα στη στάθμη 0.8H, διάφραγμα Ισόγειο

Ελαστικός άξονας κτιρίου στο $x=5.70\text{m}$, $y=3.48\text{m}$

Ακολουθώς δείχνεται, αναλυτικά σε κάθε όροφο και τοίχο, η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων. Η σχετική ακαμψία κάθε τοίχου υπολογίζεται με ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων. Οι περιοχές εφελκυστικών τάσεων αφαιρούνται από τους τοίχους και οι ακαμψίες μειώνονται ανάλογα.

Ανακατανομή σεισμικών δυνάμεων τοίχων 0~25 % (Ευρωκ.8, §9.4.6)

Κατανομή μάζας τοίχων : 50% στην οροφή, και 50% στο δάπεδο του ορόφου.

Έλεγχος ανατροπής

$\text{Sum}(F_i.z_i)=1201.7\text{kNm} \leq 0.90 \times W_t \times x = 0.90 \times 2452.5 \times 7.13 = 15737.7\text{kNm}$

$\text{Sum}(F_i.z_i)=1201.7\text{kNm} \leq 0.90 \times W_t \times y = 0.90 \times 2452.5 \times 4.40 = 9711.9\text{kNm}$

ΙσόγειοT1

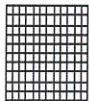
Διαστάσεις μήκος=3.78m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m

Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του

Ο τοίχος χωρίζεται σε 120 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.

Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=0.806 \text{ GN/m}$

Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=59.21 \text{ kN}$

ΙσόγειοT2

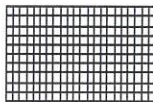
Διαστάσεις μήκος=6.83m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m

Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του

Ο τοίχος χωρίζεται σε 220 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία.

Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=1.703 \text{ GN/m}$

Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=99.35 \text{ kN}$



Σεισμικά Φορτία Τοίχων

Ισόγειο	T3	Διαστάσεις μήκος=4.33m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 140 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=0.910 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=52.33 \text{ kN}$
Ισόγειο	T4	Διαστάσεις μήκος=6.03m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 200 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=1.310 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=124.09 \text{ kN}$
Ισόγειο	T5	Διαστάσεις μήκος=6.65m, ύψος=3.05m, πάχος=0.75m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 220 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=1.290 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=83.57 \text{ kN}$
Ισόγειο	T6	Διαστάσεις μήκος=5.54m, ύψος=3.05m, πάχος=0.60m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 180 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=1.224 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=76.42 \text{ kN}$
Ισόγειο	T7	Διαστάσεις μήκος=5.43m, ύψος=3.05m, πάχος=1.00m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 180 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=1.988 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=175.92 \text{ kN}$
Ισόγειο	T8	Διαστάσεις μήκος=6.00m, ύψος=3.05m, πάχος=0.60m <u>Υπολογισμοί οριζόντιας ακαμψίας τοίχου στο επίπεδό του</u> Ο τοίχος χωρίζεται σε 200 ορθογώνια επίπεδα πεπερασμένα στοιχεία. Ακαμψία τοίχου από ανάλυση με πεπερασμένα στοιχεία $K=0.715 \text{ GN/m}$ Μέγιστη οριζόντια δύναμη κατά μήκος του τοίχου $F=63.80 \text{ kN}$

Κέντρο Διάτμησης ορόφου (ΚΔ)

Κέντρο διάτμησης $x=22.768/3.993=5.70 \text{ m}$, $y=20.683/5.952=3.48 \text{ m}$

Στρεπτική ακαμψία ορόφου $I_p=244.826+109.041-5.70^2 \times 3.993-3.48^2 \times 5.952=152.170 \text{ GNm}$

Στατικές εκκεντρότητες $e_{ox}=6.50-5.70=0.80 \text{ m}$, $e_{oy}=3.76-3.48=0.28 \text{ m}$

Τυχματικές εκκεντρότητες ορόφου $e_{ax}=0.05 \times 14.26=0.71 \text{ m}$, $e_{ay}=0.05 \times 8.80=0.44 \text{ m}$ (EC8 §4.3.2)

Οι κύριες διευθύνσεις του κτιρίου λαμβάνονται παράλληλα με τους άξονες x και y .

Τυχματικά στρεπτικά φαινόμενα λαμβάνονται υπ όψη με τις τυχματικές εκκεντρότητες.

Οι ισοδύναμες στατικές εκκεντρότητες λαμβάνονται ως : (Ευρωκ.8 §4.3.3.2.4 (2))

$e_{fi}=1.50 \times e_{ai}$, $e_{fr}=0.50 \times e_{ai}$

$e_{fx}=1.50 \times 0.80=1.20 \text{ m}$, $e_{rx}=0.50 \times 0.80=0.40 \text{ m}$, $e_{fy}=1.50 \times 0.28=0.42 \text{ m}$, $e_{ry}=0.50 \times 0.28=0.14 \text{ m}$

Εκκεντρότητες σχεδιασμού (Ευρωκ.8 4.3.3.2)

$\max e_x=1.20+0.71=1.91 \text{ m}$, $\min e_x=0.40-0.71=-0.31 \text{ m}$

$\max e_y=0.42+0.44=0.86 \text{ m}$, $\min e_y=0.14-0.44=-0.30 \text{ m}$

Μέγιστες στρεπτικές ροπές φορτίου ορόφου λόγω εκκεντρότητας $\max e$ και $\min e$

Φόρτιση κατά $x-x$ $\max M_{zx}=1.91 \times 394=753 \text{ kNm}$

Φόρτιση κατά $y-y$ $\max M_{zy}=0.86 \times 394=339 \text{ kNm}$

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta x=0.001 \times 394.0 / 2.976=0.132 \text{ mm}$ (EC8 §9.4.2)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου $\Delta y=0.001 \times 394.0 / 1.997=0.197 \text{ mm}$ (EC8 §9.4.2)

Ελεγχος Κανονικότητας ορόφου κτιρίου (Ευρωκ.8 §4.2.3)

α) Ελεγχος διαστάσεων (Ευρωκ.8 §4.2.3.2)

Περίγραμμα ορόφου $\min X = 0.00\text{m}$, $\max X = 14.26\text{m}$, $\min Y = 0.00\text{m}$, $\max Y = 8.80\text{m}$

Πλευρές κτιρίου $L_x = 14.26\text{ m}$, $L_y = 8.80\text{ m}$

Λόγος πλευρών $L_{\max}/L_{\min} = 14.26/8.80 = 1.62 \leq 4$ ικανοποιείται η συνθήκη (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(5))

$e_{ox} = 0.799 \leq 0.30$, $r_x = 0.30 \times 5.056 = 1.517$, $r_x = 5.056 \geq l_s = 0.308$

β, γ) Ελεγχος μεταβολής Δυσκαμψίας και Μάζας ορόφου (Ευρωκ.8 §4.2.3.3)

$e_{oy} = 0.280 \leq 0.30$, $r_y = 0.30 \times 6.173 = 1.852$, $r_y = 6.173 \geq l_s = 0.308$

Η οικοδομή είναι μονόροφος άρα ικανοποιείται η απαίτηση

Εκτιμώνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.2.3.2(6)) (4.1a) και (4.1b)

δυσκαμψίας και μάζας ορόφου Ευρωκ.8 §4.2.3

$$5.056^2 = 25.566 > 0.308^2 + 0.799^2 = 0.733 \quad r_x^2 > l_s^2 + e_{ox}^2$$

$$6.173^2 = 38.109 > 0.308^2 + 0.280^2 = 0.173 \quad r_y^2 > l_s^2 + e_{oy}^2$$

Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.1(8)) d

$T_1 = 0.115\text{s} < T_c = 4 \times 0.600 = 2.400\text{s}$, $T_1 = 0.115\text{s} < 2.00\text{s}$

Ικανοποιούνται οι συνθήκες (Ευρωκ.8 §4.3.3.2(2)) a)



Ελεγχος αντοχής τοίχων (Ευρωκώδικας 6, EN1996-1-1:2002, EC6)

Οι έλεγχοι αντοχής των τοίχων σε γίνονται στην οριακή κατάσταση αστοχίας (EC6 §6).

Οι έλεγχοι αντοχής και οι συνδυασμοί φορτίσεων είναι:

- α) Έλεγχος σε αξονικό φορτίο για φόρτιση $1.35xg+1.50xq$, $Ned \leq Nrd$ (EC6 §6.1.2)
- β) Έλεγχος σε αξονικό φορτίο για φόρτιση $1.00xg+0.30xq+\Sigma \text{σεισμός}$, $Ned \leq Nrd$ (EC6 §6.1.2)
- γ) Έλεγχος σε διάτμηση για φόρτιση $1.00xg+0.30xq+\Sigma \text{σεισμός}$, $Ved \leq Vrd$ (EC6 §6.2)
- δ) Έλεγχος λυγνρότητας τοίχων $hef/tef < 27$ (EC6 §5.5.1.4)
- ε) Έλεγχος σε συγκεντρωμένα φορτία στις θέσεις έδρασης δοκών (EC6 §6.1.3)

Γίνονται επίσης έλεγχοι γεωμετρικών απαιτήσεων, πάχος τοίχου, λυγνρότητα

$\lambda = \text{ύψος προς πάχος}$, σύμφωνα με το Εθνικό κείμενο εφαρμογής του Ευρωκώδικα 6.

Τα φορτία σχεδιασμού Ned , ή Ved προσδιορίζονται σαν φορτία ανά μονάδα πλάτους από τις τάσεις που υπολογίζονται από την επίλυση πεπερασμένων στοιχείων.

Οι εκκεντρότητες για τον υπολογισμό των μειωτικών συντελεστών Φ_i και Φ_m προκύπτουν από τις φορτίσεις των πατωμάτων της κατασκευής (EC6 §6.1.2.2). Οι ροπές M_{id} στην κορυφή κάθε τοίχου υπολογίζονται από τα φορτία των πατωμάτων (EC6, Παράρτ.Γ).

Οι εκκεντρότητες e_h υπολογίζονται από την μέγιστη οριζόντια μετατόπιση λόγω σεισμού.

Για τον προσδιορισμό του μήκους λυγισμού λαμβάνεται υπόψη η μερική ή ολική πάκτωση στην κορυφή και βάση του τοίχου. Στις κατακόρυφες παρειές ανοιγμάτων και πεσσών οι συντελεστές ρ_3 και ρ_4 λαμβάνονται επί το δυσμενέστερο $\rho_3 = \rho_4 = 1$ (EC6 §5.5.1.2).

Η τυχηματική εκκεντρότητα λαμβάνεται $es = hef/450$ (EC6, §5.5.1.1)

ΙσόγειοT1

Διαστάσεις μήκος=3.78m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m

Λιθοδομή M5 65 cm

Λυγνρότητα $hef/tef = 4.46 \leq 27$ εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

1.35xg+1.50xq

1.00xg+0.30xq+Σσεισμός

Κορυφή του τοίχου

$Ned = 6.3 \leq 889.2 = Nrd$

$Ned = 2.9 \leq 1333.8 = Nrd$

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

$Ned = 34.1 \leq 883.2 = Nrd$

$Ned = 23.5 \leq 1324.8 = Nrd$

Βάση του τοίχου

$Ned = 75.8 \leq 889.2 = Nrd$

$Ned = 103.1 \leq 1333.8 = Nrd$

Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

$Ved = 59.2 \text{ kN} \leq 294.3 \text{ kN} = Vrd$

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)

$\max f_b = 0.127 \leq 3.800/2.5 = 1.520 \text{ N/mm}^2$

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3 Τοιχοποιία Ασπλη με φυσικούς λίθους.

Πάχος τοίχου = $0.650 \geq 0.400 \text{ m}$ (εντάξει)

Λυγνρότητα $\lambda = 4.46 \leq 9$ (εντάξει)

L/h πεσσών: $3.78/3.05 = 1.24 > 0.50$, δεκτό

Έλεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.197 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος = 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $Med = \delta \cdot E \cdot bt^3 / (4H^2)$, $Med = (1000) \times 0.197 \times 3.45 \times 0.650^3 / (4 \times 3.05^2) = 5.02 \text{ kNm/m}$

$f_{xk1} = 0.10 \text{ N/mm}^2$, $f_{xd1} = 0.10/2.50 = 0.040 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_d = 0.001 \times 203.1 / (0.65 \times 3.78) \leq 0.2 f_d = 0.2 \times 3.80 / 2.50$, $\sigma_d = 0.083 \text{ N/mm}^2$ (EC6, (6.16))

Ροπή καμπτικής αντοχής $Mrd = (f_{xd1} + \sigma_d) t^2 / 6 = (0.040 + 0.083) \times 0.650^2 / 6 = 8.66 \text{ kNm/m}$ (EC6, (6.15))

$Med = 5.02 \text{ kN} \leq 8.66 \text{ kN} = Mrd$, ο έλεγχος ικανοποιείται

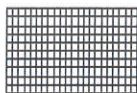
Έλεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)

Φορτίο ανέμου $Wed = G_k + 1.50W$, $W = C_{pe} \times 1.00 = 0.80 \times 1.00 = 0.80 \text{ kN/m}^2$, $1.50W = 1.50 \times 0.80 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

$H/L = 3.05/3.78 = 0.81$, $\mu = f_{xk1}/f_{xk2} = 1$, $\alpha_1 = \mu \alpha_2$, $\alpha_2 = 0.042$ (Annex E, Tab E)

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $Med = \alpha_1 \cdot Wed \cdot L^2$, $Med = 0.042 \times 1.20 \times 3.78^2 = 0.72 \text{ kNm/m}$

$Med = 0.72 \text{ kN} \leq 8.66 \text{ kN} = Mrd$, ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ισόγειο****T2**

Διαστάσεις μήκος=6.83m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m

Λιθοδομή M5 65 cm

Λυγηρότητα hef/tef=4.46<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

1.35xg+1.50xq

1.00xg+0.30xq+Σεισμός

Κορυφή του τοίχου

Ned= 6.3 <= 889.2=Nrd

Ned= 2.9 <= 1333.8=Nrd

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

Ned= 34.1 <= 883.2=Nrd

Ned= 23.5 <= 1324.8=Nrd

Βάση του τοίχου

Ned= 76.8 <= 889.2=Nrd

Ned= 90.9 <= 1333.8=Nrd

Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

Ved= 99.4kN <= 548.0kN =Vrd.

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)max fb=0.133<=3.800/2.5=1.520N/mm²**Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3**

Τοιχοποιία Αοπλη με φυσικούς λίθους.

Πάχος τοίχου= 0.650 >=0.400 m (εντάξει)

Λυγηρότητα λ= 4.46<= 9 (εντάξει)

L/h πεσσών:6.83/3.05=2.24>0.50, δεκτό

Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.193 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος= 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού Med=δ·E bt³/(4H²), Med=(1000)x0.193x3.45x0.650³/(4x3.05²)=4.90kNm/mf_{xk1}=0.10N/mm², f_{xd1}=0.10/2.50=0.040 N/mm²σ_d=0.001x366.9/(0.65x6.83) <=0.2f_d=0.2x3.80/2.50, σ_d=0.083 N/mm² (EC6, (6.16)Ροπή καμπτικής αντοχής M_{rd}=(f_{xd1}+σ_d)t²/6= (1000)x(0.040+0.083)x0.650²/6=8.66kNm/m (EC6, (6.15)Med = 4.90kN <= 8.66kN =M_{rd}, ο έλεγχος ικανοποιείται**Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)**Φορτίο ανέμου W_{ed}=G_k+1.50W, W=C_{pe}x1.00=0.80x1.00=0.80 kN/m², 1.50W=1.50x0.80=1.20 kN/m²H/L=3.05/6.83=0.45, μ=f_{xk1}/f_{xk2}=1, α₁=μα₂, α₂=0.015 (Annex E, Tab E)Καμπτική ροπή σχεδιασμού Med=α₁·W_{ed}·L², Med=0.015x1.20x6.83²=0.84 kNm/mMed = 0.84kN <= 8.66kN =M_{rd}, ο έλεγχος ικανοποιείται**Ισόγειο****T3**

Διαστάσεις μήκος=4.33m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m

Λιθοδομή M5 65 cm

Λυγηρότητα hef/tef=4.46<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

1.35xg+1.50xq

1.00xg+0.30xq+Σεισμός

Κορυφή του τοίχου

Ned= 6.3 <= 889.2=Nrd

Ned= 2.9 <= 1333.8=Nrd

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

Ned= 37.7 <= 883.2=Nrd

Ned= 25.9 <= 1324.8=Nrd

Βάση του τοίχου

Ned= 75.2 <= 889.2=Nrd

Ned= 91.4 <= 1333.8=Nrd

Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

Ved= 52.3kN <= 350.2kN =Vrd.

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)max fb=0.128<=3.800/2.5=1.520N/mm²**Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3**

Τοιχοποιία Αοπλη με φυσικούς λίθους.

Πάχος τοίχου= 0.650 >=0.400 m (εντάξει)

Λυγηρότητα λ= 4.46<= 9 (εντάξει)

L/h πεσσών:0.60/0.70=0.86>0.50, 3.23/0.70=4.61>0.50 δεκτό

Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.174 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος= 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού Med=δ·E bt³/(4H²), Med=(1000)x0.174x3.45x0.650³/(4x3.05²)=4.43kNm/mf_{xk1}=0.10N/mm², f_{xd1}=0.10/2.50=0.040 N/mm²σ_d=0.001x226.6/(0.65x4.33) <=0.2f_d=0.2x3.80/2.50, σ_d=0.081 N/mm² (EC6, (6.16)Ροπή καμπτικής αντοχής M_{rd}=(f_{xd1}+σ_d)t²/6= (1000)x(0.040+0.081)x0.650²/6=8.52kNm/m (EC6, (6.15)Med = 4.43kN <= 8.52kN =M_{rd}, ο έλεγχος ικανοποιείται

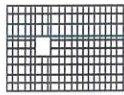
Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)

Φορτίο ανέμου $W_{ed} = G_k + 1.50W$, $W = C_{pe} x 1.00 = 0.80 x 1.00 = 0.80 \text{ kN/m}^2$, $1.50W = 1.50 x 0.80 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

$H/L = 3.05/4.33 = 0.71$, $\mu = f_{xk1}/f_{xk2} = 1$, $\alpha_1 = \mu \alpha_2$, $\alpha_2 = 0.030$ (Annex E, Tab E)

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \alpha_1 \cdot W_{ed} \cdot L^2$, $M_{ed} = 0.030 x 1.20 x 4.33^2 = 0.67 \text{ kNm/m}$

$M_{ed} = 0.67 \text{ kN} \leq 8.52 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ισόγειο****T4**

Διαστάσεις μήκος=6.03m, ύψος=3.05m, πάχος=0.65m

Λιθοδομή M5 65 cm

Λυγνρότητα $h_{ef}/t_{ef} = 4.46 \leq 27$ εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

$1.35x_g + 1.50x_q$

$1.00x_g + 0.30x_q + \Sigma \text{εισμός}$

Κορυφή του τοίχου

$N_{ed} = 6.3 \leq 889.2 = N_{rd}$

$N_{ed} = 2.9 \leq 1333.8 = N_{rd}$

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

$N_{ed} = 38.6 \leq 883.2 = N_{rd}$

$N_{ed} = 26.5 \leq 1324.8 = N_{rd}$

Βάση του τοίχου

$N_{ed} = 78.1 \leq 889.2 = N_{rd}$

$N_{ed} = 113.1 \leq 1333.8 = N_{rd}$

Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

$V_{ed} = 124.1 \text{ kN} \leq 494.5 \text{ kN} = V_{rd}$

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)

$\max f_b = 0.138 \leq 3.800/2.5 = 1.520 \text{ N/mm}^2$

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Τοιχοποιία Ασπλη με φυσικούς λίθους.

Πάχος τοίχου = 0.650 $\geq 0.400 \text{ m}$ (εντάξει)

Λυγνρότητα $\lambda = 4.46 \leq 9$ (εντάξει)

L/h πεσσών: $1.42/0.75 = 1.89 > 0.50$, $3.76/0.75 = 5.01 > 0.50$ δεκτό

Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.116 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος = 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \delta \cdot E \cdot b t^3 / (4H^2)$, $M_{ed} = (1000) x 0.116 x 3.45 x 0.650^3 / (4 x 3.05^2) = 2.94 \text{ kNm/m}$

$f_{xk1} = 0.10 \text{ N/mm}^2$, $f_{xd1} = 0.10/2.50 = 0.040 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_d = 0.001 x 313.3 / (0.65 x 6.03) \leq 0.2 f_d = 0.2 x 3.80/2.50$, $\sigma_d = 0.080 \text{ N/mm}^2$ (EC6, (6.16))

Ροπή καμπτικής αντοχής $M_{rd} = (f_{xd1} + \sigma_d) t^2 / 6 = (1000) x (0.040 + 0.080) x 0.650^2 / 6 = 8.45 \text{ kNm/m}$ (EC6, (6.15))

$M_{ed} = 2.94 \text{ kN} \leq 8.45 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

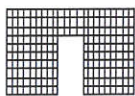
Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)

Φορτίο ανέμου $W_{ed} = G_k + 1.50W$, $W = C_{pe} x 1.00 = 0.80 x 1.00 = 0.80 \text{ kN/m}^2$, $1.50W = 1.50 x 0.80 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

$H/L = 3.05/6.03 = 0.51$, $\mu = f_{xk1}/f_{xk2} = 1$, $\alpha_1 = \mu \alpha_2$, $\alpha_2 = 0.021$ (Annex E, Tab E)

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \alpha_1 \cdot W_{ed} \cdot L^2$, $M_{ed} = 0.021 x 1.20 x 6.03^2 = 0.92 \text{ kNm/m}$

$M_{ed} = 0.92 \text{ kN} \leq 8.45 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ισόγειο****T5**

Διαστάσεις μήκος=6.65m, ύψος=3.05m, πάχος=0.75m

Λιθοδομή M5 75 cm

Λυγνρότητα $h_{ef}/t_{ef} = 3.87 \leq 27$ εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

$1.35x_g + 1.50x_q$

$1.00x_g + 0.30x_q + \Sigma \text{εισμός}$

Κορυφή του τοίχου

$N_{ed} = 6.3 \leq 931.0 = N_{rd}$

$N_{ed} = 2.9 \leq 1396.4 = N_{rd}$

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

$N_{ed} = 42.9 \leq 927.3 = N_{rd}$

$N_{ed} = 29.5 \leq 1391.0 = N_{rd}$

Βάση του τοίχου

$N_{ed} = 99.5 \leq 931.0 = N_{rd}$

$N_{ed} = 128.4 \leq 1396.4 = N_{rd}$

Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

$V_{ed} = 83.6 \text{ kN} \leq 421.9 \text{ kN} = V_{rd}$

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Τοιχοποιία Ασπλη με φυσικούς λίθους.

Πάχος τοίχου = 0.750 $\geq 0.400 \text{ m}$ (εντάξει)

Λυγνρότητα $\lambda = 3.87 \leq 9$ (εντάξει)

L/h πεσσών: $2.60/2.10 = 1.24 > 0.50$, $2.60/2.10 = 1.24 > 0.50$ δεκτό

Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.177 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος = 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \delta \cdot E \cdot b t^3 / (4 H^2)$, $M_{ed} = (1000) \times 0.177 \times 3.45 \times 0.750^3 / (4 \times 3.05^2) = 6.93 \text{ kNm/m}$
 $f_{xk1} = 0.10 \text{ N/mm}^2$, $f_{xd1} = 0.10 / 2.50 = 0.040 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_d = 0.001 \times 350.7 / (0.75 \times 6.65) \leq 0.2 f_{cd} = 0.2 \times 3.45 / 2.50$, $\sigma_d = 0.070 \text{ N/mm}^2$ (EC6, (6.16))

Ροπή καμτικής αντοχής $M_{rd} = (f_{xd1} + \sigma_d) t^2 / 6 = (1000) \times (0.040 + 0.070) \times 0.750^2 / 6 = 10.31 \text{ kNm/m}$ (EC6, (6.15))

$M_{ed} = 6.93 \text{ kN} \leq 10.31 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

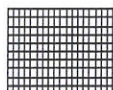
Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)

Φορτίο ανέμου $W_{ed} = G_k + 1.50 W$, $W := C_{pe} x 1.00 = 0.80 \times 1.00 = 0.80 \text{ kN/m}^2$, $1.50 W = 1.50 \times 0.80 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

$H/L = 3.05 / 6.65 = 0.46$, $\mu = f_{xk1} / f_{xk2} = 1$, $\alpha_1 = \mu \alpha_2$, $\alpha_2 = 0.018$ (Annex E, Tab E)

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \alpha_1 \cdot W_{ed} \cdot L^2$, $M_{ed} = 0.018 \times 1.20 \times 6.65^2 = 0.96 \text{ kNm/m}$

$M_{ed} = 0.96 \text{ kN} \leq 10.31 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ισόγειο****T6**

Διαστάσεις μήκος=5.54m, ύψος=3.05m, πάχος=0.60m

Λιθοδομή M5 60 cm

Λυγρηρότητα $h_{ef}/t_{ef} = 4.83 \leq 27$ εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Ελεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

$1.35 x_g + 1.50 x_q$

$1.00 x_g + 0.30 x_q + \Sigma \text{σεισμός}$

Κορυφή του τοίχου

$N_{ed} = 6.3 \leq 744.8 = N_{rd}$

$N_{ed} = 2.9 \leq 1117.2 = N_{rd}$

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

$N_{ed} = 32.0 \leq 738.1 = N_{rd}$

$N_{ed} = 21.9 \leq 1107.2 = N_{rd}$

Βάση του τοίχου

$N_{ed} = 70.7 \leq 744.8 = N_{rd}$

$N_{ed} = 87.1 \leq 1117.2 = N_{rd}$

Ελεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

$V_{ed} = 76.4 \text{ kN} \leq 253.1 \text{ kN} = V_{rd}$

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)

$\max f_b = 0.132 \leq 3.448 / 2.5 = 1.379 \text{ N/mm}^2$

Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3

Τοιχοποιία Αοπλη με φυσικούς λίθους.

Πάχος τοίχου = 0.600 $\geq 0.400 \text{ m}$ (εντάξει)

Λυγρηρότητα $\lambda = 4.83 \leq 9$ (εντάξει)

L/h πεσσών: $5.54 / 3.05 = 1.82 > 0.50$, δεκτό

Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.197 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος = 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \delta \cdot E \cdot b t^3 / (4 H^2)$, $M_{ed} = (1000) \times 0.197 \times 3.45 \times 0.600^3 / (4 \times 3.05^2) = 3.95 \text{ kNm/m}$
 $f_{xk1} = 0.10 \text{ N/mm}^2$, $f_{xd1} = 0.10 / 2.50 = 0.040 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_d = 0.001 \times 276.0 / (0.60 \times 5.54) \leq 0.2 f_{cd} = 0.2 \times 3.45 / 2.50$, $\sigma_d = 0.083 \text{ N/mm}^2$ (EC6, (6.16))

Ροπή καμτικής αντοχής $M_{rd} = (f_{xd1} + \sigma_d) t^2 / 6 = (1000) \times (0.040 + 0.083) \times 0.600^2 / 6 = 7.38 \text{ kNm/m}$ (EC6, (6.15))

$M_{ed} = 3.95 \text{ kN} \leq 7.38 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

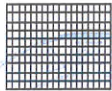
Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)

Φορτίο ανέμου $W_{ed} = G_k + 1.50 W$, $W := C_{pe} x 1.00 = 0.80 \times 1.00 = 0.80 \text{ kN/m}^2$, $1.50 W = 1.50 \times 0.80 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

$H/L = 3.05 / 5.54 = 0.55$, $\mu = f_{xk1} / f_{xk2} = 1$, $\alpha_1 = \mu \alpha_2$, $\alpha_2 = 0.024$ (Annex E, Tab E)

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \alpha_1 \cdot W_{ed} \cdot L^2$, $M_{ed} = 0.024 \times 1.20 \times 5.54^2 = 0.89 \text{ kNm/m}$

$M_{ed} = 0.89 \text{ kN} \leq 7.38 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

**Ισόγειο****T7**

Διαστάσεις μήκος=5.43m, ύψος=3.05m, πάχος=1.00m

Λιθοδομή M5 100 cm

Λυγηρότητα hef/tef=2.90<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

1.35xg+1.50xq

1.00xg+0.30xq+Σεισμός

Κορυφή του τοίχου

Ned= 6.2 <= 1368.0=Nrd

Ned= 2.8 <= 2052.0=Nrd

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

Ned= 49.1 <= 1366.8=Nrd

Ned= 34.6 <= 2050.1=Nrd

Βάση του τοίχου

Ned= 113.4 <= 1368.0=Nrd

Ned= 170.0 <= 2052.0=Nrd

Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

Ved= 175.9kN <= 681.4kN =Vrd.

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)max fb=0.127<=3.800/2.5=1.520N/mm²**Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3 Τοιχοποιία Ασπλη με φυσικούς λίθους.**

Πάχος τοίχου= 1.000 >=0.400 m (εντάξει)

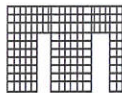
Λυγηρότητα λ= 2.90<= 9 (εντάξει)

L/h πεσσών:5.43/3.05=1.78>0.50, δεκτό

Έλεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.132 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος= 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού Med=δ·E bt³/(4H²), Med=(1000)x0.132x3.45x1.000³/(4x3.05²)=12.27kNm/mf_{xk1}=0.10N/mm², f_{xd1}=0.10/2.50=0.040 N/mm²σd=0.001x442.5/(1.00x5.43) <=0.2fd=0.2x3.80/2.50, σd=0.081 N/mm² (EC6, (6.16)Ροπή καμπτικής αντοχής M_{rd}=(f_{xd1}+σd)t²/6= (1000)x(0.040+0.081)x1.000²/6=20.17kNm/m (EC6, (6.15)Med = 12.27kN <= 20.17kN =M_{rd}, ο έλεγχος ικανοποιείται**Έλεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)**Φορτίο ανέμου Wed=Gk+1.50W, W:=C_{pe}x1.00=0.80x1.00=0.80 kN/m², 1.50W=1.50x0.80=1.20 kN/m²H/L=3.05/5.43=0.56, μ=f_{xk1}/f_{xk2}=1, α1=μα2, α2=0.024 (Annex E, Tab E)Καμπτική ροπή σχεδιασμού Med=α1·Wed·L², Med=0.024x1.20x5.43²=0.85 kNm/mMed = 0.85kN <= 20.17kN =M_{rd}, ο έλεγχος ικανοποιείται**Ισόγειο****T8**

Διαστάσεις μήκος=6.00m, ύψος=3.05m, πάχος=0.60m

Λιθοδομή M5 60 cm

Λυγηρότητα hef/tef=4.83<=27 εντάξει (EC6, §5.5.1.4)

Έλεγχος σε κατακόρυφο φορτίο (EC6, §6.1)

1.35xg+1.50xq

1.00xg+0.30xq+Σεισμός

Κορυφή του τοίχου

Ned= 6.3 <= 744.8=Nrd

Ned= 2.9 <= 1117.2=Nrd

Μεσαίο πέμπτο τοίχου

Ned= 38.1 <= 738.1=Nrd

Ned= 25.7 <= 1107.2=Nrd

Βάση του τοίχου

Ned= 86.7 <= 744.8=Nrd

Ned= 111.8 <= 1117.2=Nrd

Έλεγχος σε διάτμηση (EC6, §6.2)

Ved= 63.8kN <= 285.4kN =Vrd.

Περιοχές με συγκεντρωμένα φορτία (EC6, §6.1.3)max fb=0.159<=3.448/2.5=1.379N/mm²**Απαιτήσεις Εθνικού κειμένου εφαρμογής Ευρωκώδικα και Ευρωκώδικα 8 §9.3 Τοιχοποιία Ασπλη με φυσικούς λίθους.**

Πάχος τοίχου= 0.600 >=0.400 m (εντάξει)

Λυγηρότητα λ= 4.83<= 9 (εντάξει)

L/h πεσσών:0.65/2.10=0.31<0.50 μη δεκτό

Έλεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω σεισμού (EC6, §3.6.3, §6.3)

Προσεγγιστική σχετική οριζόντια μετατόπιση ορόφου = 0.115 mm

Οριζόντια μετατόπιση λόγω παραμόρφωσης οριζοντίου διαφράγματος= 0.000 mm

Καμπτική ροπή σχεδιασμού Med=δ·E bt³/(4H²), Med=(1000)x0.115x3.45x0.600³/(4x3.05²)=2.30kNm/mf_{xk1}=0.10N/mm², f_{xd1}=0.10/2.50=0.040 N/mm²σd=0.001x239.8/(0.60x6.00) <=0.2fd=0.2x3.45/2.50, σd=0.067 N/mm² (EC6, (6.16)Ροπή καμπτικής αντοχής M_{rd}=(f_{xd1}+σd)t²/6= (1000)x(0.040+0.067)x0.600²/6=6.42kNm/m (EC6, (6.15)Med = 2.30kN <= 6.42kN =M_{rd}, ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος σε οριζόντια εκτός επιπέδου τοίχου φορτία λόγω ανέμου (EC6, §6.3, Annex E)

Φορτίο ανέμου $W_{ed} = G_k + 1.50W$, $W = C_{pe} x 1.00 = 0.80 x 1.00 = 0.80 \text{ kN/m}^2$, $1.50W = 1.50 x 0.80 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

$H/L = 3.05/6.00 = 0.51$, $\mu = f_{xk1}/f_{xk2} = 1$, $\alpha_1 = \mu \alpha_2$, $\alpha_2 = 0.021$ (Annex E, Tab E)

Καμπτική ροπή σχεδιασμού $M_{ed} = \alpha_1 \cdot W_{ed} \cdot L^2$, $M_{ed} = 0.021 x 1.20 x 6.00^2 = 0.91 \text{ kNm/m}$

$M_{ed} = 0.91 \text{ kN} \leq 6.42 \text{ kN} = M_{rd}$, ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος για απλά κτίρια τοιχοποιίας (Εθν. κείμενο εφαρμογής Ευρωκώδικα 6)

- (1) Οι υπέρ το έδαφος όροφοι είναι 1, και η σεισμικότητα I , $\alpha = 0.160g = 1.57 \text{ m/s}^2$, άρα ικανοποιούνται οι περιορισμοί στον αριθμό ορόφων του πίνακα 3.
- (2) α) Το σχήμα του κτιρίου είναι περίπου ορθογωνικό
β) Μικρότερη προς μεγαλύτερη πλευρά $= 8.80/14.26 = 0.62 > 0.25$
γ) Οι εξοχές ή εσοχές, δεν έχουν μήκος μεγαλύτερο του 15% του μήκους της πλευράς που είναι παράλληλη προς αυτές.
- (3) α) Η ακαμψία του κτιρίου εξασφαλίζεται μέσω διατμητικών τοίχων που διατάσσονται περιμετρικά στις δύο κύριες κάθετες διευθύνσεις $x-x$ και $y-y$ του κτιρίου.
β) Σε κάθε μία από τις κύριες κατευθύνσεις $x-x$ και $y-y$ υπάρχουν τουλάχιστον δύο τοίχοι με μήκος μεγαλύτερο του 30% του μήκους του κτιρίου κατά την διεύθυνση του τοίχου.
γ) Η απόσταση ανάμεσα στους παραπάνω τοίχους είναι μεγαλύτερη του 75% του μήκους του κτιρίου κατά την άλλη κατεύθυνση.
δ) Τουλάχιστον 75% των κατακόρυφων φορτίων του κτιρίου παραλαμβάνονται από τους διατμητικούς τοίχους.
- (5) Από όροφο σε όροφο η μεταβολή της μάζας και της οριζόντιας διατομής των τοίχων δεν ξεπερνά το 20% και στις δύο διευθύνσεις του κτιρίου.
- (6) Σε κάθε όροφο το εμβαδόν διατομής των διατμητικών τοίχων σε κάθε μία από τις κάθετες διευθύνσεις ως ποσοστό του συνολικού εμβαδού του ορόφου είναι μικρότερο από τα ποσοστά του πίνακα 4, που στην περίπτωση μας είναι
Ασπλη τοιχοποιία, σεισμός: I , $\alpha = 0.160g = 1.57 \text{ m/s}^2$, ελάχιστο ποσοστό τοίχων 5%
 $x-x$ κατεύθυνση, ποσοστό τοίχων στο ισόγειο $21.078/65.035 = 0.324 > 0.05$
 $y-y$ κατεύθυνση, ποσοστό τοίχων στο ισόγειο $16.272/65.035 = 0.250 > 0.05$

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

σύμφωνα με τους όρους της

Απόφασης ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

199064/1977/366-24/12015



ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Ι. ΒΑΛΑΒΑΝΗΣ
ΔΙΠΛΩΜ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘ. ΜΗΤΡΩΟΥ 40351
Γ. ΜΑΥΡΟΥ 2Ε-Τ.Κ. 551 34 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΤΗΛ: 2310 421116
ΑΦΜ: 018163546 - ΔΟΥ: ΚΑΛΑΜΑΡΙΑΣ

