

Κ. ΚΑΡΑΘΕΟΔΩΡΗ- ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΟΠΙΚΗΣ
ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ: ΑΝΑΠΛΑΣΗ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΦΑΣΗ: ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

ΘΕΜΑ

ΤΕΥΧΟΣ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ
ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

ΑΝΑΔΟΧΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΒΑΒΑΤΣΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ πολ. μηχαν. - τοπογραφική μελέτη
ΤΖΟΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ αρχ. μηχαν. - αρχιτεκτονική μελέτη
ΠΕΤΡΟΝΙΚΟΛΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ μηχαν. μηχαν. - Η/Μ μελέτη
ΛΑΛΙΚΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ πολ. μηχαν. - κυκλοφοριακή μελέτη

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΜΕΛΕΤΗΤΗ



ΤΖΟΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ
αρχιτέκτων μηχανικός

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

Κομοτηνή, 17/10/2025

ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
Κ. ΚΑΡΑΘΕΟΔΩΡΗ Α.Ε.
ΛΑΜΠΡΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο Προϊστάμενος

Κομοτηνή, 17/10/2025

ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
Κ. ΚΑΡΑΘΕΟΔΩΡΗ Α.Ε.
ΛΑΜΠΡΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΡΙΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Αριθμός εγκριτικής απόφασης:

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2025

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

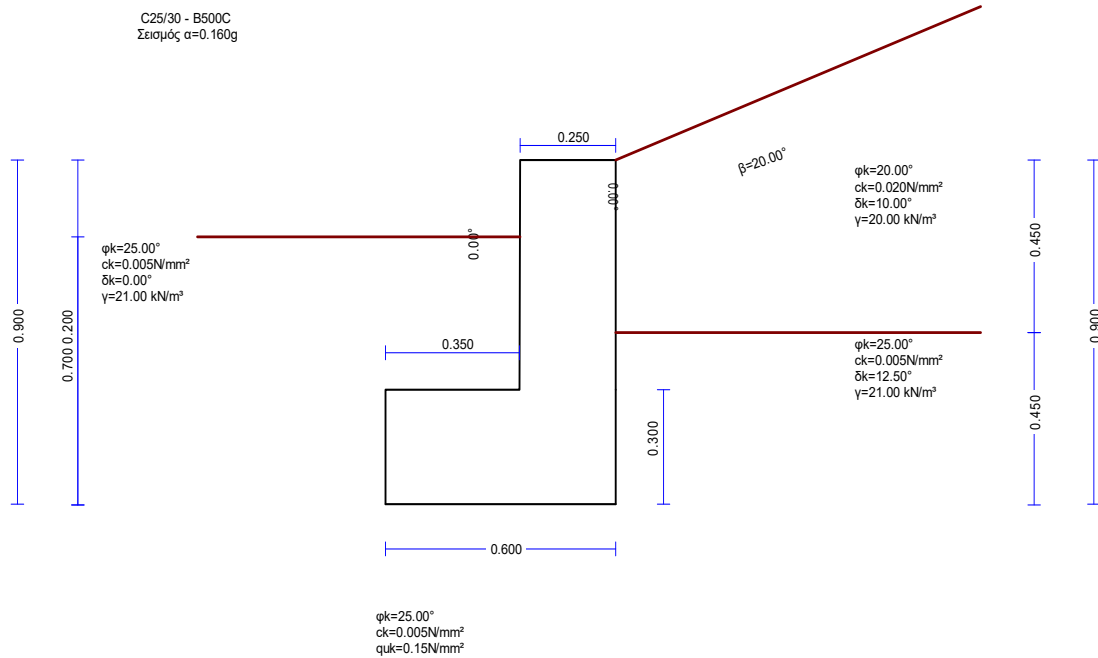
ΤΟΙΧΟΣ Τ1Α (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	1
ΤΟΙΧΟΣ Τ1Β (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	13
ΤΟΙΧΟΣ Τ2 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	24
ΤΟΙΧΟΣ Τ3 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	37
ΤΟΙΧΟΣ Τ4 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	50
ΤΟΙΧΟΣ Τ5 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	63
ΤΟΙΧΟΣ Τ6 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	74
ΤΟΙΧΟΣ Τ7 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	87
ΤΟΙΧΟΣ Τ8 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	100
ΤΟΙΧΟΣ Τ9 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	112
ΤΟΙΧΟΣ Τ10 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	125
ΤΟΙΧΟΣ Τ11 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	138
ΤΟΙΧΟΣ Τ12 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	151
ΤΟΙΧΟΣ Τ18 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	164
ΤΟΙΧΟΣ Τ13 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	189
ΤΟΙΧΟΣ Τ14 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	201
ΤΟΙΧΟΣ Τ15 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	212
ΤΟΙΧΟΣ Τ16 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	224
ΤΟΙΧΟΣ Τ17 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	235
ΤΟΙΧΟΣ ΤΚ1* (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	247
ΤΟΙΧΟΣ ΤΚ1 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)	258

ΠΛΑΤΕΙΑ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ

1. ΤΟΙΧΟΣ Τ1.Α (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

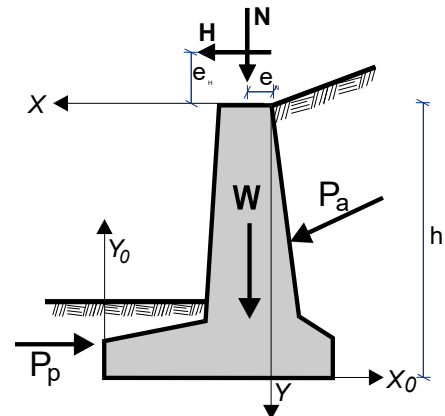
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



1.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h=	0.900 m
Μήκος τοίχου	L=	3.740 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1=	0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2=	0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B=	0.600 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά		0.350 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω		0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	ho=	0.600 m
Υψος βάσης τοίχου		0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά		0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω		0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυ		0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφ		0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A= 0.330 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W= 0.330 \times 25.000 = 8.25 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x=0.220 \text{ m}, y=0.545 \text{ m} (x_o=0.380 \text{ m}, y_o=0.355 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(EC2 §3)
 (EC2 §4.4.1)

1.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

Οριακή κατάσταση Ισοροπίας (EQU), Δομικού τύπου (STR), Γεωτεχνικού τύπου (GEO)
 (EQU) (STR/GEO) (Σεισμός)
 (A1+M1)

Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γGdst:	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	γGstb:	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γQdst:	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	γQstb:	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γφ:	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	γc:	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή c _u	γc _u :	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή q _u	γq _u :	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	γw:	1.00	1.00	1.00

γ_{R,v}(R2)=1.40, γ_{R,h}(R2)=1.10, γ_{R,e}(R2)=1.40

1.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση q_u=0.15 N/mm²
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση φ=25.00°, συντελεστής τριβής tan(φ)=0.466
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση c=0.005 N/mm²

1.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους α_g=α_{xg}, α=0.16 (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση α_{vg}/α_g=0.90 (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης S=1.00 (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου γ_I=0.80 (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς r=1.50 (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής k_h=0.80x0.16x1.00/1.500=0.085 (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής k_v=0.50x0.085=0.043 (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους F_{wx}= 8.25x0.085= 0.70 kN/m
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους F_{wy}= 8.25x0.043= 0.35 kN/m

1.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

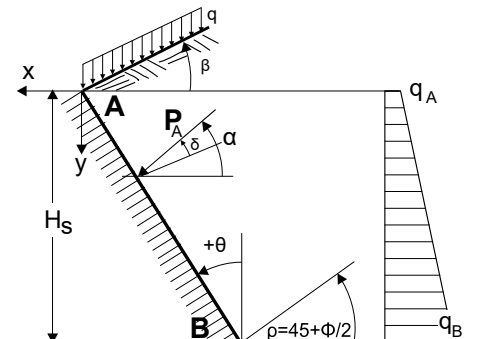
1.5.1. Τμήμα τοίχου από Y=0.000 m έως Y=0.450 m, H_s=0.450 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.000 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 0.450 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος
 Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους γ =20.00 kN/m³
 Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους γ_s=21.00 kN/m³
 Ειδικό βάρος νερού γ_w=10.00 kN/m³
 Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους φ=20.00°
 Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους c=0.020 N/mm²
 Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια β=20.00°
 Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο θ= 0.00°
 Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους δ=10.00°



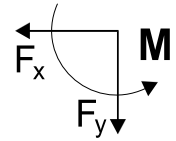
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\phi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.933 \quad 0.897$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.45\text{m}$)	$q_B= 8.40$	8.07 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 1.89$	1.82 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 1.87$	1.79 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.26$	0.32 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -0.56$	-0.54 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.300 \text{ m}$		

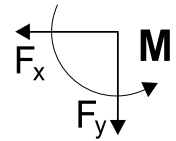


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.450 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 1.87$	1.79 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.26$	0.32 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.28$	0.27 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.971$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.971 / 0.897 - 1) = 0.082$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.082 \times 1.79 = 1.94 \text{ kN/m}$

1.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.450 \text{ m}$ έως $Y=0.900 \text{ m}$, $H_s=0.450 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.450 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.900 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma_s = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_{s2} = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

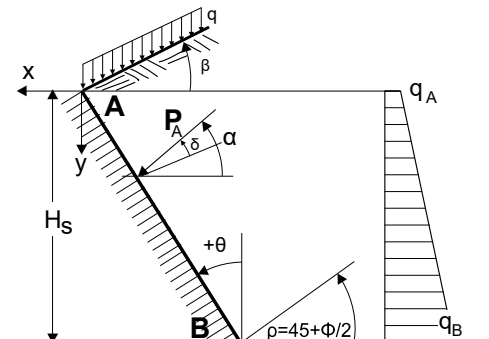
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 9.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

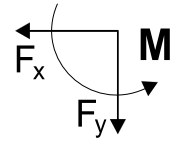
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 4.02$	3.30 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.45\text{m}$)	$q_B= 8.24$	6.77 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 2.76$	2.27 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 2.72$	2.22 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.48$	0.49 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -1.91$	-1.56 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.701 \text{ m}$		

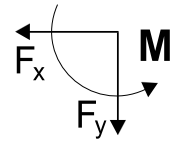


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.900 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 4.59$	4.01 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.74$	0.81 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 1.66$	1.52 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, T.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα E.5)
 $\tan(\omega)=k_h / (1-k_v)=0.085 / (1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα E.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR)= 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(0.433/0.367-1)=0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.180 \times 2.22= 2.62 \text{ kN/m}$

1.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

1.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.200 \text{ m}$ έως $Y=0.900 \text{ m}, H_s=0.700 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.600 \text{ m}, y= 0.200 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.600 \text{ m}, y= 0.900 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s=23.00 \text{ kN/m}^3$

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

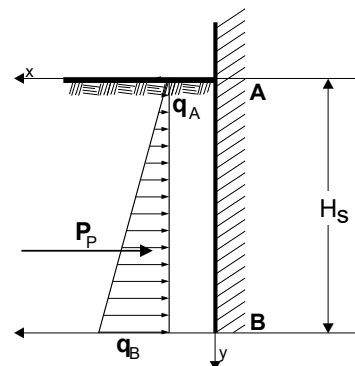
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi=25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta= 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta= 0.00^\circ$



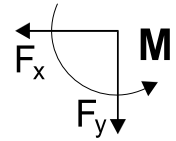
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

ΕQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=yA$) $qA= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=yA+ 0.70\text{m}$) $qB=-29.99 \quad -36.22 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $Pa= \frac{1}{2}(qA+qB)H$ $Pp= 10.50 \quad 12.68 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $Ppx=-10.50 \quad -12.68 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $Ppy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 7.00 \quad 8.46 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.600 \text{ m}, y= 0.667 \text{ m}$

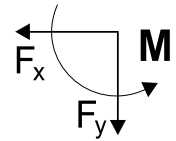


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.600 \text{ m}, y=0.900 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx=-10.50 \quad -12.68 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $Fsy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $Ms = -2.45 \quad -2.95 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

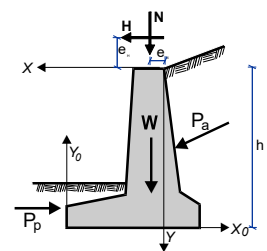
$\tan(\omega)=kh/(1-kv)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $Kp^*(STR)= 2.319$
 $\xi=(Kp^*/Kp)=(2.319/2.464)=0.941$

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx= -9.88 \quad -11.93$

1.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y1 - y2$	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	1.87	0.26	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 0.90	2.72	0.48	0.000	0.701
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.20- 0.90	-10.50	0.00	0.600	0.667
Βάρος τοίχου	W		0.00	8.25	0.220	0.545

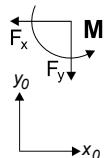


1.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

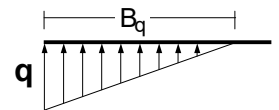
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y1 - y2$	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.00- 0.45	2.06	0.29	0.600	0.600	1.06
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.45- 0.90	2.99	0.53	0.600	0.199	0.28
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	7.42	0.380	0.355	-2.82
			Σύνολα=	8.24			-1.48



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 8.24 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.48 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.99 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.99 / 8.24 = 0.120\text{m}$, $e_c > 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.031\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.540\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.120 = 0.360\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.360 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 38.57\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 8.24 < R_d = 38.57\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



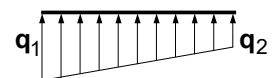
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	2.06	0.29	0.600	0.600	1.06
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 0.90	2.99	0.53	0.600	0.199	0.28
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	9.08	0.380	0.355	-3.44
Σύνολα=				9.90			-2.10

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.90 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.10 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.87 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.87 / 9.90 = 0.088\text{m}$, $e_c \leq 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.031\text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.002\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.088 = 0.424\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.424 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 45.43\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 9.90 < R_d = 45.43\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

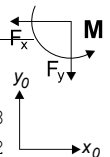
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.600, y = 0.900\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	M _{o+} [kNm/m]	M _{o-} [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	2.06	0.29	0.600	0.600	1.23	0.18
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 0.90	2.99	0.53	0.600	0.199	0.59	0.32
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	7.42	0.380	0.355	0.00	2.82
Σύνολα=				8.24			1.82	3.32



Σύνολο ροπών ανατροπής = 1.82 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.32 kNm/m

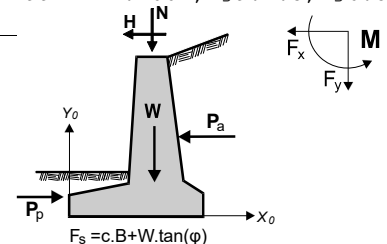
Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 1.82 < M_{rd} = 3.32\text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (0.600 / 2) - (3.32 - 1.82) / 8.24 = 0.118\text{m}$, $e_c \leq 0.600 / 3 = 0.200\text{m}$

1.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _{x+} [kN/m]	F _{x-} [kN/m]	F _y [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	2.06	0.00	0.29
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 0.90	2.99	0.00	0.53
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.20- 0.90	0.00	9.45	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	7.42
Σύνολα=			5.05	9.45	8.24



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 8.24 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 3.07\text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.540 \times 0.005 / 1.25 = 2.16\text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 5.05 kN/m

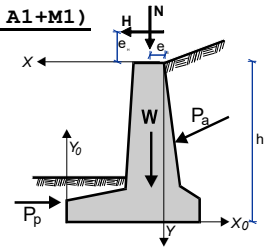
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(9.45 / 1.00 + 3.07) = 12.52\text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 5.05 < R_d = 12.52\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

1.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

1.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	1.79	0.32	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 0.90	2.22	0.49	0.000	0.701
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.20- 0.90	-12.68	0.00	0.600	0.667
Βάρος τοίχου	W		0.00	8.25	0.220	0.545

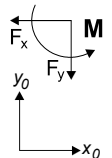


1.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

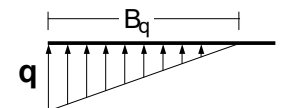
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	2.42	0.43	0.600	0.600	1.19
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 0.90	3.00	0.66	0.600	0.199	0.20
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	8.25	0.380	0.355	-3.13
			Σύνολα=	9.34			-1.74



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.34 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.74 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.06 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.06/9.34 = 0.113m$, $ec > 0.600/6 = 0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.033 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.560 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.113 = 0.373 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma_M = 0.373 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 39.96 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 9.34 < Rd = 39.96 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



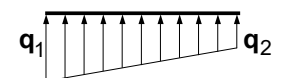
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	2.42	0.43	0.600	0.600	1.19
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 0.90	3.00	0.66	0.600	0.199	0.20
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	11.14	0.380	0.355	-4.23
			Σύνολα=	12.23			-2.84

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.23 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.84 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.83 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 0.83/12.23 = 0.068m$, $ec \leq 0.600/6 = 0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.034 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.007 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.068 = 0.464 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma_M = 0.464 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 49.71 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 12.23 < Rd = 49.71 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

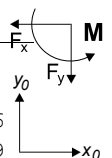
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.600, y = 0.900 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	2.42	0.43	0.600	0.600	1.44	0.26
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 0.90	3.00	0.66	0.600	0.199	0.59	0.39
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	8.25	0.380	0.355	0.00	3.13
			Σύνολα=	9.34			2.03	3.78

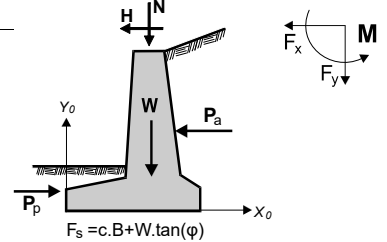


Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.03 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.78 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=2.03 < M_{rd}=3.78$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(0.600/2)-(3.78-2.03)/9.34=0.113$ m, $e_c \leq 0.600/3=0.200$ m

1.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	2.42	0.00	0.43
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 0.90	3.00	0.00	0.66
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.20- 0.90	0.00	12.68	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	8.25
Σύνολα=			5.42	12.68	9.34



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 9.34 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 3.96$ kN/m
 Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.560 \times 0.005 / 1.10 = 2.54$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 5.42 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(12.68/1.40+3.96) = 13.02$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=5.42 < R_d=13.02$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

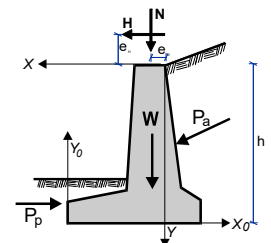
1.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

1.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	1.79	0.32	0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 0.90	2.22	0.49	0.000	0.675
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.20- 0.90	-11.93	0.00	0.600	0.667
Βάρος τοίχου	W		0.00	8.25	0.220	0.545



1.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σειμού

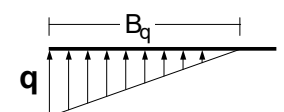
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.15		0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 0.90	0.40		0.000	0.675
Βάρος τοίχου	W		0.70	±0.35	0.220	0.545

1.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.94	0.32	0.600	0.675	1.12
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 0.90	2.62	0.49	0.600	0.225	0.30
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.70	7.90	0.380	0.355	-2.75
Σύνολα=				8.71			-1.33

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 8.71 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.33 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.28 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c=1.28/8.71=0.147$ m, $e_c > 0.600/6=0.100$ m
 Τάσεις εδάφους $q=0.038$ N/mm² $B_q=0.459$ m
 Ενεργό θεμέλιο $L'=0.600-2 \times 0.147= 0.306$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.306 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 45.90$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=8.71 < R_d=45.90$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

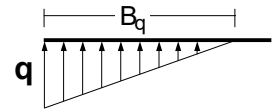
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.94	0.32	0.600	0.675	1.12
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 0.90	2.62	0.49	0.600	0.225	0.30
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.70	8.60	0.380	0.355	-3.01
Σύνολα=				9.41			-1.59

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.41 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.59 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.23 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.23/9.41 = 0.131m$, $ec > 0.600/6 = 0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.037 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.508 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.131 = 0.339 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma M = 0.339 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 50.85 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 9.41 < Rd = 50.85 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0 = 0, y_0 = 0$) ($x = 0.600, y = 0.900 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.94	0.32	0.600	0.675	1.31	0.19
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 0.90	2.62	0.49	0.600	0.225	0.59	0.29
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.70	8.25	0.380	0.355	0.25	3.13
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.35	0.380	0.355	0.13	0.00*
Σύνολα=				8.71			2.28	3.61

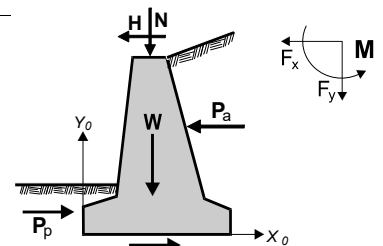
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.28 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.61 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $Med = 2.28 < Mrd = 3.61 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec = (0.600/2) - (3.61 - 2.28) / 8.71 = 0.147m$, $ec \leq 0.600/3 = 0.200m$

1.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.94	0.00	0.32
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 0.90	2.62	0.00	0.49
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.20- 0.90	0.00	11.93	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.70	0.00	7.90
Σύνολα=			5.26	11.93	8.71



Τριβή εδάφους $Rd = Nd \cdot \tan \phi / \gamma M = 8.71 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 4.06 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $Rd = A \cdot cu / \gamma M = 1000 \times 0.459 \times 0.005 / 1.00 = 2.30 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 5.26 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(11.93/1.00 + 4.06) = 15.99 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd = 5.26 < Rd = 15.99 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

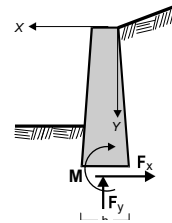
1.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

1.10.1. 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]
0.25	0.250	0.74	1.70	0.05
0.60	0.250	3.19	4.36	0.71



1.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: Cnom=50 mm

(§3, §4.4.1.1)

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

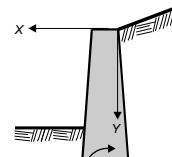
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.70	195	47.37	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.60	0.71	-4.36	195	19.40	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)

1.10.3. 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]
0.25	0.250	0.73	1.70	0.08
0.60	0.250	2.93	4.36	0.67



1.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: Cnom=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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.08	-1.70	195	43.42	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.60	0.67	-4.36	195	19.74	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)

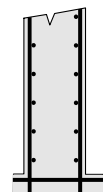
1.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



1.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_{b,rqd} = (\sigma_s / f_{bd}) \times (3 / 1.61) = 5mm$$

$$\sigma_s = 435.00 \times 2 / 266 = 3MPa \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 MPa$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 5 = 4mm, \quad C_{nom} = 50mm > 3 \times 10 = 30mm = (3\phi)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

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

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

1.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

$V_{ed}=1.82$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=1.70 kN/m, $N_{ed}=-2.88$ kN/m

Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

$V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(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)

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=195$ mm

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=2.00$, $k_1=0.15$

$\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$

$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 2.88/250000=0.01$ N/mm²

$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.01) \times 1000 \times 195 = 95.84$ kN/m

$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.01] \times 1000 \times 195 = 71.35$, $V_{rdc}=95.84$ kN/m

$V_{ed}=1.82$ kN/m $\leq V_{rdc}=95.84$ kN/m, διάτμηση OK

$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.00$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$

$\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa

$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4$ kN

$V_{ed}=3.2$ kN < 671.4 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

1.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

1.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600$ m to $x=0.250$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.23 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.83 kNm/m

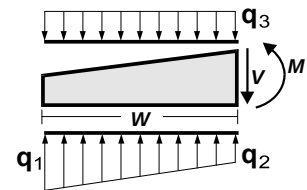
$q_1=0.034$ N/mm², $q_2=0.018$ N/mm², $w=0.350$ m

πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.010$ N/mm²

$M=1.15$ kNm/m, $V=5.65$ kN/m

V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 2.22 kN/m

$M_{ed}=1.15$ kNm/m, $V_{ed}=2.22$ kN/m



1.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600$ m to $x=0.250$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 8.71 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.23 kNm/m

$q_1=0.037$ N/mm², $q_2=0.010$ N/mm², $w=0.350$ m

πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.008$ N/mm²

$M=1.15$ kNm/m, $V=5.30$ kN/m

V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 2.39 kN/m

$M_{ed}=1.15$ kNm/m, $V_{ed}=2.39$ kN/m

1.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)

$M_{ed}=1.15$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=22.75$ $x/d=0.01$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.2/20.0$ $k_s=2.31$, $As=0.11$ cm²/m

Ελάχιστος οπλισμός $As \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk}$ ($As=3.30$ cm²/m)

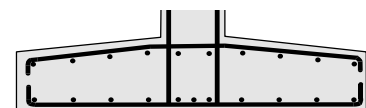
(EC2 §9.3.1)

Ελάχιστος οπλισμός Ø12/34.0 (3.32 cm²/m)

1.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

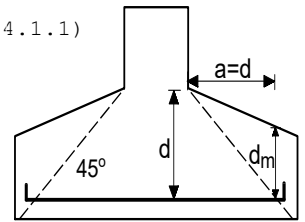
Οπλισμός πεδίου κάτω Ø12/34.0 (3.32 cm²/m)

Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός Ø12/40.0 (2.82 cm²/m)



1.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=244$ mm, $a=244$ mm $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=244$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.91$ $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$ $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244=224.48$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244=169.82$, $V_{rdc}=224.48$ kN/m $V_{ed}=2.39$ kN/m $\leq V_{rdc}=224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$ $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17/2.00=840.2$ kN $V_{ed}=5.7$ kN < 840.2 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται**1.12. Προμέτρηση υλικών**Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 0.330 m³/m

Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 10.698 kg/m

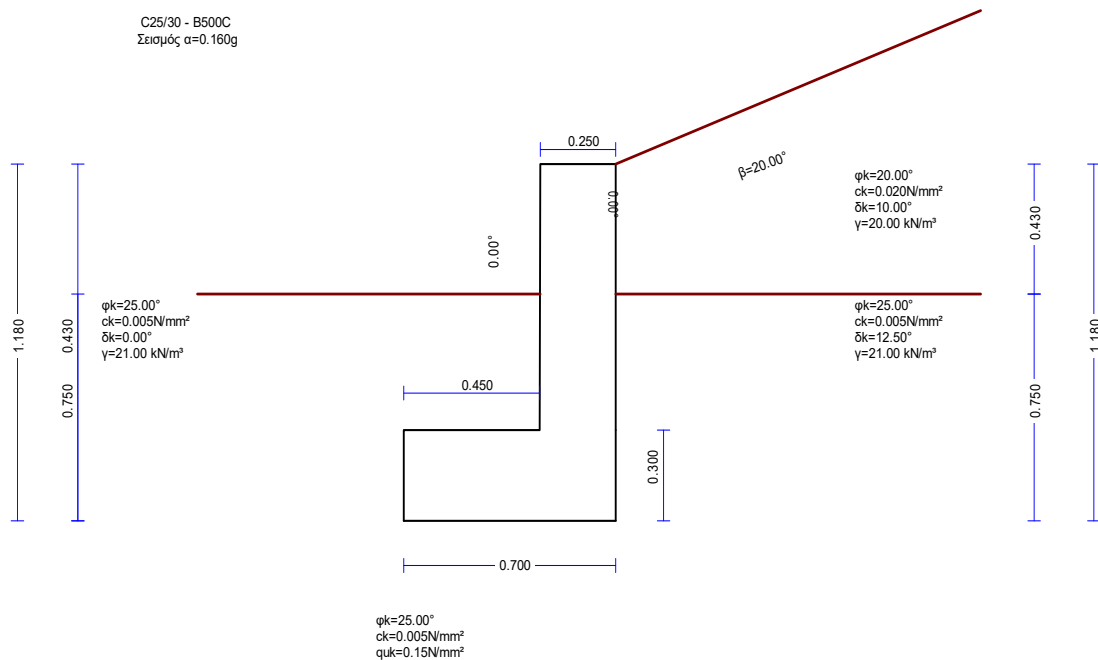
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 3.740x 0.330= 1.234 m³

Συνολικός οπλισμός τοίχου 3.740x 10.698= 40.010 kg

2. ΤΟΙΧΟΣ Τ1.Β (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

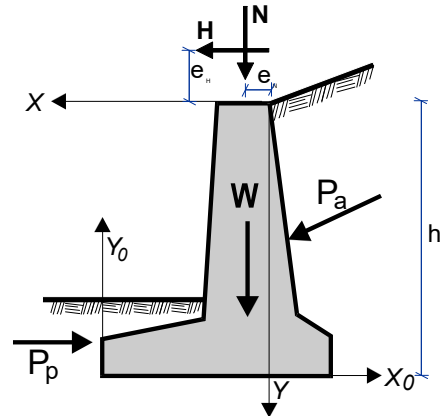
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



2.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 1.180\text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 8.480\text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.250\text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.250\text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 0.700\text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.450 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 0.880\text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000\text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.430\text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.430 \times 25.000 = 10.75\text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.235\text{ m}, y = 0.728\text{ m} (x_o = 0.465\text{ m}, y_o = 0.452\text{ m})$

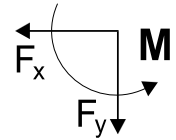
Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $c_{nom} = 50\text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $c_{nom} = 50\text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.43\text{m}$)	$q_B = 8.02$	7.71 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 1.72$	1.66 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 1.70$	1.63 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 0.24$	0.29 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -0.49$	-0.47 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x=0.000 \text{ m}$, $y=0.287 \text{ m}$		

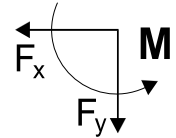


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=0.430 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	1.70	1.63 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	0.24	0.29 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	0.24	0.23 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.971$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.971 / 0.897 - 1) = 0.082$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.082 \times 1.63 = 1.76 \text{ kN/m}$

2.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.430 \text{ m}$ έως $Y=1.180 \text{ m}$, $H_s=0.750 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.430 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=1.180 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

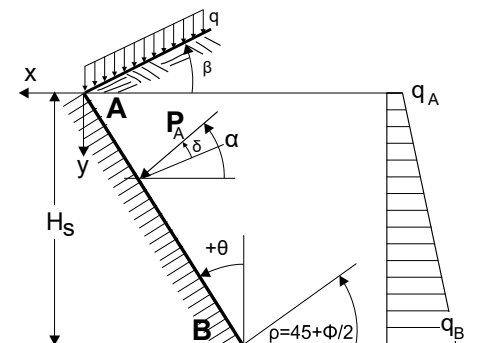
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 8.60 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

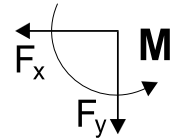
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \varphi/2 =$	55.00	57.50°
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a =$	0.447	0.367
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$		

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 3.84$	3.16 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.75\text{m}$)	$q_B = 10.88$	8.94 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 5.52$	4.54 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 5.44$	4.43 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 0.96$	0.98 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -4.71$	-3.83 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}$, $y = 0.865 \text{ m}$		

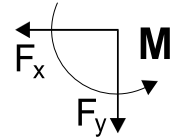


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=1.180 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	7.14	6.06 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	1.20	1.27 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	3.23	2.85 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
 Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 4.43 = 5.23 \text{ kN/m}$

2.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

2.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.430 \text{ m}$ έως $Y=1.180 \text{ m}$, $H_s=0.750 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x = 0.700 \text{ m}$ $y = 0.430 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x = 0.700 \text{ m}$ $y = 1.180 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

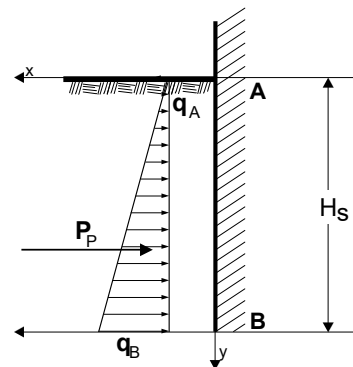
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



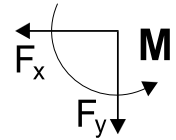
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 =$	35.00	32.50°
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$	2.040	2.464
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$		

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.75\text{m}$)	$q_B = -32.13$	-38.81 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_p = 12.05$	14.55 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px} = -12.05$	-14.55 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py} = 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 11.21$	13.53 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.700 \text{ m}$, $y = 0.930 \text{ m}$		

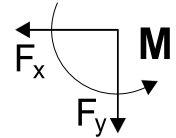


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.700 \text{ m}$, $y=1.180 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -12.05$	-14.55 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = -3.01$	-3.64 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

$$\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \quad \omega = 5.08^\circ$$

$$\text{Συντελεστής παθητικής ώθησης } K_p^* (\text{STR}) = 2.319$$

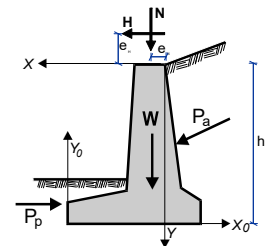
$$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$$

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -11.34$	-13.69

2.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00 - 0.43	1.70	0.24	0.000	0.287
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.43 - 1.18	5.44	0.96	0.000	0.865
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.43 - 1.18	-12.05	0.00	0.700	0.930
Βάρος τοίχου	W		0.00	10.75	0.235	0.728

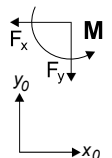


2.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

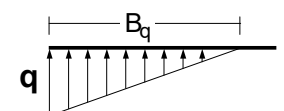
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.00 - 0.43	1.87	0.26	0.700	0.893	1.49
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.43 - 1.18	5.98	1.06	0.700	0.315	1.14
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	9.67	0.465	0.452	-4.50
			Σύνολα=	10.99			-1.87



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.99 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.87 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.98 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.98 / 10.99 = 0.180\text{m}$, $ec > 0.700 / 6 = 0.117\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.043 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.510 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.180 = 0.340 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.340 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 36.43 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.99 < R_d = 36.43 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



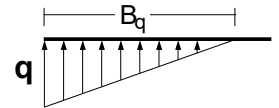
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.43	1.87	0.26	0.700	0.893	1.49
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.43- 1.18	5.98	1.06	0.700	0.315	1.14
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	11.83	0.465	0.452	-5.50
			Σύνολα=	13.15			-2.87

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.15 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.87 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.73 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=1.73/13.15=0.132m$, $ec>0.700/6=0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q=0.040$ N/mm² $Bq=0.655$ m
 Ενεργό θεμέλιο $L'=0.700-2x0.132= 0.437$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot quk/\gamma M=0.437x(1000x0.15)/1.40= 46.82$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=13.15 < Rd=46.82$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



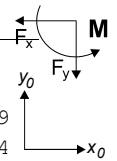
(EC7 Παράρτημα D)

2.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.700, y=1.180$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.43	1.87	0.26	0.700	0.893	1.67	0.19
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.43- 1.18	5.98	1.06	0.700	0.315	1.88	0.74
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	9.67	0.465	0.452	0.00	4.50
			Σύνολα=	10.99			3.55	5.43

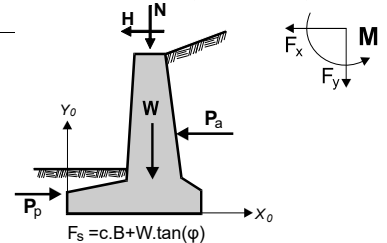


Σύνολο ροπών ανατροπής = 3.55 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 5.43 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $Med=3.55 < Mrd=5.43$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(0.700/2)-(5.43-3.55)/10.99=0.179m$, $ec\leq 0.700/3=0.233m$

2.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.43	1.87	0.00	0.26
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.43- 1.18	5.98	0.00	1.06
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.43- 1.18	0.00	10.84	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	9.67
			Σύνολα=	7.85	10.99



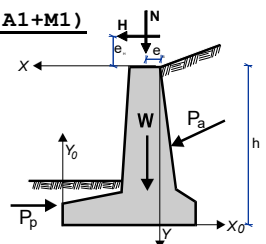
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma M = 10.99x\tan(25.00^\circ)/1.25= 4.10$ kN/m
 Συνεπτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma M = 1000x0.510x0.005/1.25= 2.04$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 7.85 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(10.84/1.00+4.10) = 14.94$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=7.85 < Rd=14.94$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

2.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

2.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.43	1.63	0.29	0.000	0.287
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.43- 1.18	4.43	0.98	0.000	0.865
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.43- 1.18	-14.55	0.00	0.700	0.930
Βάρος τοίχου	W		0.00	10.75	0.235	0.728

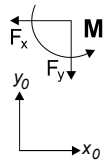


2.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

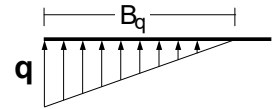
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.43	2.20	0.39	0.700	0.893	1.70
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.43- 1.18	5.98	1.32	0.700	0.315	0.96
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	10.75	0.465	0.452	-5.00
Σύνολα=				12.46			-2.34



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.46 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.34 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.02 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 2.02/12.46 = 0.162m$, $ec > 0.700/6 = 0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.044 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.564 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

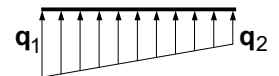
Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.162 = 0.376 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.376 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 40.29 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 12.46 < Rd = 40.29 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.43	2.20	0.39	0.700	0.893	1.70
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.43- 1.18	5.98	1.32	0.700	0.315	0.96
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	14.51	0.465	0.452	-6.75
Σύνολα=				16.22			-4.09

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 16.22 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -4.09 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.59 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.59/16.22 = 0.098m$, $ec \leq 0.700/6 = 0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q1 = 0.043 \text{ N/mm}^2$ $q2 = 0.004 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.098 = 0.504 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.504 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 54.00 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 16.22 < Rd = 54.00 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

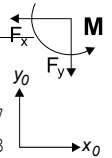
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

2.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.700, y=1.180 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.43	2.20	0.39	0.700	0.893	1.97	0.27
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.43- 1.18	5.98	1.32	0.700	0.315	1.89	0.93
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	10.75	0.465	0.452	0.00	5.00
Σύνολα=				12.46			3.86	6.20



Σύνολο ροπών ανατροπής = 3.86 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 6.20 kNm/m

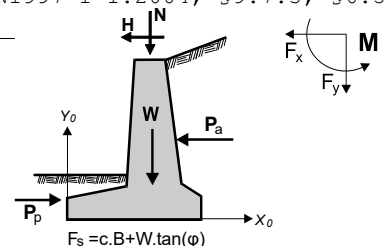
Ελεγχος σε ανατροπή $Med = 3.86 < Mrd = 6.20 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec = (0.700/2) - (6.20 - 3.86) / 12.46 = 0.162m$, $ec \leq 0.700/3 = 0.233m$

2.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.43	2.20	0.00	0.39
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.43- 1.18	5.98	0.00	1.32
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.43- 1.18	0.00	14.55	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	10.75
Σύνολα=			8.18	14.55	12.46



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 12.46 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 5.28 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.564 \times 0.005 / 1.10 = 2.56 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 8.18 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(14.55/1.40 + 5.28) = 15.67 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 8.18 < R_d = 15.67 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

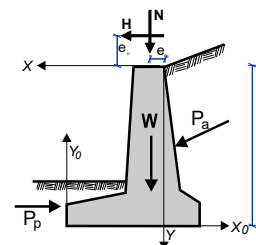
2.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

2.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.43	1.63	0.29	0.000	0.215
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.43- 1.18	4.43	0.98	0.000	0.805
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.43- 1.18	-13.69	0.00	0.700	0.930
Βάρος τοίχου	W		0.00	10.75	0.235	0.728



2.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.43	0.13		0.000	0.215
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.43- 1.18	0.80		0.000	0.805
Βάρος τοίχου	W		0.91	±0.46	0.235	0.728

2.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.43	1.76	0.29	0.700	0.965	1.50
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.43- 1.18	5.23	0.98	0.700	0.375	1.27
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.91	10.29	0.465	0.452	-4.37
			Σύνολα=	11.56			-1.60

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.56 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.60 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.45 kNm/m

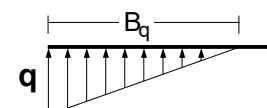
Εκκεντρότητα $e_c = 2.45 / 11.56 = 0.212 \text{ m}$, $e_c > 0.700 / 6 = 0.117 \text{ m}$

Τάσεις εδάφους $q = 0.056 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.414 \text{ m}$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.212 = 0.276 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.276 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 41.40 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 11.56 < R_d = 41.40 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



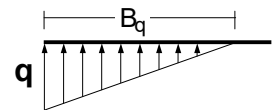
(EC7 Παράρτημα D)

2.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.43	1.76	0.29	0.700	0.965	1.50
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.43- 1.18	5.23	0.98	0.700	0.375	1.27
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.91	11.21	0.465	0.452	-4.80
			Σύνολα=	12.48			-2.03

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.48 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.03 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.34 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.34/12.48 = 0.188\text{m}$, $e_c > 0.700/6 = 0.117\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.051\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.487\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.188 = 0.325\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.325 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 48.75\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 12.48 < R_d = 48.75\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

2.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.700, y=1.180\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.43	1.76	0.29	0.700	0.965	1.70	0.20
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.43- 1.18	5.23	0.98	0.700	0.375	1.96	0.69
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.91	10.75	0.465	0.452	0.41	5.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.46	0.465	0.452	0.21	0.00*
Σύνολα=				11.56			4.28	5.89

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 4.28 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 5.89 kNm/m

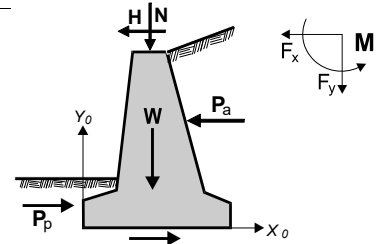
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 4.28 < M_{rd} = 5.89\text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (0.700/2) - (5.89 - 4.28) / 11.56 = 0.211\text{m}$, $e_c \leq 0.700/3 = 0.233\text{m}$

2.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.43	1.76	0.00	0.29
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.43- 1.18	5.23	0.00	0.98
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.43- 1.18	0.00	13.69	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.91	0.00	10.29
Σύνολα=			7.90	13.69	11.56



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 11.56 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 5.39\text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.414 \times 0.005 / 1.00 = 2.07\text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 7.90 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(13.69/1.00 + 5.39) = 19.08\text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 7.90 < R_d = 19.08\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

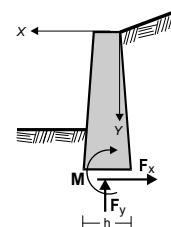
2.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.250	0.74	1.70	0.05
0.50	0.250	2.51	3.58	0.42
0.88	0.250	5.10	6.54	1.75



2.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

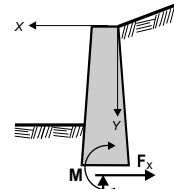
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.70	195	47.37	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.42	-3.58	195	23.80	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.88	1.75	-6.54	195	13.12	0.02	0.4/20.0	2.32	0.11	(2.64)

2.10.3. 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]
0.25	0.250	0.73	1.70	0.08
0.50	0.250	2.30	3.58	0.41
0.88	0.250	4.76	6.54	1.73



2.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.08	-1.70	195	43.42	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.41	-3.58	195	24.01	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.88	1.73	-6.54	195	13.19	0.02	0.4/20.0	2.32	0.11	(2.64)

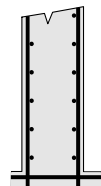
2.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



2.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_{b, reqd} = (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \times (18/1.61) = 28\text{mm}$$

$$\sigma_{sd} = 435.00 \times 11/266 = 18\text{MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 \text{ MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 28 = 20\text{mm}, C_{nom} = 50\text{mm} > 3 \times 10 = 30\text{mm} = (3\phi)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

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

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

2.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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.

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

$V_{ed}=3.77 \text{ kN/m}$, $V_{ed} (+\text{σεισμικός})=3.50 \text{ kN/m}$, $N_{ed}=-5.02 \text{ kN/m}$

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)

$$V_{rdc} >= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

(EC2 Εξ.6.2.b)

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=195\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=2.00, k_1=0.15$$

$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$$

$$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 5.02/250000=0.02\text{N/mm}^2$$

$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49\text{N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64, V_{rdc}=96.14\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=3.77 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=96.14 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta), V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01, \theta=45.0^\circ \cot\theta=1.00 \tan\theta=1.00$$

$$\alpha_{cw}=1.00 z=0.9d, f_{ck}=25.0 \leq 60\text{MPa} v_1=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540, f_{cd}=14.17\text{MPa}$$

$$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4 \text{ kN}$$

$$V_{ed}=5.1 \text{ kN} < 671.4 \text{ kN} = V_{rdmax}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

2.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

2.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 16.22 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 1.59 \text{ kNm/m}$$

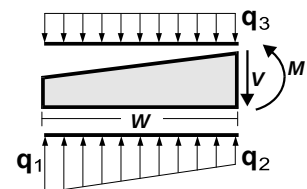
$$q_1=0.043 \text{ N/mm}^2, q_2=0.018 \text{ N/mm}^2, w=0.450 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.010 \text{ N/mm}^2$$

$$M=2.46 \text{ kNm/m}, V=9.06 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 5.32 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=2.46 \text{ kNm/m}, V_{ed}=5.32 \text{ kN/m}$$



2.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$ (με σεισμό)

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 11.56 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 2.34 \text{ kNm/m}$$

$$q_1=0.052 \text{ N/mm}^2, q_2=0.000 \text{ N/mm}^2, w=0.450 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.008 \text{ N/mm}^2$$

$$M=2.61 \text{ kNm/m}, V=7.96 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 6.35 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=2.61 \text{ kNm/m}, V_{ed}=6.35 \text{ kN/m}$$

2.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$$M_{ed}=2.61 \text{ kNm/m}, d=244\text{mm}, K_d=15.10 x/d=0.02 \epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.4/20.0 k_s=2.31, A_s=0.25\text{cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk} (A_s=3.30\text{cm}^2/\text{m})$$

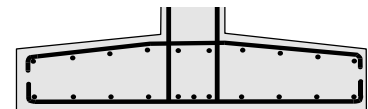
(EC2 §9.3.1)

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } \varnothing 12/34.0 (3.32\text{cm}^2/\text{m})$$

2.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

$$\text{Οπλισμός πεδίου κάτω } \varnothing 12/34.0 (3.32\text{cm}^2/\text{m})$$

$$\text{Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός } \varnothing 12/40.0 (2.82\text{cm}^2/\text{m})$$



2.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτμησης 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)

$$V_{rdc} >= [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, d=d_m=244\text{mm}, a=244\text{mm}$$

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=244\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=1.91$$

$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$$

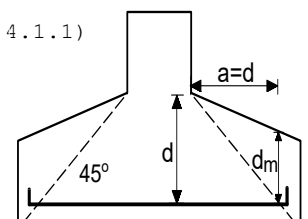
$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46\text{N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82, V_{rdc}=224.48\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=6.35 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=224.48 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot\theta = 1.00$ $\tan\theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ Mpa}$ $v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17 \text{ Mpa}$
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 9.1 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

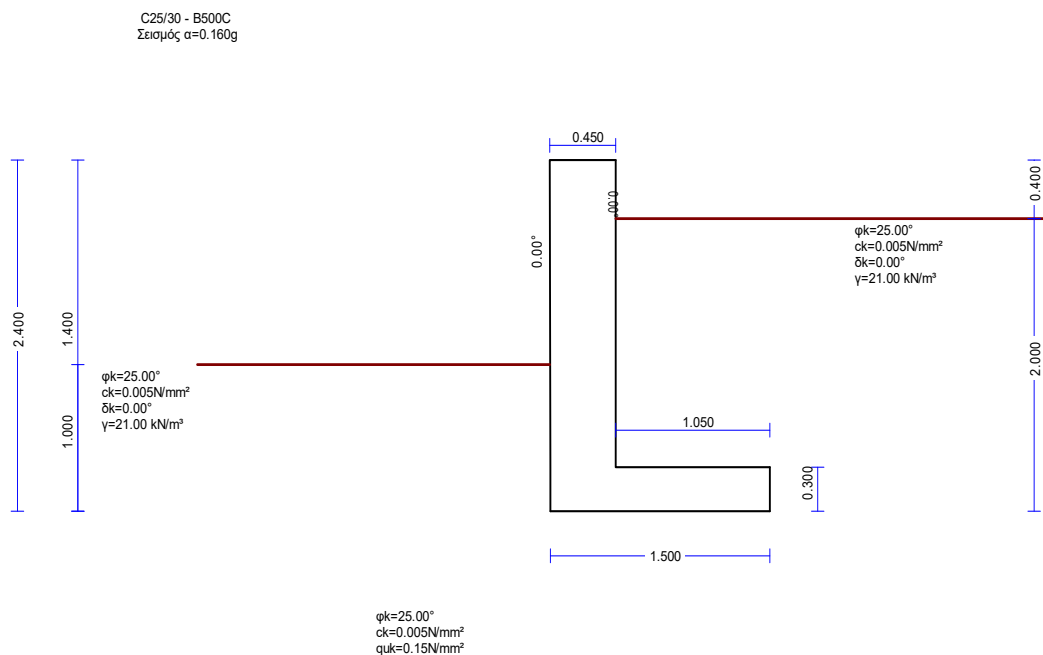
2.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	0.430 m ³ /m
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	13.116 kg/m
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 8.480x	0.430 = 3.646 m ³
Συνολικός οπλισμός τοίχου 8.480x	13.116 = 111.220 kg

3. ΤΟΙΧΟΣ T2 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

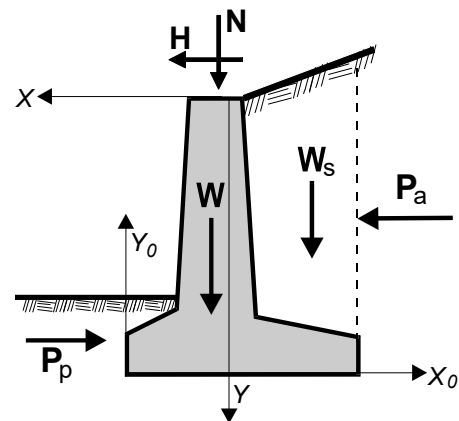
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



3.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 2.400 m
Μήκος τοίχου	L= 3.150 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.450 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.450 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 1.500 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.000 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	1.050 m
Υψος κορμού τοίχου	ho= 2.100 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου $\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
 Εμβαδόν διατομής τοίχου $A= 1.395 \text{ m}^2$
 Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο $W= 1.395 \times 25.000 = 34.88 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βάρους τοίχου $x=0.056 \text{ m}$, $y=1.437 \text{ m}$ ($x_o=0.394 \text{ m}$, $y_o=0.963 \text{ m}$)

Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C (EC2 §3)
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

Βάρος επίχωσης

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=37.49 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.525 \text{ m}$, $y=1.250 \text{ m}$

3.2. 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)
 (A1+M1)

Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst} :	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb} :	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst} :	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb} :	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_ϕ :	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	γ_c :	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή cu	γ_{cu} :	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή qu	γ_{qu} :	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	γ_w :	1.00	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

3.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $qu=0.15 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

3.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

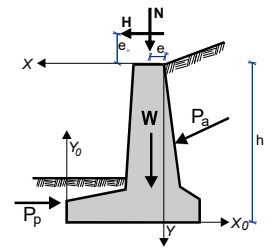
Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}= 34.88 \times 0.085 = 2.96 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}= 34.88 \times 0.043 = 1.50 \text{ kN/m}$
 Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsx}= 37.49 \times 0.085 = 3.19 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsy}= 37.49 \times 0.043 = 1.61 \text{ kN/m}$

3.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (ΕQU)

3.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (ΕQU)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	-1.050	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	20.58	0.00	-1.050	1.733
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.40- 2.40	-21.42	0.00	0.450	2.067
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.056	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	37.49	-0.525	1.250

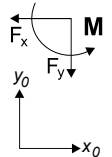


3.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	22.64	0.00	1.500	0.667	15.10
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	31.39	0.394	0.963	-12.37
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	33.74	0.975	1.150	-32.89
			Σύνολα=	65.13			-30.16



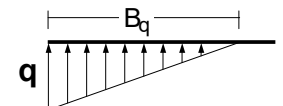
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 65.13 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -30.16 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 18.69 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 18.69 / 65.13 = 0.287m$, $e_c > 1.500 / 6 = 0.250m$

Τάσεις εδάφους $q = 0.094 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 1.389 \text{ m}$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.287 = 0.926 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.926 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 99.21 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 65.13 < R_d = 99.21 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	22.64	0.00	1.500	0.667	15.10
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	38.37	0.394	0.963	-15.11
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	41.24	0.975	1.150	-40.21
			Σύνολα=	79.61			-40.22

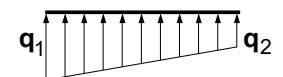
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 79.61 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -40.22 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 19.49 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 19.49 / 79.61 = 0.245m$, $e_c \leq 1.500 / 6 = 0.250m$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.105 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.001 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.245 = 1.010 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.010 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 108.21 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 79.61 < R_d = 108.21 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

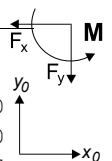
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

3.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.450, y=2.400 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.133	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	22.64	0.00	1.500	0.667	15.10	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	31.39	0.394	0.963	0.00	12.37
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	33.74	0.975	1.150	0.00	32.89
			Σύνολα=	65.13			15.10	45.26

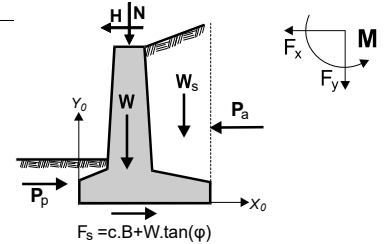


Σύνολο ροπών ανατροπής = 15.10 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 45.26 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=15.10 < M_{rd}=45.26$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.500/2)-(45.26-15.10)/65.13=0.287m$, $e_c \leq 1.500/3=0.500m$

3.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	22.64	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	1.40- 2.40	0.00	19.28	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	31.39
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	33.74
Σύνολα=			22.64	19.28	65.13



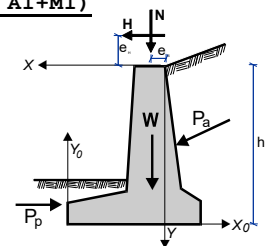
Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 65.13 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 24.30$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.389 \times 0.005 / 1.25 = 5.56$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 22.64 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(19.28/1.00+24.30) = 43.58$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=22.64 < R_d=43.58$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

3.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

3.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	-1.050	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	17.05	0.00	-1.050	1.733
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.40- 2.40	-25.87	0.00	0.450	2.067
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.056	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	37.49	-0.525	1.250

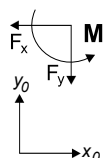


3.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

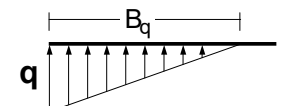
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	23.02	0.00	1.500	0.667	15.35
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.394	0.963	-13.74
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	37.49	0.975	1.150	-36.55
Σύνολα=				72.37			-34.94



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 72.37 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -34.94 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 19.34 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c=19.34/72.37=0.267m$, $e_c > 1.500/6=0.250m$
 Τάσεις εδάφους $q=0.100$ N/mm² $B_q=1.448$ m
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.500-2 \times 0.267= 0.966$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.966 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 103.50$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=72.37 < R_d=103.50$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	23.02	0.00	1.500	0.667	15.35
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	47.09	0.394	0.963	-18.55
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	50.61	0.975	1.150	-49.34
Σύνολα=				97.70			-52.54

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 97.70 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -52.54 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 20.73 kNm/m

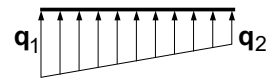
Εκκεντρότητα $ec=20.73/97.70=0.212m$, $ec\leq 1.500/6=0.250m$

Τάσεις εδάφους $q_1=0.120 \text{ N/mm}^2$ $q_2=0.010 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L'=1.500-2\times 0.212= 1.076 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_{uk}/\gamma_M=1.076\times(1000\times 0.15)/1.40= 115.29 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=97.70 < R_d=115.29 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



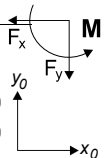
(EC7 Παράρτημα D)

3.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.450, y=2.400 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.133	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	23.02	0.00	1.500	0.667	15.35	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.394	0.963	0.00	13.74
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	37.49	0.975	1.150	0.00	36.55
Σύνολα=				72.37			15.35	50.29



Σύνολο ροπών ανατροπής = 15.35 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 50.29 kNm/m

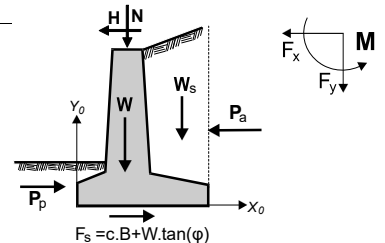
Ελεγχος σε ανατροπή $Med=15.35 < Mrd=50.29 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(1.500/2)-(50.29-15.35)/72.37=0.267m$, $ec\leq 1.500/3=0.500m$

3.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	23.02	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.40- 2.40	0.00	25.87	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	34.88
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	37.49
Σύνολα=			23.02	25.87	72.37



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan\phi/\gamma_M = 72.37 \times \tan(25.00^\circ)/1.10= 30.68 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot c_u/\gamma_M = 1000 \times 1.448 \times 0.005/1.10= 6.58 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 23.02 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(25.87/1.40+30.68) = 49.16 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=23.02 < R_d=49.16 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

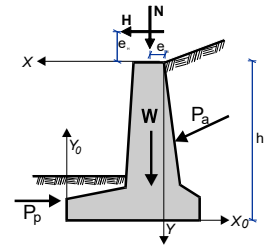
3.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

3.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	-1.050	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	17.05	0.00	-1.050	1.400
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.40- 2.40	-24.35	0.00	0.450	2.067
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.056	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	37.49	-0.525	1.250



3.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

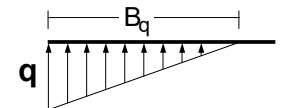
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00		-1.050	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	2.61		-1.050	1.400
Βάρος τοίχου	W		2.96	±1.50	0.056	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		3.19	±1.61	-0.525	1.250

3.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.200	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	19.66	0.00	1.500	1.000	19.66
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	33.38	0.394	0.963	-10.30
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		3.19	35.88	0.975	1.150	-31.31
			Σύνολα=	69.26			-21.95

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 69.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -21.95 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 30.00 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 30.00 / 69.26 = 0.433m$, $ec > 1.500 / 6 = 0.250m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.146 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.951 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.433 = 0.634 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma M = 0.634 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 95.10 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 69.26 < Rd = 95.10 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

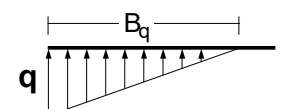
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

3.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.200	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	19.66	0.00	1.500	1.000	19.66
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	36.38	0.394	0.963	-11.48
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		3.19	39.10	0.975	1.150	-34.45
			Σύνολα=	75.48			-26.27

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 75.48 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -26.27 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 30.34 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 30.34 / 75.48 = 0.402m$, $ec > 1.500 / 6 = 0.250m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.145 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 1.044 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.402 = 0.696 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma M = 0.696 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 104.40 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 75.48 < Rd = 104.40 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

3.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.450, y=2.400$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	1.500	2.200	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	19.66	0.00	1.500	1.000	19.66	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	34.88	0.394	0.963	2.85	13.74
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-1.50	0.394	0.963	0.59	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		3.19	37.49	0.975	1.150	3.67	36.55
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-1.61	0.975	1.150	1.57	0.00*
Σύνολα=				69.26			28.34	50.29

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 28.34 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 50.29 kNm/m

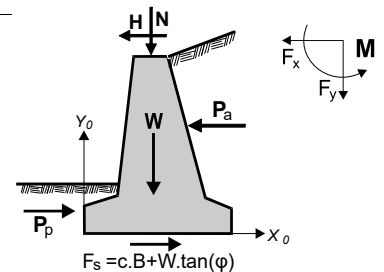
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=28.34 < M_{rd}=50.29$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(1.500/2)-(50.29-28.34)/69.26=0.433$ m, $ec \leq 1.500/3=0.500$ m

3.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	19.66	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.40- 2.40	0.00	24.35	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	0.00	33.38
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		3.19	0.00	35.88
Σύνολα=			25.81	24.35	69.26



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 69.26 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 32.30$ kN/m

Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot cu / \gamma M = 1000 \times 0.951 \times 0.005 / 1.00 = 4.75$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.81 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(24.35/1.00+32.30) = 56.65$ kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=25.81 < R_d=56.65$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

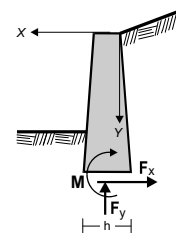
3.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.450	0.00	2.81	0.00
0.50	0.450	0.05	5.63	0.00
0.75	0.450	0.70	8.44	0.08
1.00	0.450	2.07	11.25	0.42
1.25	0.450	4.16	14.06	1.17
1.50	0.450	6.97	16.87	2.55
1.75	0.450	10.49	19.69	4.72
2.10	0.450	16.63	23.63	9.44



3.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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

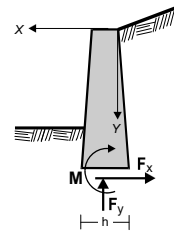
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.00	-2.81	395	57.13	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.00	-5.63	395	40.39	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	0.08	-8.44	395	32.09	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	0.42	-11.25	395	25.87	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	1.17	-14.06	395	20.92	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.50	2.55	-16.87	395	16.97	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.75	4.72	-19.69	395	13.90	0.02	0.4/20.0	2.31	0.02	(5.34)
2.10	9.44	-23.63	395	10.77	0.03	0.5/20.0	2.32	0.25	(5.34)

3.10.3. 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	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.450	0.24	2.81	0.03
0.50	0.450	0.71	5.63	0.20
0.75	0.450	1.97	8.44	0.75
1.00	0.450	3.84	11.25	1.80
1.25	0.450	6.34	14.06	3.57
1.50	0.450	9.45	16.87	6.30
1.75	0.450	13.16	19.69	10.23
2.10	0.450	19.40	23.63	18.17



3.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.03	-2.81	395	55.42	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.20	-5.63	395	36.66	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	0.75	-8.44	395	26.72	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	1.80	-11.25	395	20.50	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	3.57	-14.06	395	16.18	0.02	0.3/20.0	2.31	0.03	(5.34)
1.50	6.30	-16.87	395	13.04	0.02	0.4/20.0	2.32	0.15	(5.34)
1.75	10.23	-19.69	395	10.72	0.03	0.5/20.0	2.32	0.34	(5.34)
2.10	18.17	-23.63	395	8.39	0.03	0.7/20.0	2.33	0.76	(5.34)

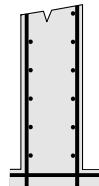
3.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/14.5 (5.41cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/17.0 (4.62cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



3.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_b, r_{qd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \times (61/1.61) = 95 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = 435.00 \times 76/541 = 61 \text{ MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 \text{ MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 95 = 66 \text{ mm}, C_{nom} = 50 \text{ mm} > 3 \times 10 = 30 \text{ mm} = (3\varnothing)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

$$\text{Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης } l_{b, \min} = \max(0.30 l_{brqd}, 10\varnothing, 100 \text{ mm}) = 100 \text{ mm}$$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

3.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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.

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

$$V_{ed} = 9.70 \text{ kN/m}, V_{ed} (+\text{σεισμικός}) = 12.36 \text{ kN/m}, N_{ed} = -19.18 \text{ kN/m}$$

Αντοχή τέννουσα 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)

$$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120, f_{ck} = 25 \text{ MPa}, b_w = 1000 \text{ mm}, d = 395 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, k = 1.71, k_1 = 0.15$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 541/(1000 \times 395) = 0.0014$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = 1000 \times 19.18/450000 = 0.04 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.39 \text{ N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd, c(\min)} = 0.001 \times (0.39 + 0.15 \times 0.04) \times 1000 \times 395 = 156.42 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.71 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.04] \times 1000 \times 395 = 125.43, V_{rdc} = 156.42 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 12.36 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 156.42 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rd, \max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad V_{ed}/\max(V_{rd, \max}) = 0.01, \theta = 45.0^\circ \cot \theta = 1.00 \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00 \quad z = 0.9d, f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa} \quad v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540, f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rd, \max} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 395 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 1360.1 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 19.4 \text{ kN} < 1360.1 \text{ kN} = V_{rd, \max}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

3.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

3.11.1. Έλεγχος τμήματος πίσω $x = -1.050 \text{ m}$ το $x = 0.000 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 97.70 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 20.73 \text{ kNm/m}$$

$$q_1 = 0.087 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.010 \text{ N/mm}^2, w = 1.050 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος } q_3 = 0.058 \text{ N/mm}^2$$

$$M = -12.32 \text{ kNm/m}, V = 9.92 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h = 250 \text{ mm από παρειά} = 4.96 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = -12.32 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 4.96 \text{ kN/m}$$

3.11.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x = -1.050 \text{ m}$ το $x = 0.000 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 72.37 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 19.34 \text{ kNm/m}$$

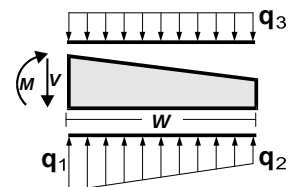
$$q_1 = 0.069 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2, w = 0.998 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος } q_3 = 0.043 \text{ N/mm}^2$$

$$M = -12.38 \text{ kNm/m}, V = 10.77 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h = 250 \text{ mm από παρειά} = 6.43 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = -12.38 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 6.43 \text{ kN/m}$$

**3.11.3. Έλεγχος τμήματος πίσω $x = -1.050 \text{ m}$ το $x = 0.000 \text{ m}$ (με σεισμό)**

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 69.26 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 30.34 \text{ kNm/m}$$

$$q_1 = 0.077 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2, w = 1.050 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος } q_3 = 0.043 \text{ N/mm}^2$$

$$M = -17.82 \text{ kNm/m}, V = 26.48 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h = 250 \text{ mm από παρειά} = 20.27 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = -17.82 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 20.27 \text{ kN/m}$$

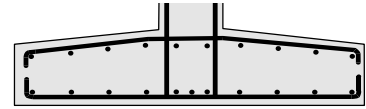
3.11.4. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $M_{ed}=0.00$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=0.00$ $x/d=0.00$ $\varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1}=0.0/0.0$ $k_s=0.00$, $A_s=*$ cm²/m
 $M_{ed}=-18.17$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=5.72$ $x/d=0.05$ $\varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1}=-1.1/20.0$ $k_s=2.34$, $A_s=1.74$ cm²/m
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s=3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

3.11.5. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)

**3.11.6. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση**

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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)

$V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=244$ mm, $a=244$ mm

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=244$ mm

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.91$

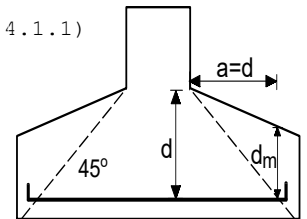
$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 332 / (1000 \times 244) = 0.0014$

$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244 / 244) \times 1000 \times 244 = 224.48$ kN/m

$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244 / 244] \times 1000 \times 244 = 169.82$, $V_{rdc} = 224.48$ kN/m

$V_{ed} = 20.27$ kN/m $\leq V_{rdc} = 224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.03$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot \theta = 1.00$ $\tan \theta = 1.00$

$\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60$ MPa $v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17$ MPa

$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2$ kN

$V_{ed} = 26.5$ kN < 840.2 kN $= V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

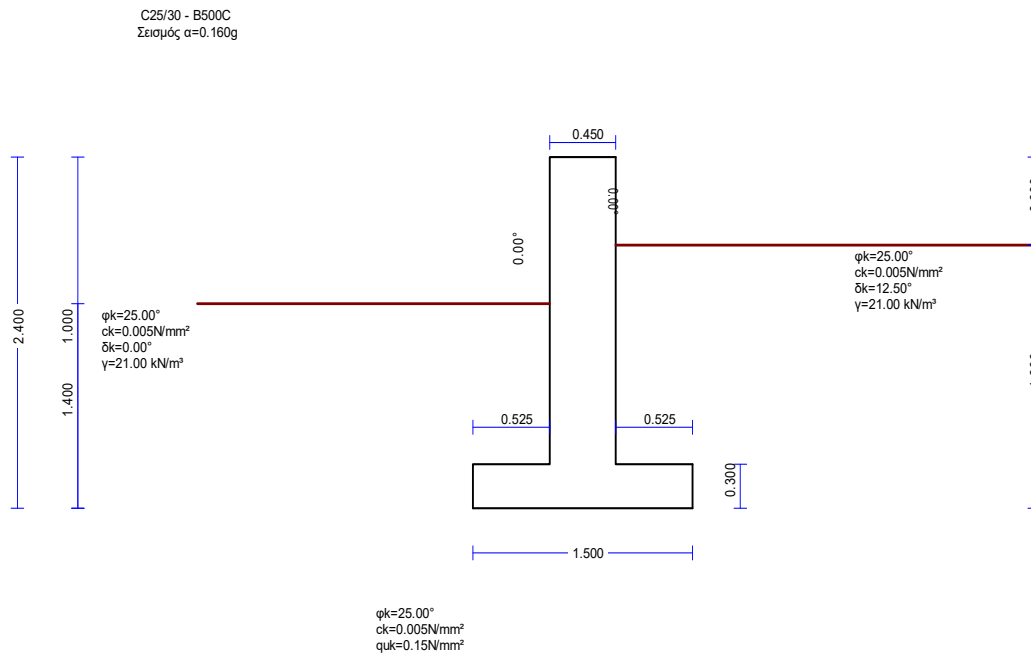
3.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	1.395	m ³ /m
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	37.933	kg/m
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου	3.150x	1.395= 4.394 m ³
Συνολικός οπλισμός τοίχου	3.150x	37.933= 119.490 kg

4. ΤΟΙΧΟΣ Τ3 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

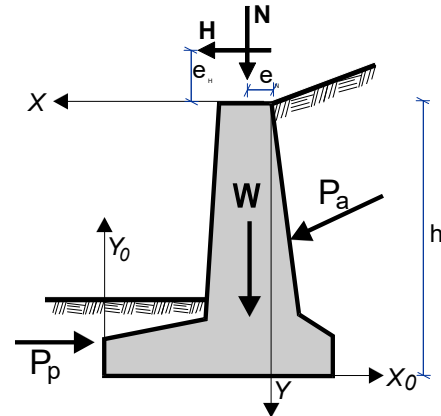
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



4.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 2.400\text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 6.630\text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.450\text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.450\text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 1.500\text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.525 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.525 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 2.100\text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000\text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 1.395\text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 1.395 \times 25.000 = 34.88\text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.225\text{ m}, y = 1.437\text{ m} (x_o = 0.750\text{ m}, y_o = 0.963\text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50\text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50\text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

Βάρος επίχωσης

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=16.54 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.262 \text{ m}$, $y=1.350 \text{ m}$

4.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

		(A1+M1)		
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst}	1.10	1.35
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb}	0.90	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst}	1.50	1.50
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb}	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_{ϕ}	1.25	1.00
	Συνοχή c	γ_c	1.25	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu}	1.40	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu}	1.40	1.00
	Βάρος	γ_w	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

4.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

4.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}=34.88 \times 0.085=2.96 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}=34.88 \times 0.043=1.50 \text{ kN/m}$
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsx}=16.54 \times 0.085=1.41 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsy}=16.54 \times 0.043=0.71 \text{ kN/m}$

4.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

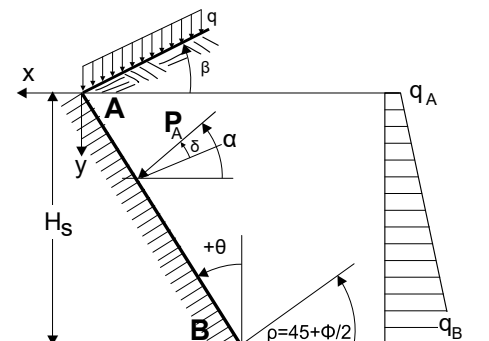
4.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=0.600 \text{ m}$, $H_s=0.600 \text{ m}$

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

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.600 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική
Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma_s=0.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_{vs}=0.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w=10.00 \text{ kN/m}^3$
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi=0.00^\circ$
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 $\delta=0.00^\circ$



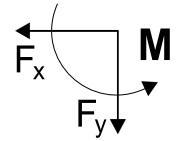
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 45.00 \quad 45.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 1.000 \quad 1.000$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $q_A= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.60\text{m}$) $q_B= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H \quad P_a= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{ax}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{ay}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 0.00 \quad 0.00 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.400 \text{ m}$

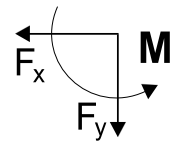


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.600 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.00 \quad 0.00 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega)=k_h / (1-k_v)=0.085 / (1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR)= 1.000$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(1.000/1.000-1)=0.000$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.000 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN/m}$

4.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.600 \text{ m}$ έως $Y=2.400 \text{ m}$, $H_s=1.800 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.600 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 2.400 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

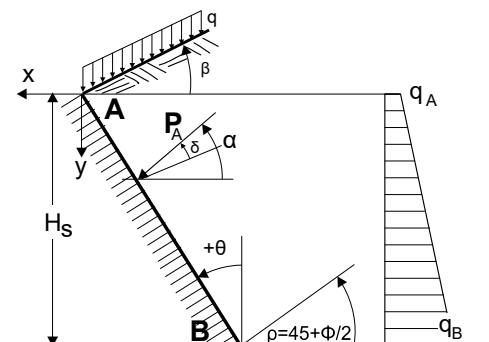
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



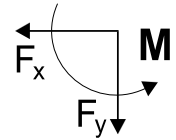
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 1.80\text{m}$)	$q_B = 16.90$	13.87 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 15.21$	12.48 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 14.98$	12.18 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 2.64$	2.70 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -26.96$	-21.92 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}$, $y= 1.800 \text{ m}$		

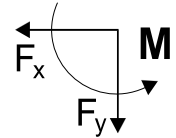


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=2.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	14.98	12.18 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	2.64	2.70 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	8.99	7.31 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
 Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 12.18 = 14.37 \text{ kN/m}$

4.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

4.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.000 \text{ m}$ έως $Y=2.400 \text{ m}$, $H_s=1.400 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.975 \text{ m}$ $y= 1.000 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.975 \text{ m}$ $y= 2.400 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

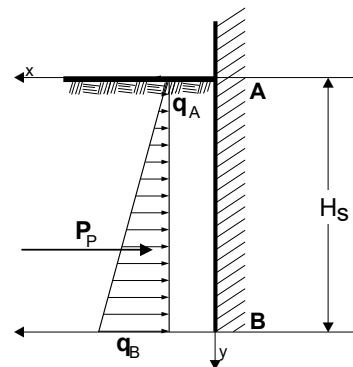
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



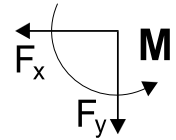
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 =$	35.00	32.50°
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$	2.040	2.464
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$		

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 1.40\text{m}$)	$q_B = -59.98$	-72.44 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_p = 41.99$	50.71 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px} = -41.99$	-50.71 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py} = 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 81.17$	98.02 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.975 \text{ m}$, $y = 1.933 \text{ m}$		

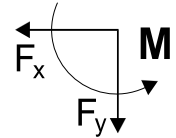


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.975 \text{ m}$, $y=2.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -41.99$	-50.71 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = -19.61$	-23.68 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

$$\tan(\omega) = kh / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \quad \omega = 5.08^\circ$$

$$\text{Συντελεστής παθητικής ώθησης } K_p^* (\text{STR}) = 2.319$$

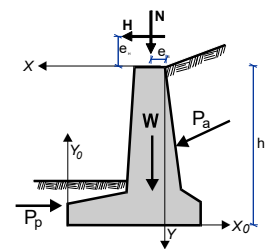
$$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$$

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -39.52$	-47.73

4.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00 - 0.60	0.00	0.00	0.000	0.400
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.60 - 2.40	14.98	2.64	0.000	1.800
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	1.00 - 2.40	-41.99	0.00	0.975	1.933
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	W_s		0.00	16.54	-0.262	1.350

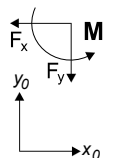


4.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

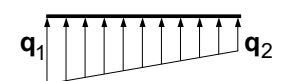
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P, γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax} 1.10$	0.00 - 0.60	0.00	0.00	0.975	2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax} 1.10$	0.60 - 2.40	16.48	2.90	0.975	0.600	7.06
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	31.39	0.750	0.963	-23.54
Βάρος επίχωσης	$W_s \times 0.90$		0.00	14.89	1.237	1.050	-18.41
			Σύνολα=	49.18			-34.89



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 49.18 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -34.89 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.00 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.00 / 49.18 = 0.041\text{m}$, $e_c \leq 1.500 / 6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.038 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.027 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.041 = 1.419 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.419 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 152.04 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 49.18 < R_d = 152.04 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



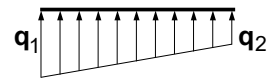
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.60- 2.40	16.48	2.90	0.975	0.600	7.06
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	38.37	0.750	0.963	-28.78
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	18.19	1.237	1.050	-22.51
Σύνολα=				59.46			-44.23

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 59.46 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -44.23 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.36 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=0.36/59.46=0.006m$, $ec \leq 1.500/6=0.250m$
 Τάσεις εδάφους $q_1=0.041 \text{ N/mm}^2$ $q_2=0.039 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.500-2 \times 0.006= 1.488 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=1.488 \times (1000 \times 0.15)/1.40= 159.43 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=59.46 < Rd=159.43 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



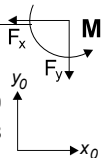
(EC7 Παράρτημα D)

4.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.975, y=2.400 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.000	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.60- 2.40	16.48	2.90	0.975	0.600	9.89	2.83
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	31.39	0.750	0.963	0.00	23.54
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	14.89	1.237	1.050	0.00	18.41
Σύνολα=				49.18			9.89	44.78

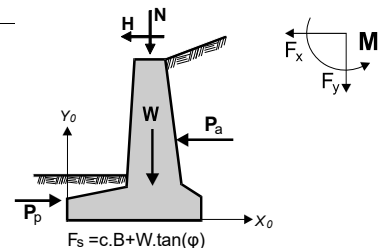


Σύνολο ροπών ανατροπής = 9.89 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 44.78 kNm/m
Ελεγχος σε ανατροπή $Med=9.89 < Mrd=44.78 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(1.500/2)-(44.78-9.89)/49.18=0.041m$, $ec \leq 1.500/3=0.500m$

4.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.60- 2.40	16.48	0.00	2.90
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	1.00- 2.40	0.00	37.79	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	31.39
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	14.89
Σύνολα=			16.48	37.79	49.18



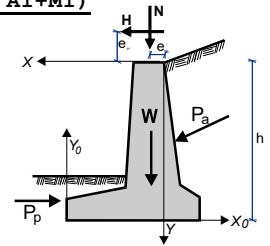
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 49.18 \times \tan(25.00^\circ)/1.25= 18.35 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000 \times 1.500 \times 0.005/1.25= 6.00 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 16.48 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(37.79/1.00+18.35) = 56.14 \text{ kN/m}$
Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=16.48 < Rd=56.14 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

4.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

4.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.000	0.400
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.60- 2.40	12.18	2.70	0.000	1.800
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.00- 2.40	-50.71	0.00	0.975	1.933
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	16.54	-0.262	1.350

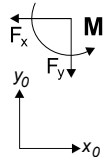


4.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

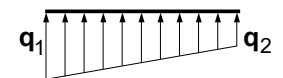
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 2.40	16.44	3.65	0.975	0.600	6.32
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.750	0.963	-26.16
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	16.54	1.237	1.050	-20.46
			Σύνολα=	55.07			-40.30



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 55.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -40.30 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.00 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.00/55.07 = 0.018\text{m}$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.039\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.034\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.018 = 1.464\text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

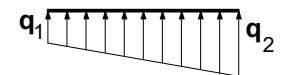
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.464 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 156.86\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 55.07 < R_d = 156.86\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 2.40	16.44	3.65	0.975	0.600	6.32
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	47.09	0.750	0.963	-35.32
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	22.33	1.237	1.050	-27.62
			Σύνολα=	73.07			-56.62

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 73.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -56.62 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -1.82 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = -1.82/73.07 = -0.025\text{m}$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.044\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.054\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.025 = 1.450\text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.450 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 155.36\text{ kN/m}$

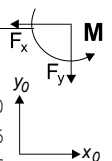
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 73.07 < R_d = 155.36\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

4.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.975, y=2.400\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.000	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 2.40	16.44	3.65	0.975	0.600	9.87	3.55
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.750	0.963	0.00	26.16
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	16.54	1.237	1.050	0.00	20.46
			Σύνολα=	55.07			9.87	50.17

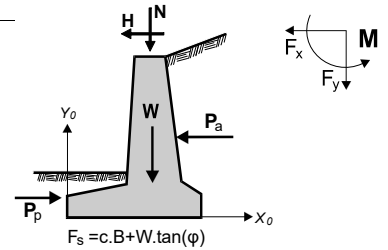


Σύνολο ροπών ανατροπής = 9.87 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 50.17 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=9.87 < M_{rd}=50.17$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.500/2)-(50.17-9.87)/55.07=0.018m$, $e_c \leq 1.500/3=0.500m$

4.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 2.40	16.44	0.00	3.65
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.00- 2.40	0.00	50.71	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	34.88
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	16.54
Σύνολα=			16.44	50.71	55.07



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 55.07 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 23.35$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.500 \times 0.005 / 1.10 = 6.82$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 16.44 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(50.71/1.40+23.35) = 59.57$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=16.44 < R_d=59.57$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

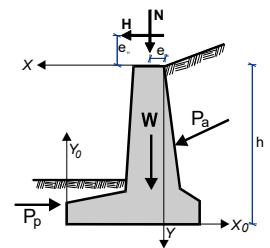
4.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

4.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.60- 2.40	12.18	2.70	0.000	1.500
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.00- 2.40	-47.73	0.00	0.975	1.933
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	16.54	-0.262	1.350



4.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σειμού

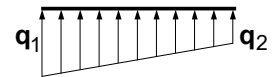
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.60	0.00		0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.60- 2.40	2.19		0.000	1.500
Βάρος τοίχου	W		2.96	±1.50	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		1.41	±0.71	-0.262	1.350

4.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.100	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 2.40	14.37	2.70	0.975	0.900	10.31
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	33.38	0.750	0.963	-22.18
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.41	15.83	1.237	1.050	-18.10
Σύνολα=				51.91			-29.97

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 51.91 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -29.97 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 8.96 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 8.96/51.91 = 0.173\text{m}$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.059 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.011 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.173 = 1.155 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.155 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 173.25 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 51.91 < R_d = 173.25 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

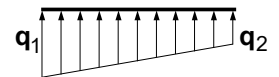
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

4.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.100	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 2.40	14.37	2.70	0.975	0.900	10.31
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	36.38	0.750	0.963	-24.43
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.41	17.25	1.237	1.050	-19.86
			Σύνολα=	56.33			-33.98

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 56.33 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -33.98 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 8.27 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 8.27/56.33 = 0.147\text{m}$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.060 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.016 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.147 = 1.206 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.206 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 180.90 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 56.33 < R_d = 180.90 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

4.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.975, y = 2.400 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.975	2.100	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 2.40	14.37	2.70	0.975	0.900	12.94	2.63
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	34.88	0.750	0.963	2.85	26.16
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-1.50	0.750	0.963	1.12	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.41	16.54	1.237	1.050	1.48	20.46
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.71	1.237	1.050	0.88	0.00*
			Σύνολα=	51.91			19.27	49.25

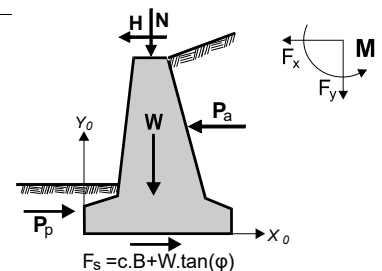
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 19.27 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 49.25 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 19.27 < M_{rd} = 49.25 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (1.500/2) - (49.25 - 19.27) / 51.91 = 0.172\text{m}$, $e_c \leq 1.500/3 = 0.500\text{m}$

4.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 2.40	14.37	0.00	2.70
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.00- 2.40	0.00	47.73	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	0.00	33.38
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.41	0.00	15.83
			Σύνολα=	18.74	51.91



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 51.91 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 24.21 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.500 \times 0.005 / 1.00 = 7.50 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης $= 18.74 \text{ kN/m}$
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(47.73/1.00 + 24.21) = 71.94 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 18.74 < R_d = 71.94 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

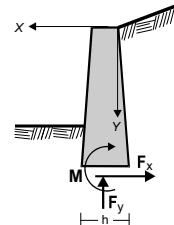
4.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.450	0.00	2.81	0.00
0.50	0.450	0.00	5.63	0.00
0.75	0.450	0.12	8.46	-0.01
1.00	0.450	0.82	11.43	0.07
1.25	0.450	2.15	14.53	0.37
1.50	0.450	4.12	17.79	1.04
1.75	0.450	6.72	21.17	2.24
2.10	0.450	11.42	26.16	5.14



4.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

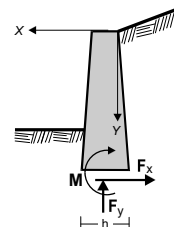
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y [m]	Med [kN/m]	Ned [kN]	d [mm]	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As [cm ² /m]	min As [cm ² /m]
0.25	0.00	-2.81	395	57.13	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.00	-5.63	395	40.39	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	-0.01	-8.46	395	32.86	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	0.07	-11.43	395	27.86	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	0.37	-14.53	395	23.45	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.50	1.04	-17.79	395	19.60	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.75	2.24	-21.17	395	16.34	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
2.10	5.14	-26.16	395	12.76	0.02	0.4/20.0	2.32	0.00	(4.50)

4.10.3. 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 [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.450	0.24	2.81	0.03
0.50	0.450	0.48	5.63	0.12
0.75	0.450	0.82	8.46	0.27
1.00	0.450	1.68	11.43	0.59
1.25	0.450	3.07	14.53	1.28
1.50	0.450	5.03	17.79	2.55
1.75	0.450	7.55	21.17	4.60
2.10	0.450	11.99	26.16	9.17



4.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.03	-2.81	395	55.42	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.12	-5.63	395	38.08	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	0.27	-8.46	395	30.23	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	0.59	-11.43	395	24.81	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	1.28	-14.53	395	20.39	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.50	2.55	-17.79	395	16.73	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.75	4.60	-21.17	395	13.80	0.02	0.4/20.0	2.31	0.00	(4.50)
2.10	9.17	-26.16	395	10.70	0.03	0.5/20.0	2.32	0.20	(5.34)

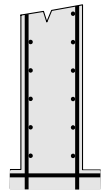
4.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χάμα) παρειάς τοίχου Ø10/14.5 (5.41cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/17.0 (4.62cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



4.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

l_b, r_{qd}=(Ø/4) (osd/fbd)=(10/4) x (16/1.61)=25mm

osd=435.00x20/541=16MPa fbd=2.25x0.70xf_{ctd}=1.61 MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης l_{bd}=0.70x25=17mm, C_{nom}=50mm>3x10=30mm=(3Ø)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης l_b, min=max(0.30l_br_{qd}, 10Ø, 100mm)=100mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

4.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 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.

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

V_{ed}=6.12 kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=6.98 kN/m, N_{ed}=-20.53 kN/m

Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

V_{rdc}=[C_{rdc}·k·(100ρ_l·f_{ck})^{0.33}+k_l·σ_{cp}]·b_w·d

(EC2 Εξ.6.2.a)

V_{rdc}>=(v_{min}+k_l·σ_{cp})·b_w·d

(EC2 Εξ.6.2.b)

C_{rdc}=0.18/γ_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25MPa, b_w=1000mm, d=395mm

k=1+√(200/d)<=2, k=1.71, k_l=0.15

ρ_l=A_sl/(b_w·d)=541/(1000x395)=0.0014

σ_{cp}=N_{ed}/A_c=1000x20.53/450000=0.05N/mm²

v_{min}=0.0350·k^{1.50}·√f_{ck} = 0.39N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

V_{rd, c}(min)=0.001x(0.39+0.15x0.05)x1000x395=157.01kN/m

V_{rdc}=0.001x[0.120x1.71x(0.14x25)^{0.33}+0.15x0.05]x1000x395=126.03, V_{rdc}=157.01kN/m

V_{ed}=6.98 kN/m <= V_{rdc}=157.01 kN/m, διάτμηση OK

V_{rdmax}=α_{cw}·b_w·z·v_l·f_{cd}/(cotθ+tanθ), V_{ed}/max(V_{rdmax})=0.01, θ=45.0° cotθ=1.00 tanθ=1.00

α_{cw}=1.00 z=0.9d, f_{ck}=25.0<=60MPa v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540, f_{cd}=14.17MPa

V_{rdmax}=0.001x1.00x1000x0.9x395x0.540x14.17/2.00=1360.1 kN

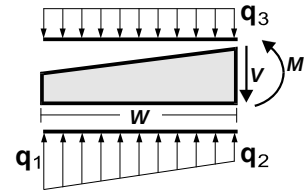
V_{ed}=12.0 kN < 1360.1 kN =V_{rdmax}, ο έλεγχος επαληθεύεται

4.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

4.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975$ m το $x=0.450$ m

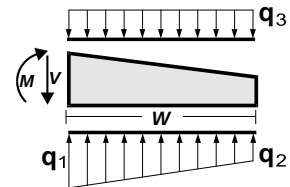
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 73.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -1.82 kNm/m
 $q_1 = 0.044$ N/mm², $q_2 = 0.047$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.010$ N/mm²
 $M = 4.82$ kNm/m, $V = 18.67$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 9.60 kN/m
 $Med = 4.82$ kNm/m, $Ved = 9.60$ kN/m

**4.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525$ m το $x=0.000$ m**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 73.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -1.82 kNm/m
 $q_1 = 0.050$ N/mm², $q_2 = 0.054$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.053$ N/mm²
 $M = -0.08$ kNm/m, $V = 0.59$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 0.08 kN/m
 $Med = -0.08$ kNm/m, $Ved = 0.08$ kN/m

4.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 55.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.00 kNm/m
 $q_1 = 0.036$ N/mm², $q_2 = 0.034$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.039$ N/mm²
 $M = -0.60$ kNm/m, $V = 2.11$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 1.24 kN/m
 $Med = -0.60$ kNm/m, $Ved = 1.24$ kN/m

**4.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975$ m το $x=0.450$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 51.91 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 8.27 kNm/m
 $q_1 = 0.057$ N/mm², $q_2 = 0.041$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 7.62$ kNm/m, $V = 21.49$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 12.29 kN/m
 $Med = 7.62$ kNm/m, $Ved = 12.29$ kN/m

4.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 51.91 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 8.27 kNm/m
 $q_1 = 0.028$ N/mm², $q_2 = 0.013$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.039$ N/mm²
 $M = -1.31$ kNm/m, $V = 9.83$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 6.19 kN/m
 $Med = -1.31$ kNm/m, $Ved = 6.19$ kN/m

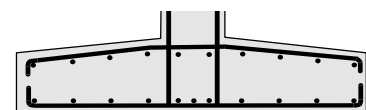
4.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 7.62$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=8.84$ $x/d=0.03$ $\epsilon_{c2/\epsilon_{s1}}=-0.7/20.0$ $k_s=2.32$, **$A_s = 0.73$ cm²/m**
 $Med = -1.55$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=19.58$ $x/d=0.01$ $\epsilon_{c2/\epsilon_{s1}}=-0.3/20.0$ $k_s=2.31$, **$A_s = 0.15$ cm²/m**
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

4.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



4.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)

$$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d \quad (EC2 \text{ Εξ.6.50})$$

$$V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, \quad d = d_m = 244 \text{ mm}, \quad a = 244 \text{ mm}$$

$$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120, \quad f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad b_w = 1000 \text{ mm}, \quad d = 244 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, \quad k = 1.91$$

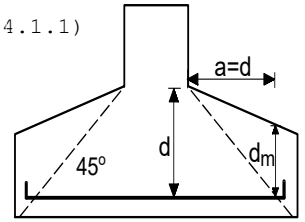
$$\rho_l = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 332/(1000 \times 244) = 0.0014$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46 \text{ N/mm}^2, \quad (EC2 \text{ Εξ.6.3N})$$

$$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82, \quad V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 12.29 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}, \quad \text{διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.03, \quad \theta = 45.0^\circ, \quad \cot \theta = 1.00, \quad \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00, \quad z = 0.9d, \quad f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa}, \quad v_l = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540, \quad f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 21.5 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}, \quad \text{ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

4.12. Προμέτρηση υλικών

$$\text{Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 1.395 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 38.101 \text{ kg/m}$$

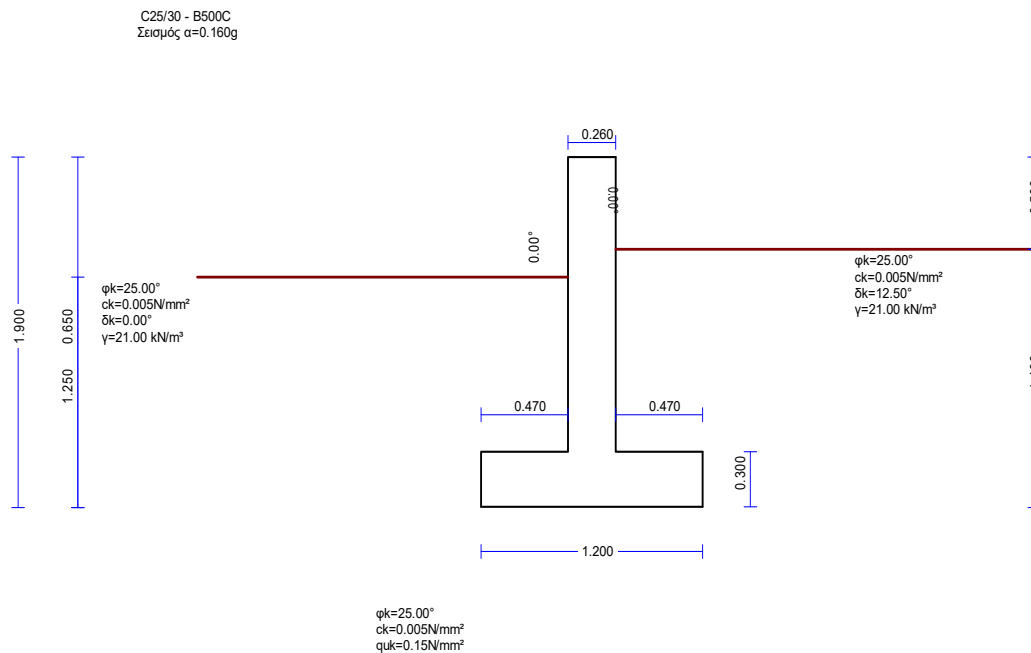
$$\text{Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου} \quad 6.630 \times 1.395 = 9.249 \text{ m}^3$$

$$\text{Συνολικός οπλισμός τοίχου} \quad 6.630 \times 38.101 = 252.610 \text{ kg}$$

5. ΤΟΙΧΟΣ Τ4 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

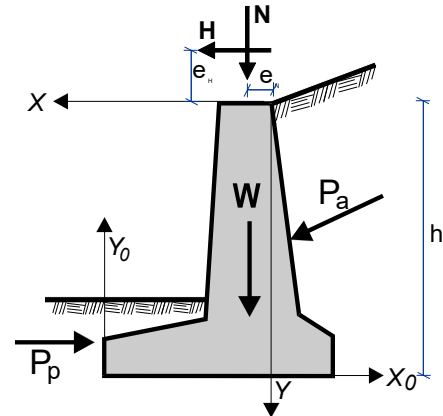
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-EL0T:2010)



5.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 1.900\text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 4.660\text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.260\text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.260\text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 1.200\text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.470 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.470 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 1.600\text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000\text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.776\text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.776 \times 25.000 = 19.40\text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.130\text{ m}, y = 1.241\text{ m} (x_o = 0.600\text{ m}, y_o = 0.659\text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή	: Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50\text{ mm}$
Θεμέλιο	: Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50\text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

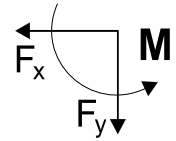
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 45.00 \quad 45.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 1.000 \quad 1.000$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.50\text{m}$)	$q_B= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 0.00$	0.00 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 0.00$	0.00 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 0.00$	0.00 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.333 \text{ m}$		

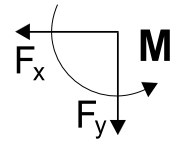


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.500 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 0.00$	0.00	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.00$	0.00	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.00$	0.00	0.00 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 1.000$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (1.000 / 1.000 - 1) = 0.000$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.000 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN/m}$

5.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500 \text{ m}$ έως $Y=1.900 \text{ m}$, $H_s=1.400 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.500 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.900 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

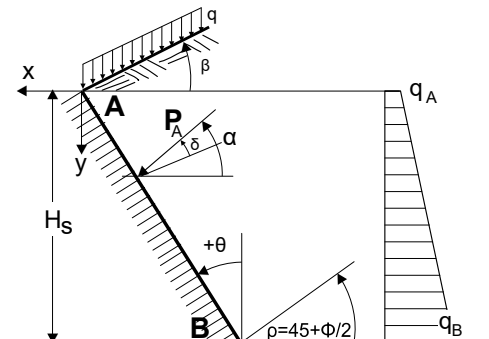
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



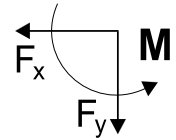
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 1.40\text{m}$)	$q_B = 13.14$	10.79 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 9.20$	7.55 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 9.06$	7.37 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 1.60$	1.63 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -12.98$	-10.56 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}$, $y = 1.433 \text{ m}$		

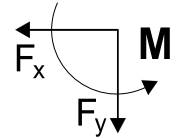


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=1.900 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	9.06	7.37 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	1.60	1.63 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	4.23	3.44 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
 Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 7.37 = 8.70 \text{ kN/m}$

5.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

5.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650 \text{ m}$ έως $Y=1.900 \text{ m}$, $H_s=1.250 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x = 0.730 \text{ m}$ $y = 0.650 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x = 0.730 \text{ m}$ $y = 1.900 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

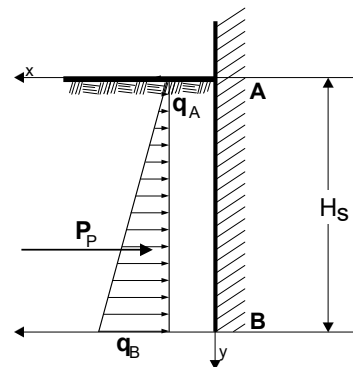
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



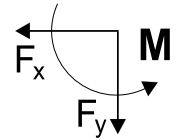
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 =$	35.00	32.50°
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$	2.040	2.464
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$		

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta)} \left[1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 1.25\text{m}$)	$q_B=-53.55$	-64.68 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_p= 33.47$	40.42 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px}=-33.47$	-40.42 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py}= 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 49.64$	59.94 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.730 \text{ m}$, $y= 1.483 \text{ m}$		

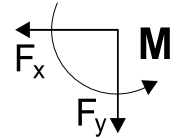


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.730 \text{ m}$, $y=1.900 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx}=-33.47$	-40.42 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy}= 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = -13.96$	-16.86 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

$$\tan(\omega) = kh / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \quad \omega = 5.08^\circ$$

$$\text{Συντελεστής παθητικής ώθησης } K_p^* (\text{STR}) = 2.319$$

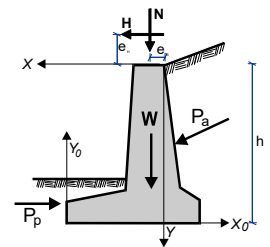
$$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$$

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -31.50$	-38.04

5.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00 - 0.50	0.00	0.00	0.000	0.333
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.50 - 1.90	9.06	1.60	0.000	1.433
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.65 - 1.90	-33.47	0.00	0.730	1.483
Βάρος τοίχου	W		0.00	19.40	0.130	1.241
Βάρος επίχωσης	W_s		0.00	10.86	-0.235	1.050

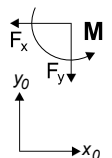


5.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

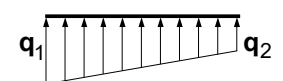
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P, γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax} 1.10$	0.00 - 0.50	0.00	0.00	0.730	1.567	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax} 1.10$	0.50 - 1.90	9.97	1.76	0.730	0.467	3.37
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	17.46	0.600	0.659	-10.48
Βάρος επίχωσης	$W_s \times 0.90$		0.00	9.77	0.965	0.850	-9.43
Σύνολα				28.99			-16.54



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 28.99 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -16.54 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.85 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.85 / 28.99 = 0.029\text{m}$, $e_c \leq 1.200 / 6 = 0.200\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.028 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.021 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.200 - 2 \times 0.029 = 1.141 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.141 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 122.25 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 28.99 < R_d = 122.25 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.567	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.50- 1.90	9.97	1.76	0.730	0.467	3.37
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	21.34	0.600	0.659	-12.80
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	11.95	0.965	0.850	-11.53
Σύνολα=				35.05			-20.96

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 35.05 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -20.96 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.07 kNm/m

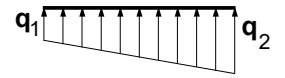
Εκκεντρότητα $ec=0.07/35.05=0.002m$, $ec \leq 1.200/6=0.200m$

Τάσεις εδάφους $q_1=0.029 \text{ N/mm}^2$ $q_2=0.029 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L'=1.200-2 \times 0.002= 1.196 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=1.196 \times (1000 \times 0.15)/1.40= 128.14 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=35.05 < Rd=128.14 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



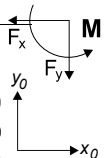
(EC7 Παράρτημα D)

5.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.730, y=1.900 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.567	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.50- 1.90	9.97	1.76	0.730	0.467	4.65	1.29
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	17.46	0.600	0.659	0.00	10.48
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	9.77	0.965	0.850	0.00	9.43
Σύνολα=				28.99			4.65	21.20



Σύνολο ροπών ανατροπής = 4.65 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 21.20 kNm/m

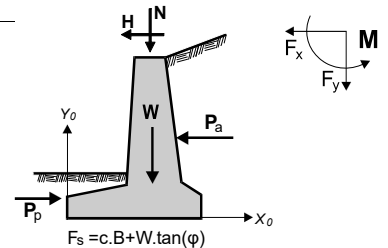
Ελεγχος σε ανατροπή $Med=4.65 < Mrd=21.20 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(1.200/2)-(21.20-4.65)/28.99=0.029m$, $ec \leq 1.200/3=0.400m$

5.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.50- 1.90	9.97	0.00	1.76
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.65- 1.90	0.00	30.12	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	17.46
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	9.77
Σύνολα=			9.97	30.12	28.99



Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 28.99 \times \tan(25.00^\circ)/1.25= 10.81 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000 \times 1.200 \times 0.005/1.25= 4.80 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.97 kN/m

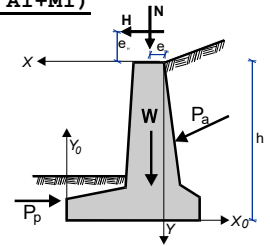
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(30.12/1.00+10.81) = 40.93 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=9.97 < Rd=40.93 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

5.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

5.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.000	0.333
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.50- 1.90	7.37	1.63	0.000	1.433
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.65- 1.90	-40.42	0.00	0.730	1.483
Βάρος τοίχου	W		0.00	19.40	0.130	1.241
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	10.86	-0.235	1.050

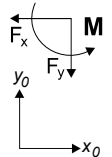


5.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

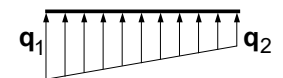
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.567	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.90	9.95	2.20	0.730	0.467	3.04
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	19.40	0.600	0.659	-11.64
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	10.86	0.965	0.850	-10.48
			Σύνολα=	32.46			-19.08



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 32.46 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -19.08 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.40 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.40 / 32.46 = 0.012\text{m}$, $e_c \leq 1.200 / 6 = 0.200\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.029\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.025\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.200 - 2 \times 0.012 = 1.175\text{ m}$



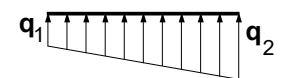
(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.175 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 125.89\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 32.46 < R_d = 125.89\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.567	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.90	9.95	2.20	0.730	0.467	3.04
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	26.19	0.600	0.659	-15.71
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	14.66	0.965	0.850	-14.15
			Σύνολα=	43.05			-26.82



(EC7 Παράρτημα D)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.05 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -26.82 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -0.99 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = -0.99 / 43.05 = -0.023\text{m}$, $e_c \leq 1.200 / 6 = 0.200\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.032\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.040\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.200 - 2 \times 0.023 = 1.154\text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.154 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 123.64\text{ kN/m}$

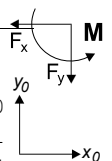
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 43.05 < R_d = 123.64\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

5.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.730, y=1.900\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.567	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.90	9.95	2.20	0.730	0.467	4.64	1.61
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	19.40	0.600	0.659	0.00	11.64
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	10.86	0.965	0.850	0.00	10.48
			Σύνολα=	32.46			4.64	23.73

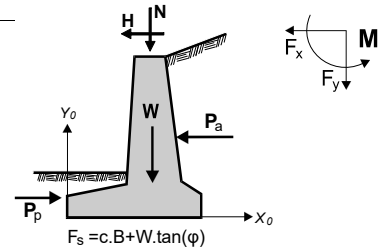


Σύνολο ροπών ανατροπής = 4.64 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 23.73 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=4.64 < M_{rd}=23.73$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.200/2)-(23.73-4.64)/32.46=0.012m$, $e_c \leq 1.200/3=0.400m$

5.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.90	9.95	0.00	2.20
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.65- 1.90	0.00	40.42	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	19.40
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	10.86
Σύνολα=			9.95	40.42	32.46



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 32.46 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 13.76$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.200 \times 0.005 / 1.10 = 5.45$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.95 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(40.42/1.40+13.76) = 42.63$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=9.95 < R_d=42.63$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

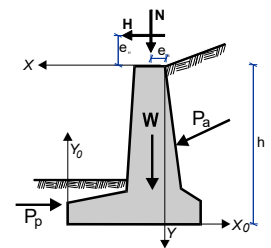
5.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

5.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.000	0.250
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.50- 1.90	7.37	1.63	0.000	1.200
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.65- 1.90	-38.04	0.00	0.730	1.483
Βάρος τοίχου	W		0.00	19.40	0.130	1.241
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	10.86	-0.235	1.050



5.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σειμού

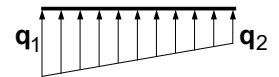
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.50	0.00		0.000	0.250
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.50- 1.90	1.33		0.000	1.200
Βάρος τοίχου	W		1.65	±0.83	0.130	1.241
Βάρος επίχωσης	Ws		0.92	±0.47	-0.235	1.050

5.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.650	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.90	8.70	1.63	0.730	0.700	4.90
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.65	18.57	0.600	0.659	-10.05
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.92	10.39	0.965	0.850	-9.24
Σύνολα=				30.59			-14.39

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 30.59 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -14.39 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 3.96 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 3.96 / 30.59 = 0.129\text{m}$, $e_c \leq 1.200 / 6 = 0.200\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.042 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.009 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.200 - 2 \times 0.129 = 0.941 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.941 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 141.15 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 30.59 < R_d = 141.15 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

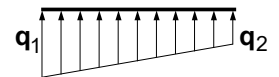
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

5.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.650	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.90	8.70	1.63	0.730	0.700	4.90
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.65	20.23	0.600	0.659	-11.05
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.92	11.33	0.965	0.850	-10.15
Σύνολα=				33.19			-16.30

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 33.19 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -16.30 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 3.61 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 3.61 / 33.19 = 0.109\text{m}$, $e_c \leq 1.200 / 6 = 0.200\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.043 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.013 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.200 - 2 \times 0.109 = 0.982 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.982 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 147.30 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 33.19 < R_d = 147.30 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

5.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.730, y = 1.900 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.730	1.650	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.90	8.70	1.63	0.730	0.700	6.09	1.19
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.65	19.40	0.600	0.659	1.09	11.64
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.83	0.600	0.659	0.50	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.92	10.86	0.965	0.850	0.78	10.48
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.47	0.965	0.850	0.45	0.00*
Σύνολα=				30.59			8.91	23.31

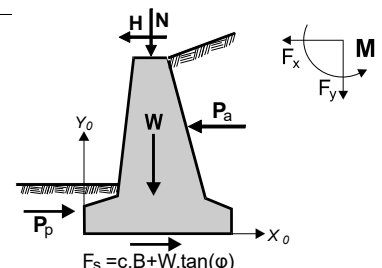
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 8.91 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 23.31 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 8.91 < M_{rd} = 23.31 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (1.200 / 2) - (23.31 - 8.91) / 30.59 = 0.129\text{m}$, $e_c \leq 1.200 / 3 = 0.400\text{m}$

5.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.90	8.70	0.00	1.63
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.65- 1.90	0.00	38.04	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.65	0.00	18.57
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.92	0.00	10.39
Σύνολα=			11.27	38.04	30.59



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 30.59 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 14.26 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.200 \times 0.005 / 1.00 = 6.00 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης $= 11.27 \text{ kN/m}$
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(38.04/1.00 + 14.26) = 52.30 \text{ kN/m}$
 Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 11.27 < R_d = 52.30 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

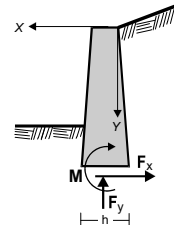
5.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.260	0.00	1.63	0.00
0.50	0.260	0.00	3.25	0.00
0.75	0.260	0.31	4.94	0.02
1.00	0.260	1.27	6.78	0.18
1.25	0.260	2.86	8.76	0.63
1.60	0.260	6.14	11.76	2.08



5.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(§3, §4.4.1.1)

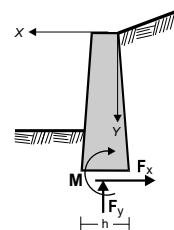
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y [m]	Med [kN/m]	Ned [kN]	d [mm]	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s [cm ² /m]	min A _s [cm ² /m]
0.25	0.00	-1.63	205	58.72	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.60)
0.50	0.00	-3.25	205	41.52	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.60)
0.75	0.02	-4.94	205	32.87	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.60)
1.00	0.18	-6.78	205	24.72	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.60)
1.25	0.63	-8.76	205	18.05	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	(2.60)
1.60	2.08	-11.76	205	11.92	0.02	0.5/20.0	2.32	0.06	(2.77)

5.10.3. 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 [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.260	0.14	1.63	0.02
0.50	0.260	0.28	3.25	0.07
0.75	0.260	0.69	4.94	0.18
1.00	0.260	1.66	6.78	0.53
1.25	0.260	3.19	8.76	1.31
1.60	0.260	6.25	11.76	3.53



5.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

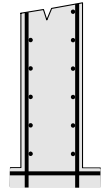
(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	205	54.96	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.60)
0.50	0.07	-3.25	205	36.65	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.60)
0.75	0.18	-4.94	205	27.53	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.60)
1.00	0.53	-6.78	205	20.12	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(2.60)
1.25	1.31	-8.76	205	14.62	0.02	0.4/20.0	2.31	0.02	(2.77)
1.60	3.53	-11.76	205	9.76	0.03	0.6/20.0	2.32	0.23	(2.77)

5.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχουΟπλισμοί πίσω(χάμα) παρειάς τοίχου $\varnothing 10/28.0$ (2.80cm²/m)Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/40.0$ (1.26cm²/m)Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου $\varnothing 10/30.0$ (2.62cm²/m)Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/40.0$ (1.26cm²/m)**5.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου**

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

 $l_{b, reqd}=(\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd})=(10/4) \times (36/1.61)=55$ mm $\sigma_{sd}=435.00 \times 23/280=36$ MPa $f_{bd}=2.25 \times 0.70 \times f_{ctd}=1.61$ MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd}=0.70 \times 55=39$ mm, $C_{nom}=50$ mm $> 3 \times 10=30$ mm=(3 $\varnothing$)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b, min}=\max(0.30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100$ mm)

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

5.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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.

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

 $V_{ed}=4.22$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=4.46 kN/m, $N_{ed}=-10.00$ kN/mΑντοχή τέννουσα 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)

 $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=205$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.99$, $k_1=0.15$ $\rho_1=A_{s1}/(b_w \cdot d)=280/(1000 \times 205)=0.0014$ $\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 10.00/260000=0.04$ N/mm² $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}}=0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

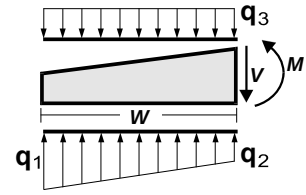
 $V_{rd, c(min)}=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.04) \times 1000 \times 205=101.68$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.99 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.04] \times 1000 \times 205=75.56$, $V_{rdc}=101.68$ kN/m $V_{ed}=4.46$ kN/m $\leq V_{rdc}=101.68$ kN/m, διάτμηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$ $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_1=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 205 \times 0.540 \times 14.17/2.00=705.9$ kN $V_{ed}=6.3$ kN < 705.9 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

5.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

5.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.730$ m το $x=0.260$ m

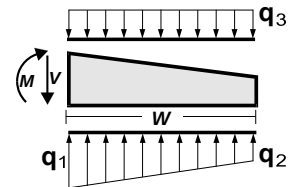
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.05 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -0.99 kNm/m
 $q_1 = 0.032$ N/mm², $q_2 = 0.035$ N/mm², $w = 0.470$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.010$ N/mm²
 $M = 2.52$ kNm/m, $V = 10.98$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 4.93 kN/m
 $Med = 2.52$ kNm/m, $Ved = 4.93$ kN/m

**5.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.470$ m το $x=0.000$ m**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.05 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = -0.99 kNm/m
 $q_1 = 0.037$ N/mm², $q_2 = 0.040$ N/mm², $w = 0.470$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.041$ N/mm²
 $M = -0.23$ kNm/m, $V = 1.23$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 0.43 kN/m
 $Med = -0.23$ kNm/m, $Ved = 0.43$ kN/m

5.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.470$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 32.46 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.40 kNm/m
 $q_1 = 0.027$ N/mm², $q_2 = 0.025$ N/mm², $w = 0.470$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.031$ N/mm²
 $M = -0.57$ kNm/m, $V = 2.33$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 1.20 kN/m
 $Med = -0.57$ kNm/m, $Ved = 1.20$ kN/m

**5.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.730$ m το $x=0.260$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 30.59 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 3.61 kNm/m
 $q_1 = 0.041$ N/mm², $q_2 = 0.029$ N/mm², $w = 0.470$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 3.93$ kNm/m, $V = 12.52$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 6.47 kN/m
 $Med = 3.93$ kNm/m, $Ved = 6.47$ kN/m

5.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.470$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 30.59 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 3.61 kNm/m
 $q_1 = 0.022$ N/mm², $q_2 = 0.010$ N/mm², $w = 0.470$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.031$ N/mm²
 $M = -1.06$ kNm/m, $V = 6.89$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 3.84 kN/m
 $Med = -1.06$ kNm/m, $Ved = 3.84$ kN/m

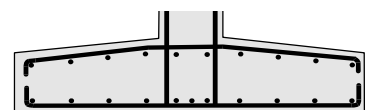
5.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 3.93$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=12.31$ $x/d=0.02$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.5/20.0$ $k_s=2.32$, **$A_s = 0.37$ cm²/m**
 $Med = -1.06$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=23.70$ $x/d=0.01$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.2/20.0$ $k_s=2.31$, **$A_s = 0.10$ cm²/m**
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

5.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



5.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)

$$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d \quad (EC2 \text{ Εξ.6.50})$$

$$V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, \quad d = d_m = 244 \text{ mm}, \quad a = 244 \text{ mm}$$

$$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120, \quad f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad b_w = 1000 \text{ mm}, \quad d = 244 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, \quad k = 1.91$$

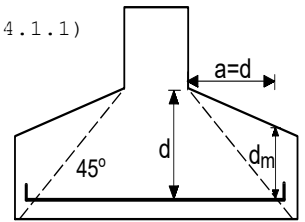
$$\rho_l = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 332/(1000 \times 244) = 0.0014$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46 \text{ N/mm}^2, \quad (EC2 \text{ Εξ.6.3N})$$

$$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82, \quad V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 6.47 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}, \quad \text{διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01, \quad \theta = 45.0^\circ, \quad \cot \theta = 1.00, \quad \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00, \quad z = 0.9d, \quad f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa}, \quad v_l = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540, \quad f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 12.5 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}, \quad \text{ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

5.12. Προμέτρηση υλικών

$$\text{Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 0.776 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 24.850 \text{ kg/m}$$

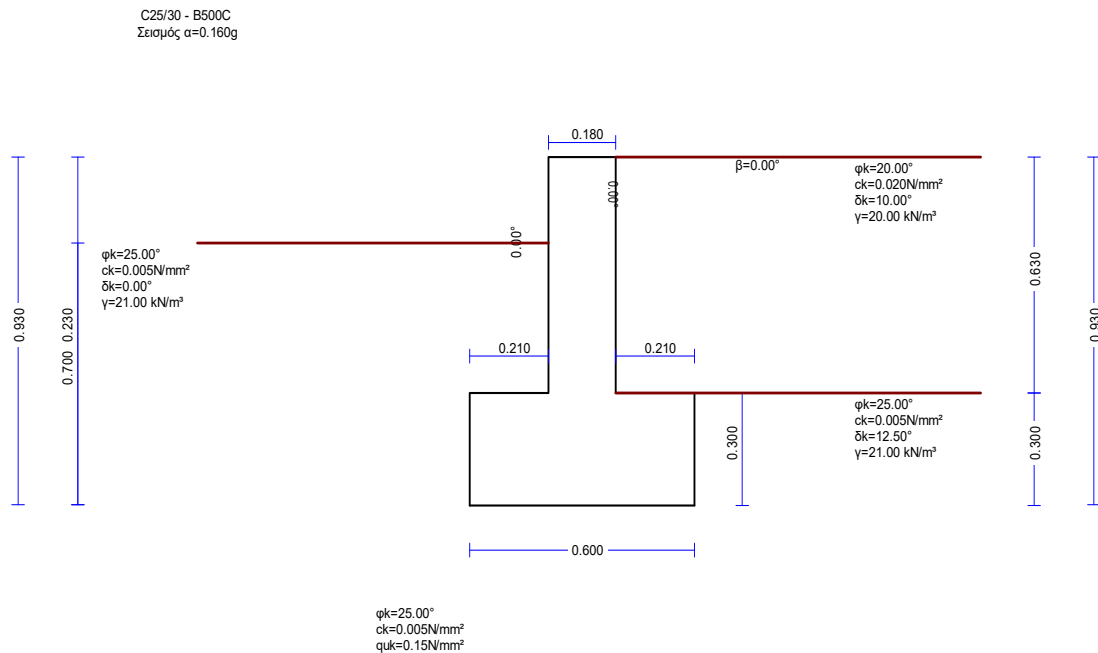
$$\text{Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου} \quad 4.660 \times 0.776 = 3.616 \text{ m}^3$$

$$\text{Συνολικός οπλισμός τοίχου} \quad 4.660 \times 24.850 = 115.800 \text{ kg}$$

6. ΤΟΙΧΟΣ Τ5 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

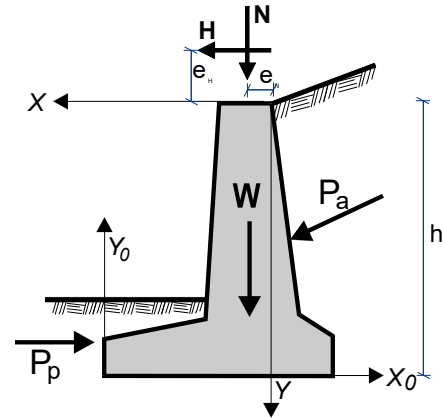
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



6.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 0.930 m
Μήκος τοίχου	L= 3.740 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.180 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.180 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 0.600 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.210 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.210 m
Υψος κορμού τοίχου	ho= 0.630 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	γg=25.000 kN/m³
Εμβαδόν διατομής τοίχου	A= 0.293 m²
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	W= 0.293x25.000= 7.32 kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	x=0.090 m, y=0.600 m (xo=0.300 m, yo=0.330 m)

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: Cnom=50 mm
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: Cnom=50 mm

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

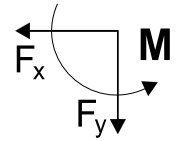
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.522 \quad 0.447$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.63\text{m}$)	$q_B= 6.58$	5.63 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 2.07$	1.77 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 2.05$	1.74 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.29$	0.31 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -0.86$	-0.73 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.420 \text{ m}$		

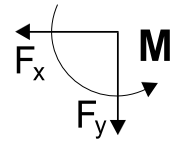


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.630 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 2.05$	1.74 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.29$	0.31 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.43$	0.37 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega)=k_h/(1-k_v)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.521$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(0.521/0.447-1)=0.166$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.166 \times 1.74 = 2.03 \text{ kN/m}$

6.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.630 \text{ m}$ έως $Y=0.930 \text{ m}, H_s=0.300 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.630 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.930 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma_s=21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_{s23}=23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi=25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c=0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

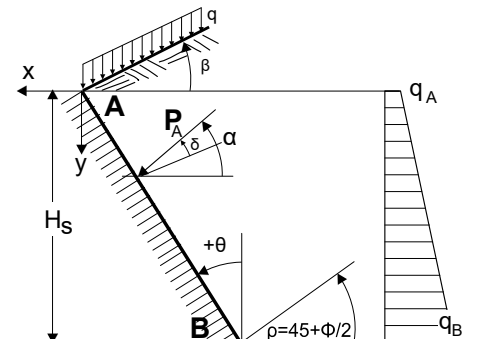
$\beta= 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta= 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta=12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g= 12.60 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q= 0.00 \text{ kN/m}^2$

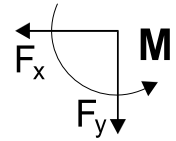
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 5.63$	4.62 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.30\text{m}$)	$q_B= 8.45$	6.93 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 2.11$	1.73 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 2.08$	1.69 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.37$	0.37 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -1.64$	-1.34 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.790 \text{ m}$		

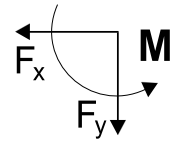


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.930 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 4.13$	4.13	3.43 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.66$	0.66	0.68 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 1.34$	1.34	1.13 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 1.69 = 1.99 \text{ kN/m}$

6.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

6.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.230 \text{ m}$ έως $Y=0.930 \text{ m}$, $H_s=0.700 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.390 \text{ m}, y= 0.230 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.390 \text{ m}, y= 0.930 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

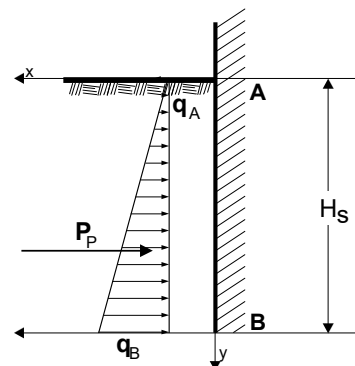
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



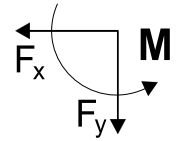
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

ΕQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $q_A= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.70\text{m}$) $q_B=-29.99 \quad -36.22 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$ $P_p= 10.50 \quad 12.68 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{px}=-10.50 \quad -12.68 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{py}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 7.32 \quad 8.84 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.390 \text{ m}, y= 0.697 \text{ m}$

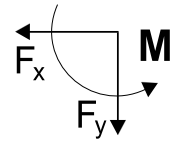


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.390 \text{ m}, y=0.930 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}=-10.50 \quad -12.68 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = -2.45 \quad -2.95 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

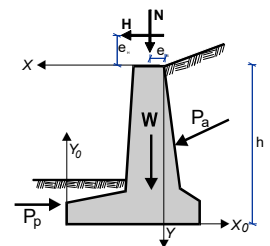
$\tan(\omega)=kh/(1-k_v)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_{p^*}(\text{STR})= 2.319$
 $\xi=(K_{p^*}/K_p)=(2.319/2.464)=0.941$

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= -9.88 \quad -11.93$

6.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00- 0.63	2.05	0.29	0.000	0.420
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.63- 0.93	2.08	0.37	0.000	0.790
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.23- 0.93	-10.50	0.00	0.390	0.697
Βάρος τοίχου	W		0.00	7.32	0.090	0.600
Βάρος επίχωσης	W_s		0.00	2.65	-0.105	0.315

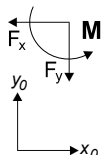


6.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

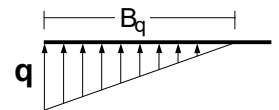
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με $0.90x(\text{ίδιο βάρος}+\text{μόνιμα})+0.00x(\text{κινητά κορυφής})$

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	0.00- 0.63	2.26	0.32	0.390	0.510	1.03
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	0.63- 0.93	2.29	0.41	0.390	0.140	0.17
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	6.59	0.300	0.330	-1.98
Βάρος επίχωσης	$W_s \times 0.90$		0.00	2.38	0.495	0.615	-1.18
			Σύνολα=	9.70			-1.96



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.70 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.96 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.95 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.95/9.70 = 0.098\text{m}$, $e_c \leq 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.032 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.098 = 0.404 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.404 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 43.29 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 9.70 < R_d = 43.29 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



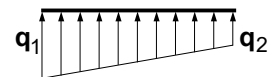
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.63	2.26	0.32	0.390	0.510	1.03
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.63- 0.93	2.29	0.41	0.390	0.140	0.17
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	8.05	0.300	0.330	-2.42
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	2.92	0.495	0.615	-1.44
Σύνολα=				11.70			-2.66

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.70 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.66 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.85 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.85/11.70 = 0.073\text{m}$, $e_c \leq 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.034 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.005 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.073 = 0.455 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.455 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 48.75 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 11.70 < R_d = 48.75 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

6.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.390, y=0.930 \text{ m}$)

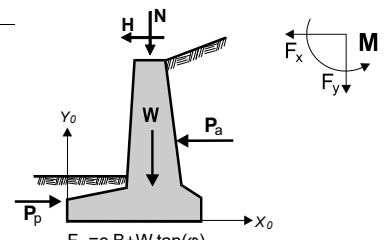
Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	M _{o+} [kNm/m]	M _{o-} [kNm/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.63	2.26	0.32	0.390	0.510	1.16	0.12	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.63- 0.93	2.29	0.41	0.390	0.140	0.32	0.15	
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	6.59	0.300	0.330	0.00	1.98	
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	2.38	0.495	0.615	0.00	1.18	
Σύνολα=				9.70			1.48	3.43	

Σύνολο ροπών ανατροπής = 1.48 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.43 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 1.48 < M_{rd} = 3.43 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.600/2) - (3.43 - 1.48) / 9.70 = 0.099\text{m}$, $e_c \leq 0.600/3 = 0.200\text{m}$

6.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _{x+} [kN/m]	F _{x-} [kN/m]	F _y [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.63	2.26	0.00	0.32
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.63- 0.93	2.29	0.00	0.41
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.23- 0.93	0.00	9.45	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	6.59
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	2.38
Σύνολα=			4.55	9.45	9.70



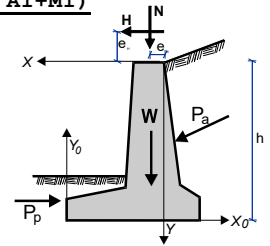
Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 9.70 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 3.62 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.600 \times 0.005 / 1.25 = 2.40 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 4.55 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(9.45/1.00 + 3.62) = 13.07 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 4.55 < R_d = 13.07 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

6.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

6.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.63	1.74	0.31	0.000	0.420
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.63- 0.93	1.69	0.37	0.000	0.790
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.23- 0.93	-12.68	0.00	0.390	0.697
Βάρος τοίχου	W		0.00	7.32	0.090	0.600
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	2.65	-0.105	0.315

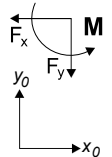


6.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

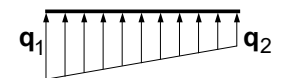
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.63	2.35	0.42	0.390	0.510	1.04
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.63- 0.93	2.28	0.50	0.390	0.140	0.14
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	7.32	0.300	0.330	-2.20
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	2.65	0.495	0.615	-1.31
			Σύνολα=	10.89			-2.33



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.89 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.33 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.94 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.94 / 10.89 = 0.086\text{m}$, $e_c \leq 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.034 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.002 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.086 = 0.427 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

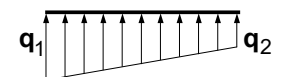
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.427 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 45.75 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.89 < R_d = 45.75 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.63	2.35	0.42	0.390	0.510	1.04
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.63- 0.93	2.28	0.50	0.390	0.140	0.14
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	9.88	0.300	0.330	-2.97
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	3.58	0.495	0.615	-1.77
			Σύνολα=	14.38			-3.56

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.38 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.56 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.75 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.75 / 14.38 = 0.052\text{m}$, $e_c \leq 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.036 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.011 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.052 = 0.496 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.496 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 53.14 \text{ kN/m}$

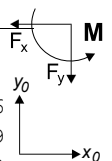
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 14.38 < R_d = 53.14 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

6.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.390, y=0.930 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.63	2.35	0.42	0.390	0.510	1.20	0.16
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.63- 0.93	2.28	0.50	0.390	0.140	0.32	0.19
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	7.32	0.300	0.330	0.00	2.20
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	2.65	0.495	0.615	0.00	1.31
			Σύνολα=	10.89			1.52	3.86

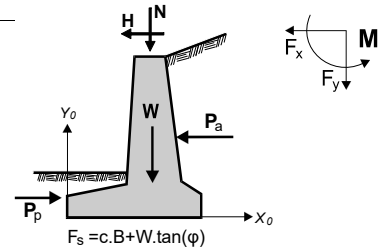


Σύνολο ροπών ανατροπής = 1.52 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.86 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=1.52 < M_{rd}=3.86$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(0.600/2)-(3.86-1.52)/10.89=0.085$ m, $e_c \leq 0.600/3=0.200$ m

6.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.63	2.35	0.00	0.42
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.63- 0.93	2.28	0.00	0.50
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.23- 0.93	0.00	12.68	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	7.32
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	2.65
Σύνολα=			4.63	12.68	10.89



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 10.89 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 4.62$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.600 \times 0.005 / 1.10 = 2.73$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 4.63 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(12.68/1.40+4.62) = 13.68$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=4.63 < R_d=13.68$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

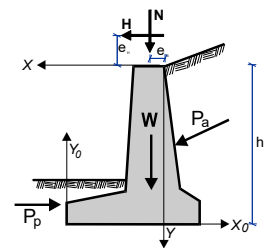
6.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

6.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.63	1.74	0.31	0.000	0.315
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.63- 0.93	1.69	0.37	0.000	0.780
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.23- 0.93	-11.93	0.00	0.390	0.697
Βάρος τοίχου	W		0.00	7.32	0.090	0.600
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	2.65	-0.105	0.315



6.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

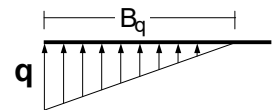
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.63	0.29		0.000	0.315
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.63- 0.93	0.30		0.000	0.780
Βάρος τοίχου	W		0.62	±0.31	0.090	0.600
Βάρος επίχωσης	Ws		0.23	±0.11	-0.105	0.315

6.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.63	2.03	0.31	0.390	0.615	1.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.63- 0.93	1.99	0.37	0.390	0.150	0.16
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.62	7.01	0.300	0.330	-1.90
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.23	2.54	0.495	0.615	-1.11
Σύνολα=				10.23			-1.72

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.23 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.72 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.35 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.35/10.23 = 0.132\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.041\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.504\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.132 = 0.336\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.336 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 50.40\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.23 < R_d = 50.40\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

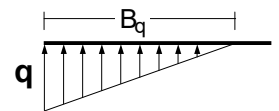
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

6.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.63	2.03	0.31	0.390	0.615	1.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.63- 0.93	1.99	0.37	0.390	0.150	0.16
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.62	7.63	0.300	0.330	-2.09
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.23	2.76	0.495	0.615	-1.22
Σύνολα=				11.07			-2.02

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.02 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.30 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.30/11.07 = 0.117\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.040\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.548\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.117 = 0.365\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.365 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 54.75\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 11.07 < R_d = 54.75\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

6.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.390, y = 0.930\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.63	2.03	0.31	0.390	0.615	1.25	0.12
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.63- 0.93	1.99	0.37	0.390	0.150	0.30	0.14
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.62	7.32	0.300	0.330	0.20	2.20
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.31	0.300	0.330	0.09	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.23	2.65	0.495	0.615	0.14	1.31
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.11	0.495	0.615	0.05	0.00*
Σύνολα=				10.23			2.03	3.77

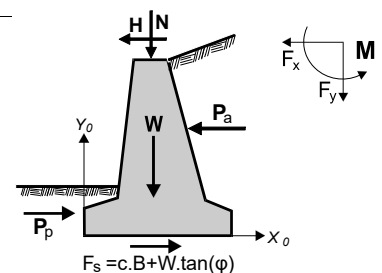
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.03 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.77 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 2.03 < M_{rd} = 3.77\text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.600/2) - (3.77 - 2.03) / 10.23 = 0.130\text{m}$, $e_c \leq 0.600/3 = 0.200\text{m}$

6.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.63	2.03	0.00	0.31
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.63- 0.93	1.99	0.00	0.37
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.23- 0.93	0.00	11.93	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.62	0.00	7.01
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.23	0.00	2.54
Σύνολα=			4.87	11.93	10.23



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 10.23 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 4.77 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.504 \times 0.005 / 1.00 = 2.52 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 4.87 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(11.93/1.00 + 4.77) = 16.70 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 4.87 < R_d = 16.70 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

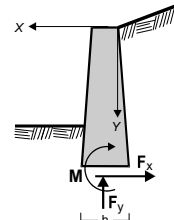
6.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

6.10.1. 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]
0.25	0.180	0.38	1.19	0.02
0.63	0.180	2.35	3.25	0.46



6.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

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

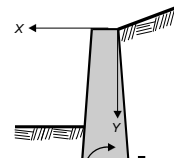
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.19	125	49.94	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(1.80)
0.63	0.46	-3.25	125	16.47	0.02	0.3/20.0	2.31	0.03	(1.80)

6.10.3. 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]
0.25	0.180	0.42	1.19	0.05
0.63	0.180	2.27	3.25	0.69



6.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.19	125	42.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(1.80)
0.63	0.69	-3.25	125	13.93	0.02	0.4/20.0	2.31	0.07	(1.80)

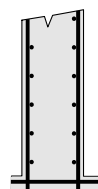
6.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/40.0 (1.96cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/40.0 (1.96cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



6.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_{b, rqd} = (\varnothing/4) \cdot (s_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \cdot (16/1.61) = 24 \text{ mm}$$

$$s_{sd} = 435.00 \times 7/196 = 16 \text{ MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 \text{ MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 24 = 17 \text{ mm}, C_{nom} = 50 \text{ mm} > 3 \times 10 = 30 \text{ mm} = (3\varnothing)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

$$\text{Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης } l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, rqd}, 10\varnothing, 100 \text{ mm}) = 100 \text{ mm}$$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

6.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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.

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

$$V_{ed} = 1.70 \text{ kN/m}, V_{ed} (+\text{σεισμικός}) = 1.66 \text{ kN/m}, N_{ed} = -2.58 \text{ kN/m}$$

Αντοχή τέντρου 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)

$$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120, f_{ck} = 25 \text{ MPa}, b_w = 1000 \text{ mm}, d = 125 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, k = 2.00, k_1 = 0.15$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 196/(1000 \times 125) = 0.0016$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = 1000 \times 2.58/180000 = 0.01 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49 \text{ N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.01) \times 1000 \times 125 = 61.44 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.16 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.01] \times 1000 \times 125 = 47.81, V_{rdc} = 61.44 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 1.70 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 61.44 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01, \theta = 45.0^\circ \cot \theta = 1.00 \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00 \quad z = 0.9d, f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa} \quad v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 25/250] = 0.540, f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 125 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 430.4 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 2.3 \text{ kN} < 430.4 \text{ kN} = V_{rdmax}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

6.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

6.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.390 \text{ m}$ to $x=0.180 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 14.38 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 0.75 \text{ kNm/m}$$

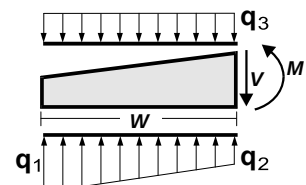
$$q_1 = 0.036 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.028 \text{ N/mm}^2, w = 0.210 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3 = 0.010 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 0.52 \text{ kNm/m}, V = 4.64 \text{ kN/m}$$

$$d = 250 \text{ mm} > 210 \text{ mm} = \text{πλάτους}, \text{ έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται}$$

$$M_{ed} = 0.52 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 0.00 \text{ kN/m}$$



6.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.390 \text{ m}$ to $x=0.180 \text{ m}$ (με σεισμό)

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 10.23 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 1.30 \text{ kNm/m}$$

$$q_1 = 0.039 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.023 \text{ N/mm}^2, w = 0.210 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3 = 0.008 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 0.61 \text{ kNm/m}, V = 4.93 \text{ kN/m}$$

$$d = 250 \text{ mm} > 210 \text{ mm} = \text{πλάτους}, \text{ έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται}$$

$$M_{ed} = 0.61 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 0.00 \text{ kN/m}$$

6.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$$M_{ed} = 0.61 \text{ kNm/m}, d = 244 \text{ mm}, K_d = 31.24 \quad x/d = 0.01 \quad \varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1} = -0.2/20.0 \quad k_s = 2.31, A_s = 0.06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

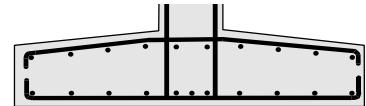
$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } A_s \geq 0.26 b_d \cdot f_{ctm}/f_{yk} \quad (A_s = 3.30 \text{ cm}^2/\text{m})$$

(EC2 §9.3.1)

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } \varnothing 12/34.0 \quad (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

6.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ ($3.32\text{cm}^2/\text{m}$)
 Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ ($2.82\text{cm}^2/\text{m}$)



6.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50\text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)
 Κρίσιμη επιφάνεια κώνου διάτρησης υπό γωνία $\beta=45^\circ$, είναι εκτός επιφάνειας πεδίου.
 Ικανοποιείται ο έλεγχος οριακής κατάστασης αστοχίας, έναντι διάτρησης.

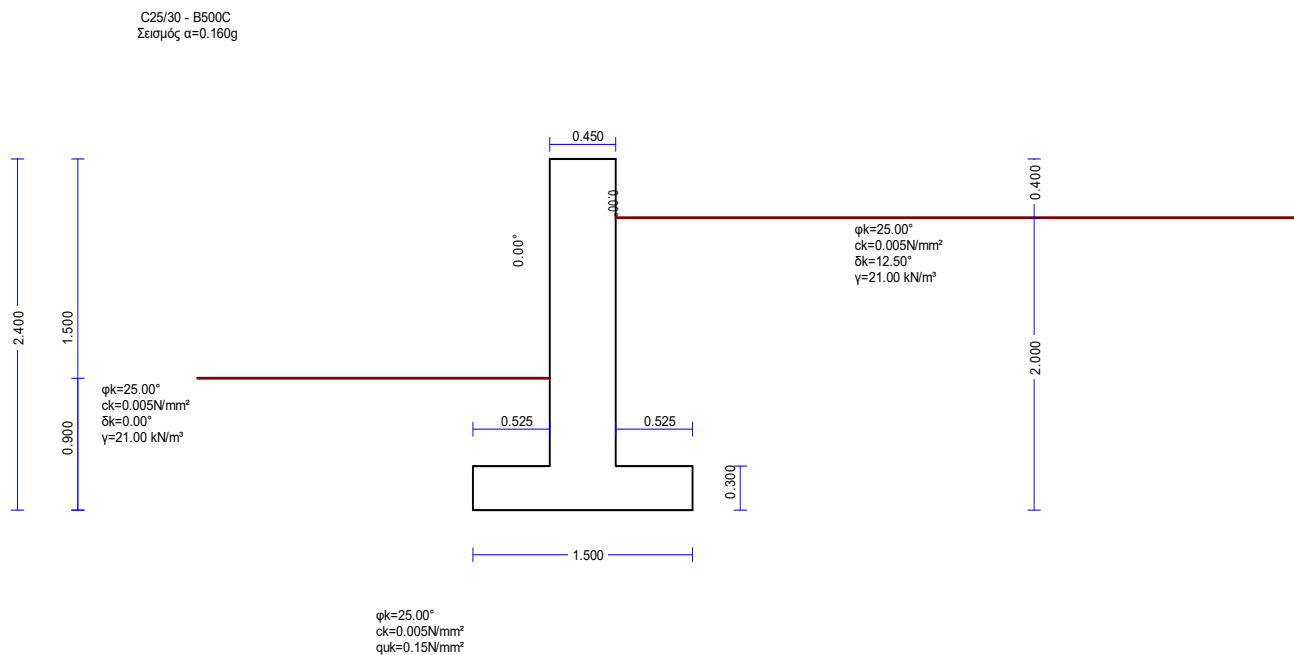
6.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	0.293 m^3/m	
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	10.401 kg/m	
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου	3.740x	0.293= 1.097 m^3
Συνολικός οπλισμός τοίχου	3.740x	10.401= 38.900 kg

7. ΤΟΙΧΟΣ Τ6 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

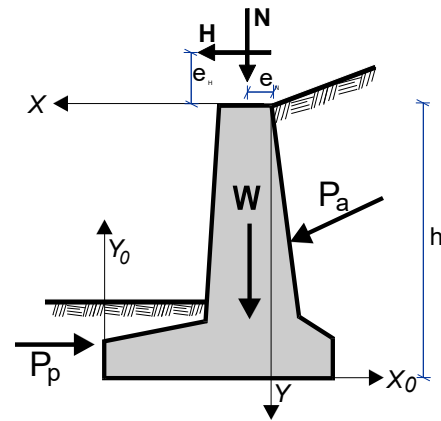
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-EL0T:2010)



7.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 2.400 m
Μήκος τοίχου	L= 1.650 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.450 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.450 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 1.500 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.525 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.525 m
Υψος κορμού τοίχου	ho= 2.100 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 1.395 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 1.395 \times 25.000 = 34.88 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.225 \text{ m}, y = 1.437 \text{ m} (x_0 = 0.750 \text{ m}, y_0 = 0.963 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C	(EC2 §3)
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$	(EC2 §4.4.1)
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C	
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$	

Βάρος επίχωσης

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο	$W_s = 18.74 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους επίχωσης	$x = -0.262 \text{ m}, y = 1.250 \text{ m}$

7.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

		(EQU) (STR/GEO) (Σεισμός)		
		(A1+M1)		
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	$\gamma_{Gdst}:$	1.10	1.35
	Μόνιμη Ευνοϊκή	$\gamma_{Gstb}:$	0.90	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	$\gamma_{Qdst}:$	1.50	1.50
	Μεταβλητή Ευνοϊκή	$\gamma_{Qstb}:$	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	$\gamma_\phi:$	1.25	1.00
	Συνοχή c	$\gamma_c:$	1.25	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	$\gamma_{cu}:$	1.40	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	$\gamma_{qu}:$	1.40	1.00
	Βάρος	$\gamma_w:$	1.00	1.00

$$\gamma_{R,v(R2)} = 1.40, \gamma_{R,h(R2)} = 1.10, \gamma_{R,e(R2)} = 1.40$$

7.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση	$q_u = 0.15 \text{ N/mm}^2$
Γωνία τριβής εδάφους στη βάση	$\phi = 25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi) = 0.466$
Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση	$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

7.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους	$\alpha_g = \alpha \cdot \alpha_g$, $\alpha = 0.16$	(EC8-5 §7.3.2)
Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση	$\alpha_{vg}/\alpha_g = 0.90$	(EC8 §3.2.2.3)
Συντ. θεμελίωσης	$S = 1.00$	(EC8 §3.2.2.2)
Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου	$\gamma_I = 0.80$	(EC8 §3.2.1, T.4.3)
Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς	$r = 1.50$	(EC8-5 Πίνακας 7.1)
Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής	$k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$	(EC8-5 Εξ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής	$k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$	(EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wx} = 34.88 \times 0.085 = 2.96$ kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wy} = 34.88 \times 0.043 = 1.50$ kN/m
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsx} = 18.74 \times 0.085 = 1.59$ kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsy} = 18.74 \times 0.043 = 0.81$ kN/m

7.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

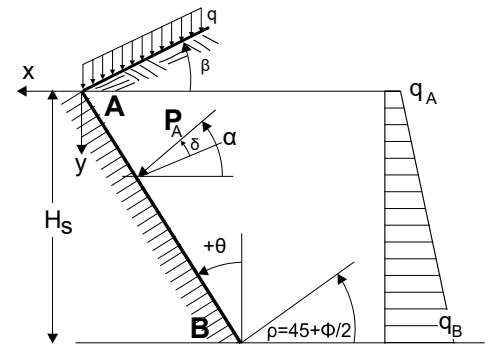
7.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000$ m έως $Y=0.400$ m, $H_s=0.400$ m

Ανω Σημείο A $x = 0.000$ m $y = 0.000$ m

Κάτω Σημείο B $x = 0.000$ m $y = 0.400$ m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους :	Άμμος συνεκτική
Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους	$\gamma = 0.00$ kN/m ³
Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους	$\gamma_s = 0.00$ kN/m ³
Ειδικό βάρος νερού	$\gamma_w = 10.00$ kN/m ³
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους	$\phi = 0.00^\circ$
Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους	$c = 0.000$ 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	$\delta = 0.00^\circ$



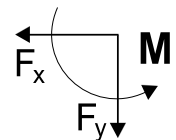
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 45.00$	45.00	45.00°
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 1.000$	1.000	
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$		

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m ²
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.40$ m)	$q_B = 0.00$	0.00 kN/m ²
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 0.00$	0.00 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 0.00$	0.00 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 0.00$	0.00 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000$ m, $y = 0.267$ m		

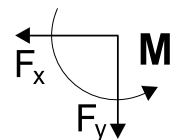


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000$ m, $y=0.400$ m)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = 0.00$	0.00 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 1.000$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (1.000 / 1.000 - 1) = 0.000$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.000 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN/m}$

7.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400 \text{ m}$ έως $Y=2.400 \text{ m}$, $H_s=2.000 \text{ m}$

Ανω Σημείο Α $x = 0.000 \text{ m}$ $y = 0.400 \text{ m}$

Κάτω Σημείο Β $x = 0.000 \text{ m}$ $y = 2.400 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

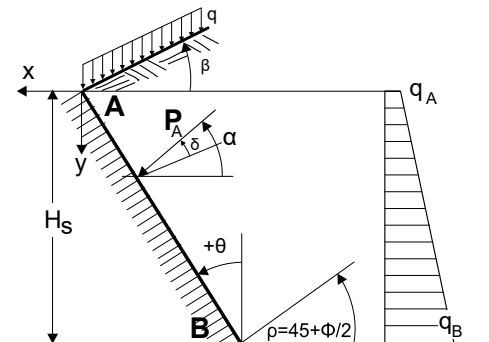
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \varphi/2 = 55.00$ 57.50°

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447$ 0.367

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$q_A = 0.00$ 0.00 kN/m^2

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 2.00 \text{ m}$)

$q_B = 18.77$ 15.41 kN/m^2

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$P_a = 18.77$ 15.41 kN/m

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 10.00$ 12.50°

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{ax} = 18.48$ 15.04 kN/m

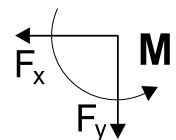
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{ay} = 3.26$ 3.34 kN/m

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$M = -32.03$ -26.06 kNm/m

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}$, $y = 1.733 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο Β ($x=0.000 \text{ m}$, $y=2.400 \text{ m}$)

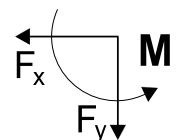
Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 18.48$ 15.04 kN/m

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 3.26$ 3.34 kN/m

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 12.33$ 10.03 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα E.4)
για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$
Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού
επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^*/K_e - 1) = (0.433/0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega)} \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 15.04 = 17.75 \text{ kN/m}$

7.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

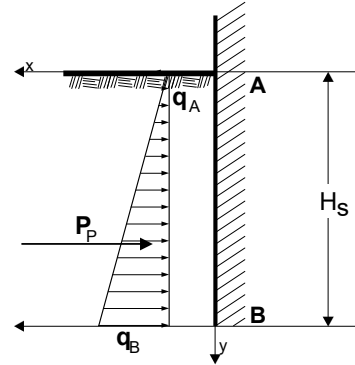
7.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.500 \text{ m}$ έως $Y=2.400 \text{ m}$, $H_s=0.900 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x = 0.975 \text{ m}$ $y = 1.500 \text{ m}$
Κάτω Σημείο B $x = 0.975 \text{ m}$ $y = 2.400 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$
Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$
Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια $\beta = 0.00^\circ$
Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$
Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



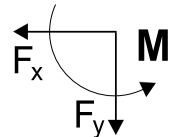
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 = 35.00 \quad 32.50^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta)} \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $q_A = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.90 \text{ m}$) $q_B = -38.56 \quad -46.57 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$ $P_p = 17.35 \quad 20.96 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{px} = -17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{py} = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 36.43 \quad 44.02 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.975 \text{ m}$, $y = 2.100 \text{ m}$

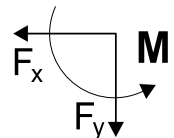


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.975 \text{ m}$, $y=2.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = -5.21 \quad -6.29 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

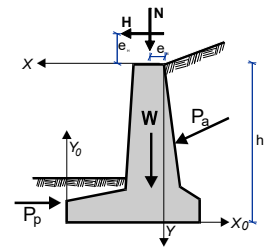
$\tan(\omega) = kh / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p^*(STR) = 2.319$
 $\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -16.33 \quad -19.73$

7.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (ΕQU)

7.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (ΕQU)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	18.48	3.26	0.000	1.733
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.50- 2.40	-17.35	0.00	0.975	2.100
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	18.74	-0.262	1.250

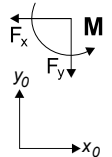


7.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (ΕQU)

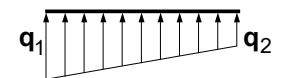
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	20.33	3.59	0.975	0.667	10.07
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	31.39	0.750	0.963	-23.54
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	16.87	1.237	1.150	-20.86
			Σύνολα=	51.85			-34.33



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 51.85 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -34.33 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 4.56 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 4.56 / 51.85 = 0.088\text{m}$, $e_c \leq 1.500 / 6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.047\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.022\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.088 = 1.324\text{ m}$



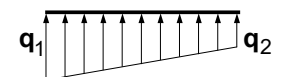
(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.324 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 141.86\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 51.85 < R_d = 141.86\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	20.33	3.59	0.975	0.667	10.07
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	38.37	0.750	0.963	-28.78
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	20.61	1.237	1.150	-25.50
			Σύνολα=	62.57			-44.21



(EC7 Παράρτημα D)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 62.57 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -44.21 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.72 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.72 / 62.57 = 0.043\text{m}$, $e_c \leq 1.500 / 6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.049\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.034\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.043 = 1.413\text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.413 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 151.39\text{ kN/m}$

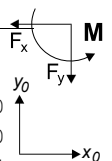
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 62.57 < R_d = 151.39\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

7.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.975, y = 2.400\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	20.33	3.59	0.975	0.667	13.56	3.50
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	31.39	0.750	0.963	0.00	23.54
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	16.87	1.237	1.150	0.00	20.86
			Σύνολα=	51.85			13.56	47.90

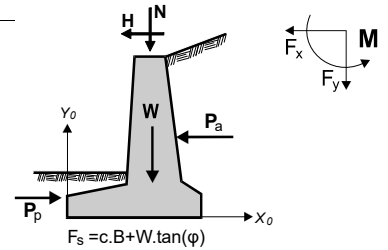


Σύνολο ροπών ανατροπής = 13.56 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 47.90 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=13.56 < M_{rd}=47.90$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.500/2)-(47.90-13.56)/51.85=0.088m$, $e_c \leq 1.500/3=0.500m$

7.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	20.33	0.00	3.59
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	1.50- 2.40	0.00	15.61	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	31.39
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	16.87
Σύνολα=			20.33	15.61	51.85



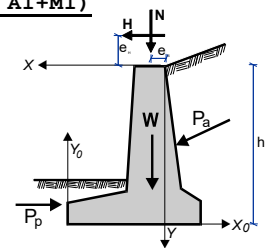
Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 51.85 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 19.34$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.500 \times 0.005 / 1.25 = 6.00$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 20.33 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(15.61/1.00+19.34) = 34.95$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=20.33 < R_d=34.95$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

7.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

7.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	15.04	3.34	0.000	1.733
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.50- 2.40	-20.96	0.00	0.975	2.100
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	18.74	-0.262	1.250

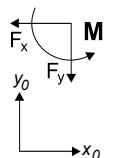


7.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

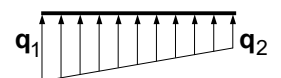
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	4.51	0.975	0.667	9.14
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.750	0.963	-26.16
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	18.74	1.237	1.150	-23.18
Σύνολα=				58.13			-40.20



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 58.13 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -40.20 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 3.40 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c=3.40/58.13=0.058m$, $e_c \leq 1.500/6=0.250m$
 Τάσεις εδάφους $q_1=0.048$ N/mm² $q_2=0.030$ N/mm²
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.500-2 \times 0.058= 1.383$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 1.383 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 148.18$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=58.13 < R_d=148.18$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



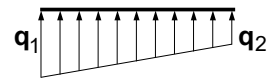
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	4.51	0.975	0.667	9.14
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	47.09	0.750	0.963	-35.32
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	25.30	1.237	1.150	-31.29
Σύνολα=				76.90			-57.47

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 76.90 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -57.47 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.20 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=0.20/76.90=0.003m$, $ec\leq 1.500/6=0.250m$
 Τάσεις εδάφους $q_1=0.052$ N/mm² $q_2=0.051$ N/mm²
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.500-2\times 0.003= 1.495$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=1.495\times(1000\times 0.15)/1.40= 160.18$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=76.90 < Rd=160.18$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



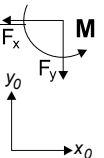
(EC7 Παράρτημα D)

7.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.975, y=2.400$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	4.51	0.975	0.667	13.54	4.40
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.750	0.963	0.00	26.16
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	18.74	1.237	1.150	0.00	23.18
Σύνολα=				58.13			13.54	53.74

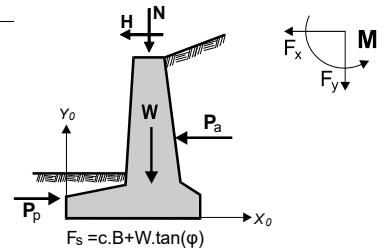


Σύνολο ροπών ανατροπής = 13.54 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 53.74 kNm/m
Ελεγχος σε ανατροπή $Med=13.54 < Mrd=53.74$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(1.500/2)-(53.74-13.54)/58.13=0.058m$, $ec\leq 1.500/3=0.500m$

7.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	0.00	4.51
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.50- 2.40	0.00	20.96	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	34.88
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	18.74
Σύνολα=			20.30	20.96	58.13



Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 58.13 \times \tan(25.00^\circ)/1.10= 24.64$ kN/m
 Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000 \times 1.500 \times 0.005/1.10= 6.82$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 20.30 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(20.96/1.40+24.64) = 39.61$ kN/m
Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=20.30 < Rd=39.61$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

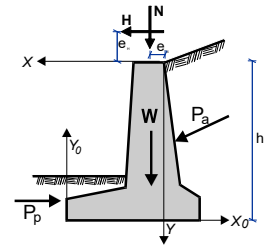
7.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

7.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	15.04	3.34	0.000	1.400
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.50- 2.40	-19.73	0.00	0.975	2.100
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	18.74	-0.262	1.250



7.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00		0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	2.71		0.000	1.400
Βάρος τοίχου	W		2.96	±1.50	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		1.59	±0.81	-0.262	1.250

7.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.200	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	3.34	0.975	1.000	14.49
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	33.38	0.750	0.963	-22.18
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	17.93	1.237	1.150	-20.35
			Σύνολα=	54.65			-28.04

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 54.65 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -28.04 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.95 kNm/m

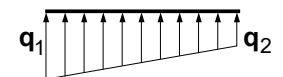
Εκκεντρότητα $e_c = 12.95/54.65 = 0.237m$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250m$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.071 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.002 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.237 = 1.026 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.026 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 153.90 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 54.65 < R_d = 153.90 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

7.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.200	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	3.34	0.975	1.000	14.49
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	36.38	0.750	0.963	-24.43
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	19.55	1.237	1.150	-22.35
			Σύνολα=	59.27			-32.29

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 59.27 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -32.29 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.16 kNm/m

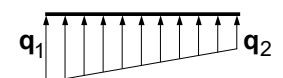
Εκκεντρότητα $e_c = 12.16/59.27 = 0.205m$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250m$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.072 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.007 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.205 = 1.090 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.090 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 163.50 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 59.27 < R_d = 163.50 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



(EC7 Παράρτημα D)

7.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.975, y=2.400$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.200	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	3.34	0.975	1.000	17.75	3.26
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	34.88	0.750	0.963	2.85	26.16
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-1.50	0.750	0.963	1.12	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	18.74	1.237	1.150	1.83	23.18
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.81	1.237	1.150	1.00	0.00*
Σύνολα=				54.65			24.55	52.60

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 24.55 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 52.60 kNm/m

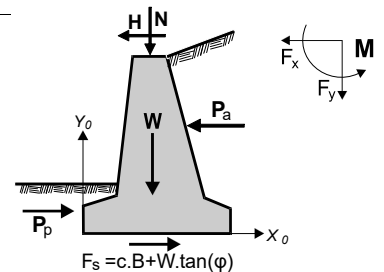
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=24.55 < M_{rd}=52.60$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(1.500/2)-(52.60-24.55)/54.65=0.237$ m, $ec \leq 1.500/3=0.500$ m

7.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	0.00	3.34
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.50- 2.40	0.00	19.73	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	0.00	33.38
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	0.00	17.93
Σύνολα=			22.30	19.73	54.65



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan\phi/\gamma M = 54.65 \times \tan(25.00^\circ)/1.00 = 25.48$ kN/m

Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot cu/\gamma M = 1000 \times 1.500 \times 0.005/1.00 = 7.50$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 22.30 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(19.73/1.00+25.48) = 45.21$ kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=22.30 < R_d=45.21$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

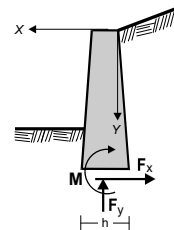
7.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.450	0.00	2.81	0.00
0.50	0.450	0.05	5.64	0.00
0.75	0.450	0.62	8.57	0.04
1.00	0.450	1.84	11.65	0.27
1.25	0.450	3.66	14.87	0.86
1.50	0.450	6.14	18.24	1.95
1.75	0.450	9.25	21.74	3.70
2.10	0.450	14.69	26.88	7.60



7.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

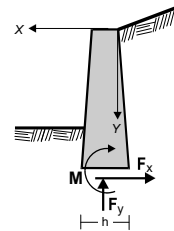
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.00	-2.81	395	57.13	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.00	-5.64	395	40.28	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	0.04	-8.57	395	32.31	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	0.27	-11.65	395	26.31	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	0.86	-14.87	395	21.47	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.50	1.95	-18.24	395	17.58	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.75	3.70	-21.74	395	14.53	0.02	0.4/20.0	2.31	0.00	(4.50)
2.10	7.60	-26.88	395	11.32	0.02	0.5/20.0	2.32	0.10	(5.34)

7.10.3. 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]
0.25	0.450	0.24	2.81	0.03
0.50	0.450	0.53	5.64	0.12
0.75	0.450	1.26	8.57	0.34
1.00	0.450	2.56	11.65	0.89
1.25	0.450	4.39	14.87	1.97
1.50	0.450	6.80	18.24	3.80
1.75	0.450	9.76	21.74	6.58
2.10	0.450	14.85	26.88	12.48



7.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.03	-2.81	395	55.42	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.12	-5.64	395	38.06	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	0.34	-8.57	395	29.48	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	0.89	-11.65	395	23.31	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	1.97	-14.87	395	18.62	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.50	3.80	-18.24	395	15.04	0.02	0.4/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.75	6.58	-21.74	395	12.32	0.02	0.5/20.0	2.32	0.10	(5.34)
2.10	12.48	-26.88	395	9.57	0.03	0.6/20.0	2.32	0.38	(5.34)

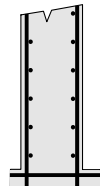
7.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/14.5 (5.41cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/17.0 (4.62cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



7.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_{b, reqd} = (\sigma_{sd} / f_{bd}) \cdot (s_{sd} / f_{bd}) = (10/4) \cdot (31/1.61) = 47 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = 435.00 \times 38 / 541 = 31 \text{ MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 \text{ MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 47 = 33 \text{ mm}, C_{nom} = 50 \text{ mm} > 3 \times 10 = 30 \text{ mm} = (3\varnothing)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

$$\text{Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης } l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100 \text{ mm}) = 100 \text{ mm}$$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

7.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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.

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

$$V_{ed} = 8.55 \text{ kN/m}, V_{ed} (+\text{σεισμικός}) = 9.10 \text{ kN/m}, N_{ed} = -21.08 \text{ kN/m}$$

Αντοχή τέντρου 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)

$$C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120, f_{ck} = 25 \text{ MPa}, b_w = 1000 \text{ mm}, d = 395 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, k = 1.71, k_1 = 0.15$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 541 / (1000 \times 395) = 0.0014$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 1000 \times 21.08 / 450000 = 0.05 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.39 \text{ N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd, c(min)} = 0.0014 \cdot (0.39 + 0.15 \times 0.05) \times 1000 \times 395 = 157.01 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.0014 \cdot [0.120 \times 1.71 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.05] \times 1000 \times 395 = 126.03, V_{rdc} = 157.01 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 9.10 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 157.01 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad V_{ed} / \max(V_{rdmax}) = 0.01, \theta = 45.0^\circ, \cot \theta = 1.00, \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00, z = 0.9d, f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa}, v_1 = 0.6 [1 - f_{ck} / 250] = 0.6 [1 - 25 / 250] = 0.540, f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.0014 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 395 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 1360.1 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 14.8 \text{ kN} < 1360.1 \text{ kN} = V_{rdmax}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

7.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

7.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975 \text{ m}$ to $x=0.450 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 76.90 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 0.20 \text{ kNm/m}$$

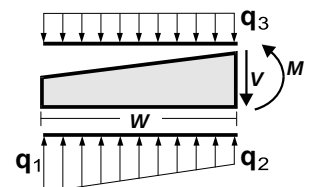
$$q_1 = 0.052 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.051 \text{ N/mm}^2, w = 0.525 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3 = 0.010 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 5.74 \text{ kNm/m}, V = 21.85 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250 \text{ mm από παρειά} = 11.54 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = 5.74 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 11.54 \text{ kN/m}$$

**7.11.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525 \text{ m}$ to $x=0.000 \text{ m}$**

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 76.90 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 0.20 \text{ kNm/m}$$

$$q_1 = 0.051 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.051 \text{ N/mm}^2, w = 0.525 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από επίκωση και ίδιο βάρος } q_3 = 0.058 \text{ N/mm}^2$$

$$M = -0.98 \text{ kNm/m}, V = 3.72 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250 \text{ mm από παρειά} = 1.97 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = -0.98 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 1.97 \text{ kN/m}$$

7.11.3. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525 \text{ m}$ to $x=0.000 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 58.13 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 3.40 \text{ kNm/m}$$

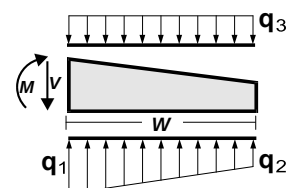
$$q_1 = 0.036 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.030 \text{ N/mm}^2, w = 0.525 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από επίκωση και ίδιο βάρος } q_3 = 0.043 \text{ N/mm}^2$$

$$M = -1.54 \text{ kNm/m}, V = 5.32 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250 \text{ mm από παρειά} = 3.21 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = -1.54 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 3.21 \text{ kN/m}$$



7.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975$ m το $x=0.450$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 54.65 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.16 kNm/m
 $q_1 = 0.069$ N/mm², $q_2 = 0.046$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 9.03$ kNm/m, $V = 25.99$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 15.12 kN/m
 $Med = 9.03$ kNm/m, $Ved = 15.12$ kN/m

7.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 54.65 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.16 kNm/m
 $q_1 = 0.027$ N/mm², $q_2 = 0.004$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.043$ N/mm²
 $M = -2.65$ kNm/m, $V = 14.51$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 9.14 kN/m
 $Med = -2.65$ kNm/m, $Ved = 9.14$ kN/m

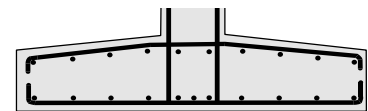
7.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 9.03$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d = 8.12$ $x/d=0.03$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.7/20.0$ $k_s=2.33$, **$A_s = 0.86$ cm²/m**
 $Med = -3.45$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=13.14$ $x/d=0.02$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.4/20.0$ $k_s=2.32$, **$A_s = 0.33$ cm²/m**
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

7.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

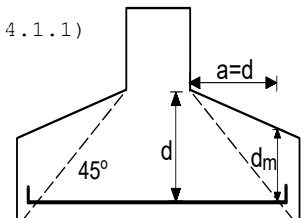
Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



7.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 Άντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)
 $V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50)
 $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d = d_m = 244$ mm, $a = 244$ mm
 $C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 25$ MPa, $b_w = 1000$ mm, $d = 244$ mm
 $k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2$, $k = 1.91$
 $\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 332 / (1000 \times 244) = 0.0014$
 $v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N)
 $V_{rd,c(min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244 / 244) \times 1000 \times 244 = 224.48$ kN/m
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244 / 244] \times 1000 \times 244 = 169.82$, $V_{rdc} = 224.48$ kN/m
 $V_{ed} = 15.12$ kN/m $\leq V_{rdc} = 224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $V_{ed} / \max(V_{rdmax}) = 0.03$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot \theta = 1.00$ $\tan \theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60$ MPa $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17$ MPa
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2$ kN
 $V_{ed} = 26.0$ kN < 840.2 kN $= V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

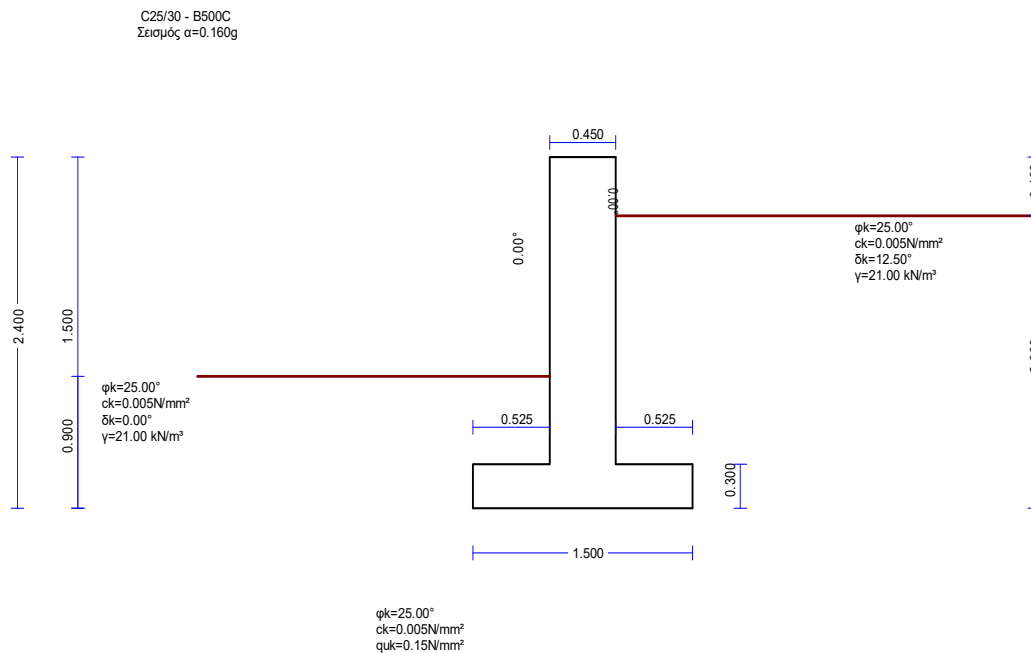
7.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 1.395 m³/m
 Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 38.000 kg/m
 Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 1.650x 1.395 = 2.302 m³
 Συνολικός οπλισμός τοίχου 1.650x 38.000 = 62.700 kg

8. ΤΟΙΧΟΣ Τ7 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

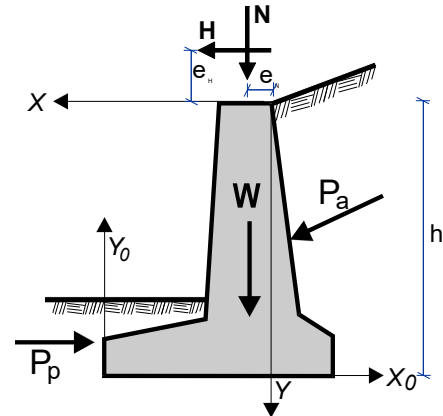
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



8.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 2.400\text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 4.560\text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.450\text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.450\text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 1.500\text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.525 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.525 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 2.100\text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000\text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 1.395\text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 1.395 \times 25.000 = 34.88\text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.225\text{ m}, y = 1.437\text{ m} (x_o = 0.750\text{ m}, y_o = 0.963\text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50\text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50\text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

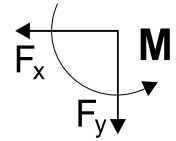
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 45.00 \quad 45.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 1.000 \quad 1.000$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.40\text{m}$)	$q_B= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 0.00$	0.00 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 0.00$	0.00 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 0.00$	0.00 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.267 \text{ m}$		

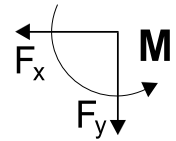


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 0.00$	0.00 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.00$	0.00 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.00$	0.00 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 1.000$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (1.000 / 1.000 - 1) = 0.000$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.000 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN/m}$

8.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400 \text{ m}$ έως $Y=2.400 \text{ m}$, $H_s=2.000 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.400 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 2.400 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

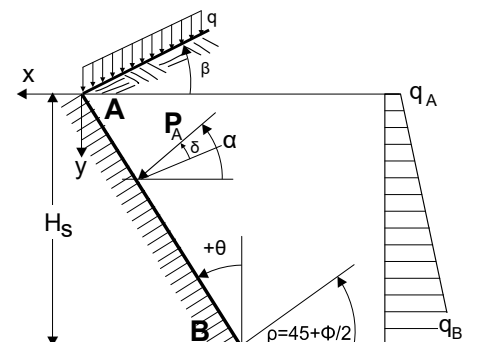
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



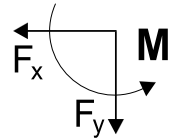
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 2.00\text{m}$)	$q_B = 18.77$	15.41 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 18.77$	15.41 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 18.48$	15.04 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 3.26$	3.34 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -32.03$	-26.06 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}$, $y = 1.733 \text{ m}$		

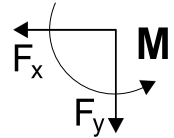


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=2.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	18.48	15.04 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	3.26	3.34 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	12.33	10.03 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
 Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 15.04 = 17.75 \text{ kN/m}$

8.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

8.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.500 \text{ m}$ έως $Y=2.400 \text{ m}$, $H_s=0.900 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x = 0.975 \text{ m}$ $y = 1.500 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x = 0.975 \text{ m}$ $y = 2.400 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

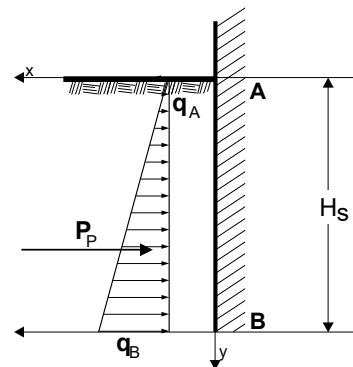
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



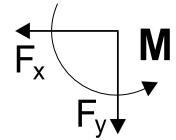
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 =$	35.00	32.50°
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$	2.040	2.464
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$		

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.90\text{m}$)	$q_B = -38.56$	-46.57 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_p = 17.35$	20.96 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px} = -17.35$	-20.96 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py} = 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 36.43$	44.02 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.975 \text{ m}$, $y = 2.100 \text{ m}$		

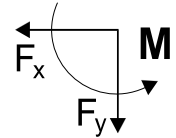


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.975 \text{ m}$, $y=2.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -17.35$	-20.96 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = -5.21$	-6.29 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

$$\tan(\omega) = kh / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \quad \omega = 5.08^\circ$$

$$\text{Συντελεστής παθητικής ώθησης } K_p^* (\text{STR}) = 2.319$$

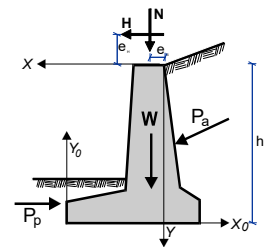
$$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$$

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -16.33$	-19.73

8.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00 - 0.40	0.00	0.00	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.40 - 2.40	18.48	3.26	0.000	1.733
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	1.50 - 2.40	-17.35	0.00	0.975	2.100
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	W_s		0.00	18.74	-0.262	1.250

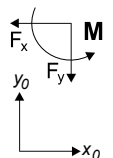


8.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

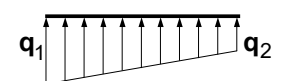
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P, γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax} \times 1.10$	0.00 - 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax} \times 1.10$	0.40 - 2.40	20.33	3.59	0.975	0.667	10.07
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	31.39	0.750	0.963	-23.54
Βάρος επίχωσης	$W_s \times 0.90$		0.00	16.87	1.237	1.150	-20.86
			Σύνολα =	51.85			-34.33



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 51.85 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -34.33 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 4.56 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 4.56 / 51.85 = 0.088\text{m}$, $e_c \leq 1.500 / 6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.047 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.022 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.088 = 1.324 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.324 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 141.86 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 51.85 < R_d = 141.86 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



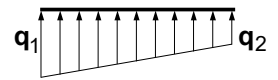
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	20.33	3.59	0.975	0.667	10.07
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	38.37	0.750	0.963	-28.78
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	20.61	1.237	1.150	-25.50
Σύνολα=				62.57			-44.21

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 62.57 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -44.21 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.72 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=2.72/62.57=0.043m$, $ec<=1.500/6=0.250m$
 Τάσεις εδάφους $q1=0.049$ N/mm² $q2=0.034$ N/mm²
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.500-2x0.043= 1.413$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=1.413x(1000x0.15)/1.40= 151.39$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=62.57 < Rd=151.39$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)



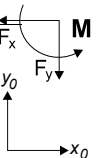
(EC7 Παράρτημα D)

8.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.975, y=2.400$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	20.33	3.59	0.975	0.667	13.56	3.50
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	31.39	0.750	0.963	0.00	23.54
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	16.87	1.237	1.150	0.00	20.86
Σύνολα=				51.85			13.56	47.90

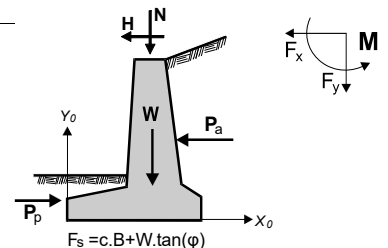


Σύνολο ροπών ανατροπής = 13.56 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 47.90 kNm/m
Ελεγχος σε ανατροπή $Med=13.56 < Mrd=47.90$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(1.500/2)-(47.90-13.56)/51.85=0.088m$, $ec<=1.500/3=0.500m$

8.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 2.40	20.33	0.00	3.59
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	1.50- 2.40	0.00	15.61	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	31.39
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	16.87
Σύνολα=			20.33	15.61	51.85



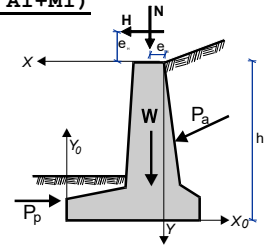
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 51.85x\tan(25.00^\circ)/1.25= 19.34$ kN/m
 Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000x1.500x0.005/1.25= 6.00$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 20.33 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(15.61/1.00+19.34) = 34.95$ kN/m
Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=20.33 < Rd=34.95$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

8.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

8.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	15.04	3.34	0.000	1.733
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.50- 2.40	-20.96	0.00	0.975	2.100
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	18.74	-0.262	1.250

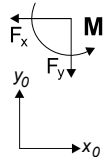


8.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

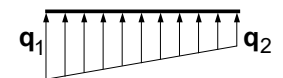
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	4.51	0.975	0.667	9.14
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.750	0.963	-26.16
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	18.74	1.237	1.150	-23.18
			Σύνολα=	58.13			-40.20



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 58.13 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -40.20 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 3.40 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 3.40/58.13 = 0.058\text{m}$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.048 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.030 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.058 = 1.383 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

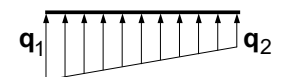
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.383 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 148.18 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 58.13 < R_d = 148.18 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	4.51	0.975	0.667	9.14
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	47.09	0.750	0.963	-35.32
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	25.30	1.237	1.150	-31.29
			Σύνολα=	76.90			-57.47

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 76.90 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -57.47 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.20 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.20/76.90 = 0.003\text{m}$, $e_c \leq 1.500/6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.052 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.051 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.003 = 1.495 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.495 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 160.18 \text{ kN/m}$

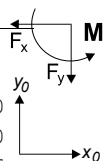
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 76.90 < R_d = 160.18 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

8.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.975, y=2.400 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.133	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	4.51	0.975	0.667	13.54	4.40
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	34.88	0.750	0.963	0.00	26.16
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	18.74	1.237	1.150	0.00	23.18
			Σύνολα=	58.13			13.54	53.74

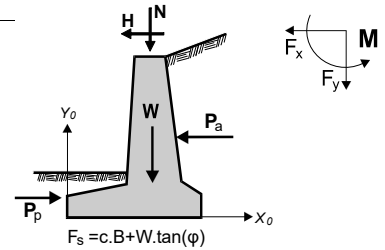


Σύνολο ροπών ανατροπής = 13.54 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 53.74 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=13.54 < M_{rd}=53.74$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.500/2)-(53.74-13.54)/58.13=0.058m$, $e_c \leq 1.500/3=0.500m$

8.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 2.40	20.30	0.00	4.51
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.50- 2.40	0.00	20.96	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	34.88
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	18.74
Σύνολα=			20.30	20.96	58.13



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 58.13 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 24.64$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.500 \times 0.005 / 1.10 = 6.82$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 20.30 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(20.96/1.40+24.64) = 39.61$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=20.30 < R_d=39.61$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

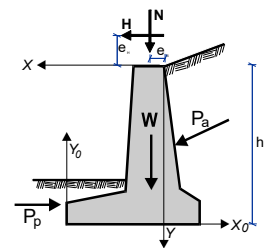
8.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

8.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	15.04	3.34	0.000	1.400
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.50- 2.40	-19.73	0.00	0.975	2.100
Βάρος τοίχου	W		0.00	34.88	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	18.74	-0.262	1.250



8.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σειμού

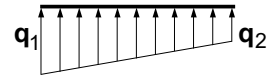
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.00		0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 2.40	2.71		0.000	1.400
Βάρος τοίχου	W		2.96	±1.50	0.225	1.437
Βάρος επίχωσης	Ws		1.59	±0.81	-0.262	1.250

8.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.200	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	3.34	0.975	1.000	14.49
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	33.38	0.750	0.963	-22.18
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	17.93	1.237	1.150	-20.35
Σύνολα=				54.65			-28.04

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 54.65 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -28.04 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.95 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 12.95 / 54.65 = 0.237\text{m}$, $e_c \leq 1.500 / 6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.071 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.002 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.237 = 1.026 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.026 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 153.90 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 54.65 < R_d = 153.90 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

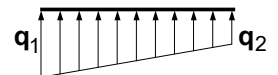
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

8.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.200	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	3.34	0.975	1.000	14.49
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	36.38	0.750	0.963	-24.43
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	19.55	1.237	1.150	-22.35
Σύνολα=				59.27			-32.29

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 59.27 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -32.29 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.16 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 12.16 / 59.27 = 0.205\text{m}$, $e_c \leq 1.500 / 6 = 0.250\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.072 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.007 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.500 - 2 \times 0.205 = 1.090 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1.090 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 163.50 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 59.27 < R_d = 163.50 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

8.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.975, y = 2.400 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.975	2.200	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	3.34	0.975	1.000	17.75	3.26
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	34.88	0.750	0.963	2.85	26.16
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-1.50	0.750	0.963	1.12	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	18.74	1.237	1.150	1.83	23.18
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.81	1.237	1.150	1.00	0.00*
Σύνολα=				54.65			24.55	52.60

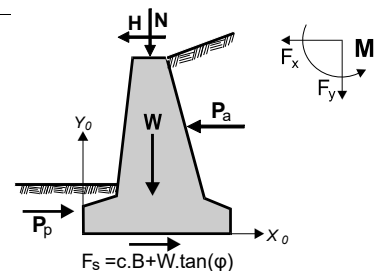
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 24.55 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 52.60 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 24.55 < M_{rd} = 52.60 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (1.500 / 2) - (52.60 - 24.55) / 54.65 = 0.237\text{m}$, $e_c \leq 1.500 / 3 = 0.500\text{m}$

8.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 2.40	17.75	0.00	3.34
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.50- 2.40	0.00	19.73	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.96	0.00	33.38
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.59	0.00	17.93
Σύνολα=			22.30	19.73	54.65



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 54.65 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 25.48 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.500 \times 0.005 / 1.00 = 7.50 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης $= 22.30 \text{ kN/m}$

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(19.73/1.00 + 25.48) = 45.21 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 22.30 < R_d = 45.21 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

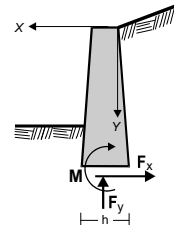
8.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.450	0.00	2.81	0.00
0.50	0.450	0.05	5.64	0.00
0.75	0.450	0.62	8.57	0.04
1.00	0.450	1.84	11.65	0.27
1.25	0.450	3.66	14.87	0.86
1.50	0.450	6.14	18.24	1.95
1.75	0.450	9.25	21.74	3.70
2.10	0.450	14.69	26.88	7.60



8.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

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

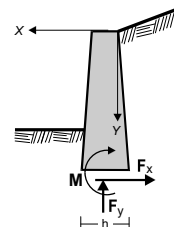
(EC2 §9.6.2)

y [m]	Med [kN/m]	Ned [kN]	d [mm]	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As [cm ² /m]	min As [cm ² /m]
0.25	0.00	-2.81	395	57.13	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.00	-5.64	395	40.28	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	0.04	-8.57	395	32.31	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	0.27	-11.65	395	26.31	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	0.86	-14.87	395	21.47	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.50	1.95	-18.24	395	17.58	0.02	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.75	3.70	-21.74	395	14.53	0.02	0.4/20.0	2.31	0.00	(4.50)
2.10	7.60	-26.88	395	11.32	0.02	0.5/20.0	2.32	0.10	(5.34)

8.10.3. 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 [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.450	0.24	2.81	0.03
0.50	0.450	0.53	5.64	0.12
0.75	0.450	1.26	8.57	0.34
1.00	0.450	2.56	11.65	0.89
1.25	0.450	4.39	14.87	1.97
1.50	0.450	6.80	18.24	3.80
1.75	0.450	9.76	21.74	6.58
2.10	0.450	14.85	26.88	12.48



8.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.03	-2.81	395	55.42	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.50	0.12	-5.64	395	38.06	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(4.50)
0.75	0.34	-8.57	395	29.48	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.00	0.89	-11.65	395	23.31	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.25	1.97	-14.87	395	18.62	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.50	3.80	-18.24	395	15.04	0.02	0.4/20.0	2.31	0.00	(4.50)
1.75	6.58	-21.74	395	12.32	0.02	0.5/20.0	2.32	0.10	(5.34)
2.10	12.48	-26.88	395	9.57	0.03	0.6/20.0	2.32	0.38	(5.34)

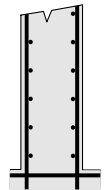
8.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χάμα) παρειάς τοίχου Ø10/14.5 (5.41cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/17.0 (4.62cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



8.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

l_b, r_{qd}=(Ø/4) (o_{sd}/f_{bd})=(10/4) x (31/1.61)=47mm

o_{sd}=435.00x38/541=31MPa f_{bd}=2.25x0.70xf_{ctd}=1.61 MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης l_{bd}=0.70x47=33mm, C_{nom}=50mm>3x10=30mm=(3Ø)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης l_b, min=max(0.30l_br_{qd}, 10Ø, 100mm)=100mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

8.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 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.

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

V_{ed}=8.55 kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=9.10 kN/m, N_{ed}=-21.08 kN/m

Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

V_{rdc}=[C_{rdc}·k·(100ρ_l·f_{ck})^{0.33}+k_l·σ_{cp}]·b_w·d

(EC2 Εξ.6.2.a)

V_{rdc}>=(v_{min}+k_l·σ_{cp})·b_w·d

(EC2 Εξ.6.2.b)

C_{rdc}=0.18/γ_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25MPa, b_w=1000mm, d=395mm

k=1+√(200/d)≤2, k=1.71, k_l=0.15

ρ_l=A_sl/(b_w·d)=541/(1000x395)=0.0014

σ_{cp}=N_{ed}/A_c=1000x21.08/450000=0.05N/mm²

v_{min}=0.0350·k^{1.50}·√f_{ck} = 0.39N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

V_{rd, c}(min)=0.001x(0.39+0.15x0.05)x1000x395=157.01kN/m

V_{rdc}=0.001x[0.120x1.71x(0.14x25)^{0.33}+0.15x0.05]x1000x395=126.03, V_{rdc}=157.01kN/m

V_{ed}=9.10 kN/m ≤ V_{rdc}=157.01 kN/m, διάτμηση OK

V_{rdmax}=α_{cw}·b_w·z·v_l·f_{cd}/(cotθ+tanθ), V_{ed}/max(V_{rdmax})=0.01, θ=45.0° cotθ=1.00 tanθ=1.00

α_{cw}=1.00 z=0.9d, f_{ck}=25.0≤60MPa v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540, f_{cd}=14.17MPa

V_{rdmax}=0.001x1.00x1000x0.9x395x0.540x14.17/2.00=1360.1 kN

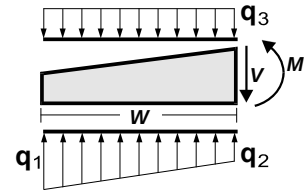
V_{ed}=14.8 kN < 1360.1 kN =V_{rdmax}, ο έλεγχος επαληθεύεται

8.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

8.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975$ m το $x=0.450$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 76.90 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.20 kNm/m
 $q_1 = 0.052$ N/mm², $q_2 = 0.051$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.010$ N/mm²
 $M = 5.74$ kNm/m, $V = 21.85$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 11.54 kN/m
 $Med = 5.74$ k Nm/m, $Ved = 11.54$ kN/m

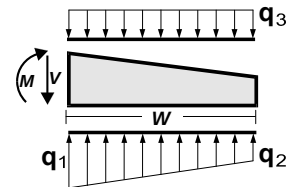


8.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 76.90 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.20 kNm/m
 $q_1 = 0.051$ N/mm², $q_2 = 0.051$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.058$ N/mm²
 $M = -0.98$ kNm/m, $V = 3.72$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 1.97 kN/m
 $Med = -0.98$ k Nm/m, $Ved = 1.97$ kN/m

8.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 58.13 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 3.40 kNm/m
 $q_1 = 0.036$ N/mm², $q_2 = 0.030$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.043$ N/mm²
 $M = -1.54$ kNm/m, $V = 5.32$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 3.21 kN/m
 $Med = -1.54$ k Nm/m, $Ved = 3.21$ kN/m



8.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975$ m το $x=0.450$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 54.65 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.16 kNm/m
 $q_1 = 0.069$ N/mm², $q_2 = 0.046$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 9.03$ kNm/m, $V = 25.99$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 15.12 kN/m
 $Med = 9.03$ k Nm/m, $Ved = 15.12$ kN/m

8.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 54.65 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.16 kNm/m
 $q_1 = 0.027$ N/mm², $q_2 = 0.004$ N/mm², $w = 0.525$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.043$ N/mm²
 $M = -2.65$ kNm/m, $V = 14.51$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 9.14 kN/m
 $Med = -2.65$ k Nm/m, $Ved = 9.14$ kN/m

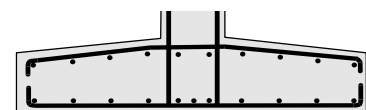
8.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 9.03$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=8.12$ $x/d=0.03$ $\epsilon_{c2/\epsilon_{s1}}=-0.7/20.0$ $k_s=2.33$, $A_s = 0.86$ cm²/m
 $Med = -3.45$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=13.14$ $x/d=0.02$ $\epsilon_{c2/\epsilon_{s1}}=-0.4/20.0$ $k_s=2.32$, $A_s = 0.33$ cm²/m
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

8.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



8.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)

$$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d \quad (EC2 \text{ Εξ.6.50})$$

$$V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, \quad d = d_m = 244 \text{ mm}, \quad a = 244 \text{ mm}$$

$$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120, \quad f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad b_w = 1000 \text{ mm}, \quad d = 244 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, \quad k = 1.91$$

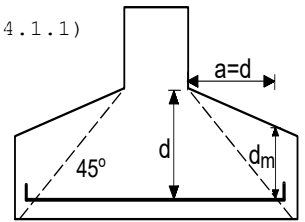
$$\rho_l = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 332/(1000 \times 244) = 0.0014$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46 \text{ N/mm}^2, \quad (EC2 \text{ Εξ.6.3N})$$

$$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82, \quad V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 15.12 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}, \quad \text{διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.03, \quad \theta = 45.0^\circ \quad \cot \theta = 1.00 \quad \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00 \quad z = 0.9d, \quad f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa} \quad v_l = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540, \quad f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 26.0 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}, \quad \text{ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

8.12. Προμέτρηση υλικών

$$\text{Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 1.395 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 37.471 \text{ kg/m}$$

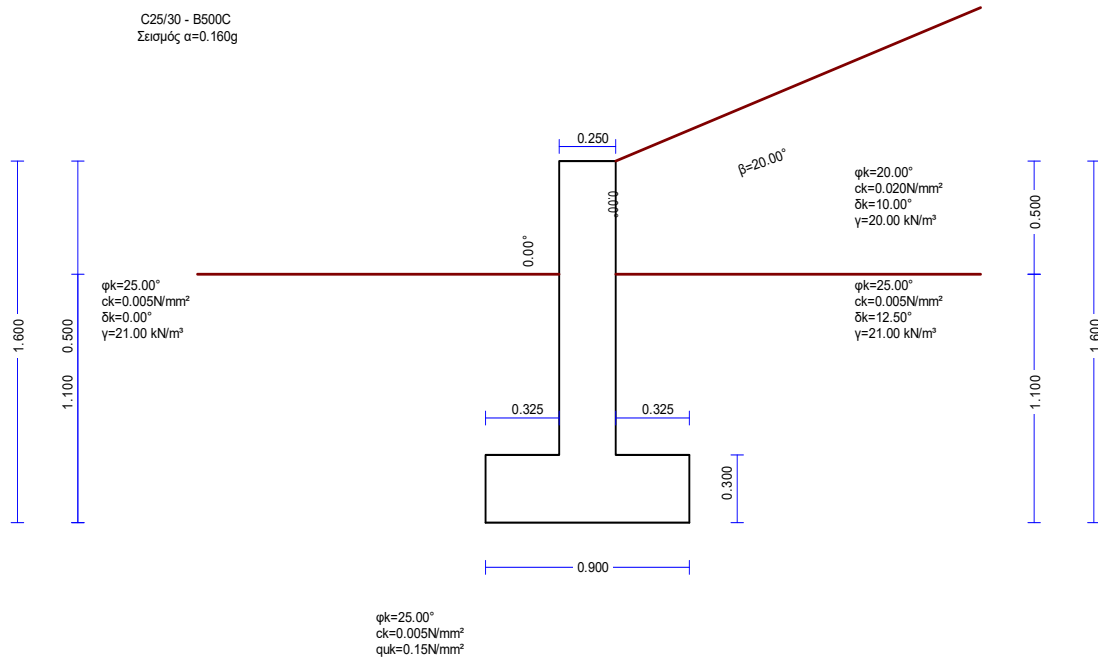
$$\text{Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου} \quad 4.560 \times 1.395 = 6.361 \text{ m}^3$$

$$\text{Συνολικός οπλισμός τοίχου} \quad 4.560 \times 37.471 = 170.870 \text{ kg}$$

9. ΤΟΙΧΟΣ Τ8 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

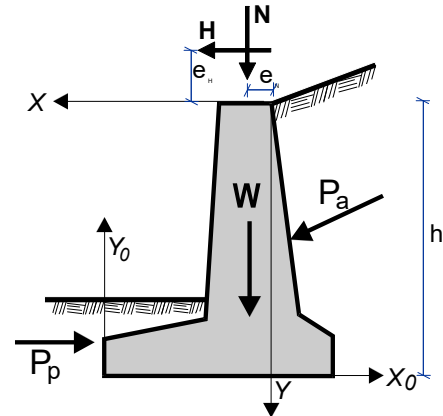
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



9.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 1.600 m
Μήκος τοίχου	L= 8.390 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 0.900 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.325 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.325 m
Υψος κορμού τοίχου	ho= 1.300 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	γg=25.000 kN/m³
Εμβαδόν διατομής τοίχου	A= 0.595 m²
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	W= 0.595x25.000= 14.88 kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	x=0.125 m, y=1.013 m (xo=0.450 m, yo=0.587 m)

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: Cnom=50 mm
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: Cnom=50 mm

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

Βάρος επίχωσης

Ιδίο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=9.09 \text{ kN/m}$

Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.168 \text{ m}$, $y=0.628 \text{ m}$

9.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

		(EQU) (STR/GEO) (Σεισμός)		
		(A1+M1)		
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst}	1.10	1.35
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb}	0.90	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst}	1.50	1.50
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb}	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_{ϕ}	1.25	1.00
	Συνοχή c	γ_c	1.25	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu}	1.40	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu}	1.40	1.00
	Βάρος	γ_w	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

9.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση

$q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$

Γωνία τριβής εδάφους στη βάση

$\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$

Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση

$c=0.005 \text{ N/mm}^2$

9.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$

(EC8-5 §7.3.2)

Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση

$\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$

(EC8 §3.2.2.3)

Συντ. θεμελίωσης

$S=1.00$

(EC8 §3.2.2.2)

Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου

$\gamma_I=0.80$

(EC8 §3.2.1, T.4.3)

Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς

$r=1.50$

(EC8-5 Πίνακας 7.1)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής

$k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής

$k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους

$F_{wx}=14.88 \times 0.085 = 1.26 \text{ kN/m}$

Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους

$F_{wy}=14.88 \times 0.043 = 0.64 \text{ kN/m}$

Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης

$F_{wsx}=9.09 \times 0.085 = 0.77 \text{ kN/m}$

Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης

$F_{wsy}=9.09 \times 0.043 = 0.39 \text{ kN/m}$

9.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

9.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=0.500 \text{ m}$, $H_s=0.500 \text{ m}$

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

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.500 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma_s=20.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_{s21}=21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi=20.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c=0.020 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

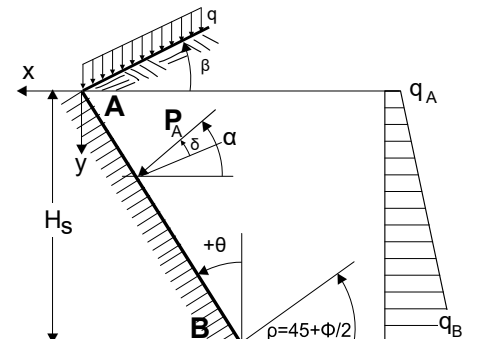
$\beta=20.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta=0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta=10.00^\circ$



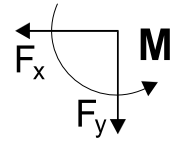
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.933 \quad 0.897$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.50\text{m}$)	$q_B= 9.33$	8.97 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 2.33$	2.24 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 2.31$	2.21 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.32$	0.39 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -0.77$	-0.74 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.333 \text{ m}$		

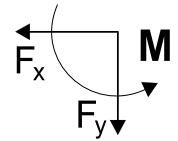


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.500 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 2.31$	2.31	2.21 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.32$	0.32	0.39 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.39$	0.39	0.37 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega)=k_h / (1-k_v)=0.085 / (1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR)= 0.971$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(0.971/0.897-1)=0.082$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.082 \times 2.21= 2.39 \text{ kN/m}$

9.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500 \text{ m}$ έως $Y=1.600 \text{ m}, H_s=1.100 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.500 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.600 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

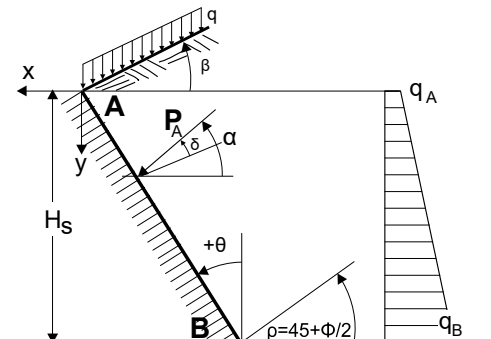
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 10.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

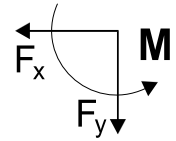
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 4.47$	3.67 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 1.10\text{m}$)	$q_B= 14.80$	12.15 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 10.60$	8.70 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 10.44$	8.49 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 1.84$	1.88 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -11.99$	-9.75 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.148 \text{ m}$		

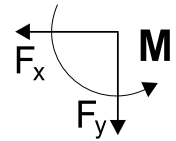


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=1.600 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 12.75$	10.70 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 2.16$	2.27 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 7.65$	6.64 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 8.49 = 10.02 \text{ kN/m}$

9.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

9.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500 \text{ m}$ έως $Y=1.600 \text{ m}, H_s=1.100 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.575 \text{ m}, y= 0.500 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.575 \text{ m}, y= 1.600 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

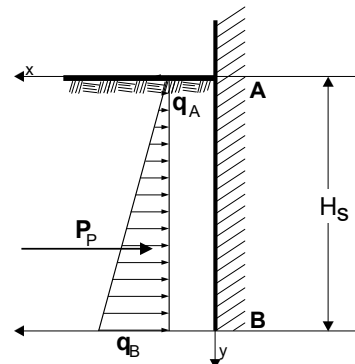
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



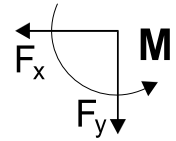
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
 Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $q_A= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 1.10\text{m}$) $q_B=-47.12 \quad -56.92 \text{ kN/m}^2$
 Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$ $P_p= 25.92 \quad 31.31 \text{ kN/m}$
 Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
 Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{px}=-25.92 \quad -31.31 \text{ kN/m}$
 Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{py}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
 Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 31.96 \quad 38.61 \text{ kNm/m}$
 Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.575 \text{ m}, y= 1.233 \text{ m}$

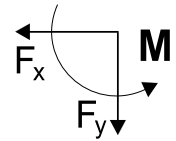


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.575 \text{ m}, y=1.600 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}=-25.92 \quad -31.31 \text{ kN/m}$
 Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
 Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = -9.51 \quad -11.49 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

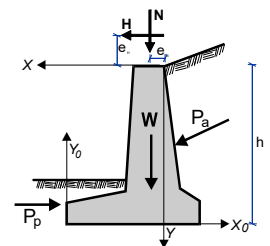
$\tan(\omega)=kh/(1-k_v)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
 Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_{p^*}(\text{STR})= 2.319$
 $\xi=(K_{p^*}/K_p)=(2.319/2.464)=0.941$

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= -24.39 \quad -29.47$

9.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00- 0.50	2.31	0.32	0.000	0.333
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.50- 1.60	10.44	1.84	0.000	1.148
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.50- 1.60	-25.92	0.00	0.575	1.233
Βάρος τοίχου	W		0.00	14.88	0.125	1.013
Βάρος επίχωσης	W_s		0.00	9.09	-0.168	0.628

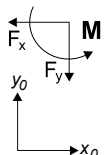


9.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

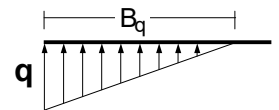
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με $0.90x(\text{ίδιο βάρος}+\text{μόνιμα})+0.00x(\text{κινητά κορυφής})$

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	0.00- 0.50	2.54	0.35	0.575	1.267	3.03
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	0.50- 1.60	11.48	2.02	0.575	0.452	4.03
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	13.39	0.450	0.587	-6.02
Βάρος επίχωσης	$W_s \times 0.90$		0.00	8.18	0.743	0.972	-6.07
			Σύνολα=	23.94			-5.03



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 23.94 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -5.03 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.74 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 5.74 / 23.94 = 0.240\text{m}$, $e_c > 0.900 / 6 = 0.150\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.076 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.631 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.900 - 2 \times 0.240 = 0.420 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.420 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 45.00 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 23.94 < R_d = 45.00 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



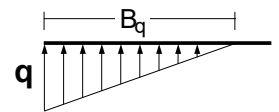
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.50	2.54	0.35	0.575	1.267	3.03
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.50- 1.60	11.48	2.02	0.575	0.452	4.03
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	16.37	0.450	0.587	-7.36
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	10.00	0.743	0.972	-7.43
Σύνολα=				28.74			-7.73

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 28.74 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -7.73 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.20 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 5.20 / 28.74 = 0.181\text{m}$, $e_c > 0.900 / 6 = 0.150\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.071 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.807 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.900 - 2 \times 0.181 = 0.538 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.538 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 57.64 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 28.74 < R_d = 57.64 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



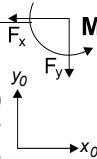
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

9.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.575, y=1.600 \text{ m}$)

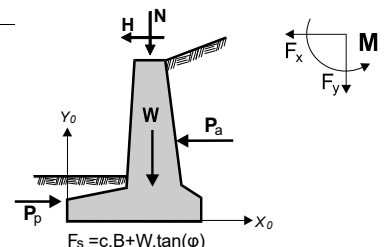
Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.50	2.54	0.35	0.575	1.267	3.22	0.20	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.50- 1.60	11.48	2.02	0.575	0.452	5.19	1.17	
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	13.39	0.450	0.587	0.00	6.02	
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	8.18	0.743	0.972	0.00	6.07	
Σύνολα=				23.94			8.41	13.46	

Σύνολο ροπών ανατροπής = 8.41 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 13.46 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 8.41 < M_{rd} = 13.46 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.900 / 2) - (13.46 - 8.41) / 23.94 = 0.239\text{m}$, $e_c < 0.900 / 3 = 0.300\text{m}$

9.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.50	2.54	0.00	0.35
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.50- 1.60	11.48	0.00	2.02
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.50- 1.60	0.00	23.33	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	13.39
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	8.18
Σύνολα=			14.02	23.33	23.94



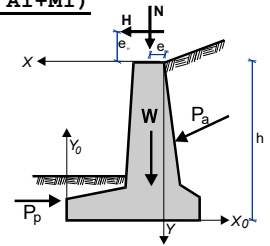
Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 23.94 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 8.93 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.631 \times 0.005 / 1.25 = 2.52 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 14.02 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(23.33 / 1.00 + 8.93) = 32.26 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 14.02 < R_d = 32.26 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

9.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

9.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.50	2.21	0.39	0.000	0.333
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.50- 1.60	8.49	1.88	0.000	1.148
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.50- 1.60	-31.31	0.00	0.575	1.233
Βάρος τοίχου	W		0.00	14.88	0.125	1.013
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	9.09	-0.168	0.628

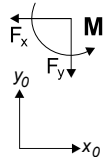


9.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

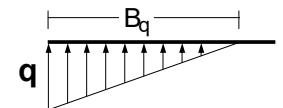
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	2.98	0.53	0.575	1.267	3.48
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.60	11.46	2.54	0.575	0.452	3.73
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	14.88	0.450	0.587	-6.69
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	9.09	0.743	0.972	-6.75
			Σύνολα=	27.04			-6.23



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 27.04 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -6.23 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.94 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 5.94 / 27.04 = 0.220\text{m}$, $e_c > 0.900 / 6 = 0.150\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.078\text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.691\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.900 - 2 \times 0.220 = 0.461\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.461 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 49.39\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 27.04 < R_d = 49.39\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



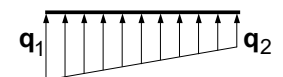
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	2.98	0.53	0.575	1.267	3.48
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.60	11.46	2.54	0.575	0.452	3.73
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	20.09	0.450	0.587	-9.03
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	12.27	0.743	0.972	-9.11
			Σύνολα=	35.43			-10.93

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 35.43 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -10.93 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.01 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 5.01 / 35.43 = 0.141\text{m}$, $e_c \leq 0.900 / 6 = 0.150\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.076\text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.002\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.900 - 2 \times 0.141 = 0.617\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.617 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 66.11\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 35.43 < R_d = 66.11\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

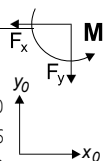
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

9.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.575, y = 1.600\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	2.98	0.53	0.575	1.267	3.78	0.30
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.60	11.46	2.54	0.575	0.452	5.18	1.46
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	14.88	0.450	0.587	0.00	6.69
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	9.09	0.743	0.972	0.00	6.75
			Σύνολα=	27.04			8.96	15.20

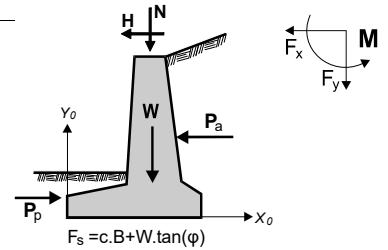


Σύνολο ροπών ανατροπής = 8.96 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 15.20 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=8.96 < M_{rd}=15.20$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(0.900/2)-(15.20-8.96)/27.04=0.219m$, $e_c \leq 0.900/3=0.300m$

9.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.50	2.98	0.00	0.53
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.50- 1.60	11.46	0.00	2.54
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.50- 1.60	0.00	31.31	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	14.88
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	9.09
Σύνολα=			14.44	31.31	27.04



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 27.04 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 11.46$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.691 \times 0.005 / 1.10 = 3.14$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 14.44 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(31.31/1.40+11.46) = 33.82$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=14.44 < R_d=33.82$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

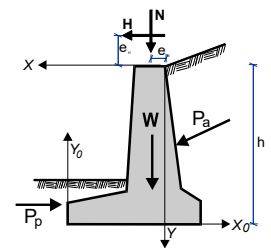
9.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

9.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.50	2.21	0.39	0.000	0.250
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.50- 1.60	8.49	1.88	0.000	1.050
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.50- 1.60	-29.47	0.00	0.575	1.233
Βάρος τοίχου	W		0.00	14.88	0.125	1.013
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	9.09	-0.168	0.628



9.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σειμού

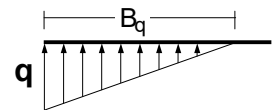
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.50	0.18		0.000	0.250
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.50- 1.60	1.53		0.000	1.050
Βάρος τοίχου	W		1.26	±0.64	0.125	1.013
Βάρος επίχωσης	Ws		0.77	±0.39	-0.168	0.628

9.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	2.39	0.39	0.575	1.350	3.01
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.60	10.02	1.88	0.575	0.550	4.43
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.26	14.23	0.450	0.587	-5.66
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.77	8.70	0.743	0.972	-5.71
Σύνολα=				25.20			-3.93

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 25.20 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.93 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 7.41 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 7.41/25.20 = 0.294\text{m}$, $e_c > 0.900/6 = 0.150\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.108 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.468 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.900 - 2 \times 0.294 = 0.312 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.312 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 46.80 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 25.20 < R_d = 46.80 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

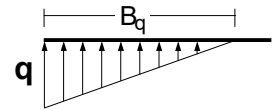
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

9.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	2.39	0.39	0.575	1.350	3.01
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.60	10.02	1.88	0.575	0.550	4.43
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.26	15.52	0.450	0.587	-6.24
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.77	9.48	0.743	0.972	-6.29
Σύνολα=				27.27			-5.09

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 27.27 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -5.09 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 7.18 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 7.18/27.27 = 0.263\text{m}$, $e_c > 0.900/6 = 0.150\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.097 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.560 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.900 - 2 \times 0.263 = 0.373 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.373 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 55.95 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 27.27 < R_d = 55.95 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

9.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.575, y = 1.600 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	2.39	0.39	0.575	1.350	3.23	0.22
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.60	10.02	1.88	0.575	0.550	5.51	1.08
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.26	14.88	0.450	0.587	0.74	6.69
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.64	0.450	0.587	0.29	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.77	9.09	0.743	0.972	0.75	6.75
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.39	0.743	0.972	0.29	0.00*
Σύνολα=				25.21			10.81	14.74

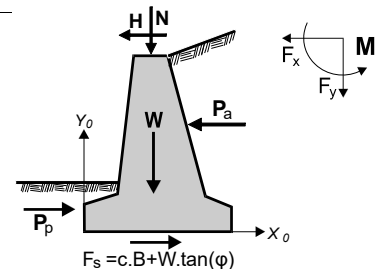
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 10.81 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 14.74 kNm/m
 Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 10.81 < M_{rd} = 14.74 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.900/2) - (14.74 - 10.81) / 25.21 = 0.294\text{m}$, $e_c \leq 0.900/3 = 0.300\text{m}$

9.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.50	2.39	0.00	0.39
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.50- 1.60	10.02	0.00	1.88
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.50- 1.60	0.00	29.47	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.26	0.00	14.23
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.77	0.00	8.70
Σύνολα=			14.44	29.47	25.20



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 25.20 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 11.75 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.468 \times 0.005 / 1.00 = 2.34 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης $= 14.44 \text{ kN/m}$

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(29.47/1.00 + 11.75) = 41.22 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 14.44 < R_d = 41.22 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

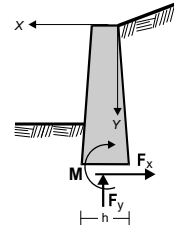
9.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.74	1.70	0.05
0.50	0.250	2.98	3.65	0.43
0.75	0.250	4.51	5.55	1.31
1.00	0.250	6.67	7.60	2.63
1.30	0.250	10.10	10.23	5.04



9.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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

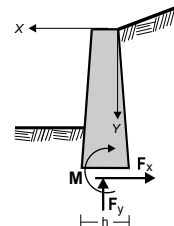
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.70	195	47.37	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.43	-3.65	195	23.49	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	1.31	-5.55	195	14.95	0.02	0.4/20.0	2.31	0.07	(2.64)
1.00	2.63	-7.60	195	10.96	0.03	0.5/20.0	2.32	0.20	(2.64)
1.30	5.04	-10.23	195	8.13	0.03	0.7/20.0	2.33	0.45	(2.64)

9.10.3. 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	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.73	1.70	0.08
0.50	0.250	2.66	3.65	0.62
0.75	0.250	4.12	5.55	1.23
1.00	0.250	6.14	7.60	2.54
1.30	0.250	9.30	10.23	5.06



9.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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

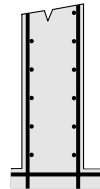
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.08	-1.70	195	43.42	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.62	-3.65	195	20.88	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)
0.75	1.23	-5.55	195	15.32	0.02	0.4/20.0	2.31	0.06	(2.64)
1.00	2.54	-7.60	195	11.13	0.02	0.5/20.0	2.32	0.19	(2.64)
1.30	5.06	-10.23	195	8.12	0.03	0.7/20.0	2.33	0.45	(2.64)

9.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου $\varnothing 10/29.5$ ($2.66\text{cm}^2/\text{m}$)
 Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/40.0$ ($1.26\text{cm}^2/\text{m}$)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου $\varnothing 10/31.0$ ($2.53\text{cm}^2/\text{m}$)
 Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/40.0$ ($1.26\text{cm}^2/\text{m}$)



9.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$l_{b, reqd} = (\varnothing/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \cdot (74/1.61) = 114\text{mm}$

$\sigma_{sd} = 435.00 \times 45/266 = 74\text{MPa}$ $f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61\text{MPa}$

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd} = 0.70 \times 114 = 80\text{mm}$, $C_{nom} = 50\text{mm} > 3 \times 10 = 30\text{mm} = (3\varnothing)$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100\text{mm}) = 100\text{mm}$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

9.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

$V_{ed} = 7.87\text{ kN/m}$, $V_{ed} (+\text{σεισμικός}) = 7.25\text{ kN/m}$, $N_{ed} = -8.52\text{ kN/m}$

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)

$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 25\text{MPa}$, $b_w = 1000\text{mm}$, $d = 195\text{mm}$

$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 2.00$, $k_1 = 0.15$

$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 266/(1000 \times 195) = 0.0014$

$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = 1000 \times 8.52/250000 = 0.03\text{N/mm}^2$

$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49\text{N/mm}^2$,

(EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.03) \times 1000 \times 195 = 96.43\text{ kN/m}$

$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.03] \times 1000 \times 195 = 71.93$, $V_{rdc} = 96.43\text{ kN/m}$

$V_{ed} = 7.87\text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 96.43\text{ kN/m}$, διάτμηση OK

$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.02$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot\theta = 1.00$ $\tan\theta = 1.00$

$\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60\text{MPa}$ $v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17\text{MPa}$

$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4\text{ kN}$

$V_{ed} = 10.1\text{ kN} < 671.4\text{ kN} = V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

9.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

9.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.575\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 35.43 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.01 kNm/m

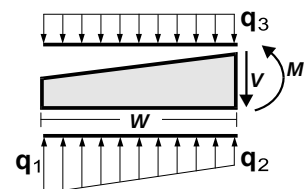
$q_1 = 0.076\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.050\text{ N/mm}^2$, $w = 0.325\text{ m}$

πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.010\text{ N/mm}^2$

$M = 3.04\text{ kNm/m}$, $V = 17.25\text{ kN/m}$

V σε απόσταση $h=250\text{mm}$ από παρειά = 4.75 kN/m

$M_{ed} = 3.04\text{ kNm/m}$, $V_{ed} = 4.75\text{ kN/m}$



9.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.325\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 35.43 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.01 kNm/m

$q_1 = 0.029\text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.002\text{ N/mm}^2$, $w = 0.325\text{ m}$

πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.048\text{ N/mm}^2$

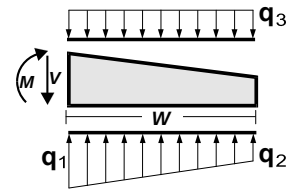
$M = -1.94\text{ kNm/m}$, $V = 10.51\text{ kN/m}$

V σε απόσταση $h=250\text{mm}$ από παρειά = 3.16 kN/m

$M_{ed} = -1.94\text{ kNm/m}$, $V_{ed} = 3.16\text{ kN/m}$

9.11.3. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.325$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 27.04 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.94 kNm/m
 $q_1 = 0.013$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.116$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.035$ N/mm²
 $M = -1.82$ kNm/m, $V = 10.61$ kN/m
 $d = 250$ mm > 116 mm = πλάτους, έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται
 $Med = -1.82$ kNm/m, $Ved = 0.00$ kN/m



9.11.4. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.575$ m το $x=0.250$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 25.21 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 7.18 kNm/m
 $q_1 = 0.102$ N/mm², $q_2 = 0.035$ N/mm², $w = 0.325$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 4.15$ kNm/m, $V = 19.62$ kN/m
 V σε απόσταση $h = 250$ mm από παρειά = 6.43 kN/m
 $Med = 4.15$ kNm/m, $Ved = 6.43$ kN/m

9.11.5. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.325$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 25.21 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 7.18 kNm/m
 $q_1 = 0.000$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.325$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.035$ N/mm²
 $M = -1.48$ kNm/m, $V = 11.38$ kN/m
 V σε απόσταση $h = 250$ mm από παρειά = 2.63 kN/m
 $Med = -1.48$ kNm/m, $Ved = 2.63$ kN/m

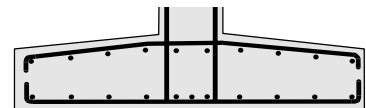
9.11.6. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 4.15$ kNm/m, $d = 244$ mm, $K_d = 11.98$ $x/d = 0.02$ $\epsilon_c / \epsilon_{s1} = -0.5/20.0$ $k_s = 2.32$, $A_s = 0.39$ cm²/m
 $Med = -1.94$ kNm/m, $d = 244$ mm, $K_d = 17.52$ $x/d = 0.02$ $\epsilon_c / \epsilon_{s1} = -0.3/20.0$ $k_s = 2.31$, $A_s = 0.18$ cm²/m
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

9.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

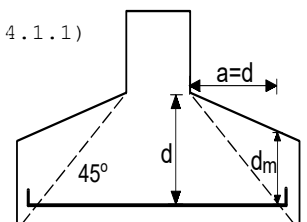
Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



9.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50$ 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)
 $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d = d_m = 244$ mm, $a = 244$ mm
 $C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 25$ MPa, $b_w = 1000$ mm, $d = 244$ mm
 $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 1.91$
 $\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 332 / (1000 \times 244) = 0.0014$
 $v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N)
 $V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244 / 244) \times 1000 \times 244 = 224.48$ kN/m
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244 / 244] \times 1000 \times 244 = 169.82$, $V_{rdc} = 224.48$ kN/m
 $Ved = 6.43$ kN/m $\leq V_{rdc} = 224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $Ved / \max(V_{rdmax}) = 0.02$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot \theta = 1.00$ $\tan \theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60$ MPa $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17$ MPa
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2$ kN
 $Ved = 19.6$ kN < 840.2 kN = V_{rdmax} , ο έλεγχος επαληθεύεται

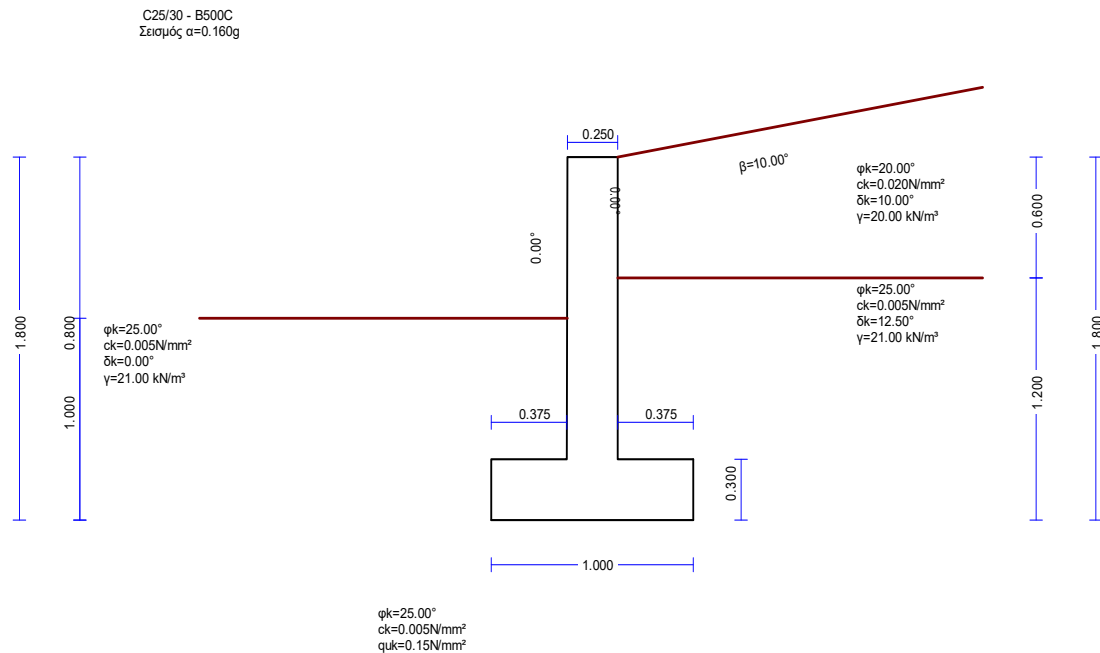
9.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	0.595 m ³ /m
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	18.796 kg/m
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου	8.390x 0.595= 4.992 m ³
Συνολικός οπλισμός τοίχου	8.390x 18.796= 157.700 kg

10. ΤΟΙΧΟΣ Τ9 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

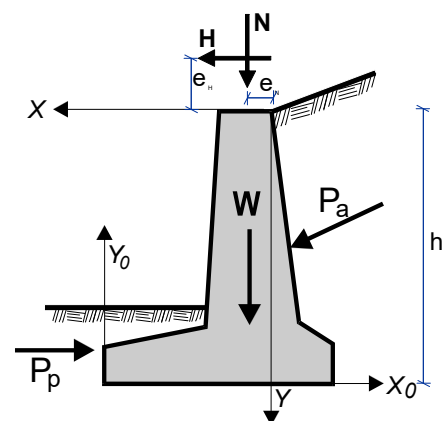
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-EL0T:2010)



10.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 1.800 m
Μήκος τοίχου	L= 6.340 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 1.000 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.375 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.375 m
Υψος κορμού τοίχου	ho= 1.500 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου $\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
 Εμβαδόν διατομής τοίχου $A= 0.675 \text{ m}^2$
 Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο $W= 0.675 \times 25.000 = 16.88 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βάρους τοίχου $x=0.125 \text{ m}$, $y=1.150 \text{ m}$ ($x_o=0.500 \text{ m}$, $y_o=0.650 \text{ m}$)

Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C (EC2 §3)
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

Βάρος επίχωσης

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=11.84 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.191 \text{ m}$, $y=0.742 \text{ m}$

10.2. 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)
 (A1+M1)

Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst} :	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb} :	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst} :	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb} :	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_ϕ :	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	γ_c :	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu} :	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu} :	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	γ_w :	1.00	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

10.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

10.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}= 16.88 \times 0.085 = 1.43 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}= 16.88 \times 0.043 = 0.73 \text{ kN/m}$
 Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsx}= 11.84 \times 0.085 = 1.01 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsy}= 11.84 \times 0.043 = 0.51 \text{ kN/m}$

10.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

10.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000$ m έως $Y=0.600$ m, $H_s=0.600$ m

Ανω Σημείο A $x=0.000$ m $y=0.000$ m

Κάτω Σημείο B $x=0.000$ m $y=0.600$ m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 20.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 21.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος νερού

$\gamma_w = 10.00$ kN/m³

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 20.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.020$ N/mm²

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

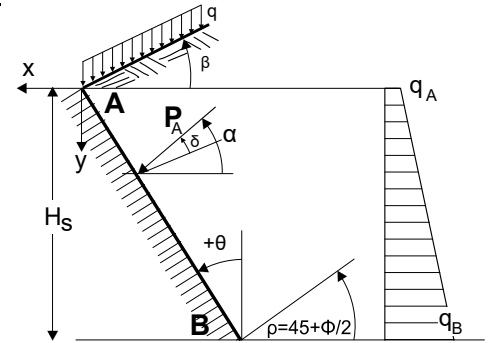
$\beta = 10.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 10.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 53.00$ 55.00°

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.639$ 0.531

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$q_A = 0.00$ 0.00 kN/m²

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.60$ m)

$q_B = 7.67$ 6.37 kN/m²

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$P_a = 2.30$ 1.91 kN/m

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 8.00$ 10.00°

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{ax} = 2.28$ 1.88 kN/m

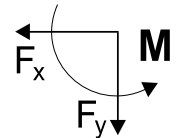
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{ay} = 0.32$ 0.33 kN/m

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$M = -0.91$ -0.75 kNm/m

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x=0.000$ m, $y=0.400$ m



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000$ m, $y=0.600$ m)

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 2.28$

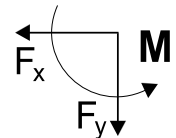
1.88 kN/m

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 0.32$

0.33 kN/m

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.46$

0.38 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.661$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.661 / 0.531 - 1) = 0.245$

$$K_E = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.245 \times 1.88 = 2.34$ kN/m

10.5.2. Τμήμα τοίχου από Y=0.600 m έως Y=1.800 m, Hs=1.200 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.600 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 1.800 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$$\phi = 25.00^\circ$$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

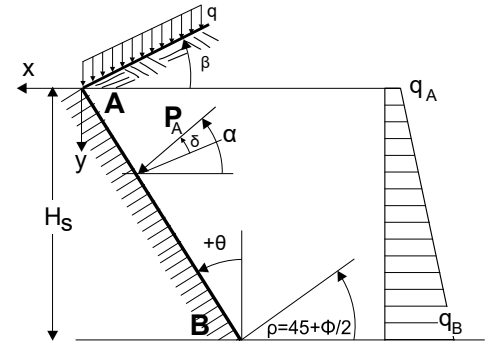
$$\beta = 0.00^\circ$$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$$\theta = 0.00^\circ$$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$$\delta = 12.50^\circ$$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 12.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 55.00 \quad 57.50^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y = y_A$)

$$q_A = 5.36 \quad 4.40 \text{ kN/m}^2$$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y = y_A + 1.20 \text{ m}$)

$$q_B = 16.62 \quad 13.65 \text{ kN/m}^2$$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$$P_a = 13.19 \quad 10.83 \text{ kN/m}$$

Γωνία ώθησης γαιών

$$\alpha = 10.00 \quad 12.50^\circ$$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

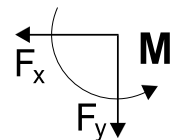
$$P_{ax} = 12.99 \quad 10.57 \text{ kN/m}$$

Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$$P_{ay} = 2.29 \quad 2.34 \text{ kN/m}$$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = -16.91 \quad -13.76 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}, y = 1.302 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=1.800 \text{ m}$)

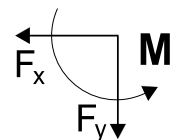
Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 15.27 \quad 12.45 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 2.61 \quad 2.67 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 9.67 \quad 7.90 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα E.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα E.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 10.57 = 12.47 \text{ kN/m}$

10.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

10.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.800$ m έως $Y=1.800$ m, $H_s=1.000$ m

Ανω Σημείο A $x= 0.625$ m $y= 0.800$ m

Κάτω Σημείο B $x= 0.625$ m $y= 1.800$ m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00$ kN/m³

Ειδικό βάρος νερού

$\gamma_w = 10.00$ kN/m³

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005$ N/mm²

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

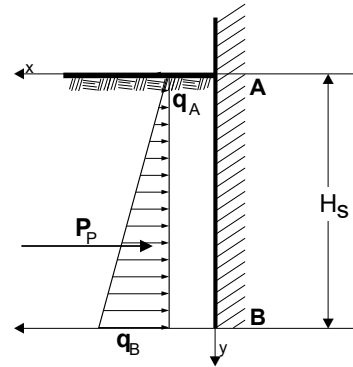
$\beta = 0.00^\circ$

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 0.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \phi/2 = 35.00$ 32.50°

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040$ 2.464

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$q_A = 0.00$ 0.00 kN/m²

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 1.00$ m)

$q_B = -42.84$ -51.74 kN/m²

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$P_p = 21.42$ 25.87 kN/m

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 0.00$ 0.00°

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{px} = -21.42$ -25.87 kN/m

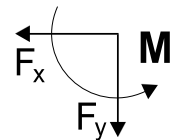
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{py} = 0.00$ 0.00 kN/m

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$M = 31.42$ 37.95 kNm/m

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.625$ m, $y= 1.467$ m



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.625$ m, $y=1.800$ m)

Μόνιμες δράσεις

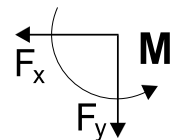
EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -21.42$ -25.87 kN/m

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

Συνολική ροπή ώθησης γαιών

$M_s = -7.13$ -8.61 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

$\tan(\omega) = kh / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p^*(STR) = 2.319$

$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$

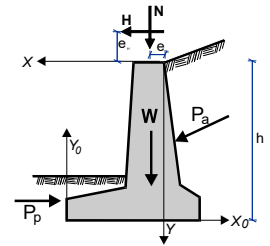
EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -20.16$ -24.35

10.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.60	2.28	0.32	0.000	0.400
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.60- 1.80	12.99	2.29	0.000	1.302
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.80- 1.80	-21.42	0.00	0.625	1.467
Βάρος τοίχου	W		0.00	16.88	0.125	1.150
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.84	-0.191	0.742

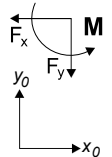


10.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.60	2.51	0.35	0.625	1.400	3.29
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.60- 1.80	14.29	2.52	0.625	0.498	5.54
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	15.19	0.500	0.650	-7.60
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	10.66	0.816	1.058	-8.69
			Σύνολα=	28.72			-7.46



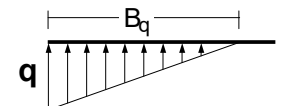
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 28.72 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -7.46 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 6.90 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 6.90 / 28.72 = 0.240\text{m}$, $e_c > 1.000 / 6 = 0.167\text{m}$

Τάσεις εδάφους $q = 0.074\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.779\text{ m}$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.000 - 2 \times 0.240 = 0.519\text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.519 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 55.61\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 28.72 < R_d = 55.61\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.60	2.51	0.35	0.625	1.400	3.29
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.60- 1.80	14.29	2.52	0.625	0.498	5.54
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	18.57	0.500	0.650	-9.28
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	13.02	0.816	1.058	-10.63
			Σύνολα=	34.46			-11.08

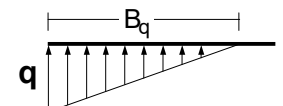
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 34.46 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -11.08 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 6.15 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 6.15 / 34.46 = 0.178\text{m}$, $e_c > 1.000 / 6 = 0.167\text{m}$

Τάσεις εδάφους $q = 0.071\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.965\text{ m}$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.000 - 2 \times 0.178 = 0.643\text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.643 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 68.89\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 34.46 < R_d = 68.89\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

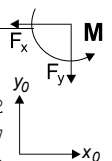
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

10.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.625, y=1.800\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.60	2.51	0.35	0.625	1.400	3.51	0.22
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.60- 1.80	14.29	2.52	0.625	0.498	7.12	1.57
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	15.19	0.500	0.650	0.00	7.60
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	10.66	0.816	1.058	0.00	8.69
			Σύνολα=	28.72			10.63	18.08

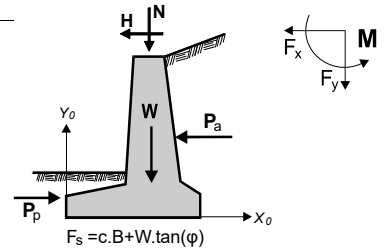


Σύνολο ροπών ανατροπής = 10.63 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 18.08 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=10.63 < M_{rd}=18.08$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.000/2)-(18.08-10.63)/28.72=0.241m$, $e_c \leq 1.000/3=0.333m$

10.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.60	2.51	0.00	0.35
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.60- 1.80	14.29	0.00	2.52
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.80- 1.80	0.00	19.28	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	15.19
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	10.66
Σύνολα=			16.80	19.28	28.72



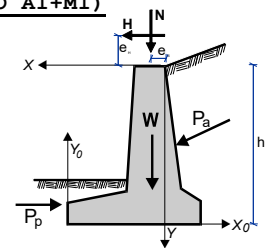
Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 28.72 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 10.71$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.779 \times 0.005 / 1.25 = 3.12$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 16.80 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(19.28/1.00+10.71) = 29.99$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=16.80 < R_d=29.99$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

10.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

10.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.60	1.88	0.33	0.000	0.400
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.60- 1.80	10.57	2.34	0.000	1.302
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.80- 1.80	-25.87	0.00	0.625	1.467
Βάρος τοίχου	W		0.00	16.88	0.125	1.150
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.84	-0.191	0.742

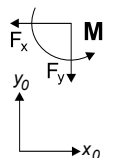


10.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

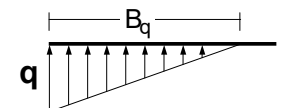
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	2.54	0.45	0.625	1.400	3.27
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 1.80	14.27	3.16	0.625	0.498	5.13
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	16.88	0.500	0.650	-8.44
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.84	0.816	1.058	-9.66
Σύνολα=				32.33			-9.70



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 32.33 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -9.70 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 6.47 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c=6.47/32.33=0.200m$, $e_c > 1.000/6=0.167m$
 Τάσεις εδάφους $q=0.072$ N/mm² $Bq=0.900$ m
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.000-2 \times 0.200= 0.600$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.600 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 64.29$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=32.33 < R_d=64.29$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



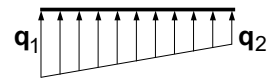
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	2.54	0.45	0.625	1.400	3.27
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 1.80	14.27	3.16	0.625	0.498	5.13
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	22.79	0.500	0.650	-11.39
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	15.98	0.816	1.058	-13.04
Σύνολα=				42.38			-16.03

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 42.38 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -16.03 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.16 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=5.16/42.38=0.122m$, $ec \leq 1.000/6=0.167m$
 Τάσεις εδάφους $q_1=0.073 \text{ N/mm}^2$ $q_2=0.011 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.000-2 \times 0.122= 0.756 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=0.756 \times (1000 \times 0.15)/1.40= 81.00 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=42.38 < Rd=81.00 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



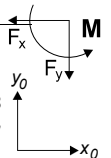
(EC7 Παράρτημα D)

10.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.625, y=1.800 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	2.54	0.45	0.625	1.400	3.55	0.28
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 1.80	14.27	3.16	0.625	0.498	7.10	1.97
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	16.88	0.500	0.650	0.00	8.44
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	11.84	0.816	1.058	0.00	9.66
Σύνολα=				32.33			10.65	20.35

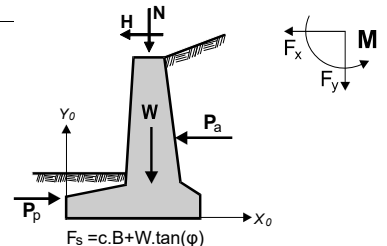


Σύνολο ροπών ανατροπής = 10.65 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 20.35 kNm/m
Ελεγχος σε ανατροπή $Med=10.65 < Mrd=20.35 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(1.000/2)-(20.35-10.65)/32.33=0.200m$, $ec \leq 1.000/3=0.333m$

10.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.60	2.54	0.00	0.45
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.60- 1.80	14.27	0.00	3.16
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.80- 1.80	0.00	25.87	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	16.88
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	11.84
Σύνολα=			16.81	25.87	32.33



Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 32.33 \times \tan(25.00^\circ)/1.10= 13.71 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000 \times 0.900 \times 0.005/1.10= 4.09 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 16.81 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(25.87/1.40+13.71) = 32.19 \text{ kN/m}$
Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=16.81 < Rd=32.19 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

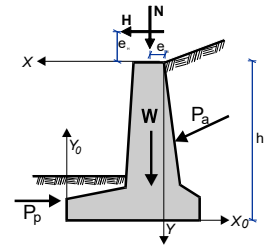
10.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

10.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.60	1.88	0.33	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.60- 1.80	10.57	2.34	0.000	1.200
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.80- 1.80	-24.35	0.00	0.625	1.467
Βάρος τοίχου	W		0.00	16.88	0.125	1.150
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	11.84	-0.191	0.742



10.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

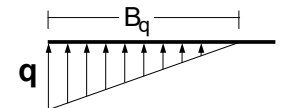
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.60	0.46		0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.60- 1.80	1.90		0.000	1.200
Βάρος τοίχου	W		1.43	±0.73	0.125	1.150
Βάρος επίχωσης	Ws		1.01	±0.51	-0.191	0.742

10.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	2.34	0.33	0.625	1.500	3.30
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 1.80	12.47	2.34	0.625	0.600	6.02
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.43	16.15	0.500	0.650	-7.15
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.01	11.33	0.816	1.058	-8.18
			Σύνολα=	30.15			-6.01

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 30.15 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -6.01 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 9.06 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 9.06/30.15 = 0.300\text{m}$, $e_c > 1.000/6 = 0.167\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.101\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.599\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.000 - 2 \times 0.300 = 0.399\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.399 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 59.85\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 30.15 < R_d = 59.85\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

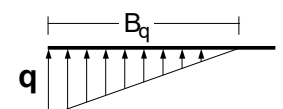
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

10.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	2.34	0.33	0.625	1.500	3.30
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 1.80	12.47	2.34	0.625	0.600	6.02
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.43	17.60	0.500	0.650	-7.88
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.01	12.35	0.816	1.058	-9.01
			Σύνολα=	32.62			-7.57

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 32.62 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -7.57 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 8.74 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 8.74/32.62 = 0.268\text{m}$, $e_c > 1.000/6 = 0.167\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.094\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.696\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.000 - 2 \times 0.268 = 0.464\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.464 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 69.60\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 32.62 < R_d = 69.60\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

10.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.625, y=1.800$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	2.34	0.33	0.625	1.500	3.51	0.21
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 1.80	12.47	2.34	0.625	0.600	7.48	1.46
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.43	16.88	0.500	0.650	0.93	8.44
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.73	0.500	0.650	0.37	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.01	11.84	0.816	1.058	1.07	9.66
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.51	0.816	1.058	0.42	0.00*
Σύνολα=				30.15			13.78	19.77

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 13.78 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 19.77 kNm/m

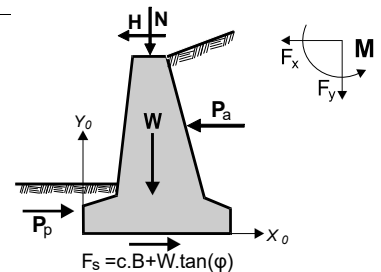
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=13.78 < M_{rd}=19.77$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(1.000/2)-(19.77-13.78)/30.15=0.301$ m, $ec \leq 1.000/3=0.333$ m

10.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.60	2.34	0.00	0.33
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.60- 1.80	12.47	0.00	2.34
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.80- 1.80	0.00	24.35	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.43	0.00	16.15
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.01	0.00	11.33
Σύνολα=			17.25	24.35	30.15



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 30.15 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 14.06$ kN/m

Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot cu / \gamma M = 1000 \times 0.599 \times 0.005 / 1.00 = 2.99$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 17.25 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(24.35/1.00+14.06) = 38.41$ kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=17.25 < R_d=38.41$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

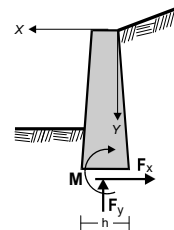
10.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.250	0.43	1.64	0.03
0.50	0.250	1.77	3.44	0.26
0.75	0.250	3.52	5.35	0.88
1.00	0.250	5.67	7.40	1.95
1.25	0.250	8.45	9.57	3.63
1.50	0.250	11.87	11.89	6.06



10.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

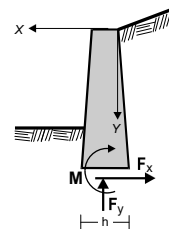
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.03	-1.64	195	51.14	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.26	-3.44	195	27.61	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	0.88	-5.35	195	17.42	0.02	0.3/20.0	2.31	0.03	(2.64)
1.00	1.95	-7.40	195	12.41	0.02	0.5/20.0	2.32	0.12	(2.64)
1.25	3.63	-9.57	195	9.40	0.03	0.6/20.0	2.32	0.29	(2.64)
1.50	6.06	-11.89	195	7.43	0.04	0.8/20.0	2.33	0.55	(2.64)

10.10.3. 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]
0.25	0.250	0.53	1.64	0.06
0.50	0.250	1.90	3.44	0.45
0.75	0.250	3.60	5.35	0.97
1.00	0.250	5.61	7.40	2.11
1.25	0.250	8.17	9.57	3.92
1.50	0.250	11.29	11.89	6.61



10.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.06	-1.64	195	46.30	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.45	-3.44	195	23.52	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.64)
0.75	0.97	-5.35	195	16.81	0.02	0.3/20.0	2.31	0.04	(2.64)
1.00	2.11	-7.40	195	12.03	0.02	0.5/20.0	2.32	0.14	(2.64)
1.25	3.92	-9.57	195	9.10	0.03	0.6/20.0	2.32	0.33	(2.64)
1.50	6.61	-11.89	195	7.15	0.04	0.8/20.0	2.33	0.62	(2.64)

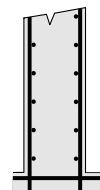
10.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



10.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_{b,rqd} = (\varnothing/4) (o_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \times (101/1.61) = 157\text{mm}$$

$$o_{sd} = 435.00 \times 62 / 266 = 101\text{MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 \text{ MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 157 = 110\text{mm}, \quad C_{nom} = 50\text{mm} > 3 \times 10 = 30\text{mm} = (3\varnothing)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

$$\text{Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης } l_{b,min} = \max(0.30 l_{b,rqd}, 10\varnothing, 100\text{mm}) = 100\text{mm}$$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

10.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

 $V_{ed}=9.20$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=8.86 kN/m, $N_{ed}=-10.08$ kN/m
Αντοχή τέννουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

 $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(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)

 $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=195$ mm

 $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=2.00$, $k_1=0.15$
 $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$
 $\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 10.08/250000=0.04$ N/mm²
 $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

 $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.04) \times 1000 \times 195 = 96.72$ kN/m

 $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.04] \times 1000 \times 195 = 72.23$, $V_{rdc}=96.72$ kN/m

 $V_{ed}=9.20$ kN/m $\leq V_{rdc}=96.72$ kN/m, διάτμηση OK

 $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.02$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$
 $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa

 $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4$ kN

 $V_{ed}=11.9$ kN < 671.4 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται
10.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

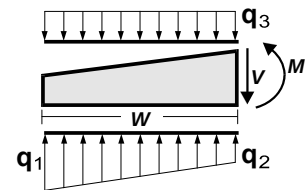
10.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.625$ m to $x=0.250$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 42.38 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.16 kNm/m

 $q_1=0.073$ N/mm², $q_2=0.050$ N/mm², $w=0.375$ m
πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.010$ N/mm²
 $M=3.91$ kNm/m, $V=19.40$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 7.48 kN/m

 $M_{ed}=3.91$ k Nm/m, $V_{ed}=7.48$ kN/m
**10.11.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.375$ m to $x=0.000$ m**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 42.38 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 5.16 kNm/m

 $q_1=0.035$ N/mm², $q_2=0.011$ N/mm², $w=0.375$ m
πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3=0.053$ N/mm²
 $M=-2.38$ kNm/m, $V=11.24$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 4.74 kN/m

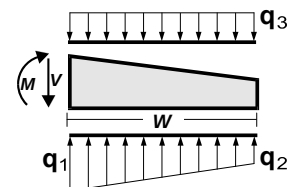
 $M_{ed}=-2.38$ k Nm/m, $V_{ed}=4.74$ kN/m
10.11.3. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.375$ m to $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 32.33 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 6.47 kNm/m

 $q_1=0.022$ N/mm², $q_2=0.000$ N/mm², $w=0.275$ m
πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3=0.039$ N/mm²
 $M=-2.47$ kNm/m, $V=11.61$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 4.86 kN/m

 $M_{ed}=-2.47$ k Nm/m, $V_{ed}=4.86$ kN/m
**10.11.4. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.625$ m to $x=0.250$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 30.15 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 8.74 kNm/m

 $q_1=0.096$ N/mm², $q_2=0.039$ N/mm², $w=0.375$ m
πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.008$ N/mm²
 $M=5.42$ kNm/m, $V=22.20$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 9.70 kN/m

 $M_{ed}=5.42$ k Nm/m, $V_{ed}=9.70$ kN/m

10.11.5. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.375$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 30.15 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 8.74 kNm/m
 $q_1 = 0.001$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.005$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.039$ N/mm²
 $M = -2.09$ kNm/m, $V = 14.62$ kN/m
 $d = 250$ mm > 5 mm = πλάτους, έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται
 $Med = -2.09$ kNm/m, $Ved = 0.00$ kN/m

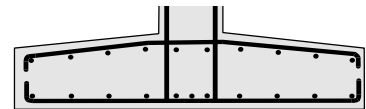
10.11.6. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 5.42$ kNm/m, $d = 244$ mm, $K_d = 10.48$ $x/d = 0.03$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1} = -0.5/20.0$ $k_s = 2.32$, $A_s = 0.52$ cm²/m
 $Med = -2.47$ kNm/m, $d = 244$ mm, $K_d = 15.53$ $x/d = 0.02$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1} = -0.4/20.0$ $k_s = 2.31$, $A_s = 0.23$ cm²/m
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

10.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

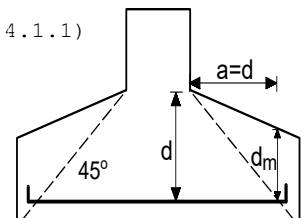
Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



10.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50$ 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)
 $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d = d_m = 244$ mm, $a = 244$ mm
 $C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 25$ MPa, $b_w = 1000$ mm, $d = 244$ mm
 $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 1.91$
 $\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 332 / (1000 \times 244) = 0.0014$
 $v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N)
 $V_{rd, c (min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244 / 244) \times 1000 \times 244 = 224.48$ kN/m
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244 / 244] \times 1000 \times 244 = 169.82$, $V_{rdc} = 224.48$ kN/m
 $Ved = 9.70$ kN/m $\leq V_{rdc} = 224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $Ved / \max(V_{rdmax}) = 0.03$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot \theta = 1.00$ $\tan \theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60$ MPa $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17$ MPa
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2$ kN
 $Ved = 22.2$ kN < 840.2 kN = V_{rdmax} , ο έλεγχος επαληθεύεται

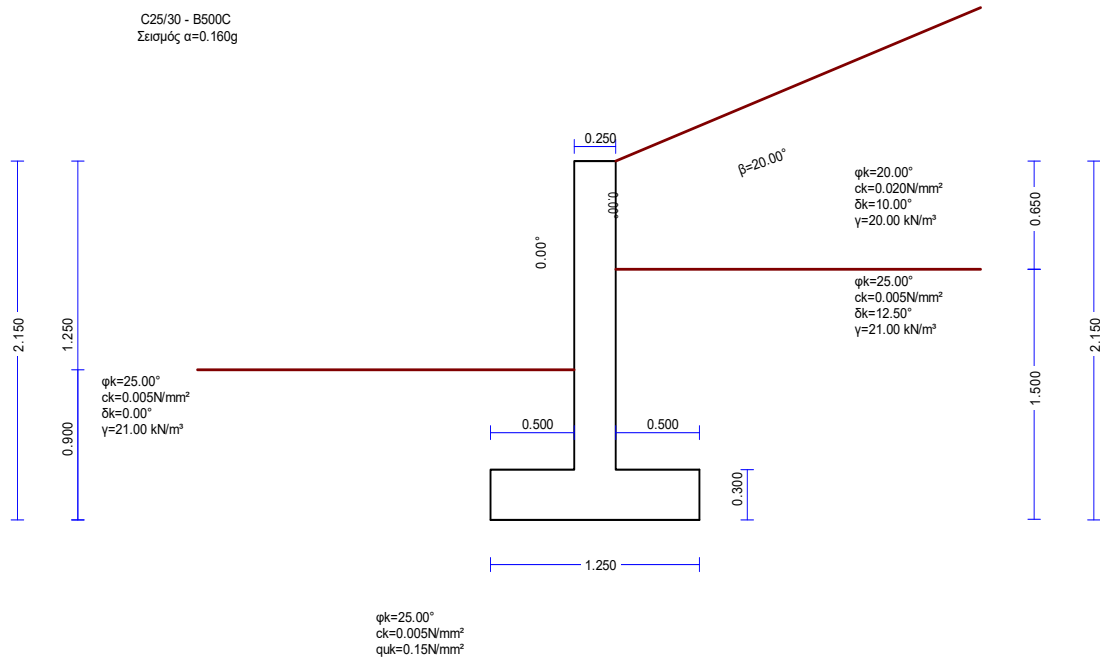
10.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 0.675 m³/m
 Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 20.860 kg/m
 Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 6.340x 0.675 = 4.280 m³
 Συνολικός οπλισμός τοίχου 6.340x 20.860 = 132.250 kg

11. ΤΟΙΧΟΣ Τ10 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

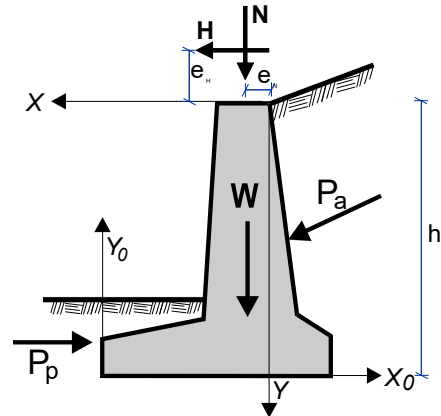
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



11.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 2.150 \text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 4.920 \text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.250 \text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.250 \text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 1.250 \text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.500 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.500 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 1.850 \text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.837 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.837 \times 25.000 = 20.92 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.125 \text{ m}, y = 1.406 \text{ m} (x_o = 0.625 \text{ m}, y_o = 0.744 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

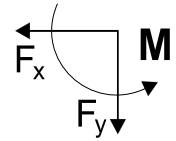
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.933 \quad 0.897$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.65\text{m}$)	$q_B= 12.13$	11.66 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 3.94$	3.79 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 3.90$	3.73 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.55$	0.66 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -1.69$	-1.62 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.433 \text{ m}$		

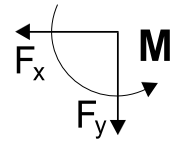


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.650 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 3.90$	3.90	3.73 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.55$	0.55	0.66 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.85$	0.85	0.81 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega)=k_h / (1-k_v)=0.085 / (1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR)= 0.971$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(0.971/0.897-1)=0.082$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.082 \times 3.73 = 4.04 \text{ kN/m}$

11.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650 \text{ m}$ έως $Y=2.150 \text{ m}$, $H_s=1.500 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.650 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 2.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma_s=21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_{s23}=23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi=25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c=0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

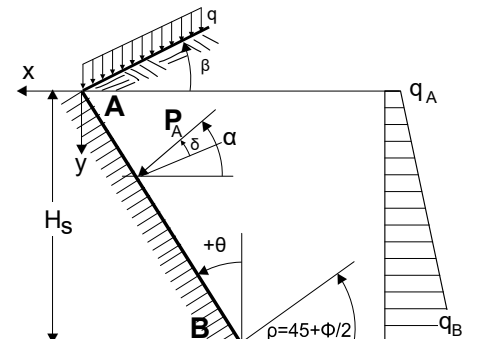
$\beta= 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta= 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta=12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g= 13.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q= 0.00 \text{ kN/m}^2$

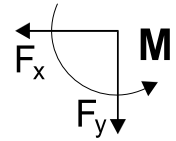
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $q_A= 5.81 \quad 4.77 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 1.50\text{m}$) $q_B= 19.89 \quad 16.33 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H \quad P_a= 19.28 \quad 15.83 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 10.00 \quad 12.50^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{ax}= 18.99 \quad 15.45 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{ay}= 3.35 \quad 3.43 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = -29.19 \quad -23.75 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.537 \text{ m}$

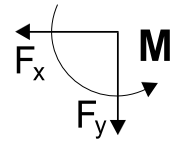


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=2.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 22.89 \quad 19.18 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 3.90 \quad 4.09 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 18.34 \quad 15.88 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 15.45 = 18.23 \text{ kN/m}$

11.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

11.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.250 \text{ m}$ έως $Y=2.150 \text{ m}$, $H_s=0.900 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.750 \text{ m}, y= 1.250 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.750 \text{ m}, y= 2.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

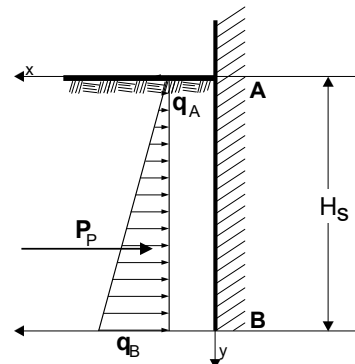
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



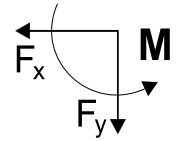
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

ΕQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $qA= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.90\text{m}$) $qB=-38.56 \quad -46.57 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $Pa= \frac{1}{2}(qA+qB)H$ $Pp= 17.35 \quad 20.96 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $Ppx=-17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $Ppy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 32.10 \quad 38.78 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.750 \text{ m}, y= 1.850 \text{ m}$

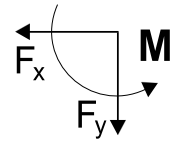


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.750 \text{ m}, y=2.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx=-17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $Fsy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $Ms = -5.21 \quad -6.29 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

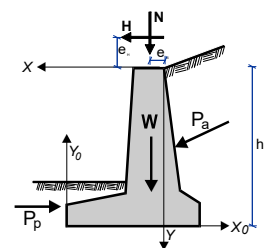
$\tan(\omega)=kh/(1-kv)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $Kp^*(STR)= 2.319$
 $\xi=(Kp^*/Kp)=(2.319/2.464)=0.941$

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx= -16.33 \quad -19.73$

11.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y1 - y2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00- 0.65	3.90	0.55	0.000	0.433
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.65- 2.15	18.99	3.35	0.000	1.537
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	1.25- 2.15	-17.35	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	W_s		0.00	20.01	-0.260	0.890

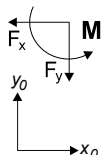


11.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

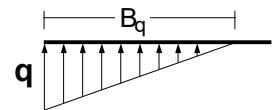
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y1 - y2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	6.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	10.04
Βάρος τοίχου	$Wx0.90$		0.00	18.83	0.625	0.744	-11.77
Βάρος επίχωσης	$Wsx0.90$		0.00	18.01	1.010	1.260	-18.19
			Σύνολα=	41.14			-13.00



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 41.14 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -13.00 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.71 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 12.71 / 41.14 = 0.309\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.087 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.948 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.309 = 0.632 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.632 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 67.71 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 41.14 < R_d = 67.71 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



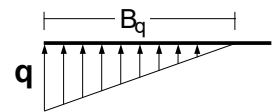
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	6.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	10.04
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	23.01	0.625	0.744	-14.39
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	22.01	1.010	1.260	-22.23
Σύνολα=				49.32			-19.66

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 49.32 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -19.66 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 11.16 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 11.16 / 49.32 = 0.226\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.082 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 1.196 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.226 = 0.797 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.797 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 85.39 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 49.32 < R_d = 85.39 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

11.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.750, y=2.150 \text{ m}$)

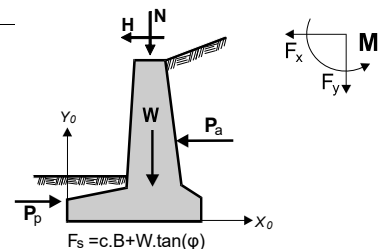
Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]	F_x F_y
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	7.37	0.45	
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	12.80	2.76	
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	18.83	0.625	0.744	0.00	11.77	
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	18.01	1.010	1.260	0.00	18.19	
Σύνολα=				41.14			20.17	33.17	

Σύνολο ροπών ανατροπής = 20.17 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 33.17 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 20.17 < M_{rd} = 33.17 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (1.250 / 2) - (33.17 - 20.17) / 41.14 = 0.309\text{m}$, $e_c \leq 1.250 / 3 = 0.417\text{m}$

11.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.00	0.61
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	0.00	3.69
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	1.25- 2.15	0.00	15.61	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	18.83
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	18.01
Σύνολα=			25.18	15.61	41.14



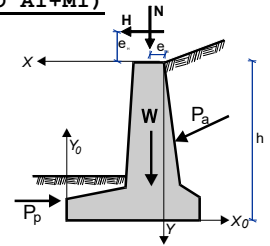
Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 41.14 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 15.35 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.948 \times 0.005 / 1.25 = 3.79 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.18 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(15.61 / 1.00 + 15.35) = 30.96 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 25.18 < R_d = 30.96 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

11.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

11.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.73	0.66	0.000	0.433
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	15.45	3.43	0.000	1.537
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-20.96	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890

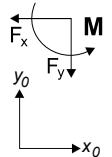


11.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

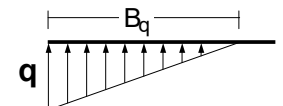
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	7.97
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	9.32
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	20.92	0.625	0.744	-13.08
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	20.01	1.010	1.260	-20.21
			Σύνολα=	46.45			-16.00



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.45 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -16.00 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.03 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 13.03/46.45 = 0.281m$, $e_c > 1.250/6 = 0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.090 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 1.033 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.281 = 0.689 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

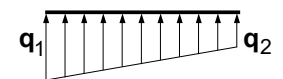
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.689 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 73.82 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 46.45 < R_d = 73.82 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	7.97
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	9.32
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	28.24	0.625	0.744	-17.66
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	27.01	1.010	1.260	-27.28
			Σύνολα=	60.77			-27.65

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -27.65 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 10.33/60.77 = 0.170m$, $e_c \leq 1.250/6 = 0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.088 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.009 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.170 = 0.910 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.910 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 97.50 \text{ kN/m}$

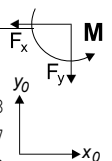
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 60.77 < R_d = 97.50 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

11.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.750, y=2.150 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	8.64	0.68
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	12.78	3.47
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	20.92	0.625	0.744	0.00	13.08
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	20.01	1.010	1.260	0.00	20.21
			Σύνολα=	46.45			21.42	37.44

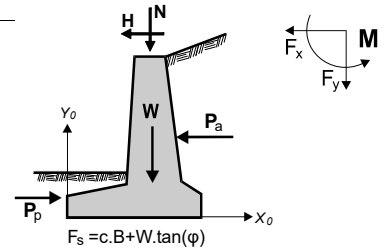


Σύνολο ροπών ανατροπής = 21.42 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 37.44 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=21.42 < M_{rd}=37.44$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.250/2)-(37.44-21.42)/46.45=0.280m$, $e_c \leq 1.250/3=0.417m$

11.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.00	0.89
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	0.00	4.63
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.25- 2.15	0.00	20.96	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	20.92
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	20.01
Σύνολα=			25.90	20.96	46.45



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 46.45 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 19.69$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.033 \times 0.005 / 1.10 = 4.70$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.90 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(20.96/1.40+19.69) = 34.66$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=25.90 < R_d=34.66$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

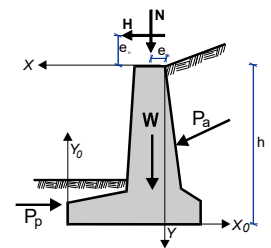
11.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

11.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.73	0.66	0.000	0.325
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	15.45	3.43	0.000	1.400
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-19.73	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890



11.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

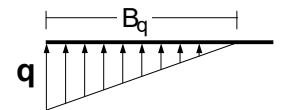
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	0.31		0.000	0.325
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	2.78		0.000	1.400
Βάρος τοίχου	W		1.78	±0.90	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		1.70	±0.86	-0.260	0.890

11.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	6.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	11.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	20.02	0.625	0.744	-11.19
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	19.15	1.010	1.260	-17.20
Σύνολα=				43.26			-10.42

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -10.42 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 16.62 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 16.62 / 43.26 = 0.384\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.120 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.722 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.384 = 0.482 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.482 \times (1000 \times 0.1$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 43.26 < R_d = 72.30 \text{ kN/m}$, E



(EC7 Παράρτημα D)

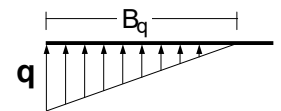
(EC7 Eξ.2.2, Eξ.6.1)

11.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	6.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	11.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	21.82	0.625	0.744	-12.32
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	20.87	1.010	1.260	-18.94
			Σύνολα=	46.78			-13.29

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.78 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -13.29 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 15.95 / 46.78 = 0.341\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.110 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.852 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.341 = 0.568 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.568 \times (1000 \times 0.1)$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 46.78 < R_d = 85.20 \text{ kN/m}$, E



(ΕC7 Παράρτημα D)

(EC7 Eξ.2.2, Eξ.6.1)

11.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.750, y=2.150$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1	y2	Fx	Fy	xo	yo	Mo+	Mo-
				[kN/m]	[kN/m]	[m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00	0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	7.37	0.50
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65	2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	13.67	2.57
Βάρος τοίχου	W x1.00			1.78	20.92	0.625	0.744	1.32	13.08
Βάρος τοίχου	W x1.00			0.00	-0.90	0.625	0.744	0.56	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00			1.70	20.01	1.010	1.260	2.14	20.21
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00			0.00	-0.86	1.010	1.260	0.87	0.00*
			Σύνολα=		43.26			25.93	36.36

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

$$\Sigma \text{ύνολο ροπών ανατροπής} = 25.93 \text{ kNm/m}$$

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 36.36 kNm/m

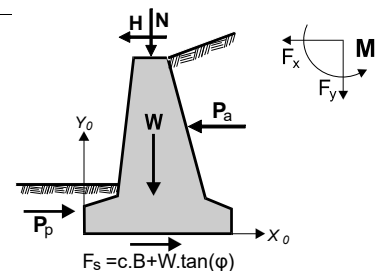
Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=25.93 < M_{rd}=36.36 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (1.250/2) - (36.36 - 25.93) / 43.26 = 0.384m$, $e_c \leq 1.250/3 = 0.417m$

11.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+	Fx-	Fy
			[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.00	0.66
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	0.00	3.43
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.25- 2.15	0.00	19.73	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	0.00	20.02
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	0.00	19.15
		Σύνολα=	25.75	19.73	43.26



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 43.26 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 20.17 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.722 \times 0.005 / 1.00 = 3.61 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης $= 25.75 \text{ kN/m}$
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(19.73/1.00 + 20.17) = 39.90 \text{ kN/m}$
 Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 25.75 < R_d = 39.90 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

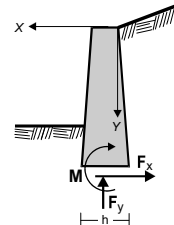
11.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.250	0.74	1.70	0.05
0.50	0.250	2.98	3.65	0.43
0.75	0.250	5.72	5.73	1.49
1.00	0.250	7.86	7.76	3.13
1.25	0.250	10.64	9.95	5.35
1.50	0.250	14.05	12.26	8.32
1.85	0.250	19.89	15.75	14.06



11.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(§3, §4.4.1.1)

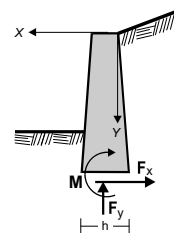
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y [m]	Med [kN/m]	Ned [kN]	d [mm]	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s [cm ² /m]	min A _s [cm ² /m]
0.25	0.05	-1.70	195	47.37	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.43	-3.65	195	23.49	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	1.49	-5.73	195	14.17	0.02	0.4/20.0	2.31	0.09	(2.64)
1.00	3.13	-7.76	195	10.18	0.03	0.6/20.0	2.32	0.26	(2.64)
1.25	5.35	-9.95	195	7.93	0.04	0.7/20.0	2.33	0.49	(2.64)
1.50	8.32	-12.26	195	6.44	0.04	0.9/20.0	2.33	0.82	(2.64)
1.85	14.06	-15.75	195	5.01	0.06	1.2/20.0	2.35	1.46	(2.64)

11.10.3. 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 [m]	h [m]	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.250	0.73	1.70	0.08
0.50	0.250	2.66	3.65	0.62
0.75	0.250	5.04	5.73	1.36
1.00	0.250	7.04	7.76	2.85
1.25	0.250	9.60	9.95	4.99
1.50	0.250	12.72	12.26	7.99
1.85	0.250	18.00	15.75	14.04



11.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

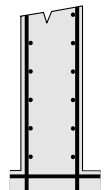
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(\$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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.08	-1.70	195	43.42	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.62	-3.65	195	20.88	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)
0.75	1.36	-5.73	195	14.69	0.02	0.4/20.0	2.31	0.08	(2.64)
1.00	2.85	-7.76	195	10.58	0.03	0.5/20.0	2.32	0.23	(2.64)
1.25	4.99	-9.95	195	8.18	0.03	0.7/20.0	2.33	0.45	(2.64)
1.50	7.99	-12.26	195	6.55	0.04	0.9/20.0	2.33	0.78	(2.64)
1.85	14.04	-15.75	195	5.01	0.06	1.2/20.0	2.35	1.46	(2.64)

11.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχουΟπλισμοί πίσω(χάμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)**11.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου**

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

l_b, r_{qd}=(Ø/4) (o_{sd}/f_{bd})=(10/4) x (239/1.61)=371mmo_{sd}=435.00x146/266=239MPa f_{bd}=2.25x0.70x f_{ctd}=1.61 MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης l_{bd}=0.70x371=260mm, C_{nom}=50mm>3x10=30mm=(3Ø)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης l_b, min=max(0.30l_{brqd}, 10Ø, 100mm)=111mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

11.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 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.

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

V_{ed}=16.64 kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=15.06 kN/m, N_{ed}=-13.81 kN/mΑντοχή τέντρου χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

V_{rdc}=[C_{rdc}·k·(100ρ_l·f_{ck})^{0.33}+k₁·σ_{cp}]·b_w·d

(EC2 Εξ.6.2.a)

V_{rdc}>=(v_{min}+k₁·σ_{cp})·b_w·d

(EC2 Εξ.6.2.b)

C_{rdc}=0.18/γ_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25MPa, b_w=1000mm, d=195mmk=1+√(200/d)≤2, k=2.00, k₁=0.15ρ_l=A_{s1}/(b_w·d)=266/(1000x195)=0.0014σ_{cp}=N_{ed}/A_c=1000x13.81/250000=0.06N/mm²v_{min}=0.0350·k^{1.50}·√f_{ck}=0.49N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

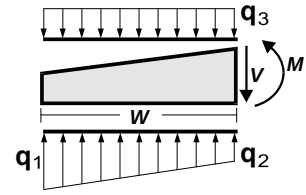
V_{rd, c}(min)=0.001x(0.49+0.15x0.06)x1000x195=97.31kN/mV_{rdc}=0.001x[0.120x2.00x(0.14x25)^{0.33}+0.15x0.06]x1000x195=72.81, V_{rdc}=97.31kN/mV_{ed}=16.64 kN/m ≤ V_{rdc}=97.31 kN/m, διάτμηση OKV_{rdmax}=α_{cw}·b_w·z·v_l·f_{cd}/(cotθ+tanθ), V_{ed}/max(V_{rdmax})=0.03, θ=45.0° cotθ=1.00 tanθ=1.00α_{cw}=1.00 z=0.9d, f_{ck}=25.0≤60MPa v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540, f_{cd}=14.17MPaV_{rdmax}=0.001x1.00x1000x0.9x195x0.540x14.17/2.00=671.4 kNV_{ed}=19.9 kN < 671.4 kN =V_{rdmax}, ο έλεγχος επαληθεύεται

11.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

11.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750$ m το $x=0.250$ m

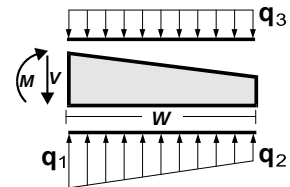
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 $q_1 = 0.088$ N/mm², $q_2 = 0.057$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.010$ N/mm²
 $M = 8.46$ kNm/m, $V = 31.21$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 17.52 kN/m
 $Med = 8.46$ k Nm/m, $Ved = 17.52$ kN/m

**11.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 $q_1 = 0.041$ N/mm², $q_2 = 0.009$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.064$ N/mm²
 $M = -5.56$ kNm/m, $V = 19.59$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 11.84 kN/m
 $Med = -5.56$ k Nm/m, $Ved = 11.84$ kN/m

11.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.45 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.03 kNm/m
 $q_1 = 0.025$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.283$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.048$ N/mm²
 $M = -5.67$ kNm/m, $V = 20.51$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 12.00 kN/m
 $Med = -5.67$ k Nm/m, $Ved = 12.00$ kN/m

**11.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750$ m το $x=0.250$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 $q_1 = 0.113$ N/mm², $q_2 = 0.039$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 11.22$ kNm/m, $V = 33.97$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 21.60 kN/m
 $Med = 11.22$ k Nm/m, $Ved = 21.60$ kN/m

11.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 $q_1 = 0.003$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.019$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.048$ N/mm²
 $M = -4.71$ kNm/m, $V = 23.97$ kN/m
 $d=250$ mm > 19 mm=πλάτους, έλεγχος σε διάτμηση διάτμηση παραλείπεται
 $Med = -4.71$ k Nm/m, $Ved = 0.00$ kN/m

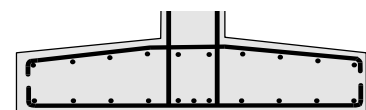
11.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 11.22$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=7.28$ $x/d=0.04$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.8/20.0$ $k_s=2.33$, $A_s = 1.07$ cm²/m
 $Med = -5.67$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=10.25$ $x/d=0.03$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.6/20.0$ $k_s=2.32$, $A_s = 0.54$ cm²/m
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

11.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



11.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)

$$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d \quad (EC2 \text{ Εξ.6.50})$$

$$V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, \quad d = d_m = 244 \text{ mm}, \quad a = 244 \text{ mm}$$

$$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120, \quad f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \quad b_w = 1000 \text{ mm}, \quad d = 244 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, \quad k = 1.91$$

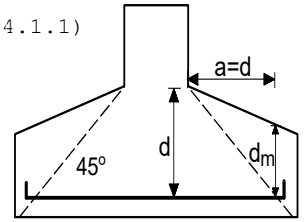
$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 332/(1000 \times 244) = 0.0014$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46 \text{ N/mm}^2, \quad (EC2 \text{ Εξ.6.3N})$$

$$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82, \quad V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 21.60 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}, \quad \text{διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), \quad V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.04, \quad \theta = 45.0^\circ \cot \theta = 1.00 \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00 \quad z = 0.9d, \quad f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa} \quad v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540, \quad f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 34.0 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}, \quad \text{ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

11.12. Προμέτρηση υλικών

$$\text{Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 0.837 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου} \quad 26.106 \text{ kg/m}$$

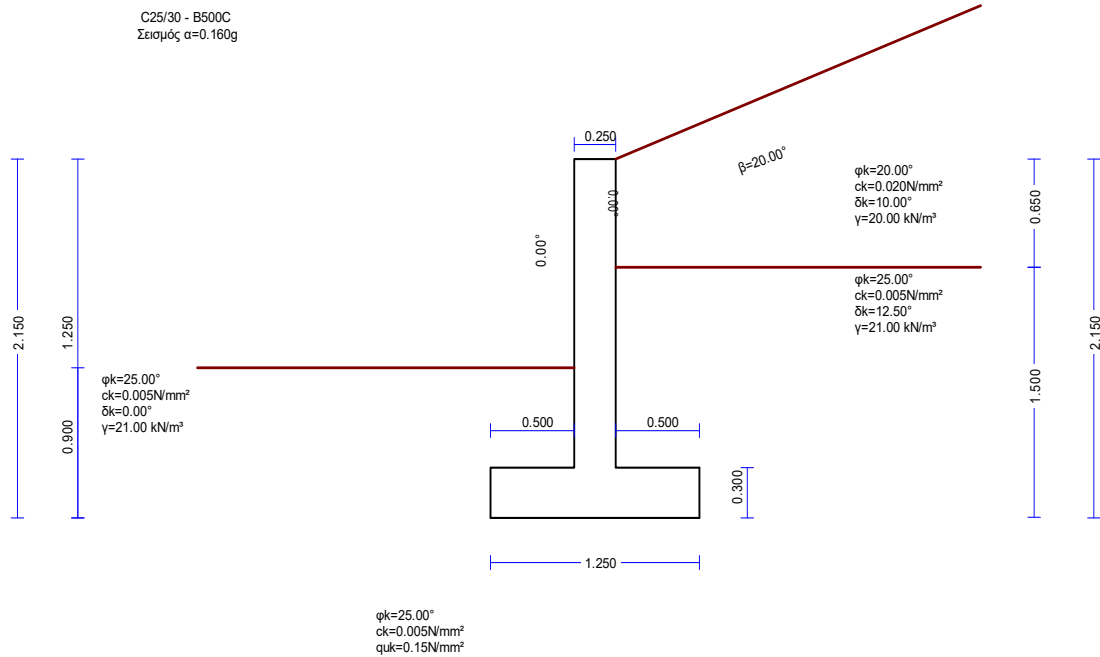
$$\text{Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου} \quad 4.920 \times 0.837 = 4.120 \text{ m}^3$$

$$\text{Συνολικός οπλισμός τοίχου} \quad 4.920 \times 26.106 = 128.440 \text{ kg}$$

12. ΤΟΙΧΟΣ T11 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

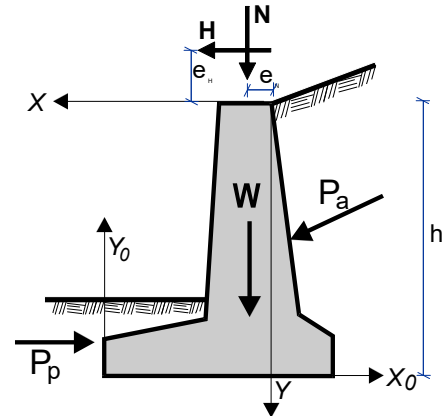
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



12.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 2.150 \text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 3.000 \text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.250 \text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.250 \text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 1.250 \text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.500 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.500 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 1.850 \text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.837 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.837 \times 25.000 = 20.92 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.125 \text{ m}, y = 1.406 \text{ m} (x_o = 0.625 \text{ m}, y_o = 0.744 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

Βάρος επίχωσης

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=20.01 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.260 \text{ m}$, $y=0.890 \text{ m}$

12.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

		(A1+M1)		
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst}	1.10	1.35
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb}	0.90	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst}	1.50	1.50
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb}	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_{ϕ}	1.25	1.00
	Συνοχή c	γ_c	1.25	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu}	1.40	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu}	1.40	1.00
	Βάρος	γ_w	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

12.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

12.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}=20.92 \times 0.085 = 1.78 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}=20.92 \times 0.043 = 0.90 \text{ kN/m}$
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsx}=20.01 \times 0.085 = 1.70 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsy}=20.01 \times 0.043 = 0.86 \text{ kN/m}$

12.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

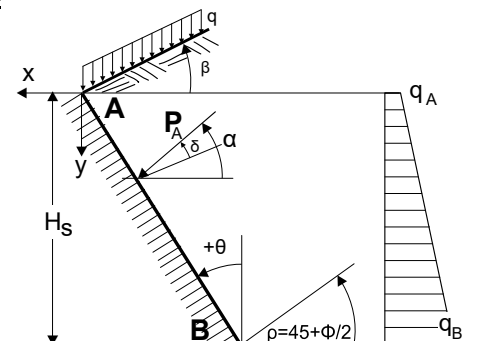
12.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=0.650 \text{ m}$, $H_s=0.650 \text{ m}$

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

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.650 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος
Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma_s=20.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_{s21}=21.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w=10.00 \text{ kN/m}^3$
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi=20.00^\circ$
Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c=0.020 \text{ N/mm}^2$
Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια $\beta=20.00^\circ$
Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο $\theta=0.00^\circ$
Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta=10.00^\circ$



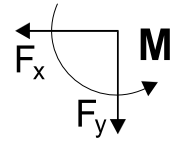
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.933 \quad 0.897$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.65\text{m}$)	$q_B= 12.13$	11.66 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 3.94$	3.79 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 3.90$	3.73 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.55$	0.66 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -1.69$	-1.62 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.433 \text{ m}$		

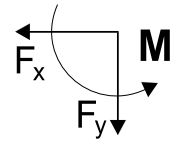


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.650 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 3.90$	3.90	3.73 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.55$	0.55	0.66 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.85$	0.85	0.81 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.971$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.971 / 0.897 - 1) = 0.082$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.082 \times 3.73 = 4.04 \text{ kN/m}$

12.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650 \text{ m}$ έως $Y=2.150 \text{ m}$, $H_s=1.500 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.650 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 2.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

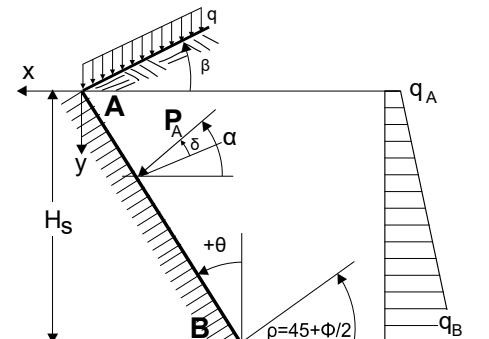
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 13.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

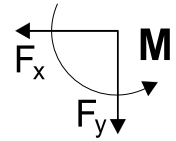
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 5.81$	4.77 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 1.50\text{m}$)	$q_B= 19.89$	16.33 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 19.28$	15.83 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 18.99$	15.45 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 3.35$	3.43 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -29.19$	-23.75 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.537 \text{ m}$		

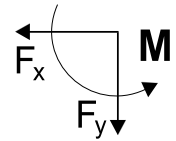


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=2.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 22.89$	19.18 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 3.90$	4.09 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 18.34$	15.88 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 15.45 = 18.23 \text{ kN/m}$

12.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

12.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.250 \text{ m}$ έως $Y=2.150 \text{ m}$, $H_s=0.900 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.750 \text{ m}, y= 1.250 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.750 \text{ m}, y= 2.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

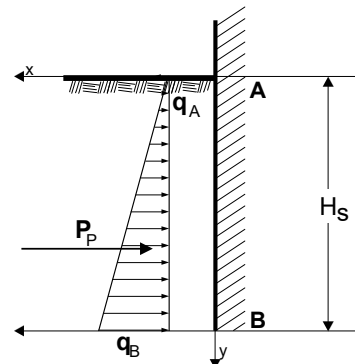
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



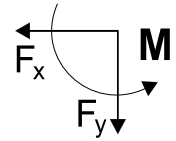
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=yA$) $qA= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=yA+ 0.90\text{m}$) $qB=-38.56 \quad -46.57 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $Pa= \frac{1}{2}(qA+qB)H$ $Pp= 17.35 \quad 20.96 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $Ppx=-17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $Ppy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 32.10 \quad 38.78 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.750 \text{ m}, y= 1.850 \text{ m}$

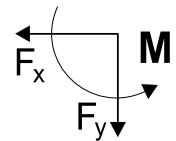


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.750 \text{ m}, y=2.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx=-17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $Fsy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $Ms = -5.21 \quad -6.29 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

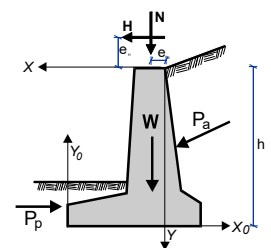
$\tan(\omega)=kh/(1-kv)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $Kp^*(STR)= 2.319$
 $\xi=(Kp^*/Kp)=(2.319/2.464)=0.941$

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx= -16.33 \quad -19.73$

12.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y1 - y2$	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.90	0.55	0.000	0.433
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	18.99	3.35	0.000	1.537
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-17.35	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890

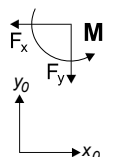


12.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

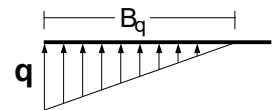
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με $0.90x(\text{ίδιο βάρος}+\text{μόνιμα})+0.00x(\text{κινητά κορυφής})$

Φορτίο	(P.γ)	$y1 - y2$	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	6.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	10.04
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	18.83	0.625	0.744	-11.77
Βάρος επίχωσης	$Ws \times 0.90$		0.00	18.01	1.010	1.260	-18.19
			Σύνολα=	41.14			-13.00



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 41.14 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -13.00 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.71 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 12.71 / 41.14 = 0.309\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.087 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.948 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.309 = 0.632 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.632 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 67.71 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 41.14 < R_d = 67.71 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



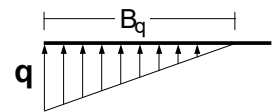
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	6.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	10.04
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	23.01	0.625	0.744	-14.39
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	22.01	1.010	1.260	-22.23
			Σύνολα=	49.32			-19.66

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 49.32 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -19.66 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 11.16 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 11.16 / 49.32 = 0.226\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.082 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 1.196 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.226 = 0.797 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.797 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 85.39 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 49.32 < R_d = 85.39 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

12.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.750, y=2.150 \text{ m}$)

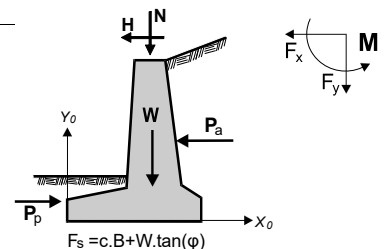
Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]	F_x F_y
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	7.37	0.45	F_x F_y
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	12.80	2.76	F_x F_y
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	18.83	0.625	0.744	0.00	11.77	F_x F_y
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	18.01	1.010	1.260	0.00	18.19	F_x F_y
			Σύνολα=	41.14			20.17	33.17	F_x F_y

Σύνολο ροπών ανατροπής = 20.17 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 33.17 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 20.17 < M_{rd} = 33.17 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (1.250 / 2) - (33.17 - 20.17) / 41.14 = 0.309\text{m}$, $e_c \leq 1.250 / 3 = 0.417\text{m}$

12.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.00	0.61
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	0.00	3.69
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	1.25- 2.15	0.00	15.61	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	18.83
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	18.01
			Σύνολα=	25.18	41.14



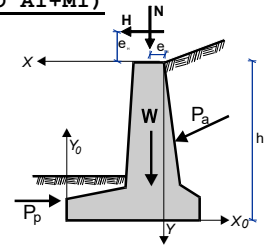
Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 41.14 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 15.35 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.948 \times 0.005 / 1.25 = 3.79 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.18 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(15.61 / 1.00 + 15.35) = 30.96 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 25.18 < R_d = 30.96 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

12.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

12.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.73	0.66	0.000	0.433
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	15.45	3.43	0.000	1.537
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-20.96	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890

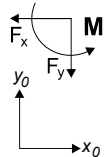


12.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

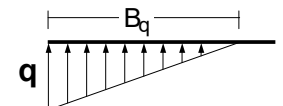
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	7.97
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	9.32
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	20.92	0.625	0.744	-13.08
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	20.01	1.010	1.260	-20.21
			Σύνολα=	46.45			-16.00



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.45 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -16.00 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.03 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 13.03 / 46.45 = 0.281m$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.090 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 1.033 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.281 = 0.689 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.689 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 73.82 \text{ kN/m}$

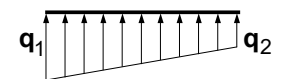
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 46.45 < R_d = 73.82 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	7.97
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	9.32
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	28.24	0.625	0.744	-17.66
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	27.01	1.010	1.260	-27.28
			Σύνολα=	60.77			-27.65

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -27.65 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 10.33 / 60.77 = 0.170m$, $e_c \leq 1.250 / 6 = 0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.088 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.009 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.170 = 0.910 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.910 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 97.50 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 60.77 < R_d = 97.50 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

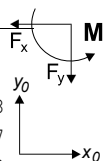
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

12.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.750, y=2.150 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	8.64	0.68
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	12.78	3.47
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	20.92	0.625	0.744	0.00	13.08
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	20.01	1.010	1.260	0.00	20.21
			Σύνολα=	46.45			21.42	37.44

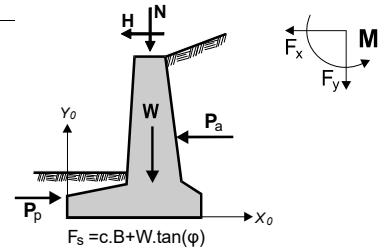


Σύνολο ροπών ανατροπής = 21.42 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 37.44 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=21.42 < M_{rd}=37.44$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(1.250/2)-(37.44-21.42)/46.45=0.280m$, $ec \leq 1.250/3=0.417m$

12.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.00	0.89
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	0.00	4.63
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.25- 2.15	0.00	20.96	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	20.92
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	20.01
Σύνολα=			25.90	20.96	46.45



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 46.45 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 19.69$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.033 \times 0.005 / 1.10 = 4.70$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.90 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(20.96/1.40+19.69) = 34.66$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=25.90 < R_d=34.66$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

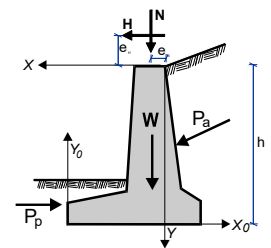
12.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

12.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.73	0.66	0.000	0.325
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	15.45	3.43	0.000	1.400
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-19.73	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890



12.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

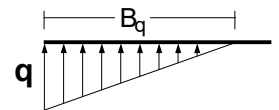
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	0.31		0.000	0.325
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	2.78		0.000	1.400
Βάρος τοίχου	W		1.78	±0.90	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		1.70	±0.86	-0.260	0.890

12.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	6.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	11.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	20.02	0.625	0.744	-11.19
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	19.15	1.010	1.260	-17.20
Σύνολα=				43.26			-10.42

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -10.42 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 16.62 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=16.62/43.26=0.384m$, $ec>1.250/6=0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q=0.120 \text{ N/mm}^2$ $Bq=0.722 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.250-2 \times 0.384= 0.482 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=0.482 \times (1000 \times 0.15)/1.00= 72.30 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=43.26 < Rd=72.30 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

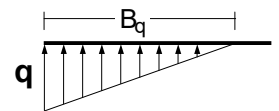
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

12.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	6.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	11.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	21.82	0.625	0.744	-12.32
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	20.87	1.010	1.260	-18.94
			Σύνολα=	46.78			-13.29

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.78 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -13.29 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=15.95/46.78=0.341m$, $ec>1.250/6=0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q=0.110 \text{ N/mm}^2$ $Bq=0.852 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L'=1.250-2 \times 0.341= 0.568 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=0.568 \times (1000 \times 0.15)/1.00= 85.20 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=46.78 < Rd=85.20 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

12.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.750, y=2.150 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	7.37	0.50
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	13.67	2.57
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	20.92	0.625	0.744	1.32	13.08
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.90	0.625	0.744	0.56	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	20.01	1.010	1.260	2.14	20.21
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.86	1.010	1.260	0.87	0.00*
			Σύνολα=	43.26			25.93	36.36

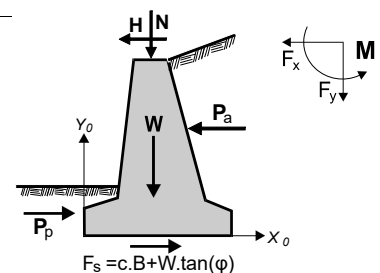
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 25.93 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 36.36 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $Med=25.93 < Mrd=36.36 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(1.250/2)-(36.36-25.93)/43.26=0.384m$, $ec \leq 1.250/3=0.417m$

12.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.00	0.66
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	0.00	3.43
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.25- 2.15	0.00	19.73	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	0.00	20.02
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	0.00	19.15
			Σύνολα=	25.75	43.26



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 43.26 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 20.17 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.722 \times 0.005 / 1.00 = 3.61 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης $= 25.75 \text{ kN/m}$

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(19.73/1.00 + 20.17) = 39.90 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 25.75 < R_d = 39.90 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

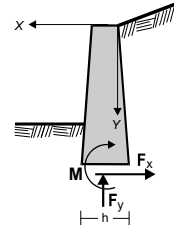
12.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

12.10.1. 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]
0.25	0.250	0.74	1.70	0.05
0.50	0.250	2.98	3.65	0.43
0.75	0.250	5.72	5.73	1.49
1.00	0.250	7.86	7.76	3.13
1.25	0.250	10.64	9.95	5.35
1.50	0.250	14.05	12.26	8.32
1.85	0.250	19.89	15.75	14.06



12.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

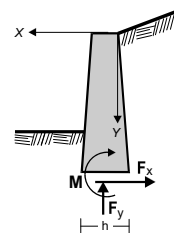
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.70	195	47.37	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.43	-3.65	195	23.49	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	1.49	-5.73	195	14.17	0.02	0.4/20.0	2.31	0.09	(2.64)
1.00	3.13	-7.76	195	10.18	0.03	0.6/20.0	2.32	0.26	(2.64)
1.25	5.35	-9.95	195	7.93	0.04	0.7/20.0	2.33	0.49	(2.64)
1.50	8.32	-12.26	195	6.44	0.04	0.9/20.0	2.33	0.82	(2.64)
1.85	14.06	-15.75	195	5.01	0.06	1.2/20.0	2.35	1.46	(2.64)

12.10.3. 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]
0.25	0.250	0.73	1.70	0.08
0.50	0.250	2.66	3.65	0.62
0.75	0.250	5.04	5.73	1.36
1.00	0.250	7.04	7.76	2.85
1.25	0.250	9.60	9.95	4.99
1.50	0.250	12.72	12.26	7.99
1.85	0.250	18.00	15.75	14.04



12.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.08	-1.70	195	43.42	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.62	-3.65	195	20.88	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)
0.75	1.36	-5.73	195	14.69	0.02	0.4/20.0	2.31	0.08	(2.64)
1.00	2.85	-7.76	195	10.58	0.03	0.5/20.0	2.32	0.23	(2.64)
1.25	4.99	-9.95	195	8.18	0.03	0.7/20.0	2.33	0.45	(2.64)
1.50	7.99	-12.26	195	6.55	0.04	0.9/20.0	2.33	0.78	(2.64)
1.85	14.04	-15.75	195	5.01	0.06	1.2/20.0	2.35	1.46	(2.64)

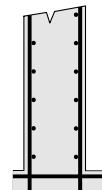
12.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χάμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



12.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$l_{b,rqd}=(\varnothing/4) \cdot (o_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \cdot (239/1.61) = 371$ mm

$o_{sd}=435.00 \times 146/266=239$ MPa $f_{bd}=2.25 \times 0.70 \times f_{ctd}=1.61$ MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd}=0.70 \times 371=260$ mm, $C_{nom}=50$ mm $> 3 \times 10=30$ mm $= (3\varnothing)$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b,min}=\max(0.30l_{b,rqd}, 10\varnothing, 100$ mm $)=111$ mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

12.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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.

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

$V_{ed}=16.64$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=15.06 kN/m, $N_{ed}=-13.81$ 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)

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=195$ mm

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=2.00$, $k_1=0.15$

$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$

$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 13.81/250000=0.06$ N/mm²

$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49+0.15 \times 0.06) \times 1000 \times 195=97.31$ kN/m

$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.06] \times 1000 \times 195=97.31$ kN/m

$V_{ed}=16.64$ kN/m $\leq V_{rdc}=97.31$ kN/m, διάτμηση OK

$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.03$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$

$\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_1=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa

$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00=671.4$ kN

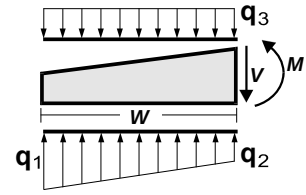
$V_{ed}=19.9$ kN < 671.4 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

12.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

12.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750$ m το $x=0.250$ m

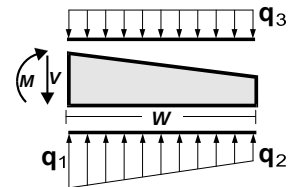
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 $q_1 = 0.088$ N/mm², $q_2 = 0.057$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.010$ N/mm²
 $M = 8.46$ kNm/m, $V = 31.21$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 17.52 kN/m
 $Med = 8.46$ k Nm/m, $Ved = 17.52$ kN/m

**12.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 $q_1 = 0.041$ N/mm², $q_2 = 0.009$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.064$ N/mm²
 $M = -5.56$ kNm/m, $V = 19.59$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 11.84 kN/m
 $Med = -5.56$ k Nm/m, $Ved = 11.84$ kN/m

12.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.45 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.03 kNm/m
 $q_1 = 0.025$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.283$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.048$ N/mm²
 $M = -5.67$ kNm/m, $V = 20.51$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 12.00 kN/m
 $Med = -5.67$ k Nm/m, $Ved = 12.00$ kN/m

**12.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750$ m το $x=0.250$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 $q_1 = 0.113$ N/mm², $q_2 = 0.039$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 11.22$ kNm/m, $V = 33.97$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 21.60 kN/m
 $Med = 11.22$ k Nm/m, $Ved = 21.60$ kN/m

12.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 $q_1 = 0.003$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.019$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.048$ N/mm²
 $M = -4.71$ kNm/m, $V = 23.97$ kN/m
 $d=250$ mm > 19mm=πλάτους, έλεγχος σε διάτμηση διάτμηση παραλείπεται
 $Med = -4.71$ k Nm/m, $Ved = 0.00$ kN/m

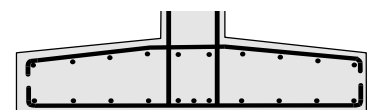
12.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 11.22$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=7.28$ $x/d=0.04$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.8/20.0$ $k_s=2.33$, **$A_s = 1.07$ cm²/m**
 $Med = -5.67$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=10.25$ $x/d=0.03$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.6/20.0$ $k_s=2.32$, **$A_s = 0.54$ cm²/m**
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

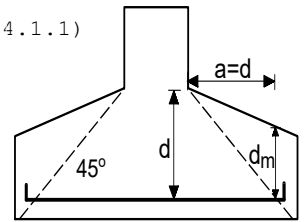
12.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)
 Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



12.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=244$ mm, $a=244$ mm $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=244$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.91$ $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$ $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244=224.48$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244=169.82$, $V_{rdc}=224.48$ kN/m $V_{ed}=21.60$ kN/m $\leq V_{rdc}=224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.04$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$ $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17/2.00=840.2$ kN $V_{ed}=34.0$ kN < 840.2 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται**12.12. Προμέτρηση υλικών**Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 0.837 m³/m

Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 26.427 kg/m

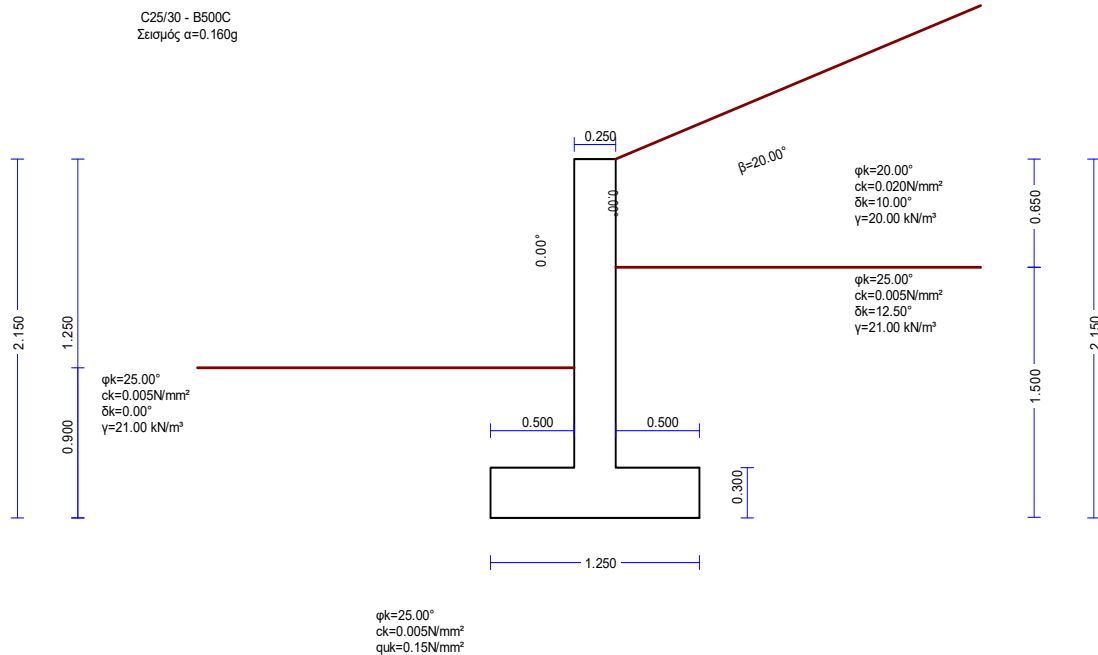
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 3.000x 0.837= 2.512 m³

Συνολικός οπλισμός τοίχου 3.000x 26.427= 79.280 kg

13. ΤΟΙΧΟΣ T12 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

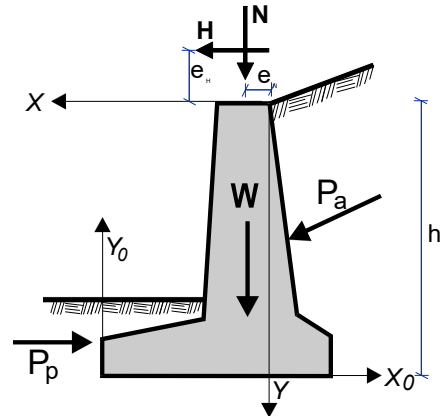
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



13.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 2.150\text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 1.010\text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.250\text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.250\text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 1.250\text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.500 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.500 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 1.850\text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000\text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.837\text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.837 \times 25.000 = 20.92\text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.125\text{ m}, y = 1.406\text{ m} (x_o = 0.625\text{ m}, y_o = 0.744\text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50\text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50\text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

Βάρος επίχωσης

Ιδίο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=20.01 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.260 \text{ m}$, $y=0.890 \text{ m}$

13.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

		(A1+M1)		
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst}	1.10	1.35
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb}	0.90	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst}	1.50	1.50
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb}	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_{ϕ}	1.25	1.00
	Συνοχή c	γ_c	1.25	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu}	1.40	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu}	1.40	1.00
	Βάρος	γ_w	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

13.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

13.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}=20.92 \times 0.085=1.78 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}=20.92 \times 0.043=0.90 \text{ kN/m}$
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsx}=20.01 \times 0.085=1.70 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsy}=20.01 \times 0.043=0.86 \text{ kN/m}$

13.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

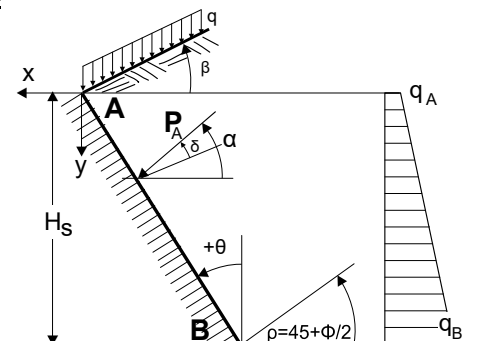
13.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=0.650 \text{ m}$, $H_s=0.650 \text{ m}$

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

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.650 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος
Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma_s=20.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_{s21}=21.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w=10.00 \text{ kN/m}^3$
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi=20.00^\circ$
Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c=0.020 \text{ N/mm}^2$
Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια $\beta=20.00^\circ$
Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο $\theta=0.00^\circ$
Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta=10.00^\circ$



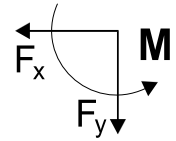
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.933 \quad 0.897$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.65\text{m}$)	$q_B= 12.13$	11.66 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 3.94$	3.79 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 3.90$	3.73 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.55$	0.66 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -1.69$	-1.62 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.433 \text{ m}$		

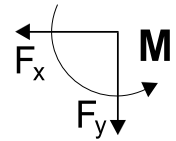


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.650 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 3.90$	3.90	3.73 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.55$	0.55	0.66 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.85$	0.85	0.81 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.971$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.971 / 0.897 - 1) = 0.082$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.082 \times 3.73 = 4.04 \text{ kN/m}$

13.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650 \text{ m}$ έως $Y=2.150 \text{ m}$, $H_s=1.500 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.650 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 2.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma_s = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_{s2} = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

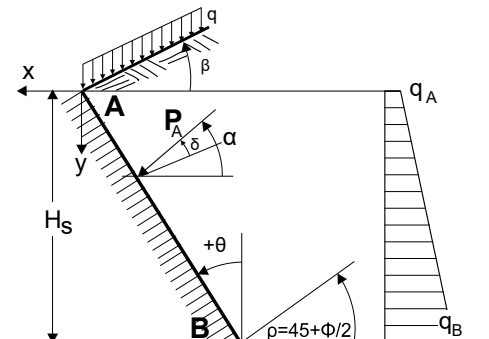
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 13.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

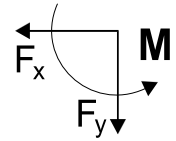
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $q_A= 5.81 \quad 4.77 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 1.50\text{m}$) $q_B= 19.89 \quad 16.33 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$ $P_a= 19.28 \quad 15.83 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 10.00 \quad 12.50^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{ax}= 18.99 \quad 15.45 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{ay}= 3.35 \quad 3.43 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = -29.19 \quad -23.75 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.537 \text{ m}$

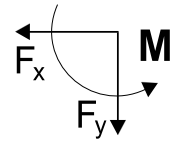


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=2.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 22.89 \quad 19.18 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 3.90 \quad 4.09 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 18.34 \quad 15.88 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 15.45 = 18.23 \text{ kN/m}$

13.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

13.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.250 \text{ m}$ έως $Y=2.150 \text{ m}$, $H_s=0.900 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.750 \text{ m}, y= 1.250 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.750 \text{ m}, y= 2.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

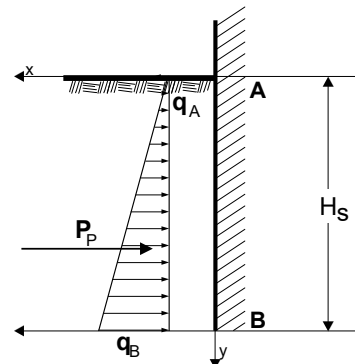
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



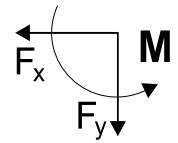
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

ΕQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=yA$) $qA= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=yA+ 0.90\text{m}$) $qB=-38.56 \quad -46.57 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $Pa= \frac{1}{2}(qA+qB)H$ $Pp= 17.35 \quad 20.96 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $Ppx=-17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $Ppy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 32.10 \quad 38.78 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.750 \text{ m}, y= 1.850 \text{ m}$

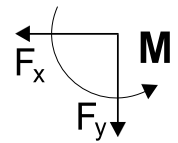


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.750 \text{ m}, y=2.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx=-17.35 \quad -20.96 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $Fsy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $Ms = -5.21 \quad -6.29 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

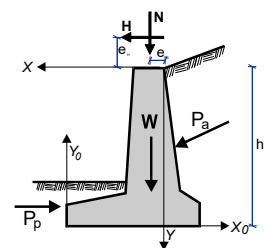
$\tan(\omega)=kh/(1-kv)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $Kp^*(STR)= 2.319$
 $\xi=(Kp^*/Kp)=(2.319/2.464)=0.941$

ΕQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx= -16.33 \quad -19.73$

13.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.90	0.55	0.000	0.433
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	18.99	3.35	0.000	1.537
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-17.35	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890

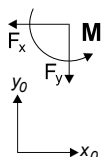


13.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

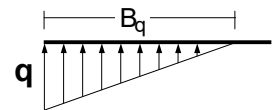
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

Έλεγχος περίπτωσης με $0.90x(\text{ίδιο βάρος}+\text{μόνιμα})+0.00x(\text{κινητά κορυφής})$

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	6.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	10.04
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	18.83	0.625	0.744	-11.77
Βάρος επίχωσης	Ws x0.90		0.00	18.01	1.010	1.260	-18.19
			Σύνολα=	41.14			-13.00



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 41.14 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -13.00 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 12.71 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 12.71 / 41.14 = 0.309\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.087 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.948 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.309 = 0.632 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.632 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 67.71 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 41.14 < R_d = 67.71 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



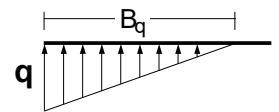
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	6.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	10.04
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	23.01	0.625	0.744	-14.39
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	22.01	1.010	1.260	-22.23
Σύνολα=				49.32			-19.66

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 49.32 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -19.66 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 11.16 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 11.16 / 49.32 = 0.226\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.082 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 1.196 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.226 = 0.797 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.797 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 85.39 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 49.32 < R_d = 85.39 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

13.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.750, y=2.150 \text{ m}$)

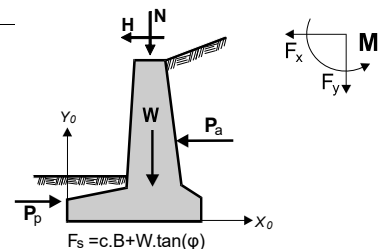
Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]	F_x F_y
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.61	0.750	1.717	7.37	0.45	F_x F_y
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	3.69	0.750	0.613	12.80	2.76	F_x F_y
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	18.83	0.625	0.744	0.00	11.77	F_x F_y
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	18.01	1.010	1.260	0.00	18.19	F_x F_y
Σύνολα=				41.14			20.17	33.17	F_x F_y

Σύνολο ροπών ανατροπής = 20.17 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 33.17 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 20.17 < M_{rd} = 33.17 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (1.250 / 2) - (33.17 - 20.17) / 41.14 = 0.309\text{m}$, $e_c \leq 1.250 / 3 = 0.417\text{m}$

13.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.65	4.29	0.00	0.61
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.65- 2.15	20.89	0.00	3.69
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	1.25- 2.15	0.00	15.61	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	18.83
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	18.01
Σύνολα=			25.18	15.61	41.14



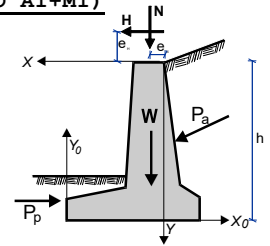
Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 41.14 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 15.35 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.948 \times 0.005 / 1.25 = 3.79 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.18 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(15.61 / 1.00 + 15.35) = 30.96 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 25.18 < R_d = 30.96 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

13.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

13.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.73	0.66	0.000	0.433
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	15.45	3.43	0.000	1.537
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-20.96	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890

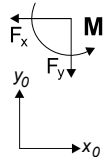


13.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

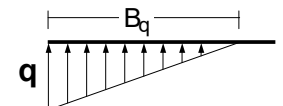
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	7.97
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	9.32
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	20.92	0.625	0.744	-13.08
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	20.01	1.010	1.260	-20.21
			Σύνολα=	46.45			-16.00



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.45 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -16.00 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.03 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 13.03 / 46.45 = 0.281m$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.090 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 1.033 m$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.281 = 0.689 m$



(EC7 Παράρτημα D)

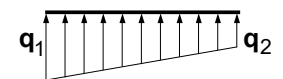
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.689 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 73.82 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 46.45 < R_d = 73.82 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	7.97
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	9.32
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	28.24	0.625	0.744	-17.66
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	27.01	1.010	1.260	-27.28
			Σύνολα=	60.77			-27.65

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -27.65 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 10.33 / 60.77 = 0.170m$, $e_c \leq 1.250 / 6 = 0.208m$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.088 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.009 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.170 = 0.910 m$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.910 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 97.50 \text{ kN/m}$

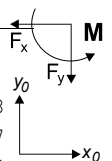
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 60.77 < R_d = 97.50 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

13.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.750, y=2.150 m$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.89	0.750	1.717	8.64	0.68
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	4.63	0.750	0.613	12.78	3.47
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	20.92	0.625	0.744	0.00	13.08
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	20.01	1.010	1.260	0.00	20.21
			Σύνολα=	46.45			21.42	37.44

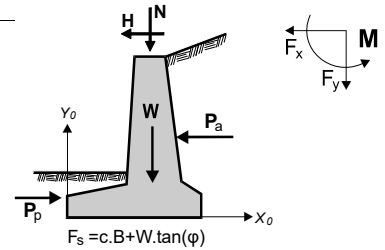


Σύνολο ροπών ανατροπής = 21.42 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 37.44 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=21.42 < M_{rd}=37.44$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(1.250/2)-(37.44-21.42)/46.45=0.280m$, $e_c \leq 1.250/3=0.417m$

13.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.65	5.04	0.00	0.89
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.65- 2.15	20.86	0.00	4.63
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.25- 2.15	0.00	20.96	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	20.92
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	20.01
Σύνολα=			25.90	20.96	46.45



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 46.45 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 19.69$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1.033 \times 0.005 / 1.10 = 4.70$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.90 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(20.96/1.40+19.69) = 34.66$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=25.90 < R_d=34.66$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

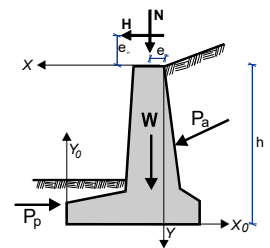
13.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

13.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	3.73	0.66	0.000	0.325
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	15.45	3.43	0.000	1.400
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	1.25- 2.15	-19.73	0.00	0.750	1.850
Βάρος τοίχου	W		0.00	20.92	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	20.01	-0.260	0.890



13.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

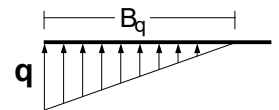
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.65	0.31		0.000	0.325
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.65- 2.15	2.78		0.000	1.400
Βάρος τοίχου	W		1.78	±0.90	0.125	1.406
Βάρος επίχωσης	Ws		1.70	±0.86	-0.260	0.890

13.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	6.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	11.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	20.02	0.625	0.744	-11.19
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	19.15	1.010	1.260	-17.20
Σύνολα=				43.26			-10.42

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -10.42 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 16.62 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 16.62 / 43.26 = 0.384\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.120 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.722 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.384 = 0.482 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.482 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 72.30 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 43.26 < R_d = 72.30 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

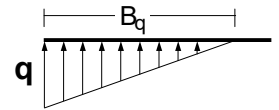
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

13.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	6.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	11.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	21.82	0.625	0.744	-12.32
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	20.87	1.010	1.260	-18.94
Σύνολα=				46.78			-13.29

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.78 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -13.29 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 15.95 / 46.78 = 0.341\text{m}$, $e_c > 1.250 / 6 = 0.208\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.110 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.852 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 1.250 - 2 \times 0.341 = 0.568 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.568 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 85.20 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 46.78 < R_d = 85.20 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

13.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.750, y=2.150 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.66	0.750	1.825	7.37	0.50
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	3.43	0.750	0.750	13.67	2.57
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	20.92	0.625	0.744	1.32	13.08
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.90	0.625	0.744	0.56	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	20.01	1.010	1.260	2.14	20.21
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.86	1.010	1.260	0.87	0.00*
Σύνολα=				43.26			25.93	36.36

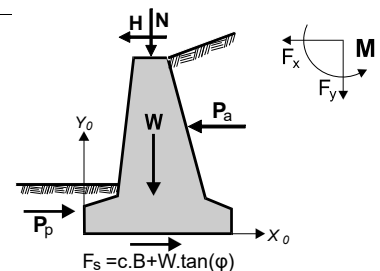
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 25.93 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 36.36 kNm/m
 Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 25.93 < M_{rd} = 36.36 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (1.250 / 2) - (36.36 - 25.93) / 43.26 = 0.384\text{m}$, $e_c \leq 1.250 / 3 = 0.417\text{m}$

13.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _{x+} [kN/m]	F _{x-} [kN/m]	F _y [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.65	4.04	0.00	0.66
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.65- 2.15	18.23	0.00	3.43
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	1.25- 2.15	0.00	19.73	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.78	0.00	20.02
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		1.70	0.00	19.15
Σύνολα=			25.75	19.73	43.26



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 43.26 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 20.17 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.722 \times 0.005 / 1.00 = 3.61 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης $= 25.75 \text{ kN/m}$

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(19.73/1.00 + 20.17) = 39.90 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 25.75 < R_d = 39.90 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

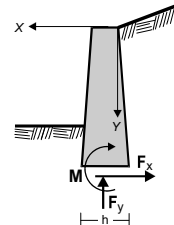
13.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

13.10.1. 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]
0.25	0.250	0.74	1.70	0.05
0.50	0.250	2.98	3.65	0.43
0.75	0.250	5.72	5.73	1.49
1.00	0.250	7.86	7.76	3.13
1.25	0.250	10.64	9.95	5.35
1.50	0.250	14.05	12.26	8.32
1.85	0.250	19.89	15.75	14.06



13.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

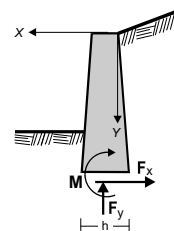
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.70	195	47.37	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.43	-3.65	195	23.49	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	1.49	-5.73	195	14.17	0.02	0.4/20.0	2.31	0.09	(2.64)
1.00	3.13	-7.76	195	10.18	0.03	0.6/20.0	2.32	0.26	(2.64)
1.25	5.35	-9.95	195	7.93	0.04	0.7/20.0	2.33	0.49	(2.64)
1.50	8.32	-12.26	195	6.44	0.04	0.9/20.0	2.33	0.82	(2.64)
1.85	14.06	-15.75	195	5.01	0.06	1.2/20.0	2.35	1.46	(2.64)

13.10.3. 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]
0.25	0.250	0.73	1.70	0.08
0.50	0.250	2.66	3.65	0.62
0.75	0.250	5.04	5.73	1.36
1.00	0.250	7.04	7.76	2.85
1.25	0.250	9.60	9.95	4.99
1.50	0.250	12.72	12.26	7.99
1.85	0.250	18.00	15.75	14.04



13.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.08	-1.70	195	43.42	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.62	-3.65	195	20.88	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)
0.75	1.36	-5.73	195	14.69	0.02	0.4/20.0	2.31	0.08	(2.64)
1.00	2.85	-7.76	195	10.58	0.03	0.5/20.0	2.32	0.23	(2.64)
1.25	4.99	-9.95	195	8.18	0.03	0.7/20.0	2.33	0.45	(2.64)
1.50	7.99	-12.26	195	6.55	0.04	0.9/20.0	2.33	0.78	(2.64)
1.85	14.04	-15.75	195	5.01	0.06	1.2/20.0	2.35	1.46	(2.64)

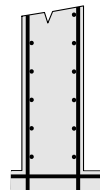
13.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χάμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



13.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$l_{b, reqd} = (\sigma_s / f_{bd}) \cdot (d / 4) = (10 / 4) \cdot (239 / 1.61) = 371$ mm

$\sigma_s = 435.00 \times 146 / 266 = 239$ MPa $f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61$ MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd} = 0.70 \times 371 = 260$ mm, $C_{nom} = 50$ mm $> 3 \times 10 = 30$ mm = (3Ø)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, reqd}, 10\phi, 100$ mm) = 111 mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100 mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

13.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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.

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

$V_{ed} = 16.64$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός) = 15.06 kN/m, $N_{ed} = -13.81$ 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)

$C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 25$ MPa, $b_w = 1000$ mm, $d = 195$ mm

$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 2.00$, $k_1 = 0.15$

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 266 / (1000 \times 195) = 0.0014$

$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 1000 \times 13.81 / 250000 = 0.06$ N/mm²

$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.06) \times 1000 \times 195 = 97.31$ kN/m

$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.06] \times 1000 \times 195 = 97.31$ kN/m

$V_{ed} = 16.64$ kN/m $\leq V_{rdc} = 97.31$ kN/m, διάτμηση OK

$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $V_{ed} / \max(V_{rdmax}) = 0.03$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot \theta = 1.00$ $\tan \theta = 1.00$

$\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60$ MPa $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck} / 250] = 0.6 [1 - 25 / 250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17$ MPa

$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 671.4$ kN

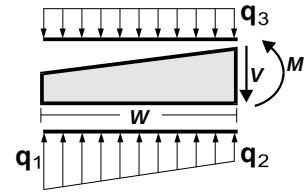
$V_{ed} = 19.9$ kN < 671.4 kN = V_{rdmax} , ο έλεγχος επαληθεύεται

13.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

13.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750$ m το $x=0.250$ m

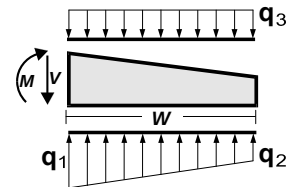
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 $q_1 = 0.088$ N/mm², $q_2 = 0.057$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.010$ N/mm²
 $M = 8.46$ kNm/m, $V = 31.21$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 17.52 kN/m
 $Med = 8.46$ k Nm/m, $Ved = 17.52$ kN/m

**13.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 60.77 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.33 kNm/m
 $q_1 = 0.041$ N/mm², $q_2 = 0.009$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.064$ N/mm²
 $M = -5.56$ kNm/m, $V = 19.59$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 11.84 kN/m
 $Med = -5.56$ k Nm/m, $Ved = 11.84$ kN/m

13.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 46.45 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 13.03 kNm/m
 $q_1 = 0.025$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.283$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.048$ N/mm²
 $M = -5.67$ kNm/m, $V = 20.51$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 12.00 kN/m
 $Med = -5.67$ k Nm/m, $Ved = 12.00$ kN/m

**13.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750$ m το $x=0.250$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 $q_1 = 0.113$ N/mm², $q_2 = 0.039$ N/mm², $w = 0.500$ m
 πίεση από ίδιο βάρος $q_3 = 0.008$ N/mm²
 $M = 11.22$ kNm/m, $V = 33.97$ kN/m
 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 21.60 kN/m
 $Med = 11.22$ k Nm/m, $Ved = 21.60$ kN/m

13.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500$ m το $x=0.000$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 43.26 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 15.95 kNm/m
 $q_1 = 0.003$ N/mm², $q_2 = 0.000$ N/mm², $w = 0.019$ m
 πίεση από επίχωση και ίδιο βάρος $q_3 = 0.048$ N/mm²
 $M = -4.71$ kNm/m, $V = 23.97$ kN/m
 $d=250$ mm > 19mm=πλάτους, έλεγχος σε διάτμηση διάτμηση παραλείπεται
 $Med = -4.71$ k Nm/m, $Ved = 0.00$ kN/m

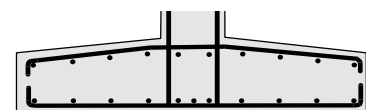
13.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)
 $Med = 11.22$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=7.28$ $x/d=0.04$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.8/20.0$ $k_s=2.33$, **$A_s = 1.07$ cm²/m**
 $Med = -5.67$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=10.25$ $x/d=0.03$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.6/20.0$ $k_s=2.32$, **$A_s = 0.54$ cm²/m**
 Ελάχιστος οπλισμός $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ ($A_s = 3.30$ cm²/m) (EC2 §9.3.1)
 Ελάχιστος οπλισμός Ø12/34.0 (3.32 cm²/m)

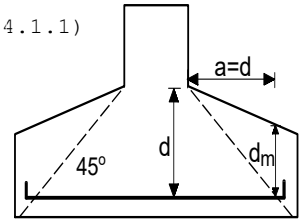
13.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω Ø12/34.0 (3.32 cm²/m)
 Οπλισμός πεδίου άνω Ø12/34.0 (3.32 cm²/m)
 Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός Ø12/40.0 (2.82 cm²/m)



13.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=244$ mm, $a=244$ mm $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=244$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.91$ $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$ $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244=224.48$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244=169.82$, $V_{rdc}=224.48$ kN/m $V_{ed}=21.60$ kN/m $\leq V_{rdc}=224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.04$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$ $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17/2.00=840.2$ kN $V_{ed}=34.0$ kN < 840.2 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται**13.12. Προμέτρηση υλικών**Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 0.837 m³/m

Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 25.376 kg/m

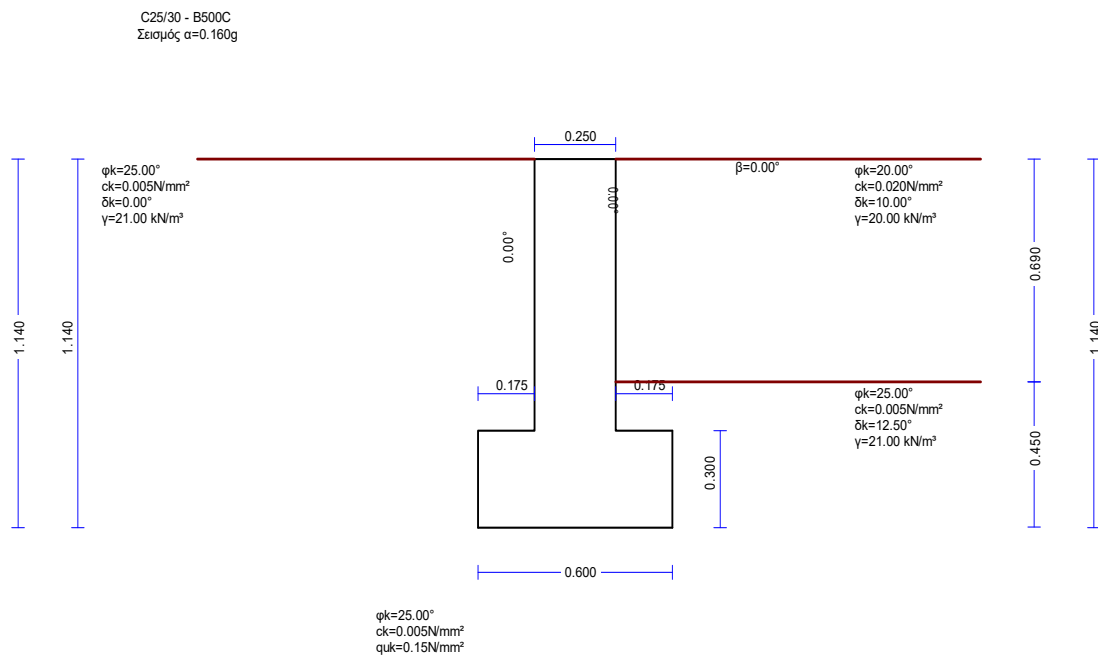
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 1.010x 0.837= 0.846 m³

Συνολικός οπλισμός τοίχου 1.010x 25.376= 25.630 kg

14. ΤΟΙΧΟΣ T18 (ΔΥΤΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

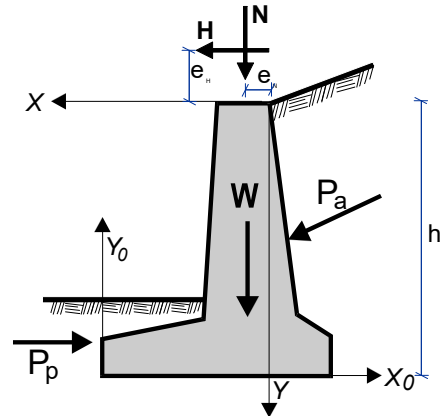
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



14.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 1.140 \text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 12.370 \text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.250 \text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.250 \text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 0.600 \text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.175 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.175 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 0.840 \text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.390 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.390 \times 25.000 = 9.75 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.125 \text{ m}, y = 0.683 \text{ m} (x_o = 0.300 \text{ m}, y_o = 0.457 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

Βάρος επίχωσης

Ιδίο βάρος επίχωσης ανά μέτρο $W_s=2.97 \text{ kN/m}$

Κέντρο βάρους επίχωσης $x=-0.087 \text{ m}$, $y=0.423 \text{ m}$

14.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

		(EQU)	(STR/GEO)	(Σεισμός)
		(A1+M1)		
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst}	1.10	1.35
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb}	0.90	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst}	1.50	1.50
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb}	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_{ϕ}	1.25	1.00
	Συνοχή c	γ_c	1.25	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu}	1.40	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu}	1.40	1.00
	Βάρος	γ_w	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

14.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$

Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$

Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

14.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$

(EC8-5 §7.3.2)

Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$

(EC8 §3.2.2.3)

Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$

(EC8 §3.2.2.2)

Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$

(EC8 §3.2.1, T.4.3)

Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$

(EC8-5 Πίνακας 7.1)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}=9.75 \times 0.085 = 0.83 \text{ kN/m}$

Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}=9.75 \times 0.043 = 0.42 \text{ kN/m}$

Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsx}=2.97 \times 0.085 = 0.25 \text{ kN/m}$

Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης $F_{wsy}=2.97 \times 0.043 = 0.13 \text{ kN/m}$

14.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

14.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=0.690 \text{ m}$, $H_s=0.690 \text{ m}$

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

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.690 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος

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

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_{s21.00} \text{ kN/m}^3$

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

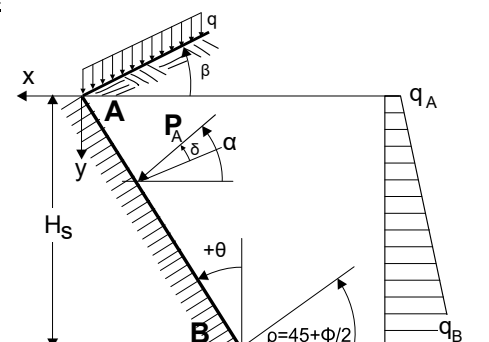
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi=20.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c=0.020 \text{ N/mm}^2$

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 $\delta=10.00^\circ$



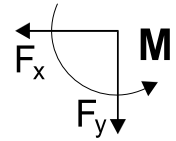
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\phi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.522 \quad 0.447$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta)} \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.69\text{m}$)	$q_B= 7.20$	6.17 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 2.48$	2.13 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 2.46$	2.10 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.35$	0.37 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -1.13$	-0.97 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.460 \text{ m}$		

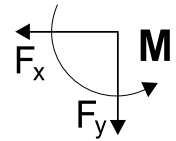


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.690 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 2.46$	2.10 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.35$	0.37 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.57$	0.48 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.521$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.521 / 0.447 - 1) = 0.166$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta)} \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.166 \times 2.10 = 2.45 \text{ kN/m}$

14.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.690 \text{ m}$ έως $Y=1.140 \text{ m}$, $H_s=0.450 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.690 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.140 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

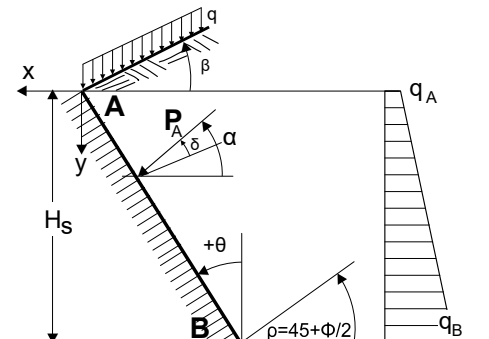
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 13.80 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

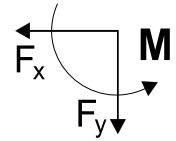
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 6.17$	5.06 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.45\text{m}$)	$q_B= 10.39$	8.53 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 3.73$	3.06 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 3.67$	2.99 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.65$	0.66 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -3.43$	-2.79 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.934 \text{ m}$		

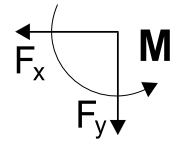


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=1.140 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}=$	6.13	5.09 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}=$	1.00	1.03 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	2.43	2.04 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega)=k_h / (1-k_v)=0.085 / (1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.180 \times 2.99 = 3.53 \text{ kN/m}$

14.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

14.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=1.140 \text{ m}$, $H_s=1.140 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.425 \text{ m}, y= 0.000 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.425 \text{ m}, y= 1.140 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

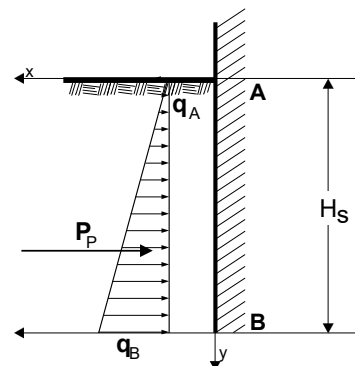
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



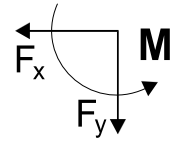
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
 Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta) \cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$) $q_A= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
 Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 1.14\text{m}$) $q_B=-48.84 \quad -58.99 \text{ kN/m}^2$
 Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$ $P_p= 27.84 \quad 33.62 \text{ kN/m}$
 Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
 Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $P_{px}=-27.84 \quad -33.62 \text{ kN/m}$
 Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $P_{py}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
 Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 21.16 \quad 25.55 \text{ kNm/m}$
 Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.425 \text{ m}, y= 0.760 \text{ m}$

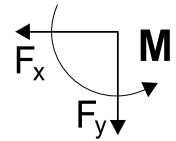


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.425 \text{ m}, y=1.140 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}=-27.84 \quad -33.62 \text{ kN/m}$
 Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
 Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s=-10.58 \quad -12.78 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

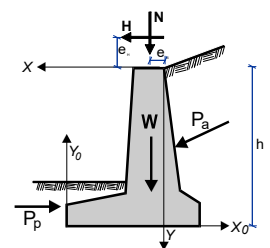
$\tan(\omega)=kh/(1-k_v)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
 Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_{p^*}(\text{STR})= 2.319$
 $\xi=(K_{p^*}/K_p)=(2.319/2.464)=0.941$

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= -26.20 \quad -31.64$

14.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00- 0.69	2.46	0.35	0.000	0.460
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.69- 1.14	3.67	0.65	0.000	0.934
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.00- 1.14	-27.84	0.00	0.425	0.760
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.75	0.125	0.683
Βάρος επίχωσης	W_s		0.00	2.97	-0.087	0.423

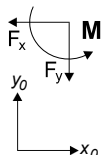


14.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

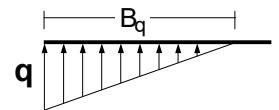
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	0.00- 0.69	2.71	0.39	0.425	0.680	1.67
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.10$	0.69- 1.14	4.04	0.72	0.425	0.206	0.53
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	8.77	0.300	0.457	-2.64
Βάρος επίχωσης	$W_s \times 0.90$		0.00	2.67	0.512	0.717	-1.37
			Σύνολα=	12.55			-1.81



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.55 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.81 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.95 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.95/12.55 = 0.155\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.058 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.434 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.155 = 0.289 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.289 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 30.96 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 12.55 < R_d = 30.96 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



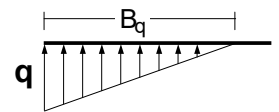
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x ₀ [m]	y ₀ [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.69	2.71	0.39	0.425	0.680	1.67
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.69- 1.14	4.04	0.72	0.425	0.206	0.53
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	10.73	0.300	0.457	-3.22
Βάρος επίχωσης	Wsx1.10		0.00	3.27	0.512	0.717	-1.67
Σύνολα=				15.11			-2.69

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 15.11 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.69 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.84 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.84/15.11 = 0.122\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.057 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.535 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.122 = 0.356 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.356 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 38.14 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 15.11 < R_d = 38.14 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

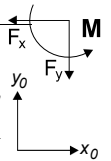
14.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.425, y=1.140 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x ₀ [m]	y ₀ [m]	M _{o+} [kNm/m]	M _{o-} [kNm/m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.69	2.71	0.39	0.425	0.680	1.84	0.17			
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.69- 1.14	4.04	0.72	0.425	0.206	0.84	0.31			
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.77	0.300	0.457	0.00	2.64			
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	2.67	0.512	0.717	0.00	1.37			
Σύνολα=				12.55			2.68	4.49			

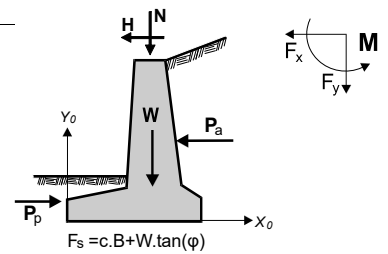
Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.68 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.49 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 2.68 < M_{rd} = 4.49 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.600/2) - (4.49 - 2.68) / 12.55 = 0.156\text{m}$, $e_c \leq 0.600/3 = 0.200\text{m}$



14.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _{x+} [kN/m]	F _{x-} [kN/m]	F _y [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.69	2.71	0.00	0.39
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.69- 1.14	4.04	0.00	0.72
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.00- 1.14	0.00	25.06	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	8.77
Βάρος επίχωσης	Wsx0.90		0.00	0.00	2.67
Σύνολα=			6.75	25.06	12.55



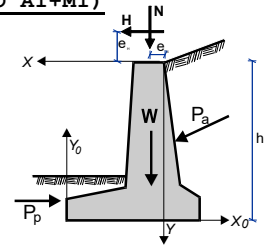
Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 12.55 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 4.68 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.434 \times 0.005 / 1.25 = 1.74 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.75 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(25.06/1.00 + 4.68) = 29.74 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.75 < R_d = 29.74 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

14.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

14.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.69	2.10	0.37	0.000	0.460
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.69- 1.14	2.99	0.66	0.000	0.934
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.00- 1.14	-33.62	0.00	0.425	0.760
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.75	0.125	0.683
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	2.97	-0.087	0.423

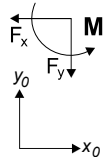


14.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

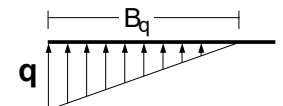
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.69	2.84	0.50	0.425	0.680	1.71
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.69- 1.14	4.04	0.89	0.425	0.206	0.46
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.75	0.300	0.457	-2.93
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	2.97	0.512	0.717	-1.52
			Σύνολα=	14.11			-2.28



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.11 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.28 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.95 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.95/14.11 = 0.138\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.058\text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.485\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.138 = 0.324\text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.324 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 34.71\text{ kN/m}$

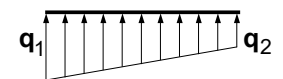
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 14.11 < R_d = 34.71\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.69	2.84	0.50	0.425	0.680	1.71
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.69- 1.14	4.04	0.89	0.425	0.206	0.46
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	13.16	0.300	0.457	-3.96
Βάρος επίχωσης	Wsx1.35		0.00	4.01	0.512	0.717	-2.05
			Σύνολα=	18.56			-3.84

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 18.56 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.84 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.73 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.73/18.56 = 0.093\text{m}$, $e_c \leq 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.060\text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.002\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.093 = 0.414\text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.414 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 44.36\text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 18.56 < R_d = 44.36\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

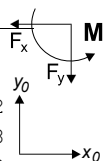
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

14.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.425, y = 1.140\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.69	2.84	0.50	0.425	0.680	1.93	0.22
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.69- 1.14	4.04	0.89	0.425	0.206	0.84	0.38
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.75	0.300	0.457	0.00	2.93
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	2.97	0.512	0.717	0.00	1.52
			Σύνολα=	14.11			2.77	5.05

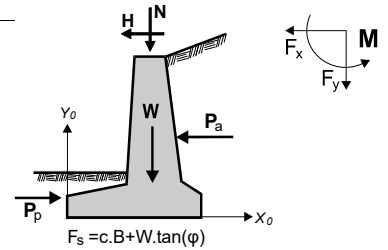


Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.77 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 5.05 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=2.77 < M_{rd}=5.05$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(0.600/2)-(5.05-2.77)/14.11=0.138m$, $e_c \leq 0.600/3=0.200m$

14.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.69	2.84	0.00	0.50
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.69- 1.14	4.04	0.00	0.89
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.00- 1.14	0.00	33.62	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	9.75
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	0.00	2.97
Σύνολα=			6.88	33.62	14.11



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 14.11 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 5.98$ kN/m
 Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.485 \times 0.005 / 1.10 = 2.21$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.88 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(33.62/1.40+5.98) = 29.99$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=6.88 < R_d=29.99$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

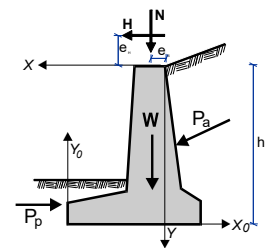
14.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

14.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.69	2.10	0.37	0.000	0.345
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.69- 1.14	2.99	0.66	0.000	0.915
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.00- 1.14	-31.64	0.00	0.425	0.760
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.75	0.125	0.683
Βάρος επίχωσης	Ws		0.00	2.97	-0.087	0.423



14.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

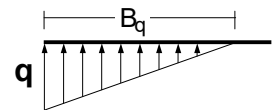
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.69	0.35		0.000	0.345
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.69- 1.14	0.54		0.000	0.915
Βάρος τοίχου	W		0.83	±0.42	0.125	0.683
Βάρος επίχωσης	Ws		0.25	±0.13	-0.087	0.423

14.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.69	2.45	0.37	0.425	0.795	1.79
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.69- 1.14	3.53	0.66	0.425	0.225	0.51
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.83	9.33	0.300	0.457	-2.42
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.25	2.84	0.512	0.717	-1.27
Σύνολα=				13.20			-1.39

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.20 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.39 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.57 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.57/13.20 = 0.195\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.084 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.316 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.195 = 0.211 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.211 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 31.65 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 13.20 < R_d = 31.65 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

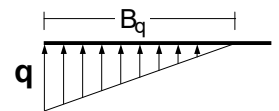
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

14.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.69	2.45	0.37	0.425	0.795	1.79
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.69- 1.14	3.53	0.66	0.425	0.225	0.51
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.83	10.17	0.300	0.457	-2.68
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.25	3.10	0.512	0.717	-1.41
Σύνολα=				14.30			-1.79

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.30 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.79 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.50 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.50/14.30 = 0.175\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.076 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.376 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.175 = 0.250 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.250 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 37.50 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 14.30 < R_d = 37.50 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

14.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.425, y = 1.140 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.69	2.45	0.37	0.425	0.795	1.95	0.16
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.69- 1.14	3.53	0.66	0.425	0.225	0.79	0.28
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.83	9.75	0.300	0.457	0.38	2.93
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.42	0.300	0.457	0.13	0.00*
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.25	2.97	0.512	0.717	0.18	1.52
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.00	-0.13	0.512	0.717	0.07	0.00*
Σύνολα=				13.20			3.50	4.89

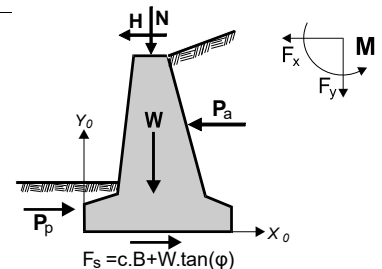
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 3.50 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.89 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 3.50 < M_{rd} = 4.89 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.600/2) - (4.89 - 3.50) / 13.20 = 0.195\text{m}$, $e_c \leq 0.600/3 = 0.200\text{m}$

14.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.69	2.45	0.00	0.37
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.69- 1.14	3.53	0.00	0.66
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.00- 1.14	0.00	31.64	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.83	0.00	9.33
Βάρος επίχωσης	Wsx1.00		0.25	0.00	2.84
Σύνολα=			7.06	31.64	13.20



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 13.20 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 6.16 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.316 \times 0.005 / 1.00 = 1.58 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 7.06 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(31.64 / 1.00 + 6.16) = 37.80 \text{ kN/m}$
 Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 7.06 < R_d = 37.80 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

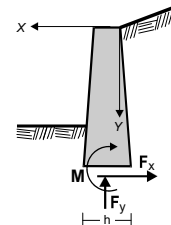
14.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

14.10.1. 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]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.50	0.250	1.49	3.38	0.21
0.84	0.250	3.96	5.99	1.06



14.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

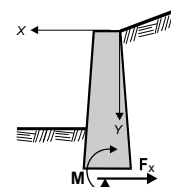
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ϵ_c/ϵ_s	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.21	-3.38	195	29.15	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.84	1.06	-5.99	195	16.02	0.02	0.3/20.0	2.31	0.04	(2.64)

14.10.3. 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]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.50	0.250	1.55	3.38	0.36
0.84	0.250	3.88	5.99	1.12



14.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§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	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.36	-3.38	195	25.25	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.84	1.12	-5.99	195	15.72	0.02	0.4/20.0	2.31	0.04	(2.64)

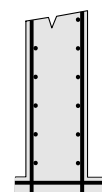
14.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χάμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



14.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_{b,rd} = (\sigma_{sd}/f_{bd}) \cdot (10/4) = (10/4) \cdot (7/1.61) = 10\text{mm}$$

$$\sigma_{sd} = 435.00 \times 4 / 266 = 7\text{MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61\text{MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 10 = 7\text{mm}, \quad C_{nom} = 50\text{mm} > 3 \times 10 = 30\text{mm} = (3\phi)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

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

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

14.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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.

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

$$V_{ed} = 2.54\text{ kN/m}, \quad V_{ed} (+\text{σεισμικός}) = 2.54\text{ kN/m}, \quad N_{ed} = -4.50\text{ kN/m}$$

Αντοχή τέννουσα 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)

$$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120, \quad f_{ck} = 25\text{MPa}, \quad b_w = 1000\text{mm}, \quad d = 195\text{mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, \quad k = 2.00, \quad k_1 = 0.15$$

$$\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 266/(1000 \times 195) = 0.0014$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = 1000 \times 4.50 / 250000 = 0.02\text{N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49\text{N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd,c(min)} = 0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14\text{kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64, \quad V_{rdc} = 96.14\text{kN/m}$$

$$V_{ed} = 2.54\text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 96.14\text{ kN/m}, \quad \text{διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta), \quad V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01, \quad \theta = 45.0^\circ \quad \cot\theta = 1.00 \quad \tan\theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00 \quad z = 0.9d, \quad f_{ck} = 25.0 \leq 60\text{MPa} \quad v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540, \quad f_{cd} = 14.17\text{MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 671.4\text{ kN}$$

$$V_{ed} = 4.0\text{ kN} < 671.4\text{ kN} = V_{rdmax}, \quad \text{ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

14.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

14.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.425\text{ m}$ το $x=0.250\text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 18.56\text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 1.73\text{ kNm/m}$$

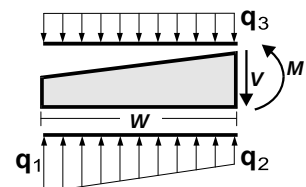
$$q_1 = 0.060\text{ N/mm}^2, \quad q_2 = 0.043\text{ N/mm}^2, \quad w = 0.175\text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3 = 0.010\text{ N/mm}^2$$

$$M = 0.68\text{ kNm/m}, \quad V = 7.24\text{ kN/m}$$

$$d = 250\text{mm} > 175\text{mm} = \text{πλάτους}, \quad \text{έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται}$$

$$M_{ed} = 0.68\text{ kNm/m}, \quad V_{ed} = 0.00\text{ kN/m}$$



14.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.425\text{ m}$ το $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 13.20\text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 2.50\text{ kNm/m}$$

$$q_1 = 0.080\text{ N/mm}^2, \quad q_2 = 0.038\text{ N/mm}^2, \quad w = 0.175\text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3 = 0.008\text{ N/mm}^2$$

$$M = 0.95\text{ kNm/m}, \quad V = 8.85\text{ kN/m}$$

$$d = 250\text{mm} > 175\text{mm} = \text{πλάτους}, \quad \text{έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται}$$

$$M_{ed} = 0.95\text{ kNm/m}, \quad V_{ed} = 0.00\text{ kN/m}$$

14.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50\text{mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$$M_{ed} = 0.95\text{kNm/m}, \quad d = 244\text{mm}, \quad K_d = 25.03 \quad x/d = 0.01 \quad \varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1} = -0.2/20.0 \quad k_s = 2.31, \quad A_s = 0.09\text{cm}^2/\text{m}$$

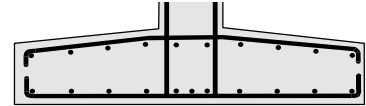
$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk} \quad (A_s = 3.30\text{cm}^2/\text{m})$$

(EC2 §9.3.1)

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } \phi 12/34.0 \quad (3.32\text{cm}^2/\text{m})$$

14.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ ($3.32 \text{ cm}^2/\text{m}$)
 Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ ($2.82 \text{ cm}^2/\text{m}$)



14.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)
 Κρίσιμη επιφάνεια κώνου διάτρησης υπό γωνία $\beta=45^\circ$, είναι εκτός επιφάνειας πεδίου.
Ικανοποιείται ο έλεγχος οριακής κατάστασης αστοχίας, έναντι διάτρησης.

14.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	0.390 m^3/m	
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	12.484 kg/m	
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου	12.370x	0.390= 4.824 m^3
Συνολικός οπλισμός τοίχου	12.370x	12.484= 154.430 kg

Περιεχόμενα

1. ΤΟΙΧΟΣ Τ1.Α , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 1.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 1.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 1.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 1.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 1.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 1.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.450\text{ m}$, $H_s=0.450\text{ m}$
 - 1.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.450\text{ m}$ έως $Y=0.900\text{ m}$, $H_s=0.450\text{ m}$
 - 1.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 1.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.200\text{ m}$ έως $Y=0.900\text{ m}$, $H_s=0.700\text{ m}$
 - 1.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 1.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 1.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 1.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 1.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 1.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 1.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 1.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 1.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 1.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 1.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 1.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 1.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
 - 1.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 1.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 1.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 1.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 1.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 1.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 1.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 1.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση
 - 1.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 1.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 1.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 1.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 1.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 1.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
 - 1.12. Προμέτρηση υλικών
2. ΤΟΙΧΟΣ Τ1.Β , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 2.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 2.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 2.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 2.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 2.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 2.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.430\text{ m}$, $H_s=0.430\text{ m}$
 - 2.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.430\text{ m}$ έως $Y=1.180\text{ m}$, $H_s=0.750\text{ m}$

Περιεχόμενα

- 2.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 2.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.430\text{ m}$ έως $Y=1.180\text{ m}$, $H_s=0.750\text{ m}$
- 2.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 2.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 2.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 2.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 2.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
- 2.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 2.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 2.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 2.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 2.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 2.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 2.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 2.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 2.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 2.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 2.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 2.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 2.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 2.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 2.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 2.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 2.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 2.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 2.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 2.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 2.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 2.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 2.12. Προμέτρηση υλικών
- 3. ΤΟΙΧΟΣ T2 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 3.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 3.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 3.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 3.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 3.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 3.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.400\text{ m}$, $H_s=0.400\text{ m}$
 - 3.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=2.000\text{ m}$
 - 3.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 3.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.400\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=1.000\text{ m}$
 - 3.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 3.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 3.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 3.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 3.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 3.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

Περιεχόμενα

- 3.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
- 3.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
- 3.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
- 3.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 3.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχτοι ευστάθειας τοίχου
 - 3.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 3.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 3.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 3.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 3.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 3.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 3.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 3.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 3.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 3.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 3.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 3.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 3.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 3.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση
- 3.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 3.11.1. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-1.050\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 3.11.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-1.050\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 3.11.3. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-1.050\text{ m to }x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 3.11.4. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 3.11.5. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 3.11.6. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 3.12. Προμέτρηση υλικών
- 4. ΤΟΙΧΟΣ T3 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 4.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 4.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 4.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 4.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 4.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 4.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.600\text{ m}$, $H_s=0.600\text{ m}$
 - 4.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.600\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=1.800\text{ m}$
 - 4.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 4.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.000\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=1.400\text{ m}$
 - 4.7. Ελεγχτοι ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 4.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 4.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 4.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 4.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 4.8. Ελεγχτοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 4.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχτοι ευστάθειας τοίχου
 - 4.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 4.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

Περιεχόμενα

- 4.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 4.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 4.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
- 4.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 4.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 4.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 4.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 4.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 4.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 4.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 4.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 4.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση
- 4.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 4.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975\text{ m to }x=0.450\text{ m}$
 - 4.11.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 4.11.3. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 4.11.4. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975\text{ m to }x=0.450\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 4.11.5. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m to }x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 4.11.6. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 4.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 4.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 4.12. Προμέτρηση υλικών
- 5. ΤΟΙΧΟΣ T4 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 5.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 5.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 5.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 5.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 5.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 5.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.500\text{ m}$, $H_s=0.500\text{ m}$
 - 5.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500\text{ m}$ έως $Y=1.900\text{ m}$, $H_s=1.400\text{ m}$
 - 5.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 5.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650\text{ m}$ έως $Y=1.900\text{ m}$, $H_s=1.250\text{ m}$
 - 5.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 5.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 5.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 5.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 5.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 5.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 5.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 5.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 5.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 5.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 5.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 5.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 5.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
 - 5.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

Περιεχόμενα

- 5.10.1. Φόρτιση $1.35x(\mu\text{όνημα δυσμενή})+1.00x(\mu\text{όνημα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
- 5.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
- 5.10.3. Φόρτιση $1.00x(\mu\text{όνημα δυσμενή})+1.00x(\mu\text{όνημα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
- 5.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
- 5.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
- 5.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
- 5.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 5.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
- 5.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.730\text{ m to }x=0.260\text{ m}$
- 5.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.470\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
- 5.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.470\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
- 5.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.730\text{ m to }x=0.260\text{ m}$ (με σεισμό)
- 5.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.470\text{ m to }x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
- 5.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
- 5.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
- 5.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 5.12. Προμέτρηση υλικών
- 6. ΤΟΙΧΟΣ Τ5, Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
- 6.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
- 6.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
- 6.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
- 6.4. Σεισμικοί συντελεστές
- 6.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
- 6.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.630\text{ m}$, $H_s=0.630\text{ m}$
- 6.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.630\text{ m}$ έως $Y=0.930\text{ m}$, $H_s=0.300\text{ m}$
- 6.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
- 6.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.230\text{ m}$ έως $Y=0.930\text{ m}$, $H_s=0.700\text{ m}$
- 6.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
- 6.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
- 6.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
- 6.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
- 6.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
- 6.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 6.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
- 6.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
- 6.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
- 6.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 6.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 6.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
- 6.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 6.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
- 6.10.1. Φόρτιση $1.35x(\mu\text{όνημα δυσμενή})+1.00x(\mu\text{όνημα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
- 6.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
- 6.10.3. Φόρτιση $1.00x(\mu\text{όνημα δυσμενή})+1.00x(\mu\text{όνημα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
- 6.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
- 6.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Περιεχόμενα

- 6.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
- 6.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 6.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 6.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.390\text{ m}$ to $x=0.180\text{ m}$
 - 6.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.390\text{ m}$ to $x=0.180\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 6.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 6.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 6.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 6.12. Προμέτρηση υλικών
- 7. ΤΟΙΧΟΣ Τ6, Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 7.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 7.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 7.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 7.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 7.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 7.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.400\text{ m}$, $H_s=0.400\text{ m}$
 - 7.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=2.000\text{ m}$
 - 7.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 7.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.500\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=0.900\text{ m}$
 - 7.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 7.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 7.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 7.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 7.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 7.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 7.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 7.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 7.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 7.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 7.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 7.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 7.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
 - 7.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 7.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 7.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 7.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 7.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 7.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 7.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 7.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
 - 7.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 7.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975\text{ m}$ to $x=0.450\text{ m}$
 - 7.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 7.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 7.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975\text{ m}$ to $x=0.450\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 7.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)

Περιεχόμενα

- 7.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
- 7.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
- 7.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 7.12. Προμέτρηση υλικών
- 8. ΤΟΙΧΟΣ T7 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 8.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 8.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 8.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 8.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 8.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 8.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.400\text{ m}$, $H_s=0.400\text{ m}$
 - 8.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=2.000\text{ m}$
 - 8.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 8.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.500\text{ m}$ έως $Y=2.400\text{ m}$, $H_s=0.900\text{ m}$
 - 8.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 8.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 8.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 8.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 8.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 8.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 8.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 8.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 8.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 8.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 8.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 8.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 8.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 8.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 8.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 8.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 8.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
 - 8.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 8.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 8.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 8.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 8.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 8.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 8.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 8.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
 - 8.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 8.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975\text{ m}$ to $x=0.450\text{ m}$
 - 8.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 8.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 8.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.975\text{ m}$ to $x=0.450\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 8.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.525\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 8.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 8.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 8.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
 - 8.12. Προμέτρηση υλικών
- 9. ΤΟΙΧΟΣ T8 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

Περιεχόμενα

- 9.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
- 9.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
- 9.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
- 9.4. Σεισμικοί συντελεστές
- 9.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 9.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.500\text{ m}$, $H_s=0.500\text{ m}$
 - 9.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500\text{ m}$ έως $Y=1.600\text{ m}$, $H_s=1.100\text{ m}$
- 9.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 9.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500\text{ m}$ έως $Y=1.600\text{ m}$, $H_s=1.100\text{ m}$
- 9.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 9.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 9.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 9.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 9.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
- 9.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 9.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 9.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 9.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 9.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 9.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 9.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 9.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 9.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 9.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 9.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 9.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 9.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 9.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 9.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 9.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 9.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 9.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 9.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 9.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση
- 9.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 9.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.575\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 9.11.2. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.325\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 9.11.3. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.325\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 9.11.4. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.575\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 9.11.5. Έλεγχος τμήματος πίσω $x=-0.325\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 9.11.6. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 9.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 9.11.8. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 9.12. Προμέτρηση υλικών
10. ΤΟΙΧΟΣ T9 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 10.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 10.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 10.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 10.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 10.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

Περιεχόμενα

- 10.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.600\text{ m}$, $H_s=0.600\text{ m}$
- 10.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.600\text{ m}$ έως $Y=1.800\text{ m}$, $H_s=1.200\text{ m}$
- 10.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
- 10.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.800\text{ m}$ έως $Y=1.800\text{ m}$, $H_s=1.000\text{ m}$
- 10.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
- 10.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
- 10.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
- 10.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
- 10.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
- 10.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
- 10.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
- 10.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
- 10.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
- 10.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 10.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
- 10.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
- 10.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
- 10.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 10.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 10.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
- 10.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 10.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
- 10.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
- 10.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
- 10.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
- 10.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
- 10.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
- 10.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
- 10.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 10.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
- 10.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.625\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
- 10.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.375\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
- 10.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.375\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
- 10.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.625\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
- 10.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.375\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
- 10.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
- 10.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
- 10.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 10.12. Προμέτρηση υλικών
- 11. ΤΟΙΧΟΣ T10 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
- 11.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
- 11.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
- 11.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
- 11.4. Σεισμικοί συντελεστές
- 11.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
- 11.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.650\text{ m}$, $H_s=0.650\text{ m}$
- 11.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650\text{ m}$ έως $Y=2.150\text{ m}$, $H_s=1.500\text{ m}$
- 11.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
- 11.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.250\text{ m}$ έως $Y=2.150\text{ m}$, $H_s=0.900\text{ m}$
- 11.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

Περιεχόμενα

- 11.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
- 11.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
- 11.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
- 11.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
- 11.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 11.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 11.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 11.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 11.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 11.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 11.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 11.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 11.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 11.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 11.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 11.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 11.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 11.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 11.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 11.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 11.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 11.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 11.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 11.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 11.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 11.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 11.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 11.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$
 - 11.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 11.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m}$ to $x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 11.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 11.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 11.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 11.12. Προμέτρηση υλικών
- 12. ΤΟΙΧΟΣ T11 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 12.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 12.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 12.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 12.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 12.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 12.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.650\text{ m}$, $H_s=0.650\text{ m}$
 - 12.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650\text{ m}$ έως $Y=2.150\text{ m}$, $H_s=1.500\text{ m}$
 - 12.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 12.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.250\text{ m}$ έως $Y=2.150\text{ m}$, $H_s=0.900\text{ m}$
 - 12.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 12.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 12.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 12.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 12.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 12.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

Περιεχόμενα

- 12.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
- 12.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
- 12.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
- 12.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 12.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου
 - 12.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 12.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 12.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 12.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 12.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 12.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 12.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 12.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 12.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 12.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 12.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 12.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 12.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 12.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 12.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 12.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750\text{ m to }x=0.250\text{ m}$
 - 12.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 12.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 12.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750\text{ m to }x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 12.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m to }x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 12.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 12.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 12.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 12.12. Προμέτρηση υλικών
- 13. ΤΟΙΧΟΣ T12 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 13.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 13.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 13.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 13.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 13.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 13.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.650\text{ m}$, $H_s=0.650\text{ m}$
 - 13.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.650\text{ m}$ έως $Y=2.150\text{ m}$, $H_s=1.500\text{ m}$
 - 13.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 13.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=1.250\text{ m}$ έως $Y=2.150\text{ m}$, $H_s=0.900\text{ m}$
 - 13.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 13.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 13.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 13.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 13.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 13.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 13.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 13.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 13.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 13.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 13.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου

Περιεχόμενα

- 13.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
- 13.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
- 13.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 13.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 13.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
- 13.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 13.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 13.10.1. Φόρτιση $1.35x(\mu\text{όνιμα δυσμενή})+1.00x(\mu\text{όνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 13.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 13.10.3. Φόρτιση $1.00x(\mu\text{όνιμα δυσμενή})+1.00x(\mu\text{όνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 13.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 13.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 13.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 13.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 13.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 13.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750\text{ m to }x=0.250\text{ m}$
 - 13.11.2. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 13.11.3. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m to }x=0.000\text{ m}$
 - 13.11.4. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.750\text{ m to }x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 13.11.5. Ελεγχος τμήματος πίσω $x=-0.500\text{ m to }x=0.000\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 13.11.6. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 13.11.7. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 13.11.8. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 13.12. Προμέτρηση υλικών
- 14. ΤΟΙΧΟΣ T18 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 14.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 14.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 14.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 14.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 14.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 14.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.690\text{ m}$, $H_s=0.690\text{ m}$
 - 14.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.690\text{ m}$ έως $Y=1.140\text{ m}$, $H_s=0.450\text{ m}$
 - 14.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 14.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=1.140\text{ m}$, $H_s=1.140\text{ m}$
 - 14.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 14.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 14.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 14.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 14.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 14.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 14.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 14.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 14.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 14.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 14.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου
 - 14.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 14.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 14.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 14.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 14.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

Περιεχόμενα

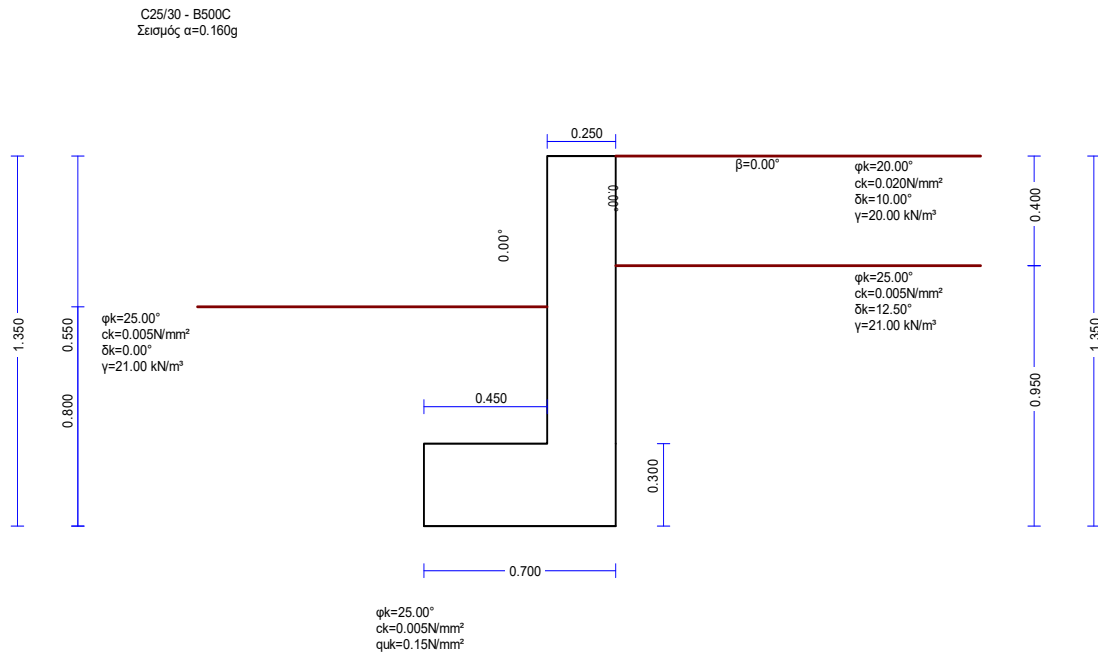
- 14.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 14.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 14.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 14.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 14.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 14.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 14.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 14.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 14.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 14.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 14.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.425\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 14.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.425\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 14.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 14.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 14.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 14.12. Προμέτρηση υλικών

ΠΛΑΤΕΙΑ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ

1. ΤΟΙΧΟΣ T13 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

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



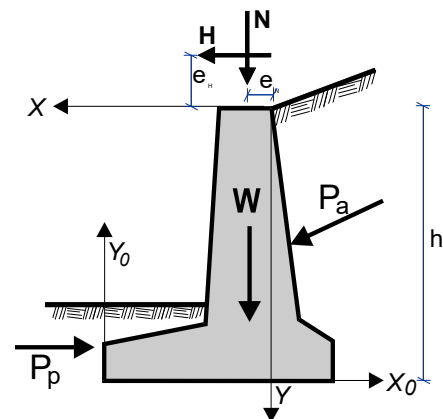
1.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h= 1.350\text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L=19.020\text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1= 0.250\text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2= 0.250\text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B= 0.700\text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.450 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o= 1.050\text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυ	$0.000^\circ\ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυ	$0.000^\circ\ (0:1)$

Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g=25.000\text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A= 0.473\text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W= 0.473 \times 25.000 = 11.82\text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x=0.225\text{ m}, y=0.825\text{ m}\ (x_o=0.475\text{ m}, y_o=0.525\text{ m})$



Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(EC2 §3)
 (EC2 §4.4.1)

1.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

Οριακή κατάσταση Ισοροπίας (EQU), Δομικού τύπου (STR), Γεωτεχνικού τύπου (GEO)
 (EQU) (STR/GEO) (Σεισμός)
 (A1+M1)

Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γGdst:	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	γGstb:	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γQdst:	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	γQstb:	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γφ:	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	γc:	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή cu	γcu:	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή qu	γqu:	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	γw:	1.00	1.00	1.00

γ_{R,v}(R2)=1.40, γ_{R,h}(R2)=1.10, γ_{R,e}(R2)=1.40

1.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση qu=0.15 N/mm²
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση φ=25.00°, συντελεστής τριβής tan(φ)=0.466
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση c=0.005 N/mm²

1.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους α_g=α_{xg}, α=0.16 (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση α_{vg}/α_g=0.90 (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης S=1.00 (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου γ_I=0.80 (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς r=1.50 (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής kh=0.80x0.16x1.00/1.500=0.085 (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής kv=0.50x0.085=0.043 (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους F_{wx}= 11.82x0.085= 1.01 kN/m
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους F_{wy}= 11.82x0.043= 0.51 kN/m

1.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

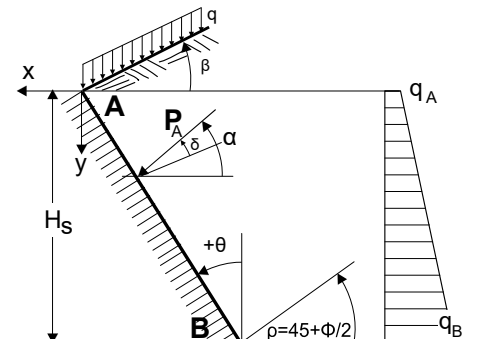
1.5.1. Τμήμα τοίχου από Y=0.000 m έως Y=0.400 m, H_s=0.400 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.000 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 0.400 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργιλος
 Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους γ =20.00 kN/m³
 Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους γ_s=21.00 kN/m³
 Ειδικό βάρος νερού γ_w=10.00 kN/m³
 Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους φ=20.00°
 Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους c=0.020 N/mm²
 Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια β= 0.00°
 Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο θ= 0.00°
 Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους δ=10.00°



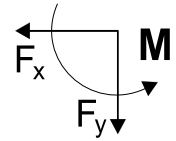
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 53.00 \quad 55.00^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.522 \quad 0.447$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.40\text{m}$)	$q_B= 4.18$	3.58 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 0.84$	0.72 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 0.83$	0.71 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 0.12$	0.13 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -0.22$	-0.19 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.267 \text{ m}$		

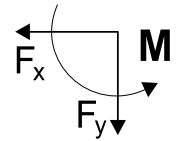


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 0.83$	0.71 kN/m	
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 0.12$	0.13 kN/m	
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.11$	0.09 kNm/m	



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega)=k_h/(1-k_v)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR)= 0.521$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi=(K_e^*/K_e-1)=(0.521/0.447-1)=0.166$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\omega+\theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x=1.166 \times 0.71 = 0.83 \text{ kN/m}$

1.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400 \text{ m}$ έως $Y=1.350 \text{ m}, H_s=0.950 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.400 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.000 \text{ m}, y= 1.350 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma_s=21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_{s23}=23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi=25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c=0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

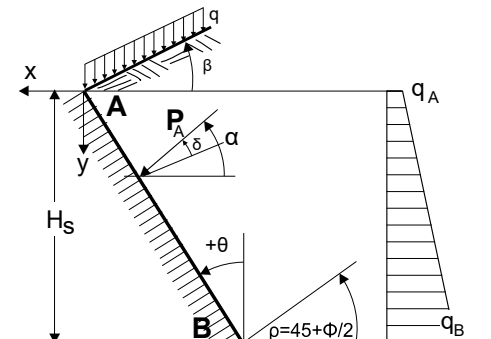
$\beta= 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta= 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta=12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g= 8.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q= 0.00 \text{ kN/m}^2$

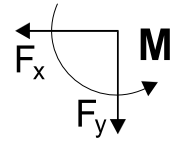
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\varphi/2= 55.00 \quad 57.50^\circ$
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A= 3.58$	2.94 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A+ 0.95\text{m}$)	$q_B= 12.50$	10.26 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a= \frac{1}{2}(q_A+q_B)H$	$P_a= 7.64$	6.27 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax}= 7.52$	6.12 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay}= 1.33$	1.36 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -7.24$	-5.89 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.000 \text{ m}, y= 0.963 \text{ m}$		

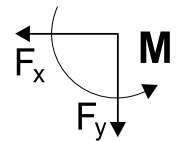


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=1.350 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx}= 8.35$	8.35	6.83 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy}= 1.45$	1.45	1.49 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 3.81$	3.81	3.13 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi-\omega-\theta)}{\cos\omega \cos^2\theta \cos(\delta+\theta+\omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\omega-\beta)}{\cos(\theta+\omega+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 6.12 = 7.22 \text{ kN/m}$

1.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

1.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.550 \text{ m}$ έως $Y=1.350 \text{ m}, H_s=0.800 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x= 0.700 \text{ m}, y= 0.550 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x= 0.700 \text{ m}, y= 1.350 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

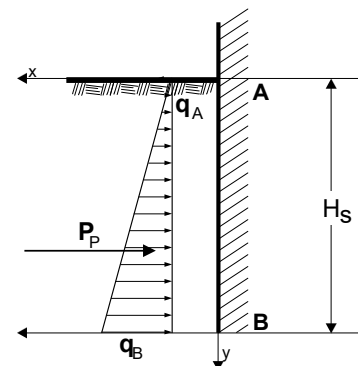
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



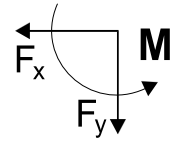
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ-\varphi/2= 35.00 \quad 32.50^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=qA+\gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi+\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta-\delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi+\beta)}{\cos(\theta-\delta) \cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=yA$) $qA= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=yA+ 0.80\text{m}$) $qB=-34.27 \quad -41.40 \text{ kN/m}^2$
Ωθηση (δύναμη) γαιών $Pa= \frac{1}{2}(qA+qB)H$ $Pp= 13.71 \quad 16.56 \text{ kN/m}$
Γωνία ώθησης γαιών $\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση $Ppx=-13.71 \quad -16.56 \text{ kN/m}$
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση $Ppy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = 14.85 \quad 17.93 \text{ kNm/m}$
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x= 0.700 \text{ m}, y= 1.083 \text{ m}$

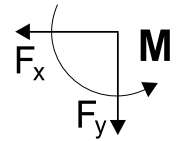


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.700 \text{ m}, y=1.350 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx=-13.71 \quad -16.56 \text{ kN/m}$
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $Fsy= 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $Ms = -3.66 \quad -4.42 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

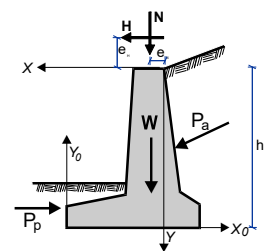
$\tan(\omega)=kh/(1-kv)=0.085/(1-0.043)=0.089, \omega=5.08^\circ$
Συντελεστής παθητικής ώθησης $Kp^*(STR)= 2.319$
 $\xi=(Kp^*/Kp)=(2.319/2.464)=0.941$

EQU A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $Fsx= -12.90 \quad -15.59$

1.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y1 - y2$	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.83	0.12	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.35	7.52	1.33	0.000	0.963
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.55- 1.35	-13.71	0.00	0.700	1.083
Βάρος τοίχου	W		0.00	11.82	0.225	0.825

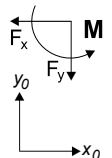


1.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

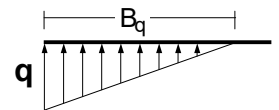
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y1 - y2$	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.700	1.083	0.90
Ενεργητική ώθηση γαιών	$Pax1.10$	0.40- 1.35	8.27	1.46	0.700	0.387	2.18
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	10.64	0.475	0.525	-5.06
			Σύνολα=	12.23			-1.98



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.23 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.98 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.30 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.30 / 12.23 = 0.188\text{m}$, $e_c > 0.700 / 6 = 0.117\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.050 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.486 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.188 = 0.324 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.324 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 34.71 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 12.23 < R_d = 34.71 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



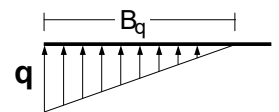
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.700	1.083	0.90
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.35	8.27	1.46	0.700	0.387	2.18
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	13.00	0.475	0.525	-6.18
Σύνολα=				14.59			-3.10

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.59 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.10 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.01 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.01 / 14.59 = 0.138\text{m}$, $e_c > 0.700 / 6 = 0.117\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.046 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.637 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.138 = 0.424 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.424 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 45.43 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 14.59 < R_d = 45.43 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

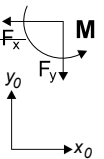
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.700, y=1.350 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.700	1.083	0.99	0.09
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.35	8.27	1.46	0.700	0.387	3.20	1.02
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	10.64	0.475	0.525	0.00	5.06
Σύνολα=				12.23			4.19	6.17



Σύνολο ροπών ανατροπής = 4.19 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 6.17 kNm/m

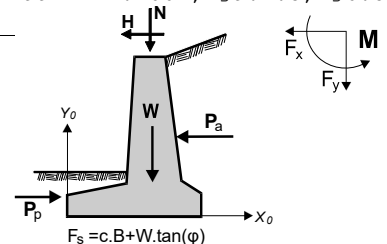
Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 4.19 < M_{rd} = 6.17 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (0.700 / 2) - (6.17 - 4.19) / 12.23 = 0.188\text{m}$, $e_c \leq 0.700 / 3 = 0.233\text{m}$

1.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (ΕQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.00	0.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.35	8.27	0.00	1.46
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.55- 1.35	0.00	12.34	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	10.64
Σύνολα=			9.18	12.34	12.23



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 12.23 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 4.56 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.486 \times 0.005 / 1.25 = 1.94 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.18 kN/m

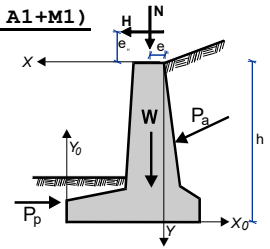
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(12.34 / 1.00 + 4.56) = 16.90 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 9.18 < R_d = 16.90 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

1.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

1.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.71	0.13	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.35	6.12	1.36	0.000	0.963
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.55- 1.35	-16.56	0.00	0.700	1.083
Βάρος τοίχου	W		0.00	11.82	0.225	0.825

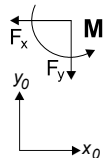


1.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

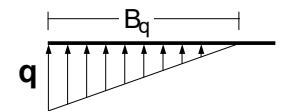
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.700	1.083	0.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.35	8.26	1.84	0.700	0.387	1.92
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	11.82	0.475	0.525	-5.62
			Σύνολα=	13.84			-2.78



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.84 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.78 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.06 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.06/13.84 = 0.149m$, $e_c > 0.700/6 = 0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.046 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.603 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.149 = 0.402 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.402 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 43.07 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 13.84 < R_d = 43.07 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

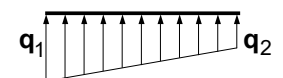


(EC7 Παράρτημα D)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.700	1.083	0.92
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.35	8.26	1.84	0.700	0.387	1.92
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	15.96	0.475	0.525	-7.59
			Σύνολα=	17.98			-4.75

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 17.98 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -4.75 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.54 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.54/17.98 = 0.086m$, $e_c \leq 0.700/6 = 0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.045 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.007 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.086 = 0.529 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.529 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 56.68 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 17.98 < R_d = 56.68 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



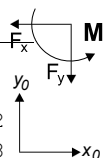
(EC7 Παράρτημα D)

1.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.700, y=1.350 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.700	1.083	1.04	0.12
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.35	8.26	1.84	0.700	0.387	3.20	1.28
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	11.82	0.475	0.525	0.00	5.62
			Σύνολα=	13.84			4.24	7.02

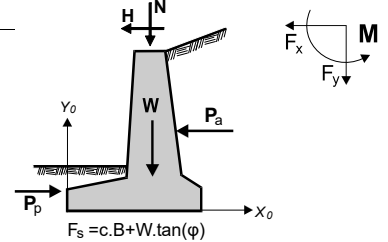


Σύνολο ροπών ανατροπής = 4.24 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 7.02 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=4.24 < M_{rd}=7.02$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c=(0.700/2)-(7.02-4.24)/13.84=0.149m$, $e_c \leq 0.700/3=0.233m$

1.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	0.00- 0.40	0.96	0.00	0.18
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.35$	0.40- 1.35	8.26	0.00	1.84
Παθητική ώθηση γαιών	$P_{px}1.00$	0.55- 1.35	0.00	16.56	0.00
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$		0.00	0.00	11.82
Σύνολα=			9.22	16.56	13.84



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 13.84 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 5.87$ kN/m
 Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.603 \times 0.005 / 1.10 = 2.74$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.22 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(16.56/1.40+5.87) = 17.70$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d=9.22 < R_d=17.70$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

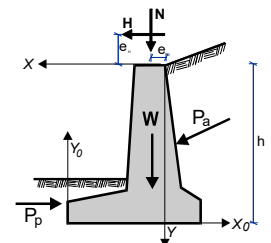
1.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

1.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00- 0.40	0.71	0.13	0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.40- 1.35	6.12	1.36	0.000	0.875
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.55- 1.35	-15.59	0.00	0.700	1.083
Βάρος τοίχου	W		0.00	11.82	0.225	0.825



1.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σειμού

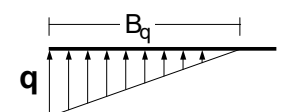
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00- 0.40	0.12		0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.40- 1.35	1.10		0.000	0.875
Βάρος τοίχου	W		1.01	±0.51	0.225	0.825

1.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.00$	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.700	1.150	0.86
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax}1.00$	0.40- 1.35	7.22	1.36	0.700	0.475	2.48
Βάρος τοίχου	$W \times 1.00$		1.01	11.31	0.475	0.525	-4.85
Σύνολα=				12.80			-1.51

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.80 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.51 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.97 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c=2.97/12.80=0.232m$, $e_c > 0.700/6=0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q=0.072$ N/mm² $B_q=0.354$ m
 Ενεργό θεμέλιο $L'=0.700-2 \times 0.232= 0.236$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d=L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.236 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 35.40$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d=12.80 < R_d=35.40$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

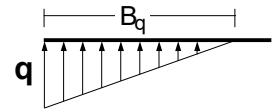
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

1.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.700	1.150	0.86
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.35	7.22	1.36	0.700	0.475	2.48
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.01	12.34	0.475	0.525	-5.33
Σύνολα=				13.83			-1.99

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.83 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.99 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.85 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 2.85/13.83 = 0.206m$, $ec > 0.700/6 = 0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.064 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.432 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.206 = 0.288 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot qu_k / \gamma_M = 0.288 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 43.20 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 13.83 < Rd = 43.20 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

1.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.700, y=1.350 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.700	1.150	0.95	0.09
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.35	7.22	1.36	0.700	0.475	3.43	0.95
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.01	11.82	0.475	0.525	0.53	5.62
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.51	0.475	0.525	0.24	0.00*
Σύνολα=				12.80			5.15	6.66

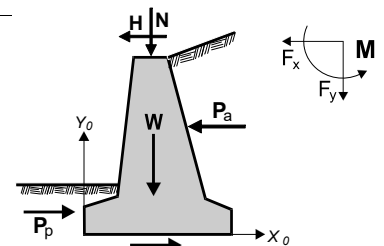
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 5.15 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 6.66 kNm/m
 Έλεγχος σε ανατροπή $Med = 5.15 < Mrd = 6.66 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec = (0.700/2) - (6.66 - 5.15) / 12.80 = 0.232m$, $ec \leq 0.700/3 = 0.233m$

1.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.00	0.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.35	7.22	0.00	1.36
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.55- 1.35	0.00	15.59	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.01	0.00	11.31
Σύνολα=			9.06	15.59	12.80



Τριβή εδάφους $Rd = Nd \cdot \tan \phi / \gamma_M = 12.80 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 5.97 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $Rd = A \cdot cu / \gamma_M = 1000 \times 0.354 \times 0.005 / 1.00 = 1.77 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.06 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(15.59/1.00 + 5.97) = 21.56 \text{ kN/m}$
 Έλεγχος σε ολίσθηση $Hd = 9.06 < Rd = 21.56 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

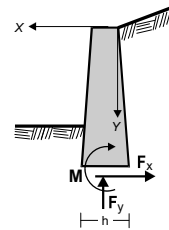
1.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.50	0.250	1.39	3.39	0.21
0.75	0.250	2.93	5.30	0.69
1.05	0.250	5.63	7.78	1.88

**1.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη**

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(\$3, §4.4.1.1)

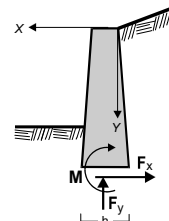
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: 0.26(f_{ctm}/f_{yk})d, 0.0013d, 0.0020A_c, μέγιστος: 0.04A_c (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s	min A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.21	-3.39	195	29.13	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	0.69	-5.30	195	18.92	0.01	0.3/20.0	2.31	0.00	(2.64)
1.05	1.88	-7.78	195	12.54	0.02	0.4/20.0	2.32	0.11	(2.64)

1.10.3. 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	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.50	0.250	1.47	3.39	0.26
0.75	0.250	2.95	5.30	0.80
1.05	0.250	5.47	7.78	2.16

**1.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)**

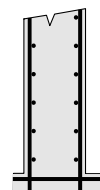
(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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 A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.26	-3.39	195	27.70	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	0.80	-5.30	195	18.05	0.02	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)
1.05	2.16	-7.78	195	11.87	0.02	0.5/20.0	2.32	0.14	(2.64)

1.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχουΟπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

1.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_{b, rqd} = (\varnothing/4) \cdot (s_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \cdot (23/1.61) = 36 \text{ mm}$$

$$s_{sd} = 435.00 \times 14 / 266 = 23 \text{ MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 \text{ MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 36 = 25 \text{ mm}, C_{nom} = 50 \text{ mm} > 3 \times 10 = 30 \text{ mm} = (3\varnothing)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

$$\text{Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης } l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, rqd}, 10\varnothing, 100 \text{ mm}) = 100 \text{ mm}$$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

1.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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.

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

$$V_{ed} = 3.87 \text{ kN/m}, V_{ed} (+\text{σεισμικός}) = 3.83 \text{ kN/m}, N_{ed} = -6.16 \text{ kN/m}$$

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)

$$C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120, f_{ck} = 25 \text{ MPa}, b_w = 1000 \text{ mm}, d = 195 \text{ mm}$$

$$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2, k = 2.00, k_1 = 0.15$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 266 / (1000 \times 195) = 0.0014$$

$$\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 1000 \times 6.16 / 250000 = 0.02 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49 \text{ N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd, c(min)} = 0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14 \text{ kN/m}$$

$$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64, V_{rdc} = 96.14 \text{ kN/m}$$

$$V_{ed} = 3.87 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 96.14 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta), V_{ed} / \max(V_{rdmax}) = 0.01, \theta = 45.0^\circ \cot \theta = 1.00 \tan \theta = 1.00$$

$$\alpha_{cw} = 1.00 \quad z = 0.9d, f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa} \quad v_1 = 0.6 [1 - f_{ck} / 250] = 0.6 [1 - 25 / 250] = 0.540, f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$$

$$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 671.4 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 5.6 \text{ kN} < 671.4 \text{ kN} = V_{rdmax}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

1.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

1.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 17.98 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 1.54 \text{ kNm/m}$$

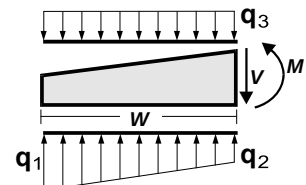
$$q_1 = 0.045 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.020 \text{ N/mm}^2, w = 0.450 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3 = 0.010 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 2.68 \text{ kNm/m}, V = 10.09 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h = 250 \text{ mm από παρειά} = 5.85 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = 2.68 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 5.85 \text{ kN/m}$$



1.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$ (με σεισμό)

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 12.80 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 2.85 \text{ kNm/m}$$

$$q_1 = 0.067 \text{ N/mm}^2, q_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2, w = 0.450 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3 = 0.008 \text{ N/mm}^2$$

$$M = 3.24 \text{ kNm/m}, V = 9.20 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h = 250 \text{ mm από παρειά} = 6.55 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = 3.24 \text{ kNm/m}, V_{ed} = 6.55 \text{ kN/m}$$

1.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$$M_{ed} = 3.24 \text{ kNm/m}, d = 244 \text{ mm}, K_d = 13.56 \quad x/d = 0.02 \quad \varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1} = -0.4/20.0 \quad k_s = 2.31, A_s = 0.31 \text{ cm}^2/\text{m}$$

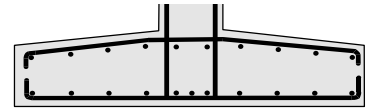
$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk} \quad (A_s = 3.30 \text{ cm}^2/\text{m})$$

(EC2 §9.3.1)

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } \varnothing 12/34.0 \quad (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

1.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ ($3.32 \text{ cm}^2/\text{m}$)
 Δευτερευών εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ ($2.82 \text{ cm}^2/\text{m}$)



1.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4)

$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50)

$V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d = d_m = 244 \text{ mm}$, $a = 244 \text{ mm}$

$C_{rdc} = 0.18/\gamma_c = 0.18/1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, $b_w = 1000 \text{ mm}$, $d = 244 \text{ mm}$

$k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 1.91$

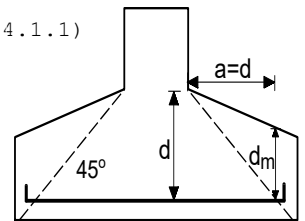
$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) = 332/(1000 \times 244) = 0.0014$

$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46 \text{ N/mm}^2$, (EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd, c (min)} = 0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48 \text{ kN/m}$

$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82$, $V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}$

$V_{ed} = 6.55 \text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 224.48 \text{ kN/m}$, διάτμηση και διάτρηση OK



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot \theta = 1.00$ $\tan \theta = 1.00$

$\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa}$ $v_l = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$

$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$

$V_{ed} = 10.1 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

1.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου $0.473 \text{ m}^3/\text{m}$

Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 14.835 kg/m

Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου $19.020 \times 0.473 = 8.987 \text{ m}^3$

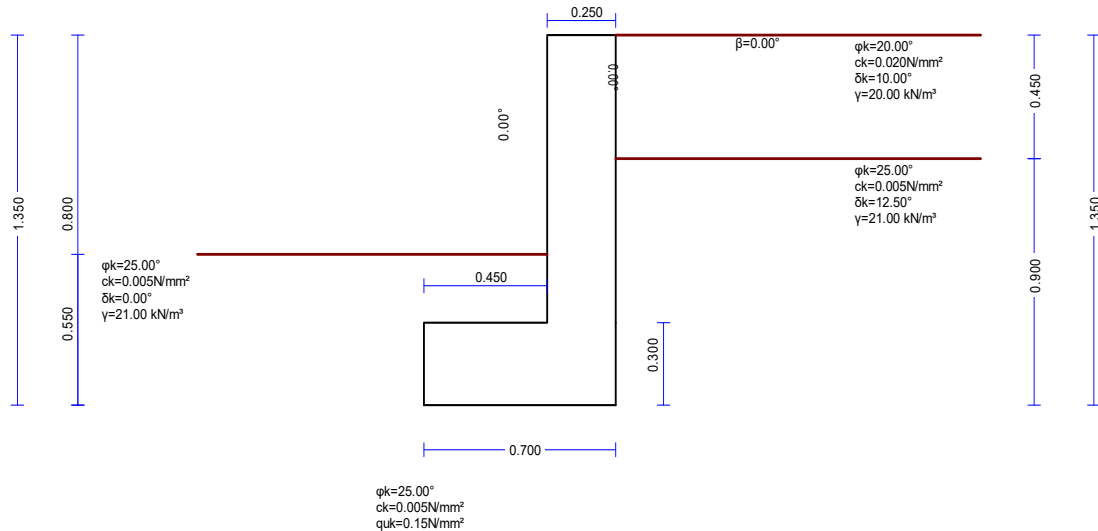
Συνολικός οπλισμός τοίχου $19.020 \times 14.835 = 282.160 \text{ kg}$

2. ΤΟΙΧΟΣ T14 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

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

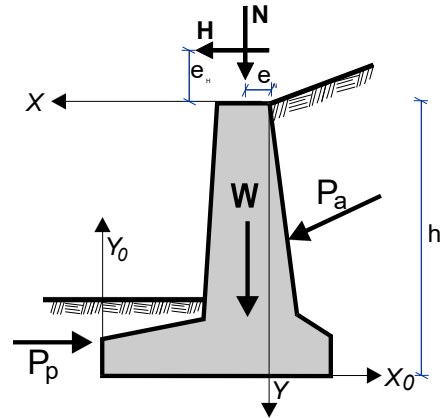
C25/30 - B500C
Σεισμός α=0.160g



2.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h=	1.350 m
Μήκος τοίχου	L=	6.460 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1=	0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2=	0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B=	0.700 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά		0.450 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω		0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	ho=	1.050 m
Υψος βάσης τοίχου		0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά		0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω		0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυ		0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφ		0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A= 0.473 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W= 0.473 \times 25.000= 11.82 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x=0.225 \text{ m}, y=0.825 \text{ m} (x_o=0.475 \text{ m}, y_o=0.525 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας:	C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού:	Cnom=50 mm
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας:	C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού:	Cnom=50 mm

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

2.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

(EQU) (STR/GEO) (Σεισμός)
(A1+M1)

Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst} :	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb} :	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst} :	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb} :	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_{ϕ} :	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	γ_c :	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή cu	γ_{cu} :	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή qu	γ_{qu} :	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	γ_w :	1.00	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

2.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

2.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}=11.82 \times 0.085 = 1.01 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}=11.82 \times 0.043 = 0.51 \text{ kN/m}$

2.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

2.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=0.450 \text{ m}$, $H_s=0.450 \text{ m}$

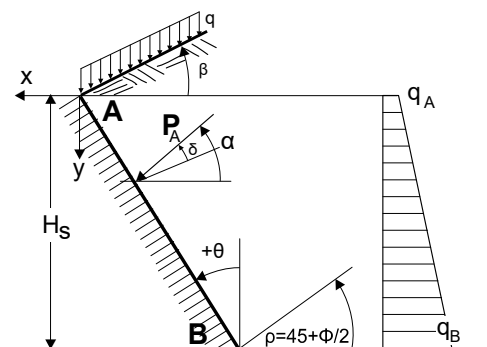
Ανω Σημείο A $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.000 \text{ m}$
 Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.450 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος
 Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$
 Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$
 Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi = 20.00^\circ$
 Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.020 \text{ N/mm}^2$
 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 $\delta = 10.00^\circ$

Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

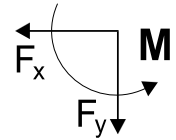
EQU A1+M1
 Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\phi/2=53.00$ 55.00°
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.522$ 0.447
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$



$$K_a = \frac{\cos^2(\phi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\sin(\phi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 4.02$	3.30 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.90\text{m}$)	$q_B = 12.47$	10.24 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 7.42$	6.09 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 7.31$	5.95 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 1.29$	1.32 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -7.14$	-5.81 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}$, $y = 0.977 \text{ m}$		

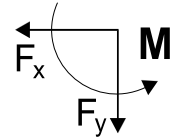


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=1.350 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	8.36	6.84 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	1.44	1.48 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	3.83	3.15 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
 Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 5.95 = 7.02 \text{ kN/m}$

2.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

2.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.800 \text{ m}$ έως $Y=1.350 \text{ m}$, $H_s=0.550 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x = 0.700 \text{ m}$ $y = 0.800 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x = 0.700 \text{ m}$ $y = 1.350 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

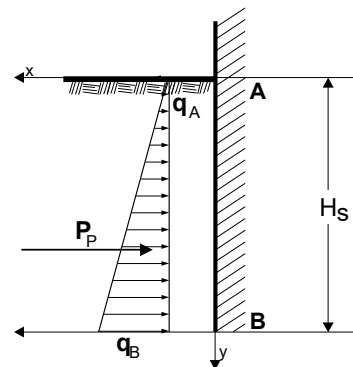
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



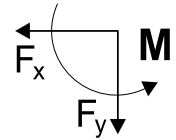
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 =$	35.00	32.50°
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$	2.040	2.464
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$		

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.55\text{m}$)	$q_B = -23.56$	-28.46 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_p = 6.48$	7.83 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px} = -6.48$	-7.83 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py} = 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 7.56$	9.14 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.700 \text{ m}$, $y = 1.167 \text{ m}$		

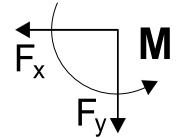


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.700 \text{ m}$, $y=1.350 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -6.48$	-7.83 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = -1.19$	-1.43 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

$$\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \quad \omega = 5.08^\circ$$

$$\text{Συντελεστής παθητικής ώθησης } K_p^* (\text{STR}) = 2.319$$

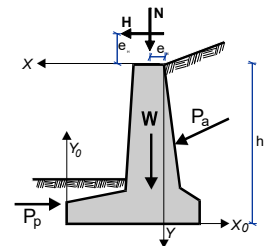
$$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$$

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -6.10$	-7.37

2.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00 - 0.45	1.05	0.15	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.45 - 1.35	7.31	1.29	0.000	0.977
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.80 - 1.35	-6.48	0.00	0.700	1.167
Βάρος τοίχου	W		0.00	11.82	0.225	0.825

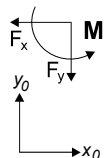


2.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

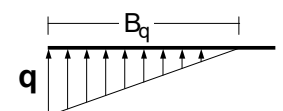
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.00 - 0.45	1.16	0.17	0.700	1.050	1.09
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.45 - 1.35	8.04	1.42	0.700	0.373	2.01
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	10.64	0.475	0.525	-5.06
			Σύνολα=	12.23			-1.96



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.23 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.96 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.32 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.32 / 12.23 = 0.190\text{m}$, $e_c > 0.700 / 6 = 0.117\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.051 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.481 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.190 = 0.321 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.321 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 34.39 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 12.23 < R_d = 34.39 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



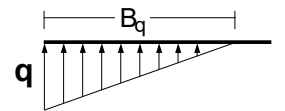
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.17	0.700	1.050	1.09
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.35	8.04	1.42	0.700	0.373	2.01
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	13.00	0.475	0.525	-6.18
			Σύνολα=	14.59			-3.08

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.59 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.08 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.03 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=2.03/14.59=0.139m$, $ec>0.700/6=0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q=0.046$ N/mm² $Bq=0.633$ m
 Ενεργό θεμέλιο $L'=0.700-2x0.139=0.422$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=0.422x(1000x0.15)/1.40=45.21$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=14.59 < Rd=45.21$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



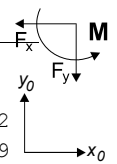
(EC7 Παράρτημα D)

2.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.700, y=1.350$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.17	0.700	1.050	1.21	0.12
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.35	8.04	1.42	0.700	0.373	3.00	0.99
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	10.64	0.475	0.525	0.00	5.06
			Σύνολα=	12.23			4.21	6.17

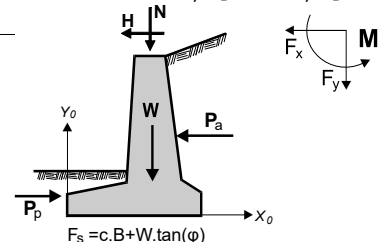


Σύνολο ροπών ανατροπής = 4.21 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 6.17 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $Med=4.21 < Mrd=6.17$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(0.700/2)-(6.17-4.21)/12.23=0.190m$, $ec\leq 0.700/3=0.233m$

2.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.00	0.17
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.35	8.04	0.00	1.42
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.80- 1.35	0.00	5.83	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	10.64
			Σύνολα=	9.20	12.23



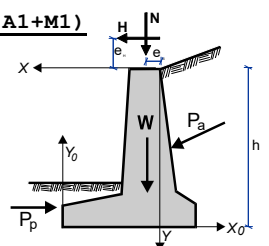
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 12.23x\tan(25.00^\circ)/1.25=4.56$ kN/m
 Συνεπτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000x0.481x0.005/1.25=1.92$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.20 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(5.83/1.00+4.56)=10.39$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=9.20 < Rd=10.39$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

2.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

2.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.89	0.16	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.35	5.95	1.32	0.000	0.977
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.80- 1.35	-7.83	0.00	0.700	1.167
Βάρος τοίχου	W		0.00	11.82	0.225	0.825

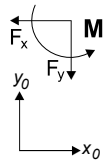


2.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

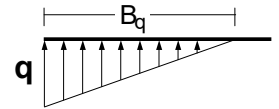
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.700	1.050	1.11
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.35	8.03	1.78	0.700	0.373	1.76
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	11.82	0.475	0.525	-5.62
Σύνολα=				13.82			-2.75



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.82 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.75 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.09 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 2.09/13.82 = 0.151m$, $ec > 0.700/6 = 0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.046 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.596 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

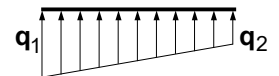
Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.151 = 0.398 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.398 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 42.64 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 13.82 < Rd = 42.64 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.700	1.050	1.11
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.35	8.03	1.78	0.700	0.373	1.76
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	15.96	0.475	0.525	-7.59
Σύνολα=				17.96			-4.72

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 17.96 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -4.72 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.57 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.57/17.96 = 0.087m$, $ec \leq 0.700/6 = 0.117m$
 Τάσεις εδάφους $q1 = 0.045 \text{ N/mm}^2$ $q2 = 0.006 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.087 = 0.525 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.525 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 56.25 \text{ kN/m}$

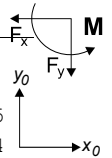
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 17.96 < Rd = 56.25 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

2.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.700, y=1.350 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.700	1.050	1.26	0.15
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.35	8.03	1.78	0.700	0.373	3.00	1.24
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	11.82	0.475	0.525	0.00	5.62
Σύνολα=				13.82			4.26	7.01



Σύνολο ροπών ανατροπής = 4.26 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 7.01 kNm/m

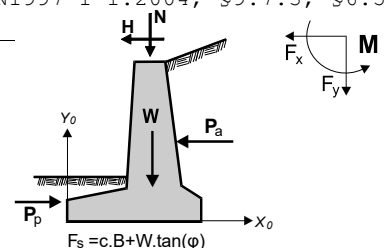
Ελεγχος σε ανατροπή $Med = 4.26 < Mrd = 7.01 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec = (0.700/2) - (7.01 - 4.26) / 13.82 = 0.151m$, $ec \leq 0.700/3 = 0.233m$

2.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.00	0.22
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.35	8.03	0.00	1.78
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.80- 1.35	0.00	7.83	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	11.82
Σύνολα=			9.23	7.83	13.82



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 13.82 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 5.86 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.596 \times 0.005 / 1.10 = 2.71 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.23 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.83/1.40 + 5.86) = 11.45 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 9.23 < R_d = 11.45 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

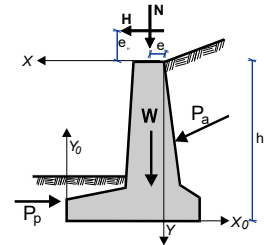
2.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

2.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.89	0.16	0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.35	5.95	1.32	0.000	0.900
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.80- 1.35	-7.37	0.00	0.700	1.167
Βάρος τοίχου	W		0.00	11.82	0.225	0.825



2.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

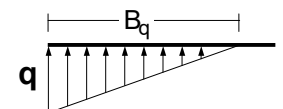
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.15		0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.35	1.07		0.000	0.900
Βάρος τοίχου	W		1.01	±0.51	0.225	0.825

2.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.700	1.125	1.06
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.35	7.02	1.32	0.700	0.450	2.24
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.01	11.31	0.475	0.525	-4.85
			Σύνολα=	12.79			-1.55

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.79 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.55 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.93 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.93 / 12.79 = 0.229 \text{ m}$, $e_c > 0.700 / 6 = 0.117 \text{ m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.071 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.363 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.229 = 0.242 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.242 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 36.30 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 12.79 < R_d = 36.30 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



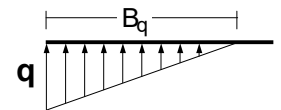
(EC7 Παράρτημα D)

2.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.700	1.125	1.06
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.35	7.02	1.32	0.700	0.450	2.24
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.01	12.34	0.475	0.525	-5.33
			Σύνολα=	13.82			-2.03

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.82 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.03 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.81 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.81/13.82 = 0.203\text{m}$, $e_c > 0.700/6 = 0.117\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.063 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.440 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.700 - 2 \times 0.203 = 0.293 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.293 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 43.95 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 13.82 < R_d = 43.95 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

2.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.700, y=1.350 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.700	1.125	1.17	0.11
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.35	7.02	1.32	0.700	0.450	3.16	0.92
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.01	11.82	0.475	0.525	0.53	5.62
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.51	0.475	0.525	0.24	0.00*
Σύνολα=				12.79			5.10	6.65

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 5.10 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 6.65 kNm/m

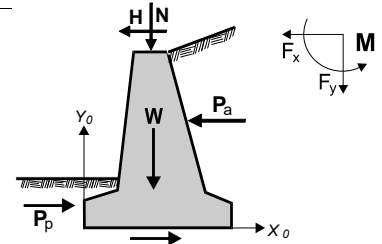
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 5.10 < M_{rd} = 6.65 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (0.700/2) - (6.65 - 5.10) / 12.79 = 0.229\text{m}$, $e_c \leq 0.700/3 = 0.233\text{m}$

2.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.00	0.16
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.35	7.02	0.00	1.32
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.80- 1.35	0.00	7.37	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.01	0.00	11.31
Σύνολα=			9.07	7.37	12.79



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 12.79 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 5.96 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.363 \times 0.005 / 1.00 = 1.81 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.07 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.37/1.00 + 5.96) = 13.33 \text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 9.07 < R_d = 13.33 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

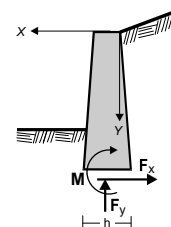
2.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.50	0.250	1.43	3.39	0.20
0.75	0.250	2.97	5.30	0.70
1.05	0.250	5.64	7.76	1.89



2.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

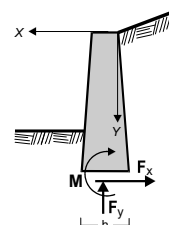
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.20	-3.39	195	29.41	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	0.70	-5.30	195	18.82	0.01	0.3/20.0	2.31	0.01	(2.64)
1.05	1.89	-7.76	195	12.49	0.02	0.4/20.0	2.32	0.11	(2.64)

2.10.3. 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]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.50	0.250	1.51	3.39	0.24
0.75	0.250	2.98	5.30	0.79
1.05	0.250	5.48	7.76	2.12



2.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.24	-3.39	195	28.09	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.75	0.79	-5.30	195	18.12	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)
1.05	2.12	-7.76	195	11.95	0.02	0.5/20.0	2.32	0.14	(2.64)

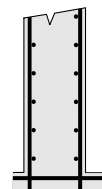
2.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



2.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$$l_b, r_{qd} = (\varnothing/4) (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (10/4) \times (23/1.61) = 36 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = 435.00 \times 14 / 266 = 23 \text{ MPa} \quad f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 \text{ MPa}$$

(EC2 §8.4.2)

$$\text{Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης } l_{bd} = 0.70 \times 36 = 25 \text{ mm}, C_{nom} = 50 \text{ mm} > 3 \times 10 = 30 \text{ mm} = (3\varnothing)$$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

$$\text{Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης } l_b, \min = \max(0.30 l_b, r_{qd}, 10\varnothing, 100 \text{ mm}) = 100 \text{ mm}$$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

2.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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.

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

$V_{ed}=3.91 \text{ kN/m}$, $V_{ed} (+\text{σεισμικός})=3.86 \text{ kN/m}$, $N_{ed}=-6.16 \text{ kN/m}$

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)

$$V_{rdc} >= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

(EC2 Εξ.6.2.b)

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=195\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=2.00, k_1=0.15$$

$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$$

$$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 6.16/250000=0.02\text{N/mm}^2$$

$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49\text{N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64, V_{rdc}=96.14\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=3.91 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=96.14 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta), V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01, \theta=45.0^\circ \cot\theta=1.00 \tan\theta=1.00$$

$$\alpha_{cw}=1.00 z=0.9d, f_{ck}=25.0 \leq 60\text{MPa} v_1=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540, f_{cd}=14.17\text{MPa}$$

$$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4 \text{ kN}$$

$$V_{ed}=5.6 \text{ kN} < 671.4 \text{ kN} = V_{rdmax}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

2.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

2.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 17.96 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 1.57 \text{ kNm/m}$$

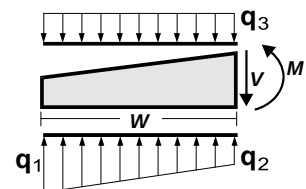
$$q_1=0.045 \text{ N/mm}^2, q_2=0.020 \text{ N/mm}^2, w=0.450 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.010 \text{ N/mm}^2$$

$$M=2.70 \text{ kNm/m}, V=10.14 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 5.90 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=2.70 \text{ kNm/m}, V_{ed}=5.90 \text{ kN/m}$$



2.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$ (με σεισμό)

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 12.79 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 2.81 \text{ kNm/m}$$

$$q_1=0.065 \text{ N/mm}^2, q_2=0.000 \text{ N/mm}^2, w=0.450 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.008 \text{ N/mm}^2$$

$$M=3.20 \text{ kNm/m}, V=9.19 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 6.68 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=3.20 \text{ kNm/m}, V_{ed}=6.68 \text{ kN/m}$$

2.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$$M_{ed}=3.20 \text{ kNm/m}, d=244\text{mm}, K_d=13.64 x/d=0.02 \epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.4/20.0 k_s=2.31, A_s=0.30 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk} (A_s=3.30 \text{ cm}^2/\text{m})$$

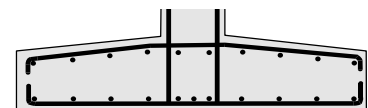
(EC2 §9.3.1)

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } \varnothing 12/34.0 (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

2.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

$$\text{Οπλισμός πεδίου κάτω } \varnothing 12/34.0 (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

$$\text{Δευτερέων εγκάρσιος οπλισμός } \varnothing 12/40.0 (2.82 \text{ cm}^2/\text{m})$$



2.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτμησης 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)

$$V_{rdc} >= [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, d=d_m=244\text{mm}, a=244\text{mm}$$

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=244\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=1.91$$

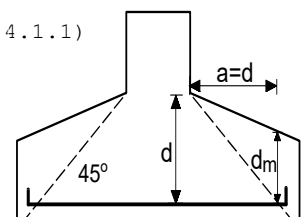
$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$$

$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46\text{N/mm}^2, \quad (\text{EC2 Εξ.6.3N})$$

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82, V_{rdc}=224.48\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=6.68 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=224.48 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot\theta = 1.00$ $\tan\theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ Mpa}$ $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17 \text{ Mpa}$
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 10.1 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}$, ο έλεγγος επαληθεύεται

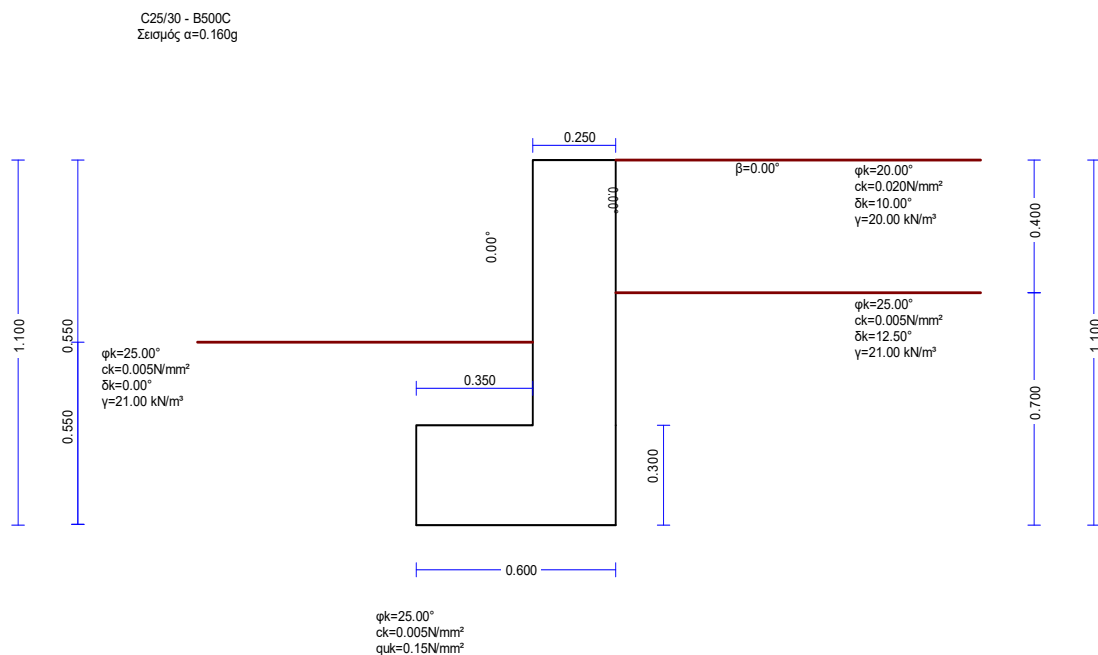
2.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	0.473 m³/m
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	14.636 kg/m
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου	6.460x 0.473= 3.052 m³
Συνολικός οπλισμός τοίχου	6.460x 14.636= 94.550 kg

3. ΤΟΙΧΟΣ T15 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

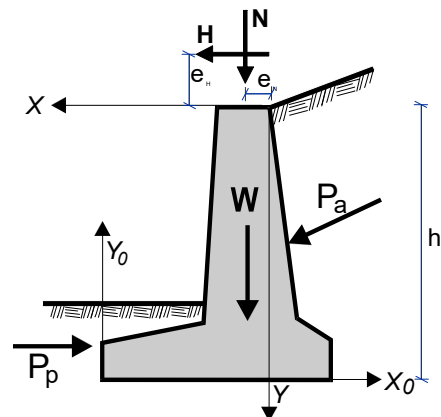
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



3.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 1.100 m	
Μήκος τοίχου	L= 4.350 m	
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.250 m	
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.250 m	
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 0.600 m	
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.350 m	
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.000 m	
Υψος κορμού τοίχου	ho= 0.800 m	
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m	
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m	
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m	
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυ	0.000°	(0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφ	0.000°	(0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου $\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
 Εμβαδόν διατομής τοίχου $A= 0.380 \text{ m}^2$
 Ίδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο $W= 0.380 \times 25.000 = 9.50 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βάρους τοίχου $x=0.208 \text{ m}, y=0.661 \text{ m} (x_o=0.392 \text{ m}, y_o=0.439 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C (EC2 §3)
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

3.2. 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)
				(A1+M1)	
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	$\gamma_{Gdst}:$	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	$\gamma_{Gstb}:$	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	$\gamma_{Qdst}:$	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	$\gamma_{Qstb}:$	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	$\gamma_{\phi}:$	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	$\gamma_c:$	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	$\gamma_{c_u}:$	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	$\gamma_{q_u}:$	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	$\gamma_w:$	1.00	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40, \gamma_{R,h}(R2)=1.10, \gamma_{R,e}(R2)=1.40$

3.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

3.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}, \alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}= 9.50 \times 0.085 = 0.81 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}= 9.50 \times 0.043 = 0.41 \text{ kN/m}$

3.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

3.5.1. Τμήμα τοίχου από Y=0.000 m έως Y=0.400 m, Hs=0.400 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.000 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 0.400 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 20.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.020 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

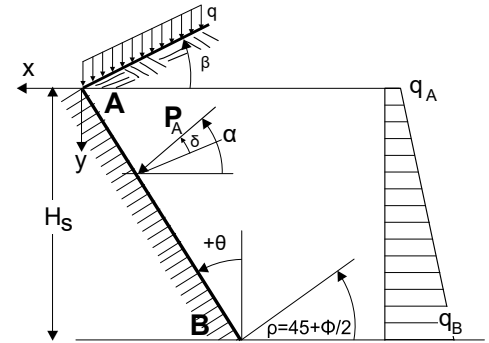
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 10.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 53.00 \quad 55.00^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.522 \quad 0.447$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$q_A = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.40 \text{ m}$)

$q_B = 4.18 \quad 3.58 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2} (q_A + q_B) H$

$P_a = 0.84 \quad 0.72 \text{ kN/m}$

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 8.00 \quad 10.00^\circ$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

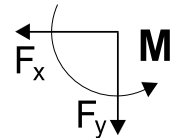
$P_{ax} = 0.83 \quad 0.71 \text{ kN/m}$

Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{ay} = 0.12 \quad 0.13 \text{ kN/m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = -0.22 \quad -0.19 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}, y = 0.267 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=0.400 \text{ m}$)

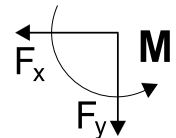
Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 0.83 \quad 0.71 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 0.12 \quad 0.13 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.11 \quad 0.09 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.521$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.521 / 0.447 - 1) = 0.166$

$$K_E = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.166 \times 0.71 = 0.83 \text{ kN/m}$

3.5.2. Τμήμα τοίχου από Y=0.400 m έως Y=1.100 m, Hs=0.700 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.400 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 1.100 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$$\phi = 25.00^\circ$$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

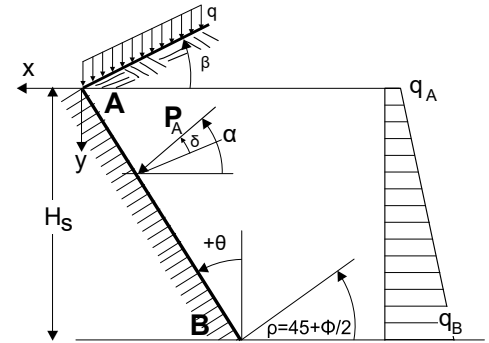
$$\beta = 0.00^\circ$$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$$\theta = 0.00^\circ$$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$$\delta = 12.50^\circ$$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 8.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 55.00 \quad 57.50^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU

A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$$q_A = 3.58$$

$$2.94 \text{ kN/m}^2$$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.70\text{m}$)

$$q_B = 10.15$$

$$8.33 \text{ kN/m}^2$$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$$P_a = 4.81$$

$$3.94 \text{ kN/m}$$

Γωνία ώθησης γαιών

$$\alpha = 10.00$$

$$12.50^\circ$$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$$P_{ax} = 4.74$$

$$3.85 \text{ kN/m}$$

Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$$P_{ay} = 0.84$$

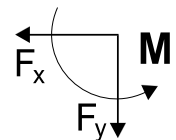
$$0.85 \text{ kN/m}$$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$$M = -3.82$$

$$-3.10 \text{ kNm/m}$$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}, y = 0.806 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=1.100 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

EQU

A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 5.57$

$$5.57$$

$$4.56 \text{ kN/m}$$

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 0.96$

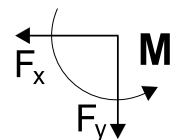
$$0.96$$

$$0.98 \text{ kN/m}$$

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 2.08$

$$2.08$$

$$1.72 \text{ kNm/m}$$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $kh = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $kv = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 3.85 = 4.54 \text{ kN/m}$

3.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

3.6.1. Τμήμα τοίχου από Y=0.550 m έως Y=1.100 m, Hs=0.550 m

Ανω Σημείο A x= 0.600 m y= 0.550 m

Κάτω Σημείο B x= 0.600 m y= 1.100 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

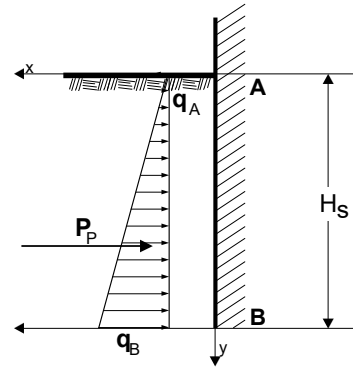
$\beta = 0.00^\circ$

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 0.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \phi/2 = 35.00 \quad 32.50^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$q_A = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.55\text{m}$)

$q_B = -23.56 \quad -28.46 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$P_p = 6.48 \quad 7.83 \text{ kN/m}$

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{px} = -6.48 \quad -7.83 \text{ kN/m}$

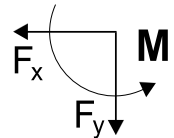
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{py} = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$M = 5.94 \quad 7.18 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.600 \text{ m}, y = 0.917 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.600 \text{ m}, y=1.100 \text{ m}$)

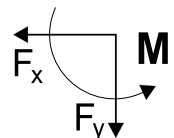
Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -6.48 \quad -7.83 \text{ kN/m}$

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

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = -1.19 \quad -1.43 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

$\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p^*(STR) = 2.319$

$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$

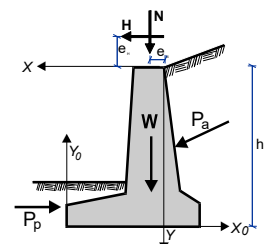
EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -6.10 \quad -7.37$

3.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00 - 0.40	0.83	0.12	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40 - 1.10	4.74	0.84	0.000	0.806
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.55 - 1.10	-6.48	0.00	0.600	0.917
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.50	0.208	0.661

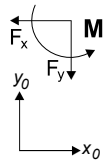


3.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

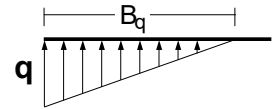
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x ₀ [m]	y ₀ [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.600	0.833	0.68
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.10	5.21	0.92	0.600	0.294	0.98
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.55	0.392	0.439	-3.35
Σύνολα=				9.60			-1.69



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.60 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.69 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.19 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.19 / 9.60 = 0.124\text{m}$, $e_c > 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.036\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.528\text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

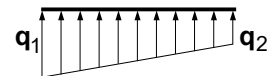
Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.124 = 0.352\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.352 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 37.71\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 9.60 < R_d = 37.71\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x ₀ [m]	y ₀ [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.600	0.833	0.68
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.10	5.21	0.92	0.600	0.294	0.98
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	10.45	0.392	0.439	-4.09
Σύνολα=				11.50			-2.43

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.50 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.43 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.02 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.02 / 11.50 = 0.089\text{m}$, $e_c \leq 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.036\text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.002\text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.089 = 0.423\text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.423 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 45.32\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 11.50 < R_d = 45.32\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

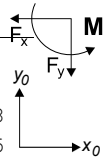
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

3.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.600, y=1.100\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x ₀ [m]	y ₀ [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.600	0.833	0.76	0.08
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.10	5.21	0.92	0.600	0.294	1.53	0.55
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.55	0.392	0.439	0.00	3.35
Σύνολα=				9.60			2.29	3.98



Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.29 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.98 kNm/m

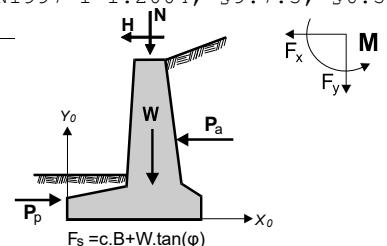
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 2.29 < M_{rd} = 3.98\text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (0.600 / 2) - (3.98 - 2.29) / 9.60 = 0.124\text{m}$, $e_c \leq 0.600 / 3 = 0.200\text{m}$

3.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _{x+} [kN/m]	F _{x-} [kN/m]	F _y [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.00	0.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.10	5.21	0.00	0.92
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.55- 1.10	0.00	5.83	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	8.55
Σύνολα=			6.12	5.83	9.60

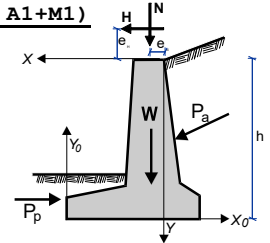


Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 9.60 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 3.58 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.528 \times 0.005 / 1.25 = 2.11 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.12 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(5.83/1.00 + 3.58) = 9.41 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.12 < R_d = 9.41 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

3.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

3.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.71	0.13	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.10	3.85	0.85	0.000	0.806
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.55- 1.10	-7.83	0.00	0.600	0.917
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.50	0.208	0.661

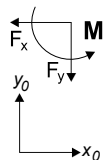


3.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

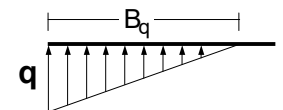
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.600	0.833	0.69
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	1.15	0.600	0.294	0.84
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.50	0.392	0.439	-3.72
			Σύνολα=	10.83			-2.19



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.83 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.19 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.06 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.06 / 10.83 = 0.098\text{m}$, $ec \leq 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.036 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.098 = 0.404 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.404 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 43.29 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.83 < R_d = 43.29 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

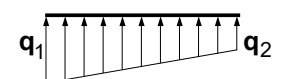


(EC7 Παράρτημα D)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.600	0.833	0.69
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	1.15	0.600	0.294	0.84
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	12.83	0.392	0.439	-5.02
			Σύνολα=	14.16			-3.49

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.16 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.49 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.76 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 0.76 / 14.16 = 0.054\text{m}$, $ec \leq 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.036 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.011 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.054 = 0.493 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.493 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 52.82 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 14.16 < R_d = 52.82 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

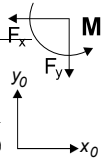
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

3.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.600, y=1.100$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.600	0.833	0.80	0.11
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	1.15	0.600	0.294	1.53	0.69
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.50	0.392	0.439	0.00	3.72
Σύνολα=				10.83			2.33	4.52



Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.33 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.52 kNm/m

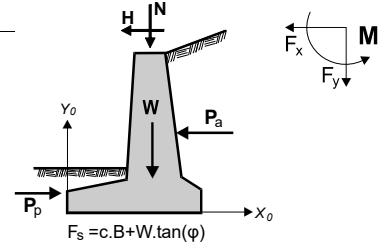
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=2.33 < M_{rd}=4.52$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(0.600/2)-(4.52-2.33)/10.83=0.098m$, $ec \leq 0.600/3=0.200m$

3.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.00	0.18
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	0.00	1.15
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.55- 1.10	0.00	7.83	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	9.50
Σύνολα=			6.16	7.83	10.83



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 10.83 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 4.59$ kN/m

Συνεπτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.600 \times 0.005 / 1.10 = 2.73$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεπτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.16 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.83/1.40+4.59) = 10.18$ kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=6.16 < R_d=10.18$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

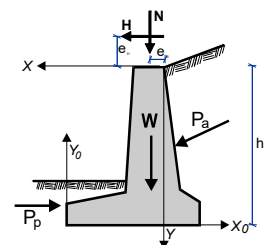
3.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

3.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.71	0.13	0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.10	3.85	0.85	0.000	0.750
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.55- 1.10	-7.37	0.00	0.600	0.917
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.50	0.208	0.661



3.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

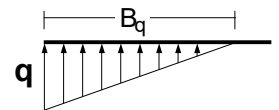
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.12		0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.10	0.69		0.000	0.750
Βάρος τοίχου	W		0.81	±0.41	0.208	0.661

3.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.600	0.900	0.67
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.85	0.600	0.350	1.08
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.09	0.392	0.439	-3.20
Σύνολα=				10.07			-1.45

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.45 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.57 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.57/10.07 = 0.156\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.047 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.432 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.156 = 0.288 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.288 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 43.20 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.07 < R_d = 43.20 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

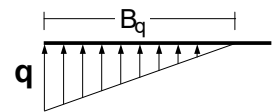
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

3.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.600	0.900	0.67
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.85	0.600	0.350	1.08
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.91	0.392	0.439	-3.53
			Σύνολα=	10.89			-1.78

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.89 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.78 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.49 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.49/10.89 = 0.137\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.044 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.490 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.137 = 0.326 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.326 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 48.90 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.89 < R_d = 48.90 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

3.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.600, y = 1.100 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.600	0.900	0.75	0.08
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.85	0.600	0.350	1.59	0.51
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.50	0.392	0.439	0.36	3.72
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.41	0.392	0.439	0.16	0.00*
			Σύνολα=	10.07			2.86	4.31

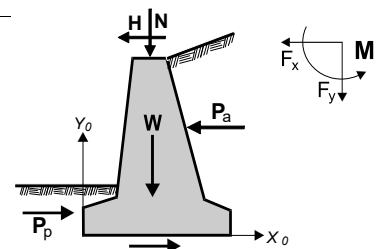
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.86 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.31 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 2.86 < M_{rd} = 4.31 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.600/2) - (4.31 - 2.86) / 10.07 = 0.156\text{m}$, $e_c \leq 0.600/3 = 0.200\text{m}$

3.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.00	0.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.00	0.85
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.55- 1.10	0.00	7.37	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	0.00	9.09
			Σύνολα=	6.18	10.07



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 10.07 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 4.70 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.432 \times 0.005 / 1.00 = 2.16 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.18 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.37/1.00 + 4.70) = 12.07 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.18 < R_d = 12.07 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

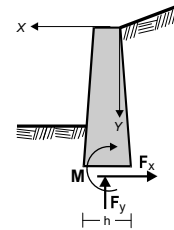
3.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.50	0.250	1.39	3.39	0.21
0.80	0.250	3.32	5.70	0.84



3.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(§3, §4.4.1.1)

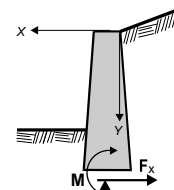
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: 0.26(f_{ctm}/f_{yk})d, 0.0013d, 0.0020A_c, μέγιστος: 0.04A_c (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s	min A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.21	-3.39	195	29.13	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.80	0.84	-5.70	195	17.55	0.02	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)

3.10.3. 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	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.50	0.250	1.47	3.39	0.26
0.80	0.250	3.32	5.70	0.96



3.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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 A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.26	-3.39	195	27.70	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.80	0.96	-5.70	195	16.72	0.02	0.3/20.0	2.31	0.03	(2.64)

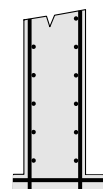
3.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



3.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

l_b, r_{qd}=(Ø/4) (σ_{sd}/f_{bd})=(10/4) x (5/1.61)=8mm

σ_{sd}=435.00x3/266=5MPa f_{bd}=2.25x0.70xf_{ctd}=1.61 MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης l_{bd}=0.70x8=5mm, C_{nom}=50mm>3x10=30mm=(3Ø)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης l_b, min=max(0.30l_{brqd}, 10Ø, 100mm)=100mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

3.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

 $V_{ed}=2.07$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=2.12 kN/m, $N_{ed}=-4.20$ kN/m
Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

 $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(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)

 $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=195$ mm

 $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=2.00$, $k_1=0.15$
 $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$
 $\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 4.20/250000=0.02$ N/mm²
 $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

 $V_{rd,c}(min)=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14$ kN/m

 $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64$, $V_{rdc}=96.14$ kN/m

 $V_{ed}=2.12$ kN/m $\leq V_{rdc}=96.14$ kN/m, διάτμηση OK

 $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.00$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$
 $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa

 $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4$ kN

 $V_{ed}=3.3$ kN < 671.4 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται
3.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

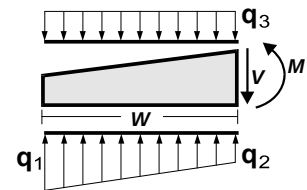
3.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600$ m το $x=0.250$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.16 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.76 kNm/m

 $q_1=0.036$ N/mm², $q_2=0.021$ N/mm², $w=0.350$ m
πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.010$ N/mm²
 $M=1.31$ kNm/m, $V=6.61$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 2.52 kN/m

 $M_{ed}=1.31$ k Nm/m, $V_{ed}=2.52$ kN/m
**3.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600$ m το $x=0.250$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.07 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.49 kNm/m

 $q_1=0.044$ N/mm², $q_2=0.010$ N/mm², $w=0.350$ m
πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.008$ N/mm²
 $M=1.47$ kNm/m, $V=6.73$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 3.19 kN/m

 $M_{ed}=1.47$ k Nm/m, $V_{ed}=3.19$ kN/m
3.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

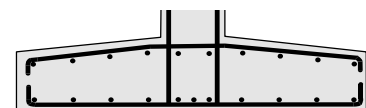
(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

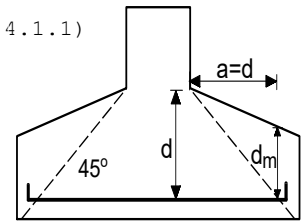
 $M_{ed}=1.47$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=20.12$ $x/d=0.01$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.3/20.0$ $k_s=2.31$, **$As=0.14$ cm²/m**
Ελάχιστος οπλισμός $As \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk}$ ($As=3.30$ cm²/m)

(EC2 §9.3.1)

Ελάχιστος οπλισμός Ø12/34.0 (3.32 cm²/m)**3.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου**Οπλισμός πεδίου κάτω Ø12/34.0 (3.32 cm²/m)Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός Ø12/40.0 (2.82 cm²/m)

3.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=244$ mm, $a=244$ mm $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=244$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.91$ $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$ $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244=224.48$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244=169.82$, $V_{rdc}=224.48$ kN/m $V_{ed}=3.19$ kN/m $\leq V_{rdc}=224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$ $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17/2.00=840.2$ kN $V_{ed}=6.7$ kN < 840.2 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται**3.12. Προμέτρηση υλικών**Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 0.380 m³/m

Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 12.414 kg/m

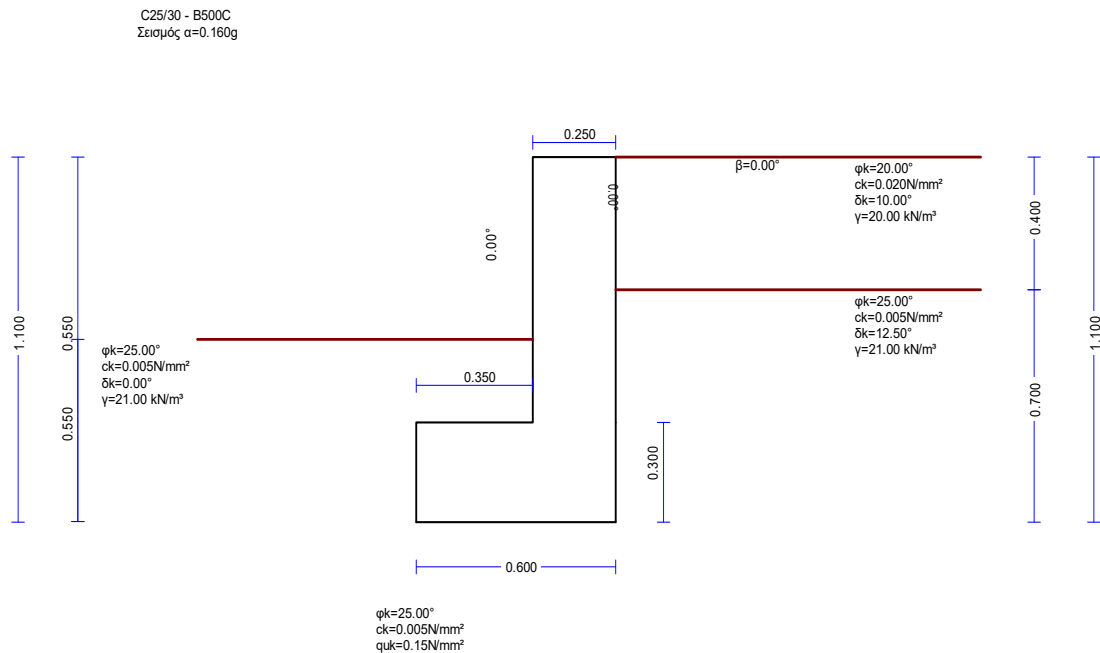
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 4.350x 0.380= 1.653 m³

Συνολικός οπλισμός τοίχου 4.350x 12.414= 54.000 kg

4. ΤΟΙΧΟΣ T16 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

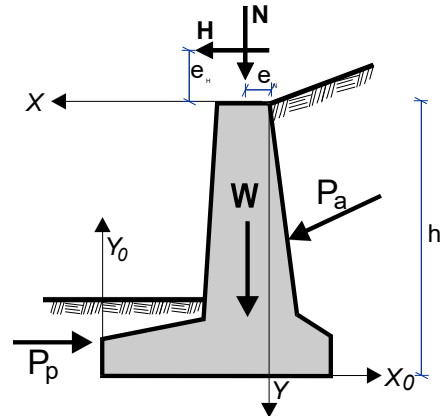
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



4.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 1.100 \text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 1.790 \text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.250 \text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.250 \text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 0.600 \text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.350 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 0.800 \text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^\circ (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.380 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.380 \times 25.000 = 9.50 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.208 \text{ m}, y = 0.661 \text{ m} (x_o = 0.392 \text{ m}, y_o = 0.439 \text{ m})$

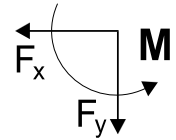
Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
:	Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.40\text{m}$)	$q_B = 4.18$	3.58 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 0.84$	0.72 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 0.83$	0.71 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 0.12$	0.13 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -0.22$	-0.19 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x=0.000 \text{ m}$, $y=0.267 \text{ m}$		

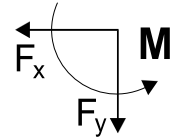


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=0.400 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	0.83	0.71 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	0.12	0.13 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	0.11	0.09 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.521$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.521 / 0.447 - 1) = 0.166$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.166 \times 0.71 = 0.83 \text{ kN/m}$

4.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400 \text{ m}$ έως $Y=1.100 \text{ m}$, $H_s=0.700 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.400 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=1.100 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

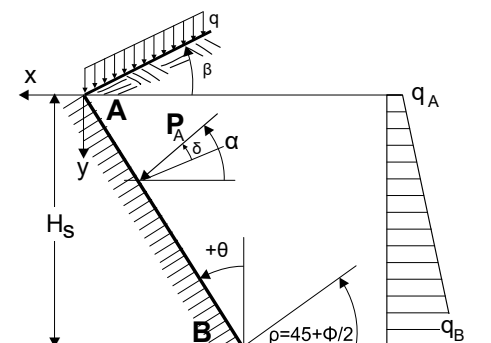
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 8.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

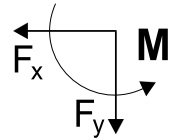
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \varphi/2 =$	55.00	57.50°
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a =$	0.447	0.367
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$		

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 3.58$	2.94 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.70\text{m}$)	$q_B = 10.15$	8.33 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 4.81$	3.94 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 4.74$	3.85 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 0.84$	0.85 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -3.82$	-3.10 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}$, $y = 0.806 \text{ m}$		

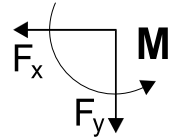


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=1.100 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	5.57	4.56 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	0.96	0.98 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	2.08	1.72 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
 Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega)} \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 3.85 = 4.54 \text{ kN/m}$

4.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

4.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.550 \text{ m}$ έως $Y=1.100 \text{ m}$, $H_s=0.550 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x = 0.600 \text{ m}$ $y = 0.550 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x = 0.600 \text{ m}$ $y = 1.100 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

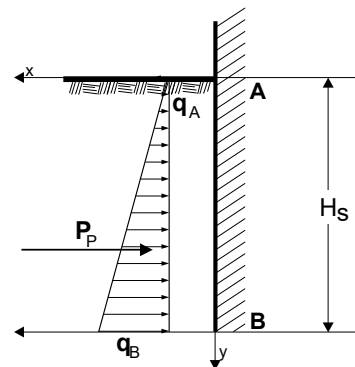
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



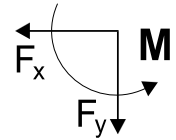
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 =$	35.00	32.50°
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$	2.040	2.464
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$		

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta)} \left[1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.55\text{m}$)	$q_B = -23.56$	-28.46 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_p = 6.48$	7.83 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px} = -6.48$	-7.83 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py} = 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 5.94$	7.18 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.600 \text{ m}$, $y = 0.917 \text{ m}$		

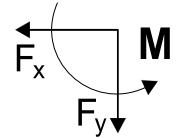


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.600 \text{ m}$, $y=1.100 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -6.48$	-7.83 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = -1.19$	-1.43 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

$$\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \quad \omega = 5.08^\circ$$

$$\text{Συντελεστής παθητικής ώθησης } K_p^* (\text{STR}) = 2.319$$

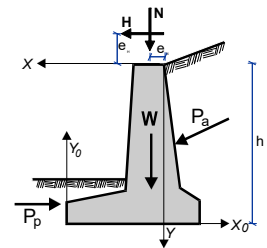
$$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$$

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -6.10$	-7.37

4.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00 - 0.40	0.83	0.12	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.40 - 1.10	4.74	0.84	0.000	0.806
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.55 - 1.10	-6.48	0.00	0.600	0.917
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.50	0.208	0.661

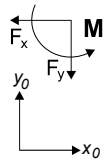


4.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

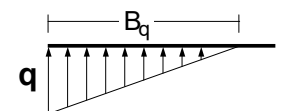
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.00 - 0.40	0.91	0.13	0.600	0.833	0.68
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.40 - 1.10	5.21	0.92	0.600	0.294	0.98
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	8.55	0.392	0.439	-3.35
			Σύνολα=	9.60			-1.69



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.60 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.69 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.19 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.19 / 9.60 = 0.124\text{m}$, $e_c > 0.600 / 6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.036 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.528 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.124 = 0.352 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.352 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 37.71 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 9.60 < R_d = 37.71 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



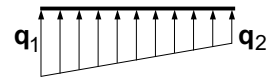
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.600	0.833	0.68
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.10	5.21	0.92	0.600	0.294	0.98
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	10.45	0.392	0.439	-4.09
Σύνολα=				11.50			-2.43

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.50 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.43 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.02 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=1.02/11.50=0.089m$, $ec<0.600/6=0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q_1=0.036$ N/mm² $q_2=0.002$ N/mm²
 Ενεργό θεμέλιο $L'=0.600-2x0.089= 0.423$ m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=0.423x(1000x0.15)/1.40= 45.32$ kN/m
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=11.50 < Rd=45.32$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται



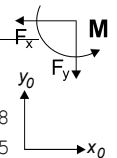
(EC7 Παράρτημα D)

4.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.600, y=1.100$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.13	0.600	0.833	0.76	0.08
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.10	5.21	0.92	0.600	0.294	1.53	0.55
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.55	0.392	0.439	0.00	3.35
Σύνολα=				9.60			2.29	3.98

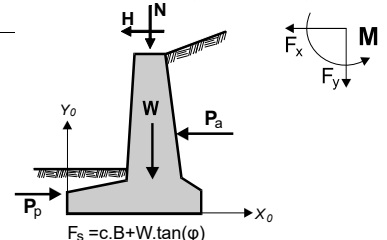


Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.29 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.98 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $Med=2.29 < Mrd=3.98$ kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(0.600/2)-(3.98-2.29)/9.60=0.124m$, $ec<0.600/3=0.200m$

4.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.40	0.91	0.00	0.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.40- 1.10	5.21	0.00	0.92
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.55- 1.10	0.00	5.83	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	8.55
Σύνολα=			6.12	5.83	9.60



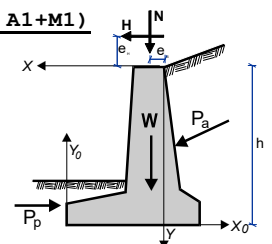
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 9.60 \times \tan(25.00^\circ)/1.25= 3.58$ kN/m
 Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000 \times 0.528 \times 0.005/1.25= 2.11$ kN/m
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.12 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(5.83/1.00+3.58) = 9.41$ kN/m
 Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=6.12 < Rd=9.41$ kN/m, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

4.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

4.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.71	0.13	0.000	0.267
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.10	3.85	0.85	0.000	0.806
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.55- 1.10	-7.83	0.00	0.600	0.917
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.50	0.208	0.661

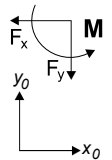


4.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

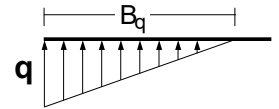
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.600	0.833	0.69
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	1.15	0.600	0.294	0.84
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.50	0.392	0.439	-3.72
Σύνολα=				10.83			-2.19



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.83 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.19 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.06 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.06/10.83 = 0.098m$, $ec \leq 0.600/6 = 0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q1 = 0.036 \text{ N/mm}^2$, $q2 = 0.000 \text{ N/mm}^2$



(EC7 Παράρτημα D)

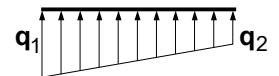
Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.098 = 0.404 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.404 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 43.29 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 10.83 < Rd = 43.29 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.600	0.833	0.69
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	1.15	0.600	0.294	0.84
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	12.83	0.392	0.439	-5.02
Σύνολα=				14.16			-3.49

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.16 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.49 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.76 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 0.76/14.16 = 0.054m$, $ec \leq 0.600/6 = 0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q1 = 0.036 \text{ N/mm}^2$, $q2 = 0.011 \text{ N/mm}^2$



(EC7 Παράρτημα D)

Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.054 = 0.493 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.493 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 52.82 \text{ kN/m}$

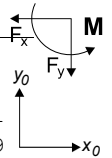
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 14.16 < Rd = 52.82 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

4.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.600, y=1.100 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.18	0.600	0.833	0.80	0.11
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	1.15	0.600	0.294	1.53	0.69
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.50	0.392	0.439	0.00	3.72
Σύνολα=				10.83			2.33	4.52



Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.33 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.52 kNm/m

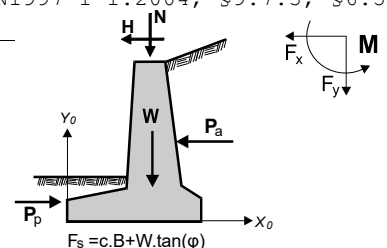
Ελεγχος σε ανατροπή $Med = 2.33 < Mrd = 4.52 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec = (0.600/2) - (4.52 - 2.33) / 10.83 = 0.098m$, $ec \leq 0.600/3 = 0.200m$

4.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.40	0.96	0.00	0.18
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.40- 1.10	5.20	0.00	1.15
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.55- 1.10	0.00	7.83	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	9.50
Σύνολα=			6.16	7.83	10.83



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 10.83 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 4.59 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.600 \times 0.005 / 1.10 = 2.73 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.16 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.83/1.40 + 4.59) = 10.18 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.16 < R_d = 10.18 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

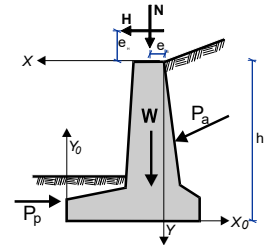
4.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

4.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.71	0.13	0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.10	3.85	0.85	0.000	0.750
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.55- 1.10	-7.37	0.00	0.600	0.917
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.50	0.208	0.661



4.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

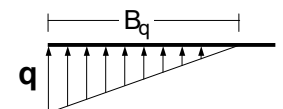
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.40	0.12		0.000	0.200
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.40- 1.10	0.69		0.000	0.750
Βάρος τοίχου	W		0.81	±0.41	0.208	0.661

4.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.600	0.900	0.67
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.85	0.600	0.350	1.08
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.09	0.392	0.439	-3.20
			Σύνολα=	10.07			-1.45

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.45 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.57 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.57 / 10.07 = 0.156 \text{ m}$, $e_c > 0.600 / 6 = 0.100 \text{ m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.047 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.432 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.156 = 0.288 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.288 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 43.20 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.07 < R_d = 43.20 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

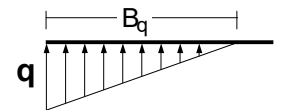
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

4.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.600	0.900	0.67
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.85	0.600	0.350	1.08
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.91	0.392	0.439	-3.53
			Σύνολα=	10.89			-1.78

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.89 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.78 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.49 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.49/10.89 = 0.137\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.044 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.490 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.137 = 0.326 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.326 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 48.90 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.89 < R_d = 48.90 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

4.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o=0, y_o=0$) ($x=0.600, y=1.100 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.13	0.600	0.900	0.75	0.08
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.85	0.600	0.350	1.59	0.51
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.50	0.392	0.439	0.36	3.72
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.41	0.392	0.439	0.16	0.00*
Σύνολα=				10.07			2.86	4.31

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.86 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.31 kNm/m

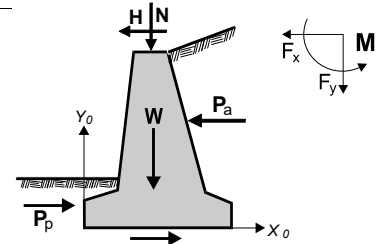
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 2.86 < M_{rd} = 4.31 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (0.600/2) - (4.31 - 2.86) / 10.07 = 0.156\text{m}$, $e_c \leq 0.600/3 = 0.200\text{m}$

4.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.40	0.83	0.00	0.13
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.40- 1.10	4.54	0.00	0.85
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.55- 1.10	0.00	7.37	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	0.00	9.09
Σύνολα=			6.18	7.37	10.07



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 10.07 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 4.70 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.432 \times 0.005 / 1.00 = 2.16 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.18 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.37/1.00 + 4.70) = 12.07 \text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.18 < R_d = 12.07 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

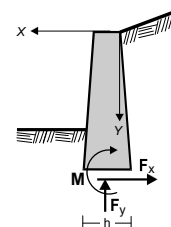
4.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.50	0.250	1.39	3.39	0.21
0.80	0.250	3.32	5.70	0.84



4.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

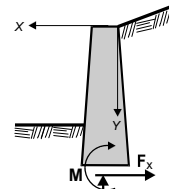
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.21	-3.39	195	29.13	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.80	0.84	-5.70	195	17.55	0.02	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)

4.10.3. 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]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.50	0.250	1.47	3.39	0.26
0.80	0.250	3.32	5.70	0.96



4.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.26	-3.39	195	27.70	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.80	0.96	-5.70	195	16.72	0.02	0.3/20.0	2.31	0.03	(2.64)

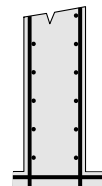
4.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου $\varnothing 10/29.5$ (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/40.0$ (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου $\varnothing 10/31.0$ (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής $\varnothing 8/40.0$ (1.26cm²/m)



4.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$l_{b, reqd} = (\varnothing/4) (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \times (5/1.61) = 8mm$

$\sigma_{sd} = 435.00 \times 3/266 = 5MPa$ $f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61 MPa$

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd} = 0.70 \times 8 = 5mm$, $C_{nom} = 50mm > 3 \times 10 = 30mm = (3\varnothing)$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης $l_{b, min} = \max(0.30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100mm) = 100mm$

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

4.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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.

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

$V_{ed}=2.07 \text{ kN/m}$, $V_{ed} (+\text{σεισμικός})=2.12 \text{ kN/m}$, $N_{ed}=-4.20 \text{ kN/m}$

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)

$$V_{rdc} >= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

(EC2 Εξ.6.2.b)

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=195\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=2.00, k_1=0.15$$

$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$$

$$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 4.20/250000=0.02\text{N/mm}^2$$

$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49\text{N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49+0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195=96.14\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195=71.64, V_{rdc}=96.14\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=2.12 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=96.14 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta), V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.00, \theta=45.0^\circ \cot\theta=1.00 \tan\theta=1.00$$

$$\alpha_{cw}=1.00 z=0.9d, f_{ck}=25.0 \leq 60\text{MPa} v_1=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540, f_{cd}=14.17\text{MPa}$$

$$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00=671.4 \text{ kN}$$

$$V_{ed}=3.3 \text{ kN} < 671.4 \text{ kN} = V_{rdmax}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

4.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

4.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 14.16 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 0.76 \text{ kNm/m}$$

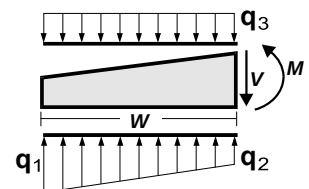
$$q_1=0.036 \text{ N/mm}^2, q_2=0.021 \text{ N/mm}^2, w=0.350 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.010 \text{ N/mm}^2$$

$$M=1.31 \text{ kNm/m}, V=6.61 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 2.52 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=1.31 \text{ kNm/m}, V_{ed}=2.52 \text{ kN/m}$$



4.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$ (με σεισμό)

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 10.07 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 1.49 \text{ kNm/m}$$

$$q_1=0.044 \text{ N/mm}^2, q_2=0.010 \text{ N/mm}^2, w=0.350 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.008 \text{ N/mm}^2$$

$$M=1.47 \text{ kNm/m}, V=6.73 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 3.19 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=1.47 \text{ kNm/m}, V_{ed}=3.19 \text{ kN/m}$$

4.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$$M_{ed}=1.47 \text{ kNm/m}, d=244\text{mm}, K_d=20.12 x/d=0.01 \epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.3/20.0 k_s=2.31, A_s=0.14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk} (A_s=3.30 \text{ cm}^2/\text{m})$$

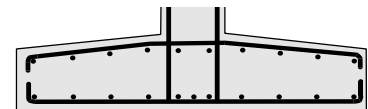
(EC2 §9.3.1)

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } \varnothing 12/34.0 (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

4.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

$$\text{Οπλισμός πεδίου κάτω } \varnothing 12/34.0 (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

$$\text{Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός } \varnothing 12/40.0 (2.82 \text{ cm}^2/\text{m})$$



4.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτμησης 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)

$$V_{rdc} >= [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, d=d_m=244\text{mm}, a=244\text{mm}$$

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=244\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=1.91$$

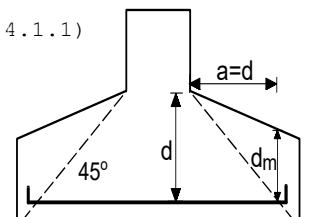
$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$$

$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46\text{N/mm}^2, \quad (\text{EC2 Εξ.6.3N})$$

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244=224.48\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244=169.82, V_{rdc}=224.48\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=3.19 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=224.48 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot\theta = 1.00$ $\tan\theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ MPa}$ $v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 6.7 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

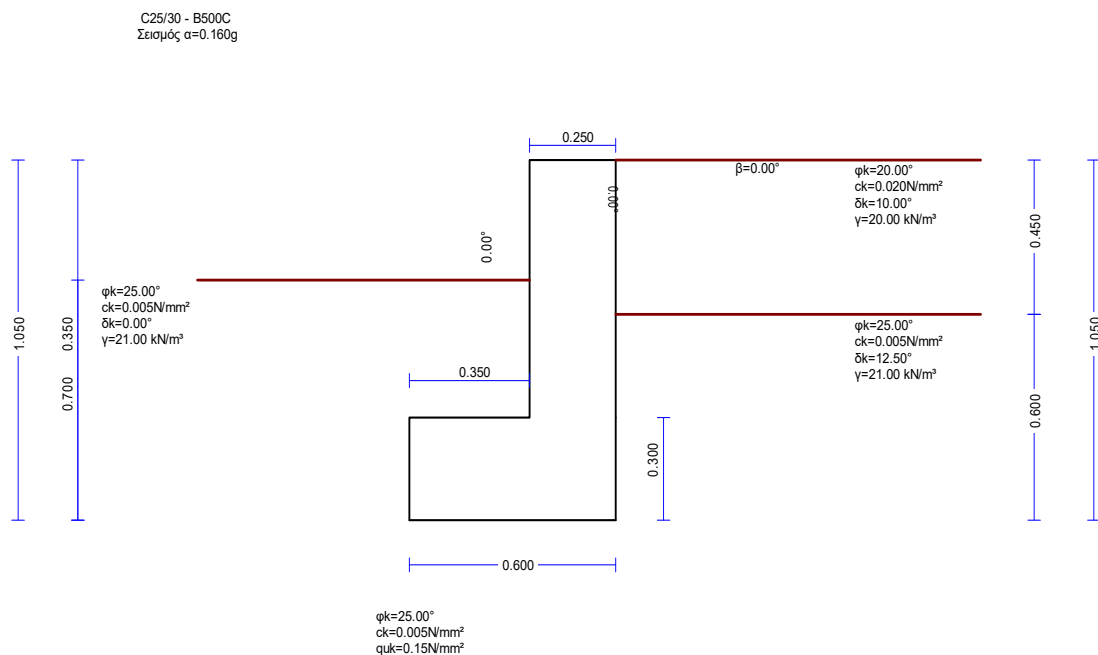
4.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	0.380 m ³ /m
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	12.117 kg/m
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου	1.790x 0.380 = 0.680 m ³
Συνολικός οπλισμός τοίχου	1.790x 12.117 = 21.690 kg

5. ΤΟΙΧΟΣ T17 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

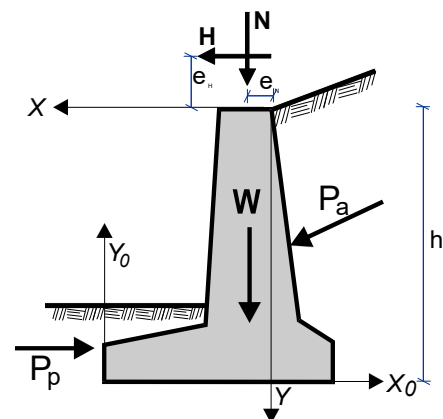
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



5.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h = 1.050 m
Μήκος τοίχου	L = 3.780 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1 = 0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2 = 0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B = 0.600 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.350 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	ho = 0.750 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρ	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφ	0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου $\gamma_g=25.000 \text{ kN/m}^3$
 Εμβαδόν διατομής τοίχου $A= 0.368 \text{ m}^2$
 Ίδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο $W= 0.368 \times 25.000 = 9.20 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βαρους τοίχου $x=0.211 \text{ m}, y=0.632 \text{ m} (x_o=0.389 \text{ m}, y_o=0.418 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C (EC2 §3)
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

5.2. 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)
				(A1+M1)	
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	$\gamma_{Gdst}:$	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	$\gamma_{Gstb}:$	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	$\gamma_{Qdst}:$	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	$\gamma_{Qstb}:$	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	$\gamma_\phi:$	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	$\gamma_c:$	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	$\gamma_{cu}:$	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	$\gamma_{qu}:$	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	$\gamma_w:$	1.00	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40, \gamma_{R,h}(R2)=1.10, \gamma_{R,e}(R2)=1.40$

5.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

5.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}, \alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}= 9.20 \times 0.085 = 0.78 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}= 9.20 \times 0.043 = 0.40 \text{ kN/m}$

5.5.2. Τμήμα τοίχου από Y=0.450 m έως Y=1.050 m, Hs=0.600 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.450 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 1.050 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$$\phi = 25.00^\circ$$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

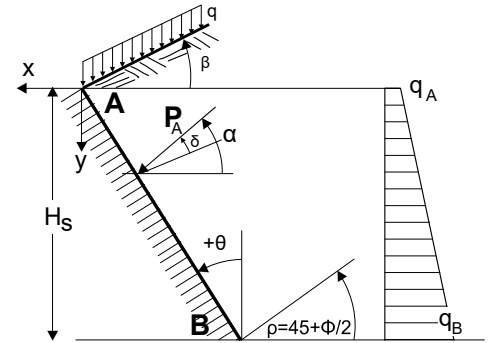
$$\beta = 0.00^\circ$$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$$\theta = 0.00^\circ$$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$$\delta = 12.50^\circ$$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 9.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 55.00 \quad 57.50^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.447 \quad 0.367$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y = y_A$)

$$q_A = 4.02 \quad 3.30 \text{ kN/m}^2$$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y = y_A + 0.60 \text{ m}$)

$$q_B = 9.65 \quad 7.92 \text{ kN/m}^2$$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$$P_a = 4.10 \quad 3.37 \text{ kN/m}$$

Γωνία ώθησης γαιών

$$\alpha = 10.00 \quad 12.50^\circ$$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

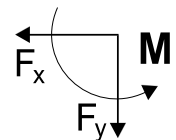
$$P_{ax} = 4.04 \quad 3.29 \text{ kN/m}$$

Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$$P_{ay} = 0.71 \quad 0.73 \text{ kN/m}$$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$) $M = -3.20 \quad -2.60 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}, y = 0.791 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=1.050 \text{ m}$)

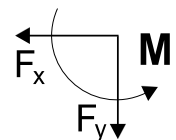
Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 5.09 \quad 4.18 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 0.86 \quad 0.89 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 1.84 \quad 1.52 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα E)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα E.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα E.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \omega + \theta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 3.29 = 3.88 \text{ kN/m}$

5.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

5.6.1. Τμήμα τοίχου από Y=0.350 m έως Y=1.050 m, Hs=0.700 m

Ανω Σημείο A x= 0.600 m y= 0.350 m

Κάτω Σημείο B x= 0.600 m y= 1.050 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

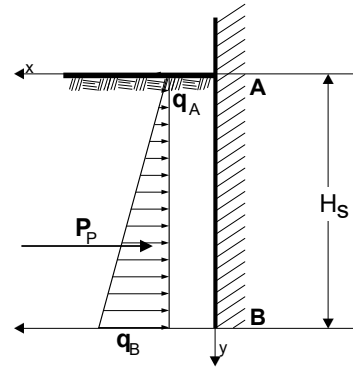
$\beta = 0.00^\circ$

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 0.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \phi/2 = 35.00 \quad 32.50^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$q_A = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.70\text{m}$)

$q_B = -29.99 \quad -36.22 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$P_p = 10.50 \quad 12.68 \text{ kN/m}$

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{px} = -10.50 \quad -12.68 \text{ kN/m}$

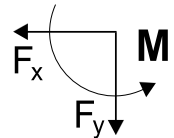
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{py} = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

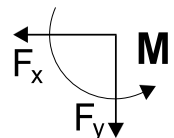
$M = 8.58 \quad 10.36 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.600 \text{ m}, y = 0.817 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.600 \text{ m}, y=1.050 \text{ m}$)



Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -10.50 \quad -12.68 \text{ kN/m}$

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

Συνολική ροπή ώθησης γαιών

$M_s = -2.45 \quad -2.95 \text{ kNm/m}$

Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

$\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p^*(STR) = 2.319$

$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$

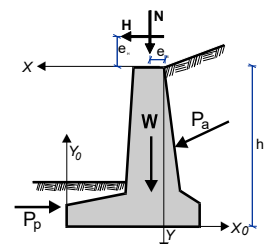
EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -9.88 \quad -11.93$

5.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00 - 0.45	1.05	0.15	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45 - 1.05	4.04	0.71	0.000	0.791
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.35 - 1.05	-10.50	0.00	0.600	0.817
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.20	0.211	0.632

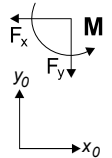


5.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

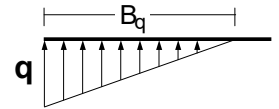
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.17	0.600	0.750	0.77
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.05	4.44	0.78	0.600	0.259	0.68
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.28	0.389	0.418	-3.22
Σύνολα=				9.23			-1.77



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.23 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.77 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.00 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.00/9.23 = 0.108m$, $ec > 0.600/6 = 0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.032 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.575 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

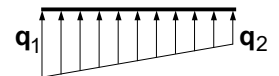
Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.108 = 0.383 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.383 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 41.04 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 9.23 < Rd = 41.04 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.17	0.600	0.750	0.77
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.05	4.44	0.78	0.600	0.259	0.68
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	10.12	0.389	0.418	-3.94
Σύνολα=				11.07			-2.49

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.07 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.49 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.83 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 0.83/11.07 = 0.075m$, $ec \leq 0.600/6 = 0.100m$
 Τάσεις εδάφους $q1 = 0.032 \text{ N/mm}^2$ $q2 = 0.005 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.075 = 0.450 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.450 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 48.21 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 11.07 < Rd = 48.21 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

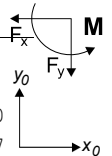
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

5.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.600, y=1.050 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.17	0.600	0.750	0.87	0.10
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.05	4.44	0.78	0.600	0.259	1.16	0.47
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.28	0.389	0.418	0.00	3.22
Σύνολα=				9.23			2.03	3.79



Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.03 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 3.79 kNm/m

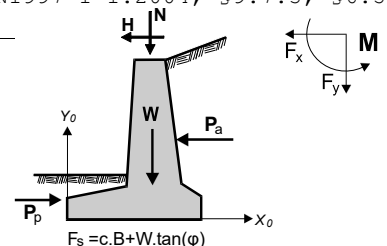
Έλεγχος σε ανατροπή $Med = 2.03 < Mrd = 3.79 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec = (0.600/2) - (3.79 - 2.03) / 9.23 = 0.109m$, $ec \leq 0.600/3 = 0.200m$

5.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.00	0.17
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.05	4.44	0.00	0.78
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.35- 1.05	0.00	9.45	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	8.28
Σύνολα=			5.60	9.45	9.23

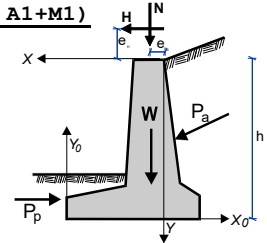


Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 9.23 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 3.44 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.575 \times 0.005 / 1.25 = 2.30 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 5.60 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(9.45/1.00 + 3.44) = 12.89 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 5.60 < R_d = 12.89 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

5.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

5.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.89	0.16	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.05	3.29	0.73	0.000	0.791
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.35- 1.05	-12.68	0.00	0.600	0.817
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.20	0.211	0.632

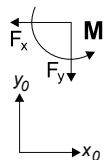


5.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

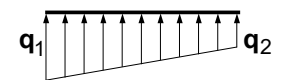
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.600	0.750	0.77
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.05	4.44	0.99	0.600	0.259	0.55
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.20	0.389	0.418	-3.58
			Σύνολα=	10.41			-2.26



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.41 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.26 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.86 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 0.86 / 10.41 = 0.083 \text{ m}$, $ec \leq 0.600 / 6 = 0.100 \text{ m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.032 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.003 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.083 = 0.435 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.435 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 46.61 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.41 < R_d = 46.61 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

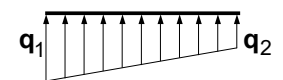


(EC7 Παράρτημα D)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.600	0.750	0.77
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.05	4.44	0.99	0.600	0.259	0.55
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	12.42	0.389	0.418	-4.83
			Σύνολα=	13.63			-3.51

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.63 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.51 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.58 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 0.58 / 13.63 = 0.043 \text{ m}$, $ec \leq 0.600 / 6 = 0.100 \text{ m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.032 \text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.013 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.043 = 0.515 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.515 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 55.18 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 13.63 < R_d = 55.18 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

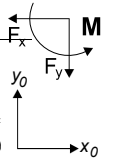
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

5.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.600, y=1.050$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.600	0.750	0.90	0.14
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.05	4.44	0.99	0.600	0.259	1.15	0.59
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.20	0.389	0.418	0.00	3.58
Σύνολα=				10.41			2.05	4.31



Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.05 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.31 kNm/m

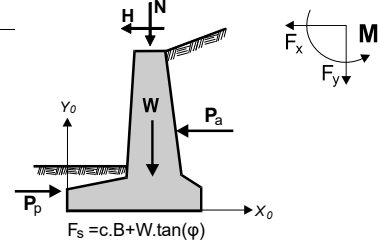
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=2.05 < M_{rd}=4.31$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(0.600/2)-(4.31-2.05)/10.41=0.083$ m, $ec \leq 0.600/3=0.200$ m

5.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.00	0.22
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.05	4.44	0.00	0.99
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.35- 1.05	0.00	12.68	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	9.20
Σύνολα=			5.64	12.68	10.41



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 10.41 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 4.41$ kN/m

Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.600 \times 0.005 / 1.10 = 2.73$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 5.64 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(12.68/1.40+4.41) = 13.47$ kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=5.64 < R_d=13.47$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

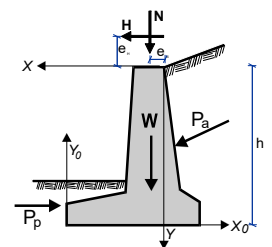
5.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

5.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.89	0.16	0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.05	3.29	0.73	0.000	0.750
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.35- 1.05	-11.93	0.00	0.600	0.817
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.20	0.211	0.632



5.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

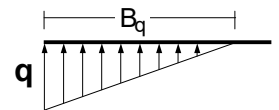
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.15		0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.05	0.59		0.000	0.750
Βάρος τοίχου	W		0.78	±0.40	0.211	0.632

5.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.600	0.825	0.76
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.05	3.88	0.73	0.600	0.300	0.72
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.78	8.80	0.389	0.418	-3.10
Σύνολα=				9.69			-1.62

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.69 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.62 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.29 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.29/9.69 = 0.133\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.039 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.501 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.133 = 0.334 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.334 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 50.10 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 9.69 < R_d = 50.10 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

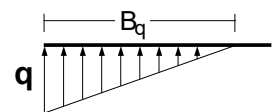
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

5.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.600	0.825	0.76
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.05	3.88	0.73	0.600	0.300	0.72
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.78	9.60	0.389	0.418	-3.41
			Σύνολα=	10.49			-1.93

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.49 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.93 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.22 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.22/10.49 = 0.116\text{m}$, $e_c > 0.600/6 = 0.100\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.038 \text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.551 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.600 - 2 \times 0.116 = 0.367 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.367 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 55.05 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.49 < R_d = 55.05 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

5.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.600, y = 1.050 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.600	0.825	0.86	0.10
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.05	3.88	0.73	0.600	0.300	1.16	0.44
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.78	9.20	0.389	0.418	0.33	3.58
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.40	0.389	0.418	0.16	0.00*
			Σύνολα=	9.69			2.51	4.12

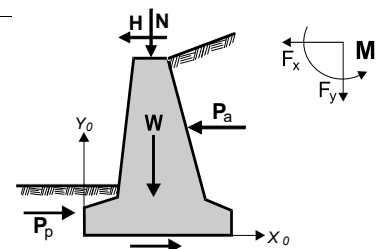
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.51 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.12 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 2.51 < M_{rd} = 4.12 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.600/2) - (4.12 - 2.51) / 9.69 = 0.134\text{m}$, $e_c \leq 0.600/3 = 0.200\text{m}$

5.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.00	0.16
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.05	3.88	0.00	0.73
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.35- 1.05	0.00	11.93	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.78	0.00	8.80
			Σύνολα=	5.70	11.93



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 9.69 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 4.52 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.501 \times 0.005 / 1.00 = 2.50 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 5.70 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(11.93/1.00 + 4.52) = 16.45 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 5.70 < R_d = 16.45 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

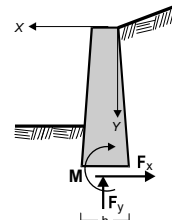
5.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.75	0.250	2.97	5.29	0.70

**5.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη**

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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

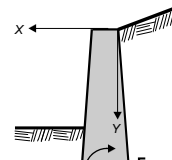
(EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s	min A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.75	0.70	-5.29	195	18.82	0.01	0.3/20.0	2.31	0.01	(2.64)

5.10.3. 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	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.75	0.250	2.98	5.29	0.79

**5.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)**

(EC2 §9.6, §6.1)

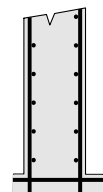
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(\$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 A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.75	0.79	-5.29	195	18.12	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	(2.64)

5.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχουΟπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)**5.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου**

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

l_b, r_{qd}=(Ø/4) (osd/f_{bd})=(10/4)x(3/1.61)=5mmosd=435.00x2/266=3MPa f_{bd}=2.25x0.70xf_{ctd}=1.61 MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης l_{bd}=0.70x5=4mm, C_{nom}=50mm>3x10=30mm=(3Ø)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης l_b, min=max(0.30l_br_{qd}, 10Ø, 100mm)=100mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

5.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

 $V_{ed}=1.96$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=2.00 kN/m, $N_{ed}=-3.87$ kN/m
Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

 $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(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)

 $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=195$ mm

 $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=2.00$, $k_1=0.15$
 $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$
 $\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 3.87/250000=0.02$ N/mm²
 $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

 $V_{rd,c}(min)=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14$ kN/m

 $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64$, $V_{rdc}=96.14$ kN/m

 $V_{ed}=2.00$ kN/m $\leq V_{rdc}=96.14$ kN/m, διάτμηση OK

 $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.00$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$
 $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa

 $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4$ kN

 $V_{ed}=3.0$ kN < 671.4 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται
5.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

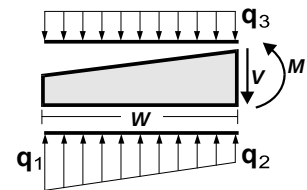
5.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600$ m to $x=0.250$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 13.63 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.58 kNm/m

 $q_1=0.032$ N/mm², $q_2=0.021$ N/mm², $w=0.350$ m
πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.010$ N/mm²
 $M=1.14$ kNm/m, $V=5.86$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 2.13 kN/m

 $M_{ed}=1.14$ k Nm/m, $V_{ed}=2.13$ kN/m
**5.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600$ m to $x=0.250$ m (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.69 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.22 kNm/m

 $q_1=0.037$ N/mm², $q_2=0.012$ N/mm², $w=0.350$ m
πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.008$ N/mm²
 $M=1.22$ kNm/m, $V=5.84$ kN/m

 V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 2.61 kN/m

 $M_{ed}=1.22$ k Nm/m, $V_{ed}=2.61$ kN/m
5.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

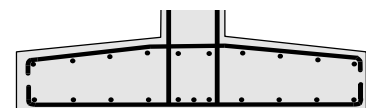
(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

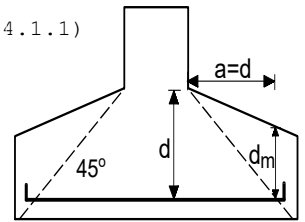
 $M_{ed}=1.22$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=22.09$ $x/d=0.01$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.2/20.0$ $k_s=2.31$, **$As=0.12$ cm²/m**
Ελάχιστος οπλισμός $As \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk}$ ($As=3.30$ cm²/m)

(EC2 §9.3.1)

Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)**5.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου**Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)

5.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=244$ mm, $a=244$ mm $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=244$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.91$ $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$ $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244=224.48$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244=169.82$, $V_{rdc}=224.48$ kN/m $V_{ed}=2.61$ kN/m $\leq V_{rdc}=224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$ $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17/2.00=840.2$ kN $V_{ed}=5.9$ kN < 840.2 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται**5.12. Προμέτρηση υλικών**Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 0.368 m³/m

Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 12.021 kg/m

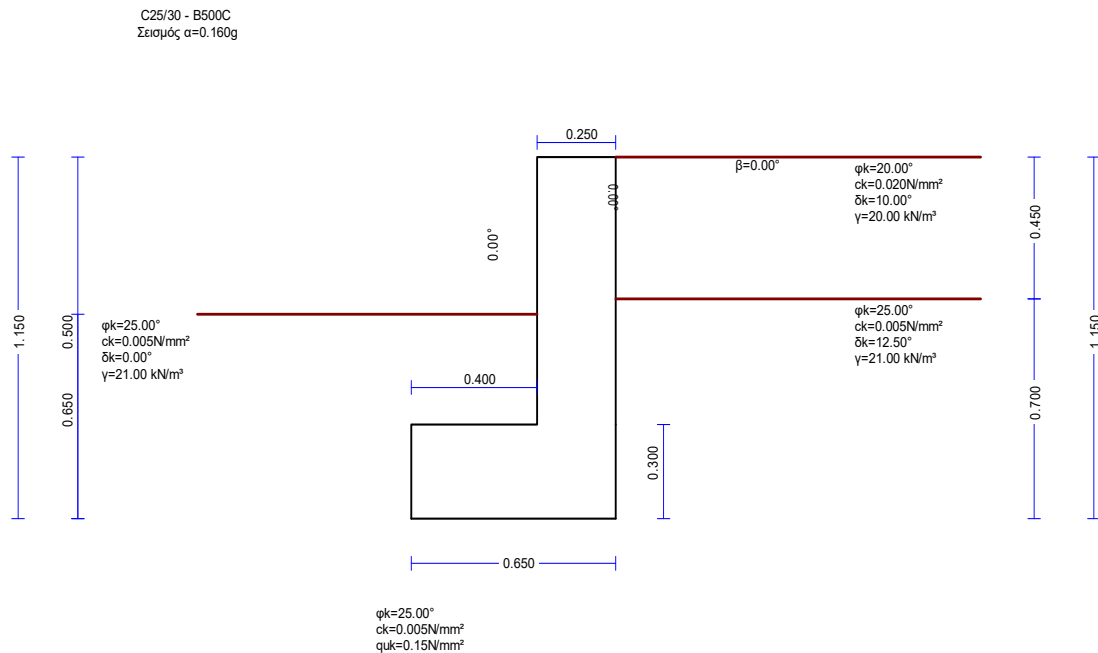
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 3.780x 0.368= 1.389 m³

Συνολικός οπλισμός τοίχου 3.780x 12.021= 45.440 kg

6. ΤΟΙΧΟΣ ΤΚ1* (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

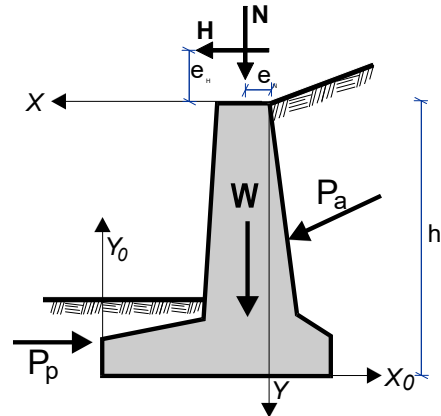
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ELOT:2010)



6.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	$h = 1.150 \text{ m}$
Μήκος τοίχου	$L = 3.900 \text{ m}$
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	$B1 = 0.250 \text{ m}$
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	$B2 = 0.250 \text{ m}$
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	$B = 0.650 \text{ m}$
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.400 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	$h_o = 0.850 \text{ m}$
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^{\circ} (0:1)$
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	$0.000^{\circ} (0:1)$



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	$\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
Εμβαδόν διατομής τοίχου	$A = 0.407 \text{ m}^2$
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.407 \times 25.000 = 10.18 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = 0.221 \text{ m}, y = 0.700 \text{ m} (x_o = 0.429 \text{ m}, y_o = 0.450 \text{ m})$

Υλικά τοίχου

Ανωδομή :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$
Θεμέλιο :	Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
	: Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

(EC2 §3)
(EC2 §4.4.1)

6.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες

(EC7 Πιν. A.1-A.4, EC8-5 §3.1)

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

(EQU) (STR/GEO) (Σεισμός)
(A1+M1)

Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst} :	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοϊκή	γ_{Gstb} :	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst} :	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοϊκή	γ_{Qstb} :	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_{ϕ} :	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	γ_c :	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή cu	γ_{cu} :	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή qu	γ_{qu} :	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	γ_w :	1.00	1.00	1.00

$\gamma_{R,v}(R2)=1.40$, $\gamma_{R,h}(R2)=1.10$, $\gamma_{R,e}(R2)=1.40$

6.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u=0.15 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi=25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi)=0.466$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c=0.005 \text{ N/mm}^2$

6.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g=\alpha_{xg}$, $\alpha=0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g=0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης $S=1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I=0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r=1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h=0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v=0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx}=10.18 \times 0.085 = 0.86 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy}=10.18 \times 0.043 = 0.44 \text{ kN/m}$

6.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

6.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000 \text{ m}$ έως $Y=0.450 \text{ m}$, $H_s=0.450 \text{ m}$

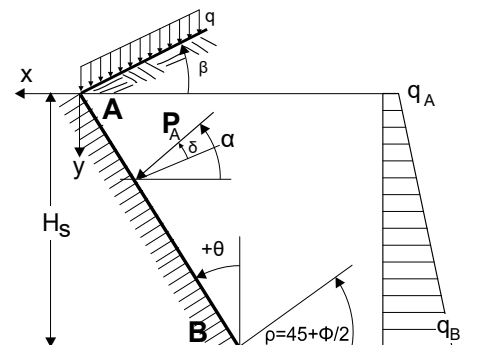
Ανω Σημείο A $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.000 \text{ m}$
 Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.450 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος
 Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$
 Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Ειδικό βάρος νερού $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$
 Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\phi = 20.00^\circ$
 Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.020 \text{ N/mm}^2$
 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 $\delta = 10.00^\circ$

Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

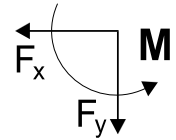
ΕQU A1+M1
 Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho=45^\circ+\phi/2=53.00 \quad 55.00^\circ$
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.522 \quad 0.447$
 Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y)=q_A+\gamma \cdot y \cdot K_a$



$$K_a = \frac{\cos^2(\phi-\theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta+\delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\sin(\phi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.45\text{m}$)	$q_B = 4.70$	4.02 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 1.06$	0.90 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 8.00$	10.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 1.05$	0.89 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 0.15$	0.16 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -0.31$	-0.27 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x=0.000 \text{ m}$, $y=0.300 \text{ m}$		

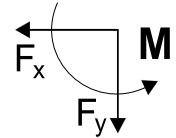


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=0.450 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	1.05	0.89 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	0.15	0.16 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	0.16	0.13 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.521$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.521 / 0.447 - 1) = 0.166$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.166 \times 0.89 = 1.04 \text{ kN/m}$

6.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.450 \text{ m}$ έως $Y=1.150 \text{ m}$, $H_s=0.700 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x=0.000 \text{ m}$ $y=0.450 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x=0.000 \text{ m}$ $y=1.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

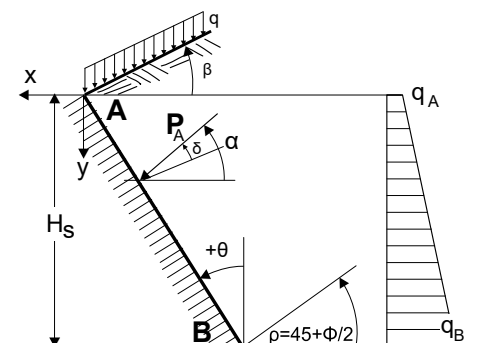
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 12.50^\circ$



Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο $g = 9.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

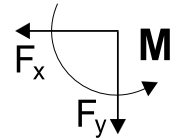
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \varphi/2 =$	55.00	57.50°
Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a =$	0.447	0.367
Ωθηση γαιών καθ ύψους $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$		

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 4.02$	3.30 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.70\text{m}$)	$q_B = 10.59$	8.69 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_a = 5.11$	4.20 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 10.00$	12.50°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{ax} = 5.03$	4.10 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{ay} = 0.89$	0.91 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = -4.29$	-3.49 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}$, $y = 0.852 \text{ m}$		

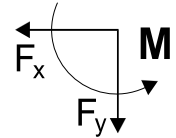


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}$, $y=1.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} =$	6.08	4.99 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} =$	1.04	1.07 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s =$	2.39	1.97 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)
 Εδάφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα (EC8-5 Παράρτημα Ε.5)
 $\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089$, $\omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.433$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.433 / 0.367 - 1) = 0.180$

$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.180 \times 4.10 = 4.84 \text{ kN/m}$

6.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

6.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500 \text{ m}$ έως $Y=1.150 \text{ m}$, $H_s=0.650 \text{ m}$

Ανω Σημείο A $x = 0.650 \text{ m}$ $y = 0.500 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B $x = 0.650 \text{ m}$ $y = 1.150 \text{ m}$

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους $\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

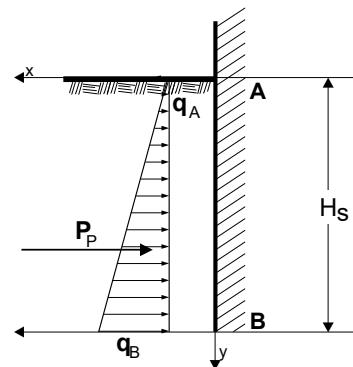
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους $\varphi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

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

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια $\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους $\delta = 0.00^\circ$



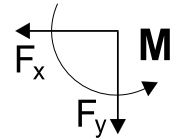
Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

	EQU	A1+M1
Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \varphi/2 =$	35.00	32.50°
Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p =$	2.040	2.464
Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$		

$$K_p = \frac{\cos^2(\varphi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)	$q_A = 0.00$	0.00 kN/m^2
Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.65\text{m}$)	$q_B = -27.85$	-33.63 kN/m^2
Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$	$P_p = 9.05$	10.93 kN/m
Γωνία ώθησης γαιών	$\alpha = 0.00$	0.00°
Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση	$P_{px} = -9.05$	-10.93 kN/m
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση	$P_{py} = 0.00$	0.00 kN/m
Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)	$M = 8.44$	10.20 kNm/m
Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.650 \text{ m}$, $y = 0.933 \text{ m}$		

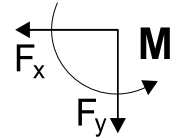


Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.650 \text{ m}$, $y=1.150 \text{ m}$)

Μόνιμες δράσεις

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -9.05$	-10.93 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} = 0.00$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s = -1.96$	-2.37 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

$$\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \quad \omega = 5.08^\circ$$

$$\text{Συντελεστής παθητικής ώθησης } K_p^* (\text{STR}) = 2.319$$

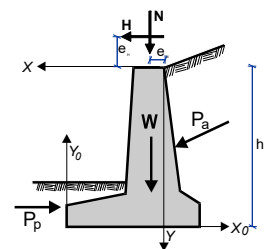
$$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$$

	EQU	A1+M1
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} = -8.52$	-10.29

6.7. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.00 - 0.45	1.05	0.15	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	P_a	0.45 - 1.15	5.03	0.89	0.000	0.852
Παθητική ώθηση γαιών	P_p	0.50 - 1.15	-9.05	0.00	0.650	0.933
Βάρος τοίχου	W		0.00	10.18	0.221	0.700

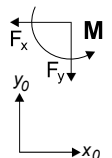


6.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)

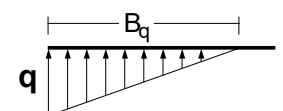
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	$y_1 - y_2$	F_x [kN/m]	F_y [kN/m]	x_0 [m]	y_0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.00 - 0.45	1.16	0.17	0.650	0.850	0.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	$P_{ax1.10}$	0.45 - 1.15	5.53	0.98	0.650	0.298	1.01
Βάρος τοίχου	$W \times 0.90$		0.00	9.16	0.429	0.450	-3.93
			Σύνολα=	10.31			-2.05



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.31 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.05 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.30 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.30 / 10.31 = 0.126\text{m}$, $e_c > 0.650 / 6 = 0.108\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.035 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.597 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.126 = 0.398 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.398 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 42.64 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.31 < R_d = 42.64 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



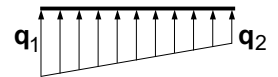
(EC7 Παράρτημα D)

(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 [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.17	0.650	0.850	0.87
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.15	5.53	0.98	0.650	0.298	1.01
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	11.20	0.429	0.450	-4.81
Σύνολα=				12.35			-2.93

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 12.35 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.93 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.08 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec=1.08/12.35=0.087m$, $ec<=0.650/6=0.108m$
 Τάσεις εδάφους $q_1=0.034 \text{ N/mm}^2$ $q_2=0.004 \text{ N/mm}^2$
 Ενεργό θεμέλιο $L'=0.650-2 \times 0.087= 0.475 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd=L' \cdot qu_k/\gamma_M=0.475 \times (1000 \times 0.15)/1.40= 50.89 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd=12.35 < Rd=50.89 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



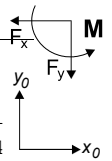
(EC7 Παράρτημα D)

6.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.650, y=1.150 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.17	0.650	0.850	0.98	0.11
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.15	5.53	0.98	0.650	0.298	1.65	0.64
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	9.16	0.429	0.450	0.00	3.93
Σύνολα=				10.31			2.63	4.68

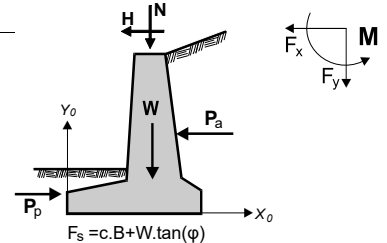


Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.63 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.68 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $Med=2.63 < Mrd=4.68 \text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $ec=(0.650/2)-(4.68-2.63)/10.31=0.126m$, $ec<=0.650/3=0.217m$

6.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.45	1.16	0.00	0.17
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.45- 1.15	5.53	0.00	0.98
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.50- 1.15	0.00	8.14	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	9.16
Σύνολα=			6.69	8.14	10.31



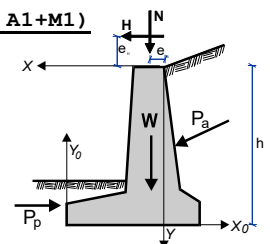
Τριβή εδάφους $Rd=Nd \cdot \tan\phi/\gamma_M = 10.31 \times \tan(25.00^\circ)/1.25= 3.85 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $Rd=A \cdot cu/\gamma_M = 1000 \times 0.597 \times 0.005/1.25= 2.39 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.69 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(8.14/1.00+3.85) = 11.99 \text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $Hd=6.69 < Rd=11.99 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

6.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

6.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.89	0.16	0.000	0.300
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.15	4.10	0.91	0.000	0.852
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.50- 1.15	-10.93	0.00	0.650	0.933
Βάρος τοίχου	W		0.00	10.18	0.221	0.700

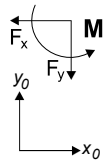


6.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

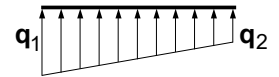
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.650	0.850	0.89
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.15	5.54	1.23	0.650	0.298	0.85
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	10.18	0.429	0.450	-4.37
Σύνολα=				11.63			-2.63



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.63 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.63 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.15 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 1.15 / 11.63 = 0.099m$, $ec \leq 0.650 / 6 = 0.108m$
 Τάσεις εδάφους $q1 = 0.034 \text{ N/mm}^2$ $q2 = 0.002 \text{ N/mm}^2$



Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.099 = 0.452 \text{ m}$

(EC7 Παράρτημα D)

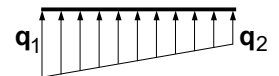
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.452 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 48.43 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 11.63 < Rd = 48.43 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.650	0.850	0.89
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.15	5.54	1.23	0.650	0.298	0.85
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	13.74	0.429	0.450	-5.90
Σύνολα=				15.19			-4.16

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 15.19 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -4.16 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.78 kNm/m
 Εκκεντρότητα $ec = 0.78 / 15.19 = 0.051m$, $ec \leq 0.650 / 6 = 0.108m$
 Τάσεις εδάφους $q1 = 0.034 \text{ N/mm}^2$ $q2 = 0.012 \text{ N/mm}^2$



Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.051 = 0.547 \text{ m}$

(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Rd = L' \cdot quk / \gamma M = 0.547 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 58.61 \text{ kN/m}$

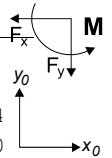
Φέρουσα ικανότητα εδάφους $Vd = 15.19 < Rd = 58.61 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

6.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($xo=0, yo=0$) ($x=0.650, y=1.150 \text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.22	0.650	0.850	1.03	0.14
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.15	5.54	1.23	0.650	0.298	1.65	0.80
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	10.18	0.429	0.450	0.00	4.37
Σύνολα=				11.63			2.68	5.31



Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.68 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 5.31 kNm/m

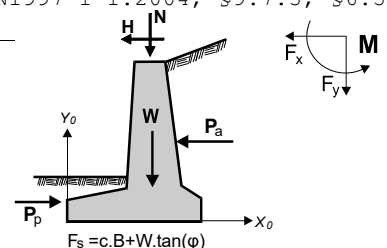
Έλεγχος σε ανατροπή $Med = 2.68 < Mrd = 5.31 \text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec = (0.650 / 2) - (5.31 - 2.68) / 11.63 = 0.099m$, $ec \leq 0.650 / 3 = 0.217m$

6.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.45	1.20	0.00	0.22
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.45- 1.15	5.54	0.00	1.23
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.50- 1.15	0.00	10.93	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	10.18
Σύνολα=			6.74	10.93	11.63



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 11.63 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 4.93 \text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.650 \times 0.005 / 1.10 = 2.95 \text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται) (EC7 §6.5.3. 10)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.74 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(10.93/1.40 + 4.93) = 12.74 \text{ kN/m}$
 Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.74 < R_d = 12.74 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

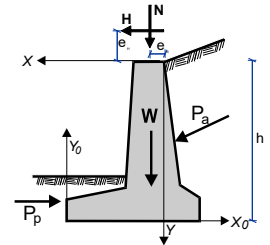
6.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

6.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.89	0.16	0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.15	4.10	0.91	0.000	0.800
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.50- 1.15	-10.29	0.00	0.650	0.933
Βάρος τοίχου	W		0.00	10.18	0.221	0.700



6.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

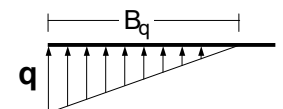
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.45	0.15		0.000	0.225
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.45- 1.15	0.74		0.000	0.800
Βάρος τοίχου	W		0.86	±0.44	0.221	0.700

6.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.650	0.925	0.86
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.15	4.84	0.91	0.650	0.350	1.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.86	9.74	0.429	0.450	-3.79
			Σύνολα=	10.81			-1.83

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.81 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.83 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.68 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.68 / 10.81 = 0.155 \text{ m}$, $e_c > 0.650 / 6 = 0.108 \text{ m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.042 \text{ N/mm}^2$ $B_q = 0.509 \text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.155 = 0.339 \text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.339 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 50.85 \text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.81 < R_d = 50.85 \text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

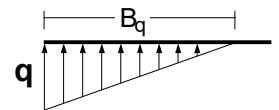
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

6.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.650	0.925	0.86
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.15	4.84	0.91	0.650	0.350	1.10
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.86	10.61	0.429	0.450	-4.17
			Σύνολα=	11.68			-2.21

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.68 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.21 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.59 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.59/11.68 = 0.136\text{m}$, $e_c > 0.650/6 = 0.108\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.041\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.567\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.136 = 0.378\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.378 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 56.70\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 11.68 < R_d = 56.70\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

6.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.650, y=1.150\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.16	0.650	0.925	0.96	0.10
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.15	4.84	0.91	0.650	0.350	1.69	0.59
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.86	10.18	0.429	0.450	0.39	4.37
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.44	0.429	0.450	0.19	0.00*
Σύνολα=				10.81			3.23	5.06

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 3.23 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 5.06 kNm/m

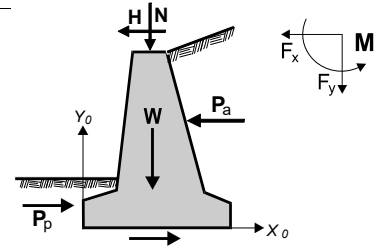
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 3.23 < M_{rd} = 5.06\text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $e_c = (0.650/2) - (5.06 - 3.23) / 10.81 = 0.156\text{m}$, $e_c \leq 0.650/3 = 0.217\text{m}$

6.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.45	1.04	0.00	0.16
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.45- 1.15	4.84	0.00	0.91
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.50- 1.15	0.00	10.29	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.86	0.00	9.74
Σύνολα=			6.74	10.29	10.81



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 10.81 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 5.04\text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.509 \times 0.005 / 1.00 = 2.54\text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.74 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(10.29/1.00 + 5.04) = 15.33\text{ kN/m}$

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.74 < R_d = 15.33\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται

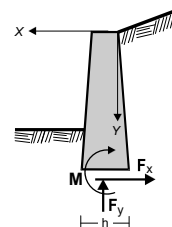
6.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y [m]	h [m]	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.50	0.250	1.43	3.39	0.20
0.85	0.250	3.75	6.10	1.02



6.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

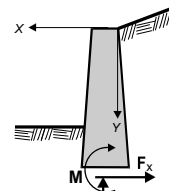
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: $0.26(f_{ctm}/f_{yk})d$, $0.0013d$, $0.0020A_c$, μέγιστος: $0.04A_c$ (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.20	-3.39	195	29.41	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.85	1.02	-6.10	195	16.23	0.02	0.3/20.0	2.31	0.03	(2.64)

6.10.3. 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]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.50	0.250	1.51	3.39	0.24
0.85	0.250	3.72	6.10	1.13



6.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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	$\varepsilon_c/\varepsilon_s$	Ks	As	min As
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.50	0.24	-3.39	195	28.09	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	(2.50)
0.85	1.13	-6.10	195	15.61	0.02	0.4/20.0	2.31	0.04	(2.64)

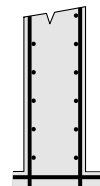
6.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



6.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

$l_{b, reqd} = (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (10/4) \times (7/1.61) = 10\text{mm}$

$\sigma_{sd} = 435.00 \times 4 / 266 = 7\text{MPa}$ $f_{bd} = 2.25 \times 0.70 \times f_{ctd} = 1.61\text{ MPa}$

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης $l_{bd} = 0.70 \times 10 = 7\text{mm}$, $C_{nom} = 50\text{mm} > 3 \times 10 = 30\text{mm} = (3\phi)$

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

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

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

6.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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.

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

$V_{ed}=2.46 \text{ kN/m}$, $V_{ed} (+\text{σεισμικός})=2.49 \text{ kN/m}$, $N_{ed}=-4.59 \text{ kN/m}$

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)

$$V_{rdc} >= (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

(EC2 Εξ.6.2.b)

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=195\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=2.00, k_1=0.15$$

$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$$

$$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 4.59/250000=0.02\text{N/mm}^2$$

$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49\text{N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64, V_{rdc}=96.14\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=2.49 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=96.14 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση OK}$$

$$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta), V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01, \theta=45.0^\circ \cot\theta=1.00 \tan\theta=1.00$$

$$\alpha_{cw}=1.00 z=0.9d, f_{ck}=25.0 \leq 60\text{MPa} v_1=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540, f_{cd}=14.17\text{MPa}$$

$$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4 \text{ kN}$$

$$V_{ed}=3.8 \text{ kN} < 671.4 \text{ kN} = V_{rdmax}, \text{ ο έλεγχος επαληθεύεται}$$

6.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

6.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 15.19 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 0.78 \text{ kNm/m}$$

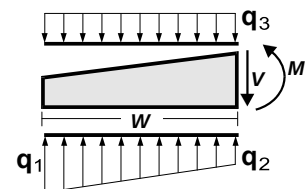
$$q_1=0.034 \text{ N/mm}^2, q_2=0.021 \text{ N/mm}^2, w=0.400 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.010 \text{ N/mm}^2$$

$$M=1.59 \text{ kNm/m}, V=7.05 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 3.28 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=1.59 \text{ kNm/m}, V_{ed}=3.28 \text{ kN/m}$$



6.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650 \text{ m}$ to $x=0.250 \text{ m}$ (με σεισμό)

$$\text{Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων} = 10.81 \text{ kN/m}$$

$$\text{Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως} = 1.59 \text{ kNm/m}$$

$$q_1=0.041 \text{ N/mm}^2, q_2=0.010 \text{ N/mm}^2, w=0.400 \text{ m}$$

$$\text{πίεση από ίδιο βάρος } q_3=0.008 \text{ N/mm}^2$$

$$M=1.73 \text{ kNm/m}, V=6.93 \text{ kN/m}$$

$$V \text{ σε απόσταση } h=250\text{mm} \text{ από παρειά} = 4.01 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed}=1.73 \text{ kNm/m}, V_{ed}=4.01 \text{ kN/m}$$

6.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

$$M_{ed}=1.73 \text{ kNm/m}, d=244\text{mm}, K_d=18.55 x/d=0.01 \epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.3/20.0 K_s=2.31, A_s=0.16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk} (A_s=3.30 \text{ cm}^2/\text{m})$$

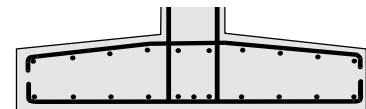
(EC2 §9.3.1)

$$\text{Ελάχιστος οπλισμός } \varnothing 12/34.0 (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

6.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

$$\text{Οπλισμός πεδίου κάτω } \varnothing 12/34.0 (3.32 \text{ cm}^2/\text{m})$$

$$\text{Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός } \varnothing 12/40.0 (2.82 \text{ cm}^2/\text{m})$$



6.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50 \text{ mm}$

(§3, §4.4.1.1)

Αντοχή διάτμησης 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)

$$V_{rdc} >= [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d, d=d_m=244\text{mm}, a=244\text{mm}$$

$$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120, f_{ck}=25\text{MPa}, b_w=1000\text{mm}, d=244\text{mm}$$

$$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2, k=1.91$$

$$\rho_1=As_1/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$$

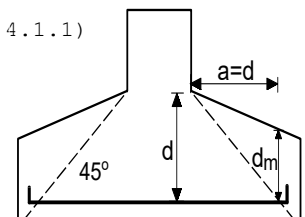
$$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46\text{N/mm}^2,$$

(EC2 Εξ.6.3N)

$$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244 = 224.48\text{kN/m}$$

$$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244 = 169.82, V_{rdc}=224.48\text{kN/m}$$

$$V_{ed}=4.01 \text{ kN/m} \leq V_{rdc}=224.48 \text{ kN/m}, \text{ διάτμηση και διάτρηση OK}$$



$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0.01$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot\theta = 1.00$ $\tan\theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 25.0 \leq 60 \text{ Mpa}$ $v_1 = 0.6[1 - f_{ck}/250] = 0.6[1 - 25/250] = 0.540$, $f_{cd} = 14.17 \text{ Mpa}$
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17 / 2.00 = 840.2 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 7.1 \text{ kN} < 840.2 \text{ kN} = V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

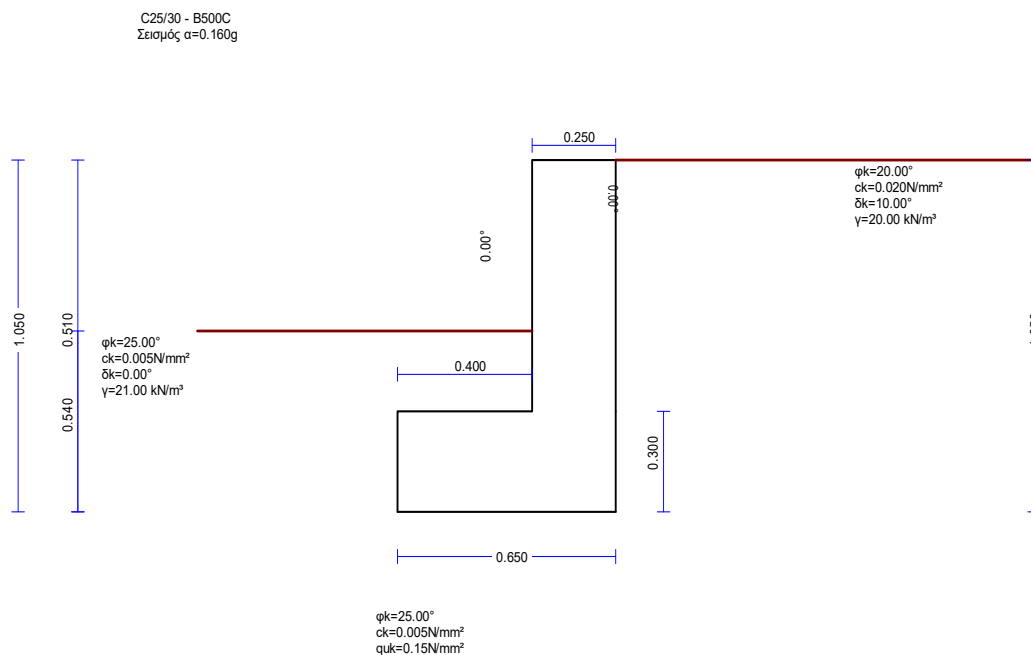
6.12. Προμέτρηση υλικών

Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου	0.407 m ³ /m
Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου	12.769 kg/m
Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 3.900x	0.407 = 1.589 m ³
Συνολικός οπλισμός τοίχου 3.900x	12.769 = 49.800 kg

7. ΤΟΙΧΟΣ ΤΚ1 (ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΠΛΑΤΕΙΑ)

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

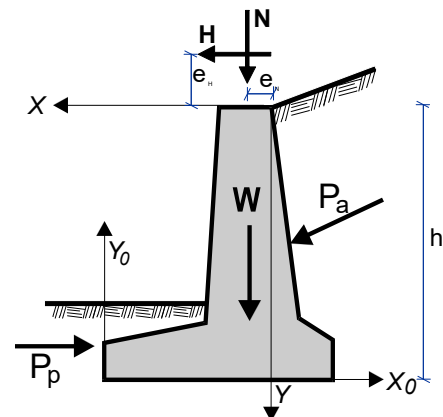
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, +NA-ΕΛΟΤ:2010)



7.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί

Διαστάσεις

Ολικό ύψος τοίχου	h= 1.050 m
Μήκος τοίχου	L= 3.900 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	B1= 0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	B2= 0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	B= 0.650 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.400 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.000 m
Υψος κορμού τοίχου	ho= 0.750 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)
Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο	0.000° (0:1)



Βάρος τοίχου

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου $\gamma_g = 25.000 \text{ kN/m}^3$
 Εμβαδόν διατομής τοίχου $A = 0.382 \text{ m}^2$
 Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο $W = 0.382 \times 25.000 = 9.55 \text{ kN/m}$
 Κέντρο βαρους τοίχου $x = 0.227 \text{ m}$, $y = 0.643 \text{ m}$ ($x_o = 0.423 \text{ m}$, $y_o = 0.407 \text{ m}$)

Υλικά τοίχου

Ανωδομή : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C (EC2 §3)
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 Θεμέλιο : Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C
 : Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom} = 50 \text{ mm}$

7.2. 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)
				(A1+M1)	
Δράση	Μόνιμη Δυσμενής	γ_{Gdst} :	1.10	1.35	1.00
	Μόνιμη Ευνοική	γ_{Gstb} :	0.90	1.00	1.00
	Μεταβλητή Δυσμενής	γ_{Qdst} :	1.50	1.50	1.00
	Μεταβλητή Ευνοική	γ_{Qstb} :	0.00	0.00	0.00
Εδαφικές ιδιότητες	Γωνία διατμητικής αντοχής	γ_ϕ :	1.25	1.00	1.00
	Συνοχή c	γ_c :	1.25	1.00	1.00
	Διατμητική αντοχή c_u	γ_{cu} :	1.40	1.00	1.00
	Θλιπτική αντοχή q_u	γ_{qu} :	1.40	1.00	1.00
	Βάρος	γ_w :	1.00	1.00	1.00

$\gamma_{R,v(R2)} = 1.40$, $\gamma_{R,h(R2)} = 1.10$, $\gamma_{R,e(R2)} = 1.40$

7.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση $q_u = 0.15 \text{ N/mm}^2$
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση $\phi = 25.00^\circ$, συντελεστής τριβής $\tan(\phi) = 0.466$
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

7.4. Σεισμικοί συντελεστές

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha_g = \alpha_{xg}$, $\alpha = 0.16$ (EC8-5 §7.3.2)
 Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση $\alpha_{vg}/\alpha_g = 0.90$ (EC8 §3.2.2.3)
 Συντ. θεμελίωσης $S = 1.00$ (EC8 §3.2.2.2)
 Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου $\gamma_I = 0.80$ (EC8 §3.2.1, T.4.3)
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς $r = 1.50$ (EC8-5 Πίνακας 7.1)
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$ (EC8-5 Εξ.7.1)
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$ (EC8-5 Εξ.7.2)

Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wx} = 9.55 \times 0.085 = 0.81 \text{ kN/m}$
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους $F_{wy} = 9.55 \times 0.043 = 0.41 \text{ kN/m}$

7.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)

7.5.1. Τμήμα τοίχου από Y=0.000 m έως Y=0.000 m, Hs=0.000 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.000 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 0.000 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 0.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 0.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 0.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

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

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

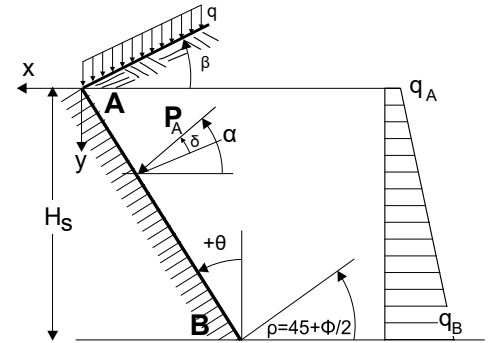
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 0.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 45.00 \quad 45.00^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 1.000 \quad 1.000$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU

A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y=y_A$)

$q_A = 0.00$

0.00 kN/m^2

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y=y_A + 0.00\text{m}$)

$q_B = 0.00$

0.00 kN/m^2

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$P_a = 0.00$

0.00 kN/m

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 0.00$

0.00°

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{ax} = 0.00$

0.00 kN/m

Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{ay} = 0.00$

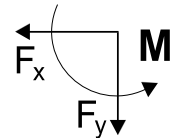
0.00 kN/m

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$M = 0.00$

0.00 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

A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 0.00$

0.00

0.00 kN/m

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 0.00$

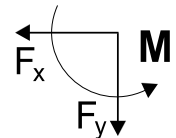
0.00

0.00 kN/m

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 0.00$

0.00

0.00 kNm/m



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 1.000$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (1.000 / 1.000 - 1) = 0.000$

$$K_E = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \omega + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.000 \times 0.00 = 0.00 \text{ kN/m}$

7.5.2. Τμήμα τοίχου από Y=0.000 m έως Y=1.050 m, Hs=1.050 m

Ανω Σημείο A x= 0.000 m y= 0.000 m

Κάτω Σημείο B x= 0.000 m y= 1.050 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 20.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.020 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

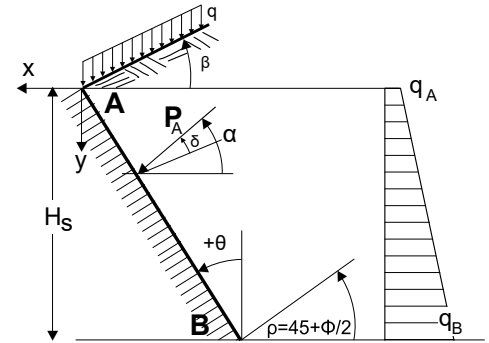
$\beta = 0.00^\circ$

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 10.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 53.00 \quad 55.00^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης $K_a = 0.522 \quad 0.447$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y = y_A$)

$q_A = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y = y_A + 1.05 \text{ m}$)

$q_B = 10.96 \quad 9.39 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2} (q_A + q_B) H$

$P_a = 5.75 \quad 4.93 \text{ kN/m}$

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 8.00 \quad 10.00^\circ$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{ax} = 5.69 \quad 4.86 \text{ kN/m}$

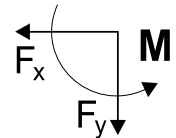
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{ay} = 0.80 \quad 0.86 \text{ kN/m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$M = -3.98 \quad -3.40 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.000 \text{ m}, y = 0.700 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x=0.000 \text{ m}, y=1.050 \text{ m}$)

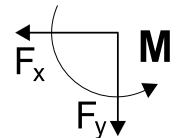
Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = 5.69 \quad 4.86 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών $F_{sy} = 0.80 \quad 0.86 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = 1.99 \quad 1.70 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 0.80 \times 0.16 \times 1.00 / 1.500 = 0.085$

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0.50 \times 0.085 = 0.043$

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

$\tan(\omega) = k_h / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Method Mononobe-Okabe (EC8-5 Παράρτημα Ε.4)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης, $K_e^*(STR) = 0.521$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0.521 / 0.447 - 1) = 0.166$

$$K_E = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις) $F_x = 1.166 \times 4.86 = 5.67 \text{ kN/m}$

7.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)

7.6.1. Τμήμα τοίχου από Y=0.510 m έως Y=1.050 m, Hs=0.540 m

Ανω Σημείο A x= 0.650 m y= 0.510 m

Κάτω Σημείο B x= 0.650 m y= 1.050 m

Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Αργίλος με άμμο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

$\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

$\gamma_s = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος νερού

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

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

$\phi = 25.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

$c = 0.005 \text{ N/mm}^2$

Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

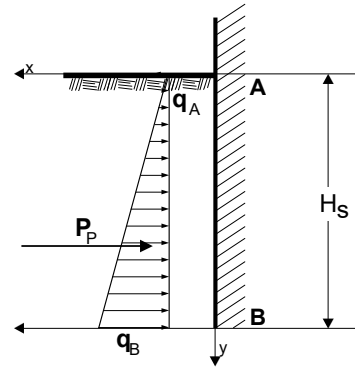
$\beta = 0.00^\circ$

Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια

$\theta = 0.00^\circ$

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

$\delta = 0.00^\circ$



Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης $\rho = 45^\circ - \phi/2 = 35.00 \quad 32.50^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p = 2.040 \quad 2.464$

Ωθηση γαιών καθ ύψος $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2\theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ($y = y_A$)

$q_A = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (πίεση) στην βάση ($y = y_A + 0.54 \text{ m}$)

$q_B = -23.13 \quad -27.94 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$

$P_p = 6.25 \quad 7.54 \text{ kN/m}$

Γωνία ώθησης γαιών

$\alpha = 0.00 \quad 0.00^\circ$

Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση

$P_{px} = -6.25 \quad -7.54 \text{ kN/m}$

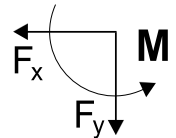
Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση

$P_{py} = 0.00 \quad 0.00 \text{ kN/m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ($x=0, y=0$)

$M = 5.44 \quad 6.56 \text{ kNm/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0.650 \text{ m}, y = 0.870 \text{ m}$



Σύνολα δυνάμεων και ροπών

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ($x = 0.650 \text{ m}, y = 1.050 \text{ m}$)

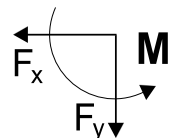
Μόνιμες δράσεις

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -6.25 \quad -7.54 \text{ kN/m}$

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

Συνολική ροπή ώθησης γαιών $M_s = -1.12 \quad -1.36 \text{ kNm/m}$



Σεισμικές δυνάμεις

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2, Παράρτημα Ε)

$\tan(\omega) = kh / (1 - k_v) = 0.085 / (1 - 0.043) = 0.089, \omega = 5.08^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης $K_p^*(STR) = 2.319$

$\xi = (K_p^* / K_p) = (2.319 / 2.464) = 0.941$

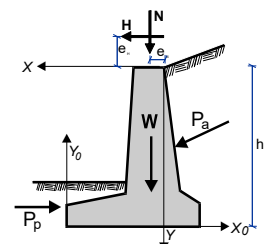
EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών $F_{sx} = -5.88 \quad -7.10$

7.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)

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

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00 - 0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00 - 1.05	5.69	0.80	0.000	0.700
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.51 - 1.05	-6.25	0.00	0.650	0.870
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.55	0.227	0.643

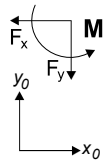


7.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (ΕQU)

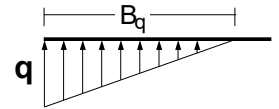
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 1.05	6.26	0.88	0.650	0.350	1.62
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.59	0.423	0.407	-3.64
Σύνολα=				9.47			-2.02



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 9.47 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.02 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.06 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 1.06/9.47 = 0.112\text{m}$, $e_c > 0.650/6 = 0.108\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.030\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.639\text{ m}$

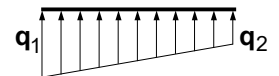
Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.112 = 0.426\text{ m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.426 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 45.64\text{ kN/m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 9.47 < R_d = 45.64\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

(EC7 Παράρτημα D)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 1.05	6.26	0.88	0.650	0.350	1.62
Βάρος τοίχου	W x1.10		0.00	10.51	0.423	0.407	-4.44
Σύνολα=				11.39			-2.82

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 11.39 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.82 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.88 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 0.88/11.39 = 0.077\text{m}$, $e_c \leq 0.650/6 = 0.108\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.030\text{ N/mm}^2$ $q_2 = 0.005\text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.077 = 0.495\text{ m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.495 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 53.04\text{ kN/m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 11.39 < R_d = 53.04\text{ kN/m}$, Έλεγχος ικανοποιείται (EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

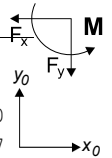
(EC7 Παράρτημα D)

7.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.650, y = 1.050\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 1.05	6.26	0.88	0.650	0.350	2.19	0.57
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	8.59	0.423	0.407	0.00	3.64
Σύνολα=				9.47			2.19	4.21



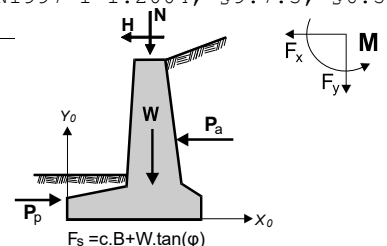
Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.19 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.21 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 2.19 < M_{rd} = 4.21\text{ kNm/m}$, Έλεγχος ικανοποιείταιΕκκεντρότητα $e_c = (0.650/2) - (4.21 - 2.19) / 9.47 = 0.112\text{m}$, $e_c \leq 0.650/3 = 0.217\text{m}$ **7.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)**

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.10	0.00- 1.05	6.26	0.00	0.88
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx0.90	0.51- 1.05	0.00	5.62	0.00
Βάρος τοίχου	W x0.90		0.00	0.00	8.59
Σύνολα=			6.26	5.62	9.47



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 9.47 \times \tan(25.00^\circ) / 1.25 = 3.53 \text{ kN/m}$

Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.639 \times 0.005 / 1.25 = 2.56 \text{ kN/m}$

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.26 kN/m

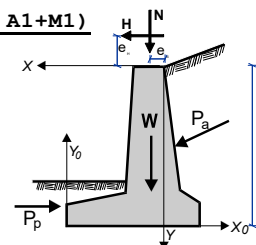
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(5.62/1.00 + 3.53) = 9.15 \text{ kN/m}$

Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.26 < R_d = 9.15 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

7.8. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

7.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 1.05	4.86	0.86	0.000	0.700
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.51- 1.05	-7.54	0.00	0.650	0.870
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.55	0.227	0.643

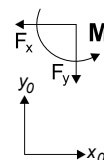


7.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 1.05	6.56	1.16	0.650	0.350	1.54
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.55	0.423	0.407	-4.04
			Σύνολα=	10.71			-2.50



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.71 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -2.50 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.98 kNm/m

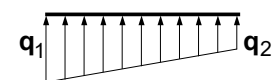
Εκκεντρότητα $ec = 0.98 / 10.71 = 0.092 \text{ m}$, $ec \leq 0.650 / 6 = 0.108 \text{ m}$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.030 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.003 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.092 = 0.467 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.467 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 50.04 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.71 < R_d = 50.04 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

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

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 1.05	6.56	1.16	0.650	0.350	1.54
Βάρος τοίχου	W x1.35		0.00	12.89	0.423	0.407	-5.45
			Σύνολα=	14.05			-3.91

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.05 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -3.91 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.66 kNm/m

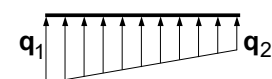
Εκκεντρότητα $ec = 0.66 / 14.05 = 0.047 \text{ m}$, $ec \leq 0.650 / 6 = 0.108 \text{ m}$

Τάσεις εδάφους $q_1 = 0.031 \text{ N/mm}^2$, $q_2 = 0.012 \text{ N/mm}^2$

Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.047 = 0.556 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 0.556 \times (1000 \times 0.15) / 1.40 = 59.57 \text{ kN/m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 14.05 < R_d = 59.57 \text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



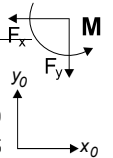
(EC7 Παράρτημα D)

7.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_0=0, y_0=0$) ($x=0.650, y=1.050$ m)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 1.05	6.56	1.16	0.650	0.350	2.30	0.76
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	9.55	0.423	0.407	0.00	4.04
Σύνολα=				10.71			2.30	4.80



Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.30 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.80 kNm/m

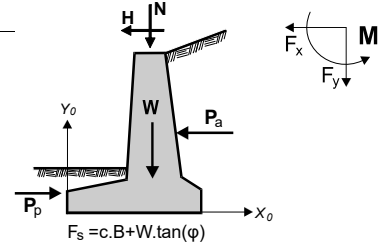
Έλεγχος σε ανατροπή $M_{ed}=2.30 < M_{rd}=4.80$ kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα $ec=(0.650/2)-(4.80-2.30)/10.71=0.092$ m, $ec<=0.650/3=0.217$ m

7.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.35	0.00- 1.05	6.56	0.00	1.16
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.51- 1.05	0.00	7.54	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	9.55
Σύνολα=			6.56	7.54	10.71



Τριβή εδάφους $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 10.71 \times \tan(25.00^\circ) / 1.10 = 4.54$ kN/m

Συνεκτικότητα $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 0.650 \times 0.005 / 1.10 = 2.95$ kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.56 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.54/1.40+4.54) = 9.93$ kN/m

Έλεγχος σε ολίσθηση $H_d=6.56 < R_d=9.93$ kN/m, Έλεγχος ικανοποιείται

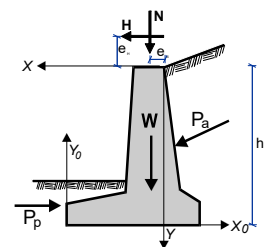
7.9. Αντισεισμικός έλεγχος

(EC8 EN1998-5:2004)

Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

7.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 1.05	4.86	0.86	0.000	0.525
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	0.51- 1.05	-7.10	0.00	0.650	0.870
Βάρος τοίχου	W		0.00	9.55	0.227	0.643



7.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

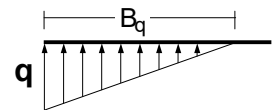
Φορτίο		y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 0.00	0.00		0.000	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	0.00- 1.05	0.81		0.000	0.525
Βάρος τοίχου	W		0.81	±0.41	0.227	0.643

7.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 1.05	5.67	0.86	0.650	0.525	2.42
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.14	0.423	0.407	-3.54
Σύνολα=				10.00			-1.12

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.00 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.12 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.13 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.13/10.00 = 0.213\text{m}$, $e_c > 0.650/6 = 0.108\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.060\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.336\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.213 = 0.224\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.224 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 33.60\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.00 < R_d = 33.60\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

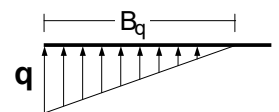
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

7.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

(EC7 §6.5.2)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 1.05	5.67	0.86	0.650	0.525	2.42
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.96	0.423	0.407	-3.88
			Σύνολα=	10.82			-1.46

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.82 kN/m
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -1.46 kNm/m
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.06 kNm/m
 Εκκεντρότητα $e_c = 2.06/10.82 = 0.190\text{m}$, $e_c > 0.650/6 = 0.108\text{m}$
 Τάσεις εδάφους $q = 0.054\text{ N/mm}^2$ $Bq = 0.404\text{ m}$
 Ενεργό θεμέλιο $L' = 0.650 - 2 \times 0.190 = 0.269\text{ m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 0.269 \times (1000 \times 0.15) / 1.00 = 40.35\text{ kN/m}$
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους $V_d = 10.82 < R_d = 40.35\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται



(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

7.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ($x_o = 0, y_o = 0$) ($x = 0.650, y = 1.050\text{ m}$)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _x [kN/m]	F _y [kN/m]	x _o [m]	y _o [m]	M _{o+} [kNm/m]	M _{o-} [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.650	1.050	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 1.05	5.67	0.86	0.650	0.525	2.98	0.56
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	9.55	0.423	0.407	0.33	4.04
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	-0.41	0.423	0.407	0.17	0.00*
			Σύνολα=	10.00			3.48	4.60

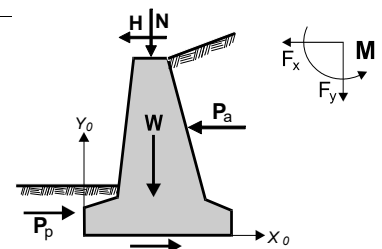
(*οι ροπές αρνητικών κατακόρυφων φορτίων λόγω σεισμού προστίθενται στις ροπές ανατροπής)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 3.48 kNm/m
 Σύνολο ροπών ευστάθειας = 4.60 kNm/m
 Ελεγχος σε ανατροπή $M_{ed} = 3.48 < M_{rd} = 4.60\text{ kNm/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται
 Εκκεντρότητα $e_c = (0.650/2) - (4.60 - 3.48) / 10.00 = 0.213\text{m}$, $e_c \leq 0.650/3 = 0.217\text{m}$

7.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

Φορτίο	(P.γ)	y1 - y2	F _{x+} [kN/m]	F _{x-} [kN/m]	F _y [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pax1.00	0.00- 1.05	5.67	0.00	0.86
Παθητική ώθηση γαιών	Ppx1.00	0.51- 1.05	0.00	7.10	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.81	0.00	9.14
			Σύνολα=	6.48	10.00



Τριβή εδάφους $R_d = N_d \cdot \tan \phi / \gamma_M = 10.00 \times \tan(25.00^\circ) / 1.00 = 4.66\text{ kN/m}$
 Συνεκτικότητα $R_d = A \cdot c_u / \gamma_M = 1000 \times 0.336 \times 0.005 / 1.00 = 1.68\text{ kN/m}$
 (δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)
 Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 6.48 kN/m
 Σύνολο δυνάμεων αντίστασης $(7.10/1.00 + 4.66) = 11.76\text{ kN/m}$
 Ελεγχος σε ολίσθηση $H_d = 6.48 < R_d = 11.76\text{ kN/m}$, Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 §6.5.3. 10)

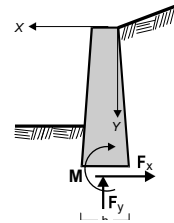
7.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

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

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

y	h	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.38	1.63	0.02
0.75	0.250	3.33	5.28	0.76



7.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: C_{nom}=50 mm

(§3, §4.4.1.1)

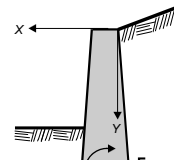
Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος: 0.26(f_{ctm}/f_{yk})d, 0.0013d, 0.0020A_c, μέγιστος: 0.04A_c (EC2 §9.6.2)

y	Med	Ned	d	Kd	x/d	ε _c /ε _s	Ks	A _s	min A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.02	-1.63	195	53.54	0.00	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.75	0.76	-5.28	195	18.32	0.01	0.3/20.0	2.31	0.01	(2.64)

7.10.3. 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	F _x	F _y	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.25	0.250	0.46	1.63	0.05
0.75	0.250	3.28	5.28	1.18



7.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

(EC2 §9.6, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-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 A _s
[m]	[kN/m]	[kN]	[mm]					[cm ² /m]	[cm ² /m]
0.25	0.05	-1.63	195	48.44	0.01	0.1/20.0	2.30	0.00	(2.50)
0.75	1.18	-5.28	195	15.68	0.02	0.4/20.0	2.31	0.06	(2.64)

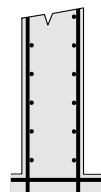
7.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου Ø10/29.5 (2.66cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)

Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου Ø10/31.0 (2.53cm²/m)

Οπλισμός διανομής Ø 8/40.0 (1.26cm²/m)



7.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

l_b, r_{qd}=(Ø/4) (osd/f_{bd})=(10/4) x (10/1.61)=15mm

osd=435.00x6/266=10MPa f_{bd}=2.25x0.70xf_{ctd}=1.61 MPa

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης l_{bd}=0.70x15=11mm, C_{nom}=50mm>3x10=30mm=(3Ø)

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης l_b, min=max(0.30l_b r_{qd}, 10Ø, 100mm)=100mm

Απαραίτητο άγκιστρο 100mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

7.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ 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. Άρα η δυσμενέστερη θέση για έλεγχο διάτμησης είναι στο κάτω μέρος του κορμού.

$V_{ed}=2.18$ kN/m, V_{ed} (+σεισμικός)=2.18 kN/m, $N_{ed}=-3.86$ kN/m

Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

$V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(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)

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=195$ mm

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=2.00$, $k_1=0.15$

$\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=266/(1000 \times 195)=0.0014$

$\sigma_{cp}=N_{ed}/A_c=1000 \times 3.86/250000=0.02$ N/mm²

$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.49$ N/mm²,

(EC2 Εξ.6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.49 + 0.15 \times 0.02) \times 1000 \times 195 = 96.14$ kN/m

$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 2.00 \times (0.14 \times 25)^{0.33} + 0.15 \times 0.02] \times 1000 \times 195 = 71.64$, $V_{rdc}=96.14$ kN/m

$V_{ed}=2.18$ kN/m $\leq V_{rdc}=96.14$ kN/m, διάτμηση OK

$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.00$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$

$\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa

$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 195 \times 0.540 \times 14.17/2.00 = 671.4$ kN

$V_{ed}=3.3$ kN < 671.4 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται

7.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

(EC2 EN1992-1-1:2004)

7.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650$ m to $x=0.250$ m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 14.05 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 0.66 kNm/m

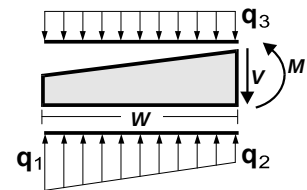
$q_1=0.031$ N/mm², $q_2=0.019$ N/mm², $w=0.400$ m

πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.010$ N/mm²

$M=1.37$ kNm/m, $V=6.09$ kN/m

V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 2.90 kN/m

$M_{ed}=1.37$ kNm/m, $V_{ed}=2.90$ kN/m



7.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650$ m to $x=0.250$ m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 10.00 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 2.06 kNm/m

$q_1=0.056$ N/mm², $q_2=0.000$ N/mm², $w=0.400$ m

πίεση από ίδιο βάρος $q_3=0.008$ N/mm²

$M=2.11$ kNm/m, $V=6.80$ kN/m

V σε απόσταση $h=250$ mm από παρειά = 4.42 kN/m

$M_{ed}=2.11$ kNm/m, $V_{ed}=4.42$ kN/m

7.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm

(§3, §4.4.1.1)

$M_{ed}=2.11$ kNm/m, $d=244$ mm, $K_d=16.80$ $x/d=0.02$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.3/20.0$ $k_s=2.31$, $As=0.20$ cm²/m

Ελάχιστος οπλισμός $As \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk}$ ($As=3.30$ cm²/m)

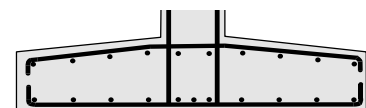
(EC2 §9.3.1)

Ελάχιστος οπλισμός $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

7.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

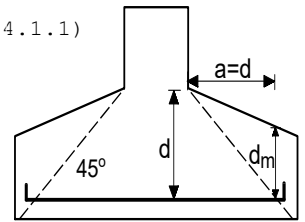
Οπλισμός πεδίου κάτω $\varnothing 12/34.0$ (3.32 cm²/m)

Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός $\varnothing 12/40.0$ (2.82 cm²/m)



7.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού: $C_{nom}=50$ mm (§3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτρησης χωρίς οπλισμό διάτμησης V_{rdc} (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$, $d=d_m=244$ mm, $a=244$ mm $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=25$ MPa, $b_w=1000$ mm, $d=244$ mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.91$ $\rho_l=As_l/(b_w \cdot d)=332/(1000 \times 244)=0.0014$ $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.46$ N/mm², (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.46 \times 2 \times 244/244) \times 1000 \times 244=224.48$ kN/m $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.91 \times (0.14 \times 25)^{0.33} \times 2 \times 244/244] \times 1000 \times 244=169.82$, $V_{rdc}=224.48$ kN/m $V_{ed}=4.42$ kN/m $\leq V_{rdc}=224.48$ kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.01$, $\theta=45.0^\circ$ $\cot\theta=1.00$ $\tan\theta=1.00$ $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=25.0 \leq 60$ MPa $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-25/250]=0.540$, $f_{cd}=14.17$ MPa $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 244 \times 0.540 \times 14.17/2.00=840.2$ kN $V_{ed}=6.8$ kN < 840.2 kN $=V_{rdmax}$, ο έλεγχος επαληθεύεται**7.12. Προμέτρηση υλικών**Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου 0.382 m³/m

Οπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου 12.359 kg/m

Συνολικά σκυρόδεμα τοίχου 3.900x 0.382= 1.492 m³

Συνολικός οπλισμός τοίχου 3.900x 12.359= 48.200 kg

Περιεχόμενα

1. ΤΟΙΧΟΣ T13 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 1.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 1.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 1.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 1.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 1.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 1.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.400\text{ m}$, $H_s=0.400\text{ m}$
 - 1.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400\text{ m}$ έως $Y=1.350\text{ m}$, $H_s=0.950\text{ m}$
 - 1.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 1.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.550\text{ m}$ έως $Y=1.350\text{ m}$, $H_s=0.800\text{ m}$
 - 1.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 1.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 1.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 1.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 1.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 1.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 1.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 1.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 1.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 1.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 1.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 1.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 1.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 1.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
 - 1.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 1.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 1.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 1.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 1.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 1.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 1.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 1.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση
 - 1.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 1.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 1.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 1.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 1.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 1.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
 - 1.12. Προμέτρηση υλικών
2. ΤΟΙΧΟΣ T14 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 2.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 2.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 2.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 2.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 2.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 2.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.450\text{ m}$, $H_s=0.450\text{ m}$
 - 2.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.450\text{ m}$ έως $Y=1.350\text{ m}$, $H_s=0.900\text{ m}$

Περιεχόμενα

- 2.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 2.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.800\text{ m}$ έως $Y=1.350\text{ m}$, $H_s=0.550\text{ m}$
- 2.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 2.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 2.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 2.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 2.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
- 2.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 2.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 2.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 2.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 2.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 2.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 2.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 2.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 2.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 2.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 2.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 2.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 2.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 2.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 2.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 2.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 2.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 2.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 2.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 2.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.700\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 2.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 2.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 2.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 2.12. Προμέτρηση υλικών
3. ΤΟΙΧΟΣ T15 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 3.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 3.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 3.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 3.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 3.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 3.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.400\text{ m}$, $H_s=0.400\text{ m}$
 - 3.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400\text{ m}$ έως $Y=1.100\text{ m}$, $H_s=0.700\text{ m}$
 - 3.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 3.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.550\text{ m}$ έως $Y=1.100\text{ m}$, $H_s=0.550\text{ m}$
 - 3.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 3.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 3.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 3.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 3.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 3.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)

Περιεχόμενα

- 3.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
- 3.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
- 3.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
- 3.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 3.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχoi ευστάθειας τοίχου
 - 3.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 3.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 3.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 3.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 3.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 3.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 3.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 3.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 3.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 3.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 3.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 3.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 3.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 3.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 3.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 3.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 3.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 3.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 3.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 3.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 3.12. Προμέτρηση υλικών
- 4. ΤΟΙΧΟΣ T16 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 4.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 4.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 4.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 4.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 4.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 4.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.400\text{ m}$, $H_s=0.400\text{ m}$
 - 4.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.400\text{ m}$ έως $Y=1.100\text{ m}$, $H_s=0.700\text{ m}$
 - 4.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 4.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.550\text{ m}$ έως $Y=1.100\text{ m}$, $H_s=0.550\text{ m}$
 - 4.7. Ελεγχoi ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 4.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 4.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 4.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 4.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 4.8. Ελεγχoi ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 4.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 4.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχoi ευστάθειας τοίχου
 - 4.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 4.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 4.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)

Περιεχόμενα

- 4.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 4.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
- 4.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 4.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 4.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 4.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 4.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 4.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 4.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 4.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 4.10.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση
- 4.11. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 4.11.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 4.11.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 4.11.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 4.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 4.11.5. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 4.12. Προμέτρηση υλικών
- 5. ΤΟΙΧΟΣ T17 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 5.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 5.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 5.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 5.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 5.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 5.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.450\text{ m}$, $H_s=0.450\text{ m}$
 - 5.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.450\text{ m}$ έως $Y=1.050\text{ m}$, $H_s=0.600\text{ m}$
 - 5.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 5.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.350\text{ m}$ έως $Y=1.050\text{ m}$, $H_s=0.700\text{ m}$
 - 5.7. Έλεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 5.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 5.7.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 5.7.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 5.7.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 5.8. Έλεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 5.8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 5.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Έλεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 5.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 5.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 5.9.3. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 5.9.4. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 5.9.5. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 5.9.6. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
 - 5.10. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 5.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 5.10.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 5.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 5.10.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)

Περιεχόμενα

- 5.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
- 5.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
- 5.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 5.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
- 5.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
- 5.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.600\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
- 5.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
- 5.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
- 5.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 5.12. Προμέτρηση υλικών
- 6. ΤΟΙΧΟΣ ΤΚ1*, Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
- 6.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
- 6.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
- 6.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
- 6.4. Σεισμικοί συντελεστές
- 6.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
- 6.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.450\text{ m}$, $H_s=0.450\text{ m}$
- 6.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.450\text{ m}$ έως $Y=1.150\text{ m}$, $H_s=0.700\text{ m}$
- 6.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
- 6.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.500\text{ m}$ έως $Y=1.150\text{ m}$, $H_s=0.650\text{ m}$
- 6.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
- 6.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
- 6.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
- 6.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
- 6.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
- 6.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
- 6.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
- 6.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
- 6.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
- 6.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
- 6.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 6.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
- 6.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
- 6.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
- 6.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
- 6.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
- 6.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
- 6.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
- 6.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
- 6.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
- 6.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
- 6.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
- 6.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
- 6.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
- 6.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
- 6.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
- 6.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

Περιεχόμενα

- 6.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
- 6.12. Προμέτρηση υλικών
- 7. ΤΟΙΧΟΣ ΤΚ1 , Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος
 - 7.1. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
 - 7.2. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
 - 7.3. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
 - 7.4. Σεισμικοί συντελεστές
 - 7.5. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
 - 7.5.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=0.000\text{ m}$, $H_s=0.000\text{ m}$
 - 7.5.2. Τμήμα τοίχου από $Y=0.000\text{ m}$ έως $Y=1.050\text{ m}$, $H_s=1.050\text{ m}$
 - 7.6. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
 - 7.6.1. Τμήμα τοίχου από $Y=0.510\text{ m}$ έως $Y=1.050\text{ m}$, $H_s=0.540\text{ m}$
 - 7.7. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
 - 7.7.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
 - 7.7.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
 - 7.7.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
 - 7.7.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
 - 7.8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
 - 7.8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
 - 7.9. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
 - 7.9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
 - 7.9.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
 - 7.9.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 7.9.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
 - 7.9.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
 - 7.9.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
 - 7.10. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
 - 7.10.1. Φόρτιση $1.35x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+1.50x(\text{κινητά δυσμενή})$
 - 7.10.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
 - 7.10.3. Φόρτιση $1.00x(\text{μόνιμα δυσμενή})+1.00x(\text{μόνιμα ευμενή})+0.30x(\text{κινητά})+1.00x(\text{σεισμός})$
 - 7.10.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
 - 7.10.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
 - 7.10.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
 - 7.10.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
 - 7.11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
 - 7.11.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$
 - 7.11.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά $x=0.650\text{ m}$ to $x=0.250\text{ m}$ (με σεισμό)
 - 7.11.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
 - 7.11.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
 - 7.11.5. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
 - 7.12. Προμέτρηση υλικών