

1. Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : T-ANT.-001

C16/20 - S500s  
Σεισμός α=0.160g

2.40

0.50

$\varphi=30.00^\circ$   
 $c=0.00\text{N/mm}^2$   
 $\delta=0.00^\circ$   
 $\gamma=15.00\text{ kN/m}^3$

0.20

0.00

$\beta=0.00^\circ$

$\varphi=30.00^\circ$   
 $c=0.00\text{N/mm}^2$   
 $\delta=0.00^\circ$   
 $\gamma=15.00\text{ kN/m}^3$

0.20

1.10

0.30

1.50

0.30

2.40

$\varphi=40.00^\circ$   
 $c=0.00\text{N/mm}^2$   
 $q_a=0.30\text{N/mm}^2$

Τμήμα τοίχου από  $y=0.000$  m έως  $y=0.000$  m,  $H=0.000$  m

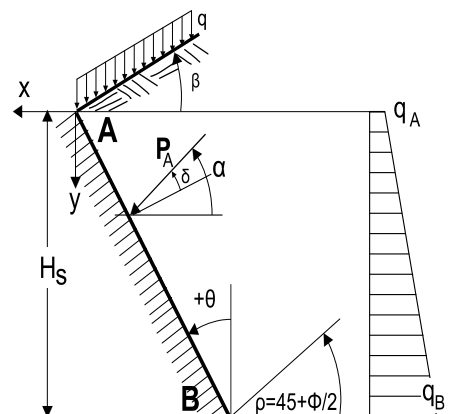
Κάτω Σημείο Β  $x=-1.100 \text{ m}$   $y= 0.000 \text{ m}$

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους	$\gamma=15.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους	$\gamma_k=19.00 \text{ kN/m}^3$
Ειδικό βάρος νερού	$\gamma_w=10.00 \text{ kN/m}^3$
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους	$\varphi=30.00^\circ$
Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους	$c=0.005 \text{ N/mm}^2$
Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια	$\beta=0.00^\circ$
Γωνία παρειάς τοίχου με κατακόρυφο	$\theta=0.00^\circ$
Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου & εδάφους	$\delta=0.00^\circ$

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή q1= 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή q2= 0.00 kN/m<sup>2</sup>

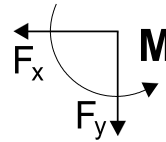
Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho=45^\circ+\varphi/2=60.00^\circ$   
 Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0.333$   
 Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(y)=q_A+y \cdot \gamma \cdot K_a$



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

**Μόνιμες δράσεις**

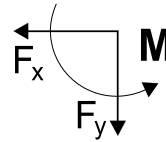
Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y-y_A=0$  m)  $q_A= 0.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y-y_A= 0.000$  m)  $q_B= 0.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_A=\frac{1}{2}(q_A+q_B)H= 0.00$  kN/m σε γωνία  $\alpha= 0.00^\circ$   
 Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{Ax}= 0.00$  kN/m,  $P_{Ay}= 0.00$  kN/m  
 Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x=-1.100$  m,  $y=0.000$  m  
 Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M= 0.00$  kNm/m

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=-1.100$  m,  $y=0.000$  m)

**Μόνιμες δράσεις**

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

**Μεταβλητές δράσεις**

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

**Υδροστατικές δυνάμεις**

Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx}= 0.00$  kN/m  
 Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy}= 0.00$  kN/m  
 Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w = 0.00$  kNm/m

**Σεισμικές δυνάμεις (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3 και Παράρτ. Ε)**

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h=0.16/1.50=0.107$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)  
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v=0.50 \times 0.16=0.080$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)

Μέθοδος Mononobe-Okabe (EC8, ENV1998-5:1994, Παράρτ. Ε)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

(τοίχος με ανεκτή ολίσθηση) (ENV1998-5, Παράρτ. Ε)

$\omega = \arctan(a_h / (1 - a_v)) = \arctan(0.107 / (1 - 0.080)) = 6.63^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης (Mononobe-Okabe),  $K_e = 0.410$

Πρόσθετη ώθηση γαιών λόγω σεισμού  $\xi = (0.410 / 0.333 - 1) = 0.231$

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

**Μόνιμες δράσεις**

Πρόσθετη δύναμη ώθησης γαιών λόγω σεισμού  $F_x=0.00 \times 0.231=0.00$  kN/m

Τμήμα τοίχου από  $y=0.000$  m έως  $y=2.500$  m,  $H=2.500$  m

Ανω Σημείο A  $x=-1.100$  m  $y= 0.000$  m

Κάτω Σημείο B  $x=-1.100$  m  $y= 2.500$  m

**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma=15.00$  kN/m<sup>3</sup>

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k=19.00$  kN/m<sup>3</sup>

Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w=10.00$  kN/m<sup>3</sup>

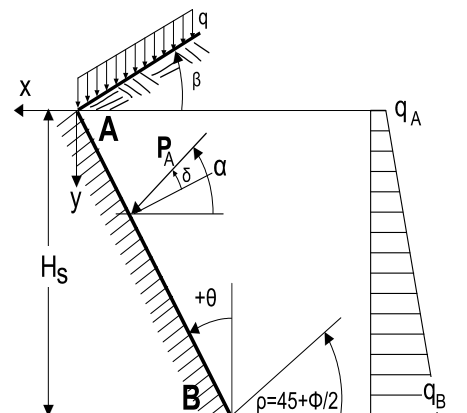
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\varphi=30.00^\circ$

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c=0.005$  N/mm<sup>2</sup>

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

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

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

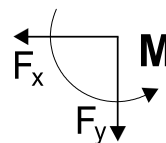
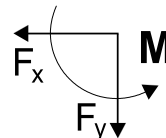
**Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1= 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2= 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho=45^\circ+\varphi/2=60.00^\circ$ Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a=0.333$ 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**Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y-y_A=0$  m)  $q_A=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y-y_A=2.500$  m)  $q_B=12.49$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_a=\frac{1}{2}(q_A+q_B)H=15.61$  kN/m σε γωνία  $\alpha=0.00^\circ$ Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{ax}=15.61$  kN/m,  $P_{ay}=0.00$  kN/mΣημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x=-1.100$  m,  $y=1.667$  mΡοπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M=-26.02$  kNm/m**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=-1.100$  m,  $y=2.500$  m)**Μόνιμες δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=15.61$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=13.00$  kNm/m**Μεταβλητές δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=0.00$  kNm/m**Υδροστατικές δυνάμεις**Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w=0.00$  kNm/m**Σεισμικές δυνάμεις (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3 και Παράρτ. Ε)**Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h=0.16/1.50=0.107$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v=0.50 \times 0.16=0.080$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)

Μέθοδος Mononobe-Okabe (EC8, ENV1998-5:1994, Παράρτ. Ε)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

(τοιίχος με ανεκτική ολίσθηση) (ENV1998-5, Παράρτ. Ε)

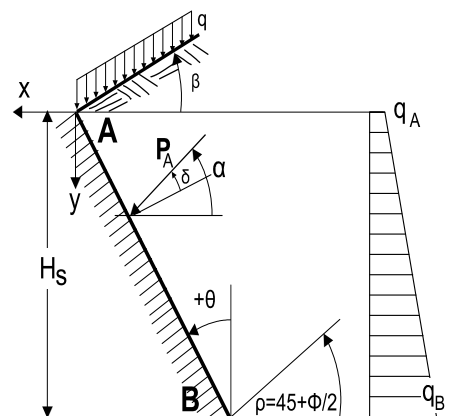
 $\omega=\arctan(a_h/(1-a_v))=\arctan(0.107/(1-0.080))=6.63^\circ$ Συντελεστής ενεργητικής ώθησης (Mononobe-Okabe),  $K_e=0.410$ Πρόσθετη ώθηση γαιών λόγω σεισμού  $\xi=(0.410/0.333-1)=0.231$ 

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

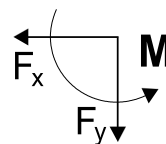
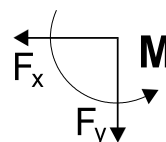
**Μόνιμες δράσεις**Πρόσθετη δύναμη ώθησης γαιών λόγω σεισμού  $F_x=15.61 \times 0.231=3.61$  kN/m

**1.2. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά Coulomb**Τμήμα τοίχου από  $y=2.000$  m έως  $y=2.500$  m,  $H=0.500$  mΑνω Σημείο A  $x=0.200$  m  $y=2.000$  mΚάτω Σημείο B  $x=0.200$  m  $y=2.500$  m**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma=15.00$  kN/m<sup>3</sup>Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k=19.00$  kN/m<sup>3</sup>Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w=10.00$  kN/m<sup>3</sup>Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi=30.00^\circ$ Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c=0.005$  N/mm<sup>2</sup>Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta=0.00^\circ$ Γωνία παρειάς τοίχου με κατακόρυφο  $\theta=0.00^\circ$ Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου & εδάφους  $\delta=15.00^\circ$ **Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2=0.00$  kN/m<sup>2</sup>**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho=45^\circ-\phi/2=30.00^\circ$ Συντελεστής παθητικής ώθησης  $K_p=4.977$ 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**Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y-y_A=0$  m)  $q_A=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y-y_A=0.500$  m)  $q_B=-37.33$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_A=\frac{1}{2}(q_A+q_B)H=9.33$  kN/m σε γωνία  $\alpha=15.00^\circ$ Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{Ax}=-9.01$  kN/m,  $P_{Ay}=2.41$  kN/mΣημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x=0.200$  m,  $y=2.333$  mΡοπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M=21.50$  kNm/m**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=0.200$  m,  $y=2.500$  m)**Μόνιμες δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=-9.01$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=2.41$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=-1.50$  kNm/m**Μεταβλητές δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=0.00$  kNm/m**Υδροστατικές δυνάμεις**Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w=0.00$  kNm/m

**1.3. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί****Διαστάσεις**

Ολικό ύψος τοίχου	2.500 m
Μήκος τοίχου	L= 10.000 m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	0.200 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	0.200 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	1.500 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.200 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	1.100 m
Υψος κορμού τοίχου	2.200 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Κλίση παρειάς τοίχου μπροστά	0.000°
Κλίση παρειάς τοίχου πίσω	$\theta = 0.000^\circ$

**Φορτία**

Μόνιμο φορτίο στην κορυφή	$Q_p = 0.00 \text{ kN/m}$
Κινητό φορτίο στην κορυφή	$Q_v = 0.00 \text{ kN/m}$

**Βάρος τοίχου**

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	25.000 kN/m <sup>3</sup>
Εμβαδόν διατομής τοίχου	0.890 m <sup>2</sup>
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.890 \times 25.000 = 22.25 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = -0.128 \text{ m}, y = 1.732 \text{ m} (x_0 = 0.528 \text{ m}, y_0 = 0.768 \text{ m})$

**Βάρος επίχωσης**

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο	$W_s = 36.30 \text{ kN/m}$
Κέντρο βάρους επίχωσης	$x = -0.550 \text{ m}, y = 1.100 \text{ m}$

**Υλικά τοίχου**

Ανωδομή Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
 Θεμέλιο Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

**Σεισμικοί συντελεστές**

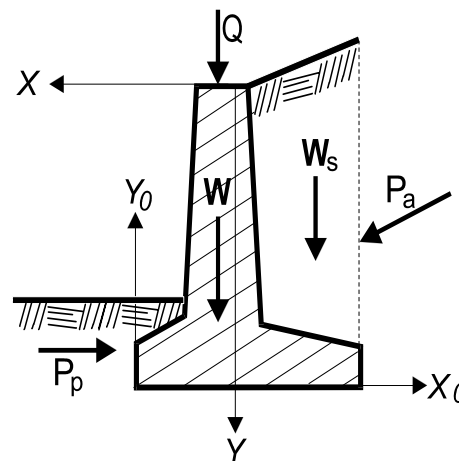
Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους  $\alpha = 0.16$  (ΕΑΚ, §2.3.1)  
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς  $q_w = 1.50$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h = 0.16/1.50 = 0.107$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v = 0.50 \times 0.16 = 0.080$  (ΕΑΚ, §5.3.a.3)

**Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)**

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wx} = 22.25 \times 0.107 = 2.38 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wy} = 22.25 \times 0.080 = 1.78 \text{ kN/m}$
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsx} = 36.30 \times 0.107 = 3.88 \text{ kN/m}$
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsy} = 36.30 \times 0.080 = 2.90 \text{ kN/m}$

**Συντελεστές ασφαλείας-επιτρεπόμενες τάσεις**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή  $SF = 1.50$   
 Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF = 1.50$   
 Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση  $\sigma_{ep} = 0.30 \text{ N/mm}^2$   
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση  $\phi = 40.00^\circ$ , συντελεστής τριβής  $\tan(\phi) = 0.839$   
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση  $c = 0.000 \text{ N/mm}^2$



**Απαιτήσεις και συντελεστές αντισεισμικού (ΕΑΚ §5)**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή (με σεισμό ΕΑΚ §5.3)  $SF=1.00$

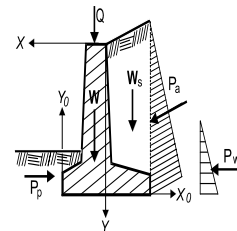
Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3)  $SF=1.00$

Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.1)  $\sigma_{ep}=0.39 \text{ N/mm}^2$

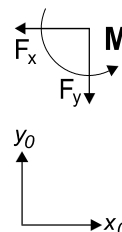
Ενεργή επιφάνεια πεδίου/επιφ. πεδίου (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.2)  $=0.67$

**1.4. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου****Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Δύναμη Fx [kN/m]	Δύναμη Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	-1.100	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 2.50	15.61	0.00	-1.100	1.667
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x1.00	2.00- 2.50	-9.01	2.41	0.200	2.333
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	22.25	-0.128	1.732
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	36.30	-0.550	1.100

**Ελεγχος τάσεων εδάφους**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.500	2.500	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 2.50	15.61	0.00	1.500	0.833	13.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	22.25	0.528	0.768	-11.75
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	36.30	0.950	1.400	-34.48
			Σύνολο=	58.55			-33.23



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 58.55 kN/m

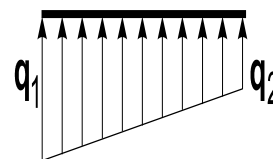
Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -33.23 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.68 kNm/m

Εκκεντρότητα  $=10.68/58.55=0.182 \text{ m} \leq 1.500/6=0.250 \text{ m}$

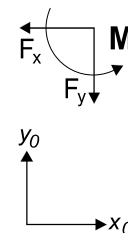
Τάση εδάφους μπροστά  $= 0.068 \text{ N/mm}^2 < 0.300 \text{ N/mm}^2$  (επ. σ εδάφους)

Τάση εδάφους πίσω  $= 0.011 \text{ N/mm}^2 < 0.300 \text{ N/mm}^2$  (επ. σ εδάφους)

**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής**

ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_o=0, y_o=0$ ) ( $x=0.400, y=2.500 \text{ m}$ )

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.500	2.500	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 2.50	15.61	0.00	1.500	0.833	13.00	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	22.25	0.528	0.768	0.00	11.75
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	36.30	0.950	1.400	0.00	34.48
Σύνολα =							13.00	46.23

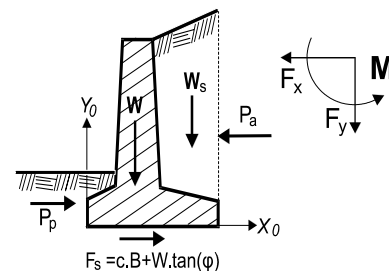


Σύνολο ροπών ανατροπής = 13.00 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 46.23 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή  $SF= 46.23/13.00 = 3.556 > 1.50$

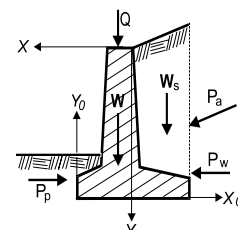
Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx+ [ kN/m]	Fx- [ kN/m]	Fy [ kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00 0.00- 0.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00 0.00- 2.50	15.61	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	x1.00 2.00- 2.50	0.00	9.01	0.00
Βάρος τοίχου	W	x1.00	0.00	0.00	22.25
Βάρος επίχωσης	Ws	x1.00	0.00	0.00	36.30
		Σύνολα=	15.61	9.01	58.55



Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF = 58.14/15.61 = 3.725 > 1.50$

**Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)**

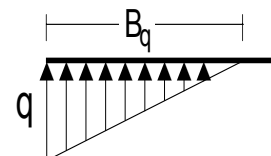
Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Δύναμη Fx [kN/m]	Δύναμη Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	-1.100	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 2.50	15.61	0.00	-1.100	1.667
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x0.50	2.00- 2.50	-4.51	1.21	0.200	2.333
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	22.25	-0.128	1.732
Βάρος επίκωσης	Ws x1.00		0.00	36.30	-0.550	1.100



Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx	Fy	xo	yo	Mo+
			[ kN/m]	[ kN/m]	[m]	[m]	[ kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.500	2.500	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 2.50	3.61	0.00	1.500	0.833	3.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.38	-1.78	0.528	0.768	2.77
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		3.88	-2.90	0.950	1.400	8.19
		Σύνολα=	9.87	-4.68			13.96

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.500	2.500	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 2.50	19.22	0.00	1.500	0.833	16.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.38	20.47	0.528	0.768	-8.98
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		3.88	33.40	0.950	1.400	-26.29
			Σύνολο=	53.87			-19.27

Ενεργό πλάτος πεδίου (ΕΑΚ §5.2.3.2) =  $1.073/1.500=0.716 \times (\text{πλάτος}) > 0.67$  (επιτρεπ.)



**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (με σεισμό)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.400, y=2.500$  m)

Τμήμα	( γ )	y1	-	y2	Fx	Fy	xo	yo	Mo+	Mo-
					[ kN/m]	[ kN/m]	[m]	[m]	[ kNm/m]	[ kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa	x1.00	0.00-	0.00	0.00	0.00	1.500	2.500	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa	x1.00	0.00-	2.50	19.22	0.00	1.500	0.833	16.00	0.00
Βάρος τοίχου	W	x1.00			2.38	20.47	0.528	0.768	2.77	11.75*
Βάρος επίχωσης	Ws	x1.00			3.88	33.40	0.950	1.400	8.19	34.48*
							Σύνολα	=	26.96	46.23

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

**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (EAK, §5.3)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.400, y=2.500$  m)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 26.96 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 46.23 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή  $SF=46.23/26.96=1.715>1.00$ **Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό)**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00	0.00	2.50	19.22
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	x0.50	2.00	2.50	0.00
Βάρος τοίχου	W	x1.00	2.38	0.00	20.47
Βάρος επίχωσης	Ws	x1.00	3.88	0.00	33.40
Σύνολα=			25.48	4.51	53.87

**Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (EAK, §5.3)**Αντίσταση λόγω τριβής εδάφους =  $\tan(40^\circ) \times 53.87 = 45.20$  kN/m

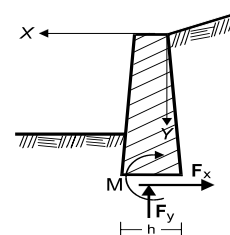
Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 25.48 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης = 49.71 kN/m (EAK 5.2.3)

Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF=49.71/25.48=1.951>1.00$ **1.6. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου****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]
0.50	0.200	0.84	2.50	0.14
1.00	0.200	3.38	5.00	1.12
1.50	0.200	7.59	7.50	3.79
2.20	0.200	16.32	11.00	11.96





**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000**

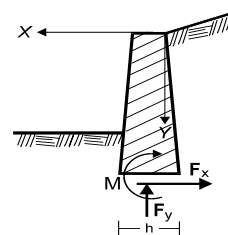
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.14	-2.50	15.0	29.42	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	( 2.52)
1.00	1.12	-5.00	15.0	12.81	0.03	0.6/20.0	2.32	0.10	( 2.52)
1.50	3.79	-7.50	15.0	7.35	0.05	1.0/20.0	2.34	0.48	( 2.52)
2.20	11.96	-11.00	15.0	4.24	0.09	2.1/20.0	2.38	1.73	( 2.52)

**1.7. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου (με σεισμό)****Φόρτιση 1.00x(μόνιμα δυσμενή)+1.00x(μόνιμα ευμενή)+0.30x(κινητά)+1.00x(σεισμός)**

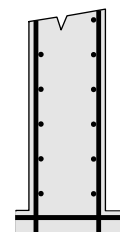
Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου (με σεισμό)

y	h	Fx	Fy	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.50	0.200	1.91	2.50	0.41
1.00	0.200	5.38	5.00	2.17
1.50	0.200	10.37	7.50	6.05
2.20	0.200	19.94	11.00	16.47

**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000 (με σεισμό)**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.41	-2.50	15.0	20.48	0.02	0.3/20.0	2.31	0.03	( 2.52)
1.00	2.17	-5.00	15.0	9.64	0.04	0.8/20.0	2.33	0.26	( 2.52)
1.50	6.05	-7.50	15.0	5.92	0.06	1.3/20.0	2.35	0.83	( 2.52)
2.20	16.47	-11.00	15.0	3.64	0.12	2.6/20.0	2.41	2.48	( 2.52)

**1.8. Οπλισμοί Κορμού τοίχου****οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου Φ8/20.0 (2.52cm<sup>2</sup>/m)****Οπλισμός διανομής Φ8/20.0 (2.52cm<sup>2</sup>/m)****οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου Φ8/20.0 (2.52cm<sup>2</sup>/m)****Οπλισμός διανομής Φ8/20.0 (2.52cm<sup>2</sup>/m)****Ελεγχος κορμού σε διάτμηση με ΕΚΩΣ 2000**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

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.

Vsd=16.32 kN/m, Vsd (+σεισμό)=19.94 kN/m, Nsd=11.00 kN/m

Vrd1=[τrd.k.(1.2+40ρ1)+0.15σcp].bw.d, τrd=0.22 N/mm<sup>2</sup>, k=1.0

ρ1=As1/(bw.d)=0.0001x2.52/(1.00x0.15)=0.0017

σcp=Nsd/Ac=0.001x11.00/(1.00x0.20)=0.055 N/mm<sup>2</sup>

vrd1=[0.22x1.0(1.2+40x 0.0017)+0.15x0.055]x0.15x1.00x1000=43.08 kN/m

Vsd=19.94 kN/m < Vrd1=43.08 kN/m διάτμηση OK

**1.9. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί**

Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.400$  m έως  $x=0.200$  m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 58.55 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.68 kNm/m

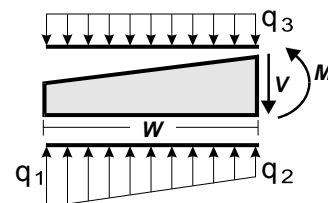
$\sigma_1 = 0.068$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = 0.060$  N/mm<sup>2</sup>,  $w = 0.200$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.008$  N/mm<sup>2</sup>

$M = 1.15$  k Nm/m,  $V = 11.24$  kN/m

$h = 25$  cm > πλάτους  $h = 20$  cm, έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται

$M_{sd} = 1.55$  k Nm/m,  $V_{sd} = 0.00$  kN/m



Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Έλεγχος τμήματος πίσω  $x=-1.100$  m έως  $x=0.000$  m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 58.55 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 10.68 kNm/m

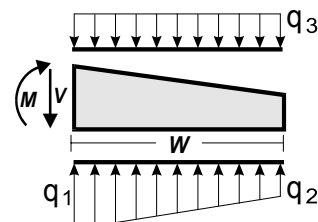
$\sigma_1 = 0.052$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = 0.011$  N/mm<sup>2</sup>,  $w = 1.100$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.041$  N/mm<sup>2</sup>

$M = -9.69$  k Nm/m,  $V = 9.97$  kN/m

$V$  σε απόσταση  $h = 25$  cm από παρειά = 8.38 kN/m

$M_{sd} = -13.09$  k Nm/m,  $V_{sd} = 11.32$  kN/m



Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.400$  m έως  $x=0.200$  m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 53.87 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 21.13 kNm/m

$\sigma_1 = 0.100$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = 0.082$  N/mm<sup>2</sup>,  $w = 0.200$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.008$  N/mm<sup>2</sup>

$M = 1.73$  k Nm/m,  $V = 16.71$  kN/m

$h = 25$  cm > πλάτους  $h = 20$  cm, έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται

$M_{sd} = 1.73$  k Nm/m,  $V_{sd} = 0.00$  kN/m

Έλεγχος τμήματος πίσω  $x=-1.100$  m έως  $x=0.000$  m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 53.87 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 21.13 kNm/m

$\sigma_1 = 0.063$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = 0.000$  N/mm<sup>2</sup>,  $w = 1.100$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.041$  N/mm<sup>2</sup>

$M = -19.74$  k Nm/m,  $V = 23.35$  kN/m

$V$  σε απόσταση  $h = 25$  cm από παρειά = 19.64 kN/m

$M_{sd} = -19.74$  k Nm/m,  $V_{sd} = 19.64$  kN/m

**Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

$M_{sd} = 1.73$  kNm/m,  $d = 25.0$  cm,  $K_d = 18.99$ ,  $\xi = 0.02$ ,  $e_c/e_s = 0.4/20.0$ ,  $K_s = 2.31$ ,  $A_s = 0.16$  cm<sup>2</sup>/m

$M_{sd} = -19.74$  kNm/m,  $d = 25.0$  cm,  $K_d = 5.63$ ,  $\xi = 0.07$ ,  $e_c/e_s = 1.4/20.0$ ,  $K_s = 2.35$ ,  $A_s = 1.86$  cm<sup>2</sup>/m

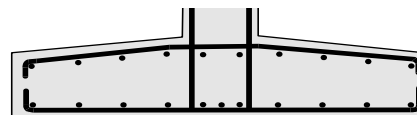
Ελάχιστος οπλισμός  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)

**1.10. Οπλισμοί πεδίου τοίχου**

οπλισμός πεδίου κάτω  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)

οπλισμός πεδίου άνω  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός διανομής  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)



Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση με ΕΚΩΣ 2000

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

Τέμνουσα αντοχής χωρίς οπλισμό διάτμησης (ΕΚΩΣ 2000, §11.1)

$V_{rd1} = \tau_{rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40\rho_1) \cdot b_w \cdot d$ ,  $\tau_{rd} = 0.22 \text{ N/mm}^2$ ,  $k = 1.0$

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.0001 \times 7.53 / (1.00 \times 0.25) = 0.0030$

$v_{rd1} = 0.22 \times 1.0 (1.2 + 40 \times 0.0030) \times 1.00 \times 0.250 \times 1000 = 72.60 \text{ kN/m}$

$V_{sd} = 19.64 \text{ kN/m} < V_{rd1} = 72.60 \text{ kN/m}$  διάτμηση και διάτρηση ΟΚ

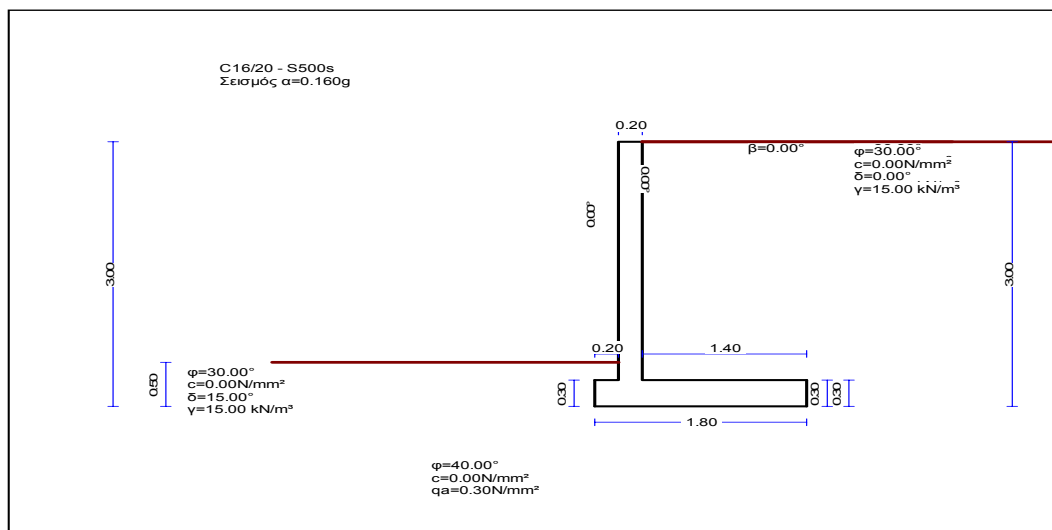
1.11. Προμέτρηση υλικών

Μπετόν ανά μέτρο μήκους  $0.890 \text{ m}^3/\text{m}$

Συνολικά μπετά τοίχων  $10.00 \times 0.890 = 8.900 \text{ m}^3$

2. Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : T-ANT.-002

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος





Μέθοδος Mononobe-Okabe (EC8, ENV1998-5:1994, Παράρτ. Ε)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

(τοίχος με ανεκτική ολίσθηση) (ENV1998-5, Παράρτ. Ε)

$$\omega = \arctan(ah / (1 - av)) = \arctan(0.107 / (1 - 0.080)) = 6.63^\circ$$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης (Mononobe-Okabe),  $K_e = 0.410$

Πρόσθετη ώθηση γαιών λόγω σεισμού  $\xi = (0.410 / 0.333 - 1) = 0.231$

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

### Μόνιμες δράσεις

Πρόσθετη δύναμη ώθησης γαιών λόγω σεισμού  $F_x = 0.00 \times 0.231 = 0.00 \text{ kN/m}$

Τμήμα τοίχου από  $y=0.000 \text{ m}$  έως  $y=3.000 \text{ m}$ ,  $H=3.000 \text{ m}$

Ανω Σημείο A  $x=-1.400 \text{ m}$   $y=0.000 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B  $x=-1.400 \text{ m}$   $y=3.000 \text{ m}$

### Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 15.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k = 19.00 \text{ kN/m}^3$

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

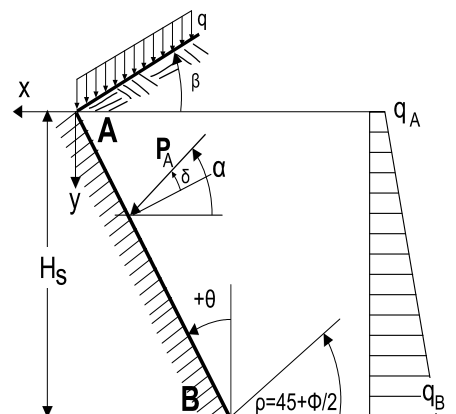
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\varphi = 30.00^\circ$

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

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

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

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



### Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

### Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ + \varphi/2 = 60.00^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0.333$

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

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y - y_A = 0 \text{ m}$ )  $q_A = 0.00 \text{ kN/m}^2$

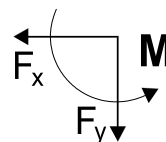
Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y - y_A = 3.000 \text{ m}$ )  $q_B = 14.99 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H = 22.49 \text{ kN/m}$  σε γωνία  $\alpha = 0.00^\circ$

Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{ax} = 22.49 \text{ kN/m}$ ,  $P_{ay} = 0.00 \text{ kN/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x = -1.400 \text{ m}$ ,  $y = 2.000 \text{ m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M = -44.98 \text{ kNm/m}$



### Σύνολα δυνάμεων και ροπών

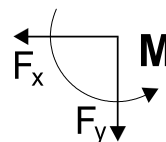
Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x = -1.400 \text{ m}$ ,  $y = 3.000 \text{ m}$ )

### Μόνιμες δράσεις

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = 22.49 \text{ kN/m}$

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

Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s = 22.49 \text{ kNm/m}$



### Μεταβλητές δράσεις

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

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

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

### Υδροστατικές δυνάμεις

Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx} = 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy} = 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w = 0.00 \text{ kNm/m}$

**Σεισμικές δυνάμεις (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3 και Παράρτ. Ε)**Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h=0.16/1.50=0.107$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v=0.50 \times 0.16=0.080$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)

Μέθοδος Mononobe-Okabe (EC8, ENV1998-5:1994, Παράρτ. Ε)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

(τοιχος με ανεκτική ολίσθηση) (ENV1998-5, Παράρτ. Ε)

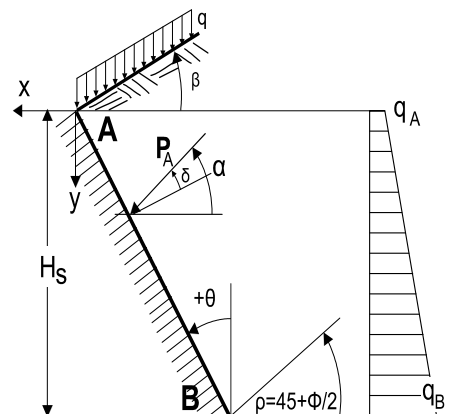
$$\omega = \arctan(a_h / (1 - a_v)) = \arctan(0.107 / (1 - 0.080)) = 6.63^\circ$$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης (Mononobe-Okabe),  $K_e = 0.410$ Πρόσθετη ώθηση γαιών λόγω σεισμού  $\xi = (0.410 / 0.333 - 1) = 0.231$ 

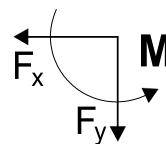
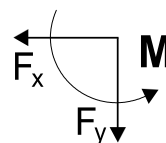
$$K_E = \frac{\cos^2(\varphi - \omega - \theta)}{\cos \omega \cos^2 \theta \cos(\delta + \theta + \omega) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \omega - \beta)}{\cos(\theta + \omega + \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

**Μόνιμες δράσεις**Πρόσθετη δύναμη ώθησης γαιών λόγω σεισμού  $F_x = 22.49 \times 0.231 = 5.20 \text{ kN/m}$ **2.2. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά Coulomb**Τμήμα τοίχου από  $y=2.500 \text{ m}$  έως  $y=3.000 \text{ m}$ ,  $H=0.500 \text{ m}$ Ανω Σημείο A  $x=0.200 \text{ m}$   $y=2.500 \text{ m}$ Κάτω Σημείο B  $x=0.200 \text{ m}$   $y=3.000 \text{ m}$ **Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 15.00 \text{ kN/m}^3$ Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k = 19.00 \text{ kN/m}^3$ Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w = 10.00 \text{ kN/m}^3$ Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\varphi = 30.00^\circ$ Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c = 0.005 \text{ N/mm}^2$ Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta = 0.00^\circ$ Γωνία παρειάς τοίχου με κατακόρυφο  $\theta = 0.00^\circ$ Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου & εδάφους  $\delta = 15.00^\circ$ **Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1 = 0.00 \text{ kN/m}^2$ Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2 = 0.00 \text{ kN/m}^2$ **Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ - \varphi/2 = 30.00^\circ$ Συντελεστής παθητικής ώθησης  $K_p = 4.977$ 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**Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y - y_A = 0 \text{ m}$ )  $q_A = 0.00 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y - y_A = 0.500 \text{ m}$ )  $q_B = -37.33 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_A = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H = 9.33 \text{ kN/m}$  σε γωνία  $\alpha = 15.00^\circ$ Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{Ax} = -9.01 \text{ kN/m}$ ,  $P_{Ay} = 2.41 \text{ kN/m}$ Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x=0.200 \text{ m}$ ,  $y=2.833 \text{ m}$ Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M = 26.01 \text{ kNm/m}$ **Σύνολα δυνάμεων και ροπών**Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=0.200 \text{ m}$ ,  $y=3.000 \text{ m}$ )**Μόνιμες δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = -9.01 \text{ kN/m}$ Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy} = 2.41 \text{ kN/m}$ Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s = -1.50 \text{ kNm/m}$ 

**Μεταβλητές δράσεις**

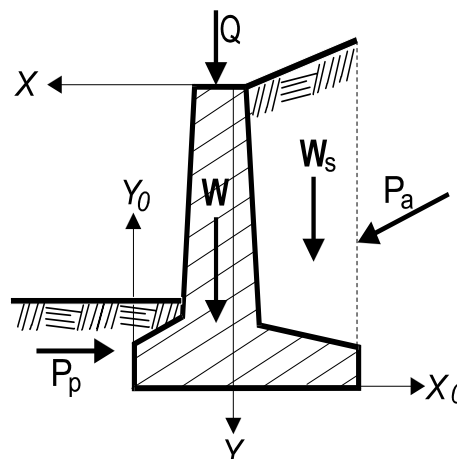
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} =$	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} =$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s =$	0.00 kNm/m

**Υδροστατικές δυνάμεις**

Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη	$F_{wx} =$	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη	$F_{wy} =$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης	$M_w =$	0.00 kNm/m

**2.3. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί****Διαστάσεις**

Ολικό ύψος τοίχου	3.000 m
Μήκος τοίχου	$L = 10.000$ m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	0.200 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	0.200 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	1.800 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.200 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	1.400 m
Υψος κορμού τοίχου	2.700 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Κλίση παρειάς τοίχου μπροστά	0.000°
Κλίση παρειάς τοίχου πίσω	$\theta = 0.000^\circ$

**Φορτία**

Μόνιμο φορτίο στην κορυφή	$Q_p =$	0.00 kN/m
Κινητό φορτίο στην κορυφή	$Q_v =$	0.00 kN/m

**Βάρος τοίχου**

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	25.000 kN/m <sup>3</sup>
Εμβαδόν διατομής τοίχου	1.080 m <sup>2</sup>
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 1.080 \times 25.000 = 27.00$ kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = -0.200$ m, $y = 2.100$ m ( $x_0 = 0.600$ m, $y_0 = 0.900$ m)

**Βάρος επίχωσης**

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο	$W_s = 56.70$ kN/m
Κέντρο βάρους επίχωσης	$x = -0.700$ m, $y = 1.350$ m

**Υλικά τοίχου**

Ανωδομή Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
 Θεμέλιο Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

**Σεισμικοί συντελεστές**

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους  $\alpha = 0.16$  (ΕΑΚ, §2.3.1)  
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς  $q_w = 1.50$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h = 0.16/1.50 = 0.107$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v = 0.50 \times 0.16 = 0.080$  (ΕΑΚ, §5.3.a.3)

**Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)**

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wx} =$	$27.00 \times 0.107 =$	2.89 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wy} =$	$27.00 \times 0.080 =$	2.16 kN/m
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsx} =$	$56.70 \times 0.107 =$	6.07 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsy} =$	$56.70 \times 0.080 =$	4.54 kN/m

**Συντελεστές ασφαλείας-επιτρεπόμενες τάσεις**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή SF=1.50

Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση SF=1.50

Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση σεπ=0.30 N/mm<sup>2</sup>

Γωνία τριβής εδάφους στη βάση φ=40.00°, συντελεστής τριβής tan(φ)=0.839

Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση c=0.000 N/mm<sup>2</sup>**Απαιτήσεις και συντελεστές αντισεισμικού (ΕΑΚ §5)**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή (με σεισμό ΕΑΚ §5.3) SF=1.00

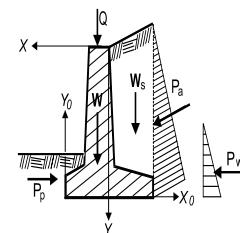
Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3) SF=1.00

Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.1) σεπ=0.39 N/mm<sup>2</sup>

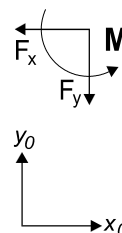
Ενεργή επιφάνεια πεδίου/επιφ. πεδίου (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.2) =0.67

**2.4. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου****Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Δύναμη Fx [kN/m]	Δύναμη Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	-1.400	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.00	22.49	0.00	-1.400	2.000
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x1.00	2.50- 3.00	-9.01	2.41	0.200	2.833
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	27.00	-0.200	2.100
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	56.70	-0.700	1.350

**Ελεγχος τάσεων εδάφους**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.800	3.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.00	22.49	0.00	1.800	1.000	22.49
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	27.00	0.600	0.900	-16.20
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	56.70	1.100	1.650	-62.37
			Σύνολο=	83.70			-56.08

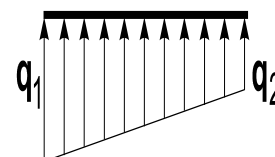


Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 83.70 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -56.08 kNm/m

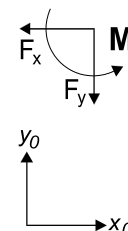
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 19.25 kNm/m

Εκκεντρότητα = 19.25/83.70=0.230 m &lt;= 1.800/6=0.300m

Τάση εδάφους μπροστά = 0.082 N/mm<sup>2</sup> < 0.300 N/mm<sup>2</sup> (επ. σ εδάφους)Τάση εδάφους πίσω = 0.011 N/mm<sup>2</sup> < 0.300 N/mm<sup>2</sup> (επ. σ εδάφους)**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής**

ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο (xo=0, yo=0) (x=0.400, y=3.000 m)

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.800	3.000	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 3.00	22.49	0.00	1.800	1.000	22.49	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	27.00	0.600	0.900	0.00	16.20
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	56.70	1.100	1.650	0.00	62.37
					Σύνολα	=	22.49	78.57



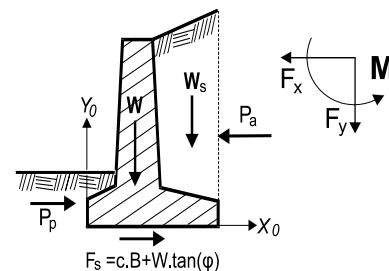
Σύνολο ροπών ανατροπής = 22.49 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 78.57 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή SF= 78.57/22.49 = 3.494 &gt; 1.50



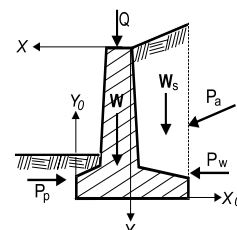
Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx+	Fx-	Fy
			[ kN/m]	[ kN/m]	[ kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.00	22.49	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x1.00	2.50- 3.00	0.00	9.01	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	27.00
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	0.00	56.70
		Σύνολα=	22.49	9.01	83.70



Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF = 79.24/22.49 = 3.523 > 1.50$

**Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)**

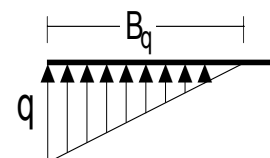
Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Δύναμη Fx [kN/m]	Δύναμη Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	-1.400	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.00	22.49	0.00	-1.400	2.000
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x0.50	2.50- 3.00	-4.51	1.21	0.200	2.833
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	27.00	-0.200	2.100
Βάρος επίκωσης	Ws x1.00		0.00	56.70	-0.700	1.350



Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [ kN/m]	Fy [ kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [ kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.800	3.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.00	5.20	0.00	1.800	1.000	5.20
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.89	-2.16	0.600	0.900	3.90
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		6.07	-4.54	1.100	1.650	15.01
		Σύνολα=	14.16	-6.70			24.11

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.800	3.000	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.00	27.69	0.00	1.800	1.000	27.69
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.89	24.84	0.600	0.900	-12.30
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		6.07	52.16	1.100	1.650	-47.36
			Σύνολο=	77.00			-31.97

Ενεργό πλάτος πεδίου (ΕΑΚ §5.2.3.2) =  $1.246/1.800=0.692 \times (\text{πλάτος}) > 0.67$  (επιτρεπ.)



**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (με σεισμό)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.400, y=3.000$  m)

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.800	3.000	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 3.00	27.69	0.00	1.800	1.000	27.69	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.89	24.84	0.600	0.900	3.90	16.20*
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		6.07	52.16	1.100	1.650	15.01	62.37*
Σύνολα =							46.60	78.57

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

**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (ΕΑΚ, §5.3)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.400, y=3.000$  m)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 46.60 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 78.57 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή  $SF=78.57/46.60=1.686>1.00$ **Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό)**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.00	27.69	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x0.50	2.50- 3.00	0.00	4.51	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		2.89	0.00	24.84
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		6.07	0.00	52.16
Σύνολα=			36.65	4.51	77.00

**Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (ΕΑΚ, §5.3)**Αντίσταση λόγω τριβής εδάφους =  $\tan(40^\circ) \times 77.00 = 64.61$  kN/m

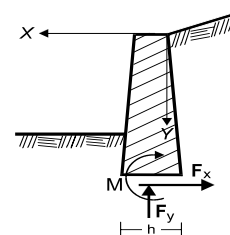
Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 36.65 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης = 69.12 kN/m (ΕΑΚ 5.2.3)

Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF=69.12/36.65=1.886>1.00$ **2.6. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου****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]
0.50	0.200	0.84	2.50	0.14
1.00	0.200	3.38	5.00	1.12
1.50	0.200	7.59	7.50	3.79
2.00	0.200	13.49	10.00	8.99
2.70	0.200	24.58	13.50	22.13



**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000**

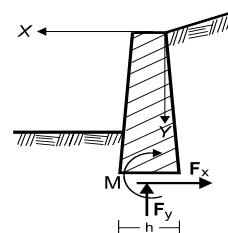
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.14	-2.50	15.0	29.42	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	( 2.52)
1.00	1.12	-5.00	15.0	12.81	0.03	0.6/20.0	2.32	0.10	( 2.52)
1.50	3.79	-7.50	15.0	7.35	0.05	1.0/20.0	2.34	0.48	( 2.52)
2.00	8.99	-10.00	15.0	4.87	0.08	1.7/20.0	2.37	1.27	( 2.52)
2.70	22.13	-13.50	15.0	3.14	0.15	3.5/20.0	2.45	3.41	( 2.52)

**2.7. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου (με σεισμό)****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]
0.50	0.200	2.15	2.50	0.47
1.00	0.200	5.86	5.00	2.41
1.50	0.200	11.09	7.50	6.59
2.00	0.200	17.86	10.00	13.76
2.70	0.200	29.93	13.50	30.32

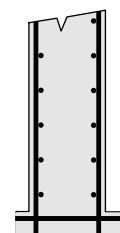
**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000 (με σεισμό)**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.47	-2.50	15.0	19.42	0.02	0.4/20.0	2.31	0.03	( 2.52)
1.00	2.41	-5.00	15.0	9.19	0.04	0.8/20.0	2.33	0.30	( 2.52)
1.50	6.59	-7.50	15.0	5.68	0.07	1.4/20.0	2.35	0.92	( 2.52)
2.00	13.76	-10.00	15.0	3.97	0.10	2.3/20.0	2.39	2.05	( 2.52)
2.70	30.32	-13.50	15.0	2.69	0.21	3.5/13.6	2.51	4.88	( 2.52)

**2.8. Οπλισμοί Κορμού τοίχου**

οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου (y=0 κορυφή τοίχου)

(από y=0.000m έως y=1.350m)  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )(από y=1.350m έως y=2.700m)  $\Phi 8/20.0 + \Phi 8/21.0$  ( $4.92\text{cm}^2/\text{m}$ )Οπλισμός διανομής  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )Οπλισμός διανομής  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )

**Έλεγχος κορμού σε διάτμηση με ΕΚΩΣ 2000**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
 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.

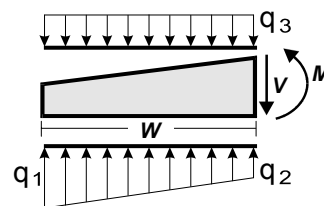
$V_{sd}=24.58 \text{ kN/m}$ ,  $V_{sd} (+\sigma_{\text{σεισμό}})=29.93 \text{ kN/m}$ ,  $N_{sd}=13.50 \text{ kN/m}$   
 $V_{rd1}=[\tau_{rd}.k.(1.2+40\rho_1)+0.15\sigma_{cp}].b_w.d$ ,  $\tau_{rd}=0.22 \text{ N/mm}^2$ ,  $k=1.0$   
 $\rho_1=A_{s1}/(b_w.d)=0.0001 \times 4.92/(1.00 \times 0.15)=0.0033$   
 $\sigma_{cp}=N_{sd}/A_c=0.001 \times 13.50/(1.00 \times 0.20)=0.068 \text{ N/mm}^2$   
 $v_{rd1}=[0.22 \times 1.0(1.2+40 \times 0.0033)+0.15 \times 0.068] \times 0.15 \times 1.00 \times 1000=45.47 \text{ kN/m}$   
 $V_{sd}=29.93 \text{ kN/m} < V_{rd1}=45.47 \text{ kN/m}$  διάτμηση OK

**2.9. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί**

Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.400 \text{ m}$  έως  $x=0.200 \text{ m}$

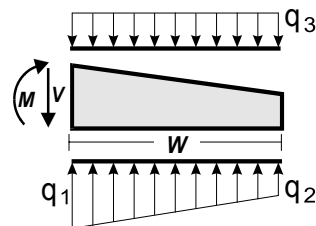
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 83.70 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 19.25 kNm/m  
 $\sigma_1 = 0.082 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.074 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 0.200 \text{ m}$   
 πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.008 \text{ N/mm}^2$   
 $M = 1.44 \text{ k Nm/m}$ ,  $V = 14.14 \text{ kN/m}$   
 $h=25 \text{ cm} > \text{πλάτους } h=20 \text{ cm}$ , έλεγχος σε διάτμηση διάτμηση παραλείπεται  
 $M_{sd} = 1.94 \text{ k Nm/m}$ ,  $V_{sd} = 0.00 \text{ kN/m}$



Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Έλεγχος τμήματος πίσω  $x=-1.400 \text{ m}$  έως  $x=0.000 \text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 83.70 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 19.25 kNm/m  
 $\sigma_1 = 0.066 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.011 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.400 \text{ m}$   
 πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.048 \text{ N/mm}^2$   
 $M = -18.29 \text{ k Nm/m}$ ,  $V = 13.19 \text{ kN/m}$   
 $V$  σε απόσταση  $h=25 \text{ cm}$  από παρειά = 9.92 kN/m  
 $M_{sd} = -24.69 \text{ k Nm/m}$ ,  $V_{sd} = 13.39 \text{ kN/m}$



Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.400 \text{ m}$  έως  $x=0.200 \text{ m}$  (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 77.00 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 37.33 kNm/m  
 $\sigma_1 = 0.124 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.104 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 0.200 \text{ m}$   
 πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.008 \text{ N/mm}^2$   
 $M = 2.19 \text{ k Nm/m}$ ,  $V = 21.24 \text{ kN/m}$   
 $h=25 \text{ cm} > \text{πλάτους } h=20 \text{ cm}$ , έλεγχος σε διάτμηση διάτμηση παραλείπεται  
 $M_{sd} = 2.19 \text{ k Nm/m}$ ,  $V_{sd} = 0.00 \text{ kN/m}$

Έλεγχος τμήματος πίσω  $x=-1.400 \text{ m}$  έως  $x=0.000 \text{ m}$  (με σεισμό)

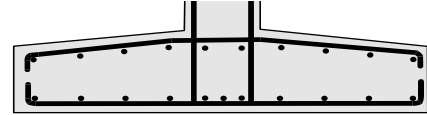
Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 77.00 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 37.33 kNm/m  
 $\sigma_1 = 0.084 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.400 \text{ m}$   
 πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.048 \text{ N/mm}^2$   
 $M = -37.04 \text{ k Nm/m}$ ,  $V = 31.71 \text{ kN/m}$   
 $V$  σε απόσταση  $h=25 \text{ cm}$  από παρειά = 24.58 kN/m  
 $M_{sd} = -37.04 \text{ k Nm/m}$ ,  $V_{sd} = 24.58 \text{ kN/m}$

**Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
 $M_{sd} = 2.19 \text{ kNm/m}$ ,  $d=25.0 \text{ cm}$ ,  $K_d=16.89$ ,  $\xi=0.02$ ,  $e_c/e_s=0.4/20.0$ ,  $K_s=2.31$ ,  $A_s = 0.20 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $M_{sd} = -37.04 \text{ kNm/m}$ ,  $d=25.0 \text{ cm}$ ,  $K_d=4.11$ ,  $\xi=0.10$ ,  $e_c/e_s=2.2/20.0$ ,  $K_s=2.39$ ,  $A_s = 3.54 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 Ελάχιστος οπλισμός  $\Phi 12/15.0$  ( $7.53 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

**2.10. Οπλισμοί πεδίου τοίχου**

οπλισμός πεδίου κάτω  $\Phi 12/15.0$  ( $7.53 \text{ cm}^2/\text{m}$ )  
 οπλισμός πεδίου άνω  $\Phi 12/15.0$  ( $7.53 \text{ cm}^2/\text{m}$ )  
 Οπλισμός διανομής  $\Phi 12/15.0$  ( $7.53 \text{ cm}^2/\text{m}$ )

**Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση με ΕΚΩΣ 2000**

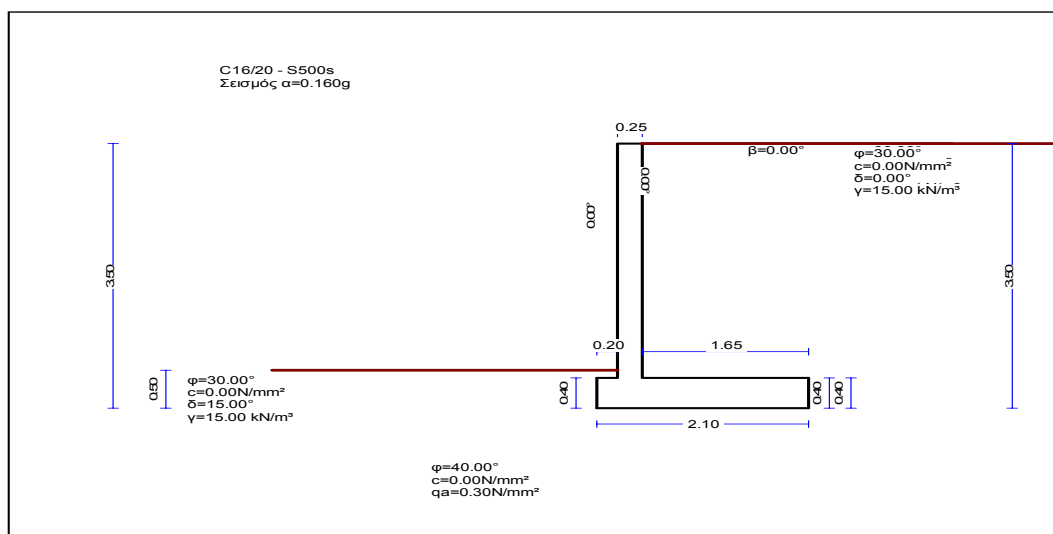
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
Τέμνουσα αντοχής χωρίς οπλισμό διάτμησης (ΕΚΩΣ 2000, §11.1)  
 $V_{rd1} = \tau_{rd.k} \cdot (1.2 + 40\rho_1) \cdot b_w \cdot d$ ,  $\tau_{rd} = 0.22 \text{ N/mm}^2$ ,  $k = 1.0$   
 $\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.0001 \times 7.53 / (1.00 \times 0.25) = 0.0030$   
 $v_{rd1} = 0.22 \times 1.0 (1.2 + 40 \times 0.0030) \times 1.00 \times 0.250 \times 1000 = 72.60 \text{ kN/m}$   
 $V_{sd} = 24.58 \text{ kN/m} < V_{rd1} = 72.60 \text{ kN/m}$  διάτμηση και διάτρηση ΟΚ

**2.11. Προμέτρηση υλικών**

Μπετόν ανά μέτρο μήκους  $1.080 \text{ m}^3/\text{m}$   
 Συνολικά μπετά τοίχου  $10.00 \times 1.080 = 10.800 \text{ m}^3$

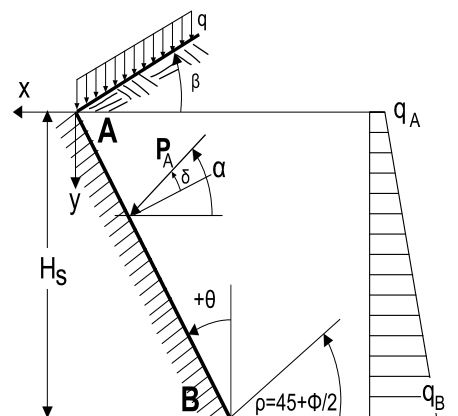
**3. Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : T-ANT.-003**

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

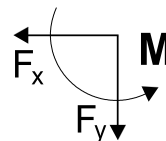
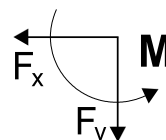


**3.1. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά Coulomb**Τμήμα τοίχου από  $y=0.000$  m έως  $y=0.000$  m,  $H=0.000$  mΑνω Σημείο A  $x=-1.650$  m  $y=0.000$  mΚάτω Σημείο B  $x=-1.650$  m  $y=0.000$  m**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma=15.00$  kN/m<sup>3</sup>Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k=19.00$  kN/m<sup>3</sup>Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w=10.00$  kN/m<sup>3</sup>Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi=30.00^\circ$ Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c=0.005$  N/mm<sup>2</sup>Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta=0.00^\circ$ Γωνία παρειάς τοίχου με κατακόρυφο  $\theta=0.00^\circ$ Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου & εδάφους  $\delta=0.00^\circ$ **Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2=0.00$  kN/m<sup>2</sup>**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho=45^\circ+\phi/2=60.00^\circ$ Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a=0.333$ 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**Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y-y_A=0$  m)  $q_A=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y-y_A=0.000$  m)  $q_B=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_a=\frac{1}{2}(q_A+q_B)H=0.00$  kN/m σε γωνία  $\alpha=0.00^\circ$ Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{ax}=0.00$  kN/m,  $P_{ay}=0.00$  kN/mΣημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x=-1.650$  m,  $y=0.000$  mΡοπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M=0.00$  kNm/m**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=-1.650$  m,  $y=0.000$  m)**Μόνιμες δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=0.00$  kNm/m**Μεταβλητές δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=0.00$  kNm/m**Υδροστατικές δυνάμεις**Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w=0.00$  kNm/m**Σεισμικές δυνάμεις (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3 και Παράρτ. Ε)**Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h=0.16/1.50=0.107$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v=0.50 \times 0.16=0.080$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)

Μέθοδος Mononobe-Okabe (EC8, ENV1998-5:1994, Παράρτ. Ε)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

(τοίχος με ανεκτική ολίσθηση) (ENV1998-5, Παράρτ. Ε)

$$\omega = \arctan(ah / (1 - av)) = \arctan(0.107 / (1 - 0.080)) = 6.63^\circ$$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης (Mononobe-Okabe),  $K_e = 0.410$

Πρόσθετη ώθηση γαιών λόγω σεισμού  $\xi = (0.410 / 0.333 - 1) = 0.231$

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

### Μόνιμες δράσεις

Πρόσθετη δύναμη ώθησης γαιών λόγω σεισμού  $F_x = 0.00 \times 0.231 = 0.00 \text{ kN/m}$

Τμήμα τοίχου από  $y=0.000 \text{ m}$  έως  $y=3.500 \text{ m}$ ,  $H=3.500 \text{ m}$

Ανω Σημείο A  $x=-1.650 \text{ m}$   $y=0.000 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B  $x=-1.650 \text{ m}$   $y=3.500 \text{ m}$

### Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 15.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k = 19.00 \text{ kN/m}^3$

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

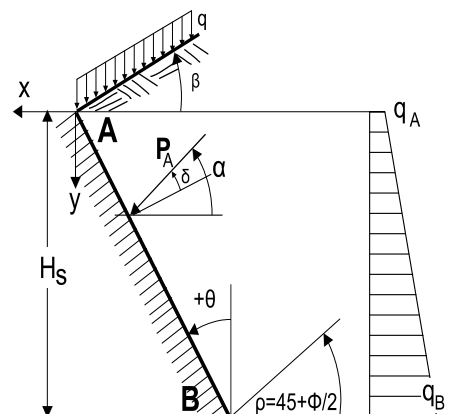
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\varphi = 30.00^\circ$

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

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

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

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



### Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

### Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ + \varphi/2 = 60.00^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0.333$

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

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y - y_A = 0 \text{ m}$ )  $q_A = 0.00 \text{ kN/m}^2$

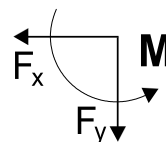
Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y - y_A = 3.500 \text{ m}$ )  $q_B = 17.48 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H = 30.59 \text{ kN/m}$  σε γωνία  $\alpha = 0.00^\circ$

Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{ax} = 30.59 \text{ kN/m}$ ,  $P_{ay} = 0.00 \text{ kN/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x = -1.650 \text{ m}$ ,  $y = 2.333 \text{ m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M = -71.37 \text{ kNm/m}$



### Σύνολα δυνάμεων και ροπών

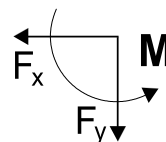
Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x = -1.650 \text{ m}$ ,  $y = 3.500 \text{ m}$ )

### Μόνιμες δράσεις

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = 30.59 \text{ kN/m}$

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

Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s = 35.70 \text{ kNm/m}$



### Μεταβλητές δράσεις

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

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

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

### Υδροστατικές δυνάμεις

Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx} = 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy} = 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w = 0.00 \text{ kNm/m}$

**Σεισμικές δυνάμεις (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3 και Παράρτ. Ε)**

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h=0.16/1.50=0.107$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v=0.50 \times 0.16=0.080$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)

Μέθοδος Monopobe-Okabe (EC8, ENV1998-5:1994, Παράρτ. Ε)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

(τοιχος με ανεκτική ολίσθηση) (ENV1998-5, Παράρτ. Ε)

$\omega = \arctan(a_h / (1 - a_v)) = \arctan(0.107 / (1 - 0.080)) = 6.63^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης (Monopobe-Okabe),  $K_e = 0.410$

Πρόσθετη ώθηση γαιών λόγω σεισμού  $\xi = (0.410 / 0.333 - 1) = 0.231$

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

**Μόνιμες δράσεις**

Πρόσθετη δύναμη ώθησης γαιών λόγω σεισμού  $F_x = 30.59 \times 0.231 = 7.07 \text{ kN/m}$

**3.2. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά Coulomb**

Τμήμα τοίχου από  $y=3.000 \text{ m}$  έως  $y=3.500 \text{ m}$ ,  $H=0.500 \text{ m}$

Ανω Σημείο A  $x=0.250 \text{ m}$   $y=3.000 \text{ m}$

Κάτω Σημείο B  $x=0.250 \text{ m}$   $y=3.500 \text{ m}$

**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 15.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k = 19.00 \text{ kN/m}^3$

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

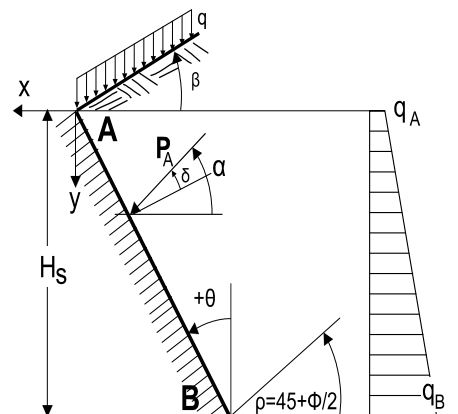
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\varphi = 30.00^\circ$

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

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

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

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου & εδάφους  $\delta = 15.00^\circ$

**Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ - \varphi/2 = 30.00^\circ$

Συντελεστής παθητικής ώθησης  $K_p = 4.977$

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**

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y - y_A = 0 \text{ m}$ )  $q_A = 0.00 \text{ kN/m}^2$

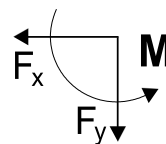
Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y - y_A = 0.500 \text{ m}$ )  $q_B = -37.33 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_A = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H = 9.33 \text{ kN/m}$  σε γωνία  $\alpha = 15.00^\circ$

Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{Ax} = -9.01 \text{ kN/m}$ ,  $P_{Ay} = 2.41 \text{ kN/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x=0.250 \text{ m}$ ,  $y=3.333 \text{ m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M = 30.63 \text{ kNm/m}$

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

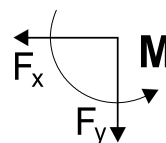
Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=0.250 \text{ m}$ ,  $y=3.500 \text{ m}$ )

**Μόνιμες δράσεις**

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = -9.01 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy} = 2.41 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s = -1.50 \text{ kNm/m}$





**Μεταβλητές δράσεις**

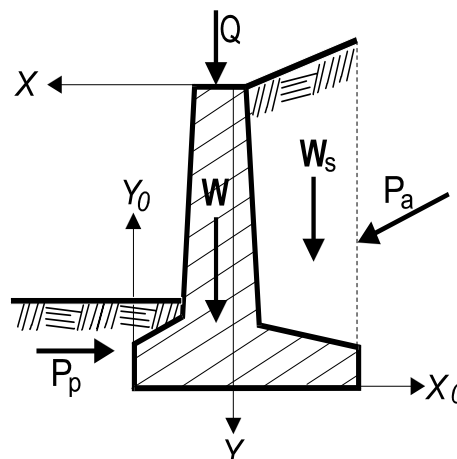
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} =$	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} =$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s =$	0.00 kNm/m

**Υδροστατικές δυνάμεις**

Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη	$F_{wx} =$	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη	$F_{wy} =$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης	$M_w =$	0.00 kNm/m

**3.3. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί****Διαστάσεις**

Ολικό ύψος τοίχου	3.500 m
Μήκος τοίχου	$L = 10.000$ m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	0.250 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	0.250 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	2.100 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.200 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	1.650 m
Υψος κορμού τοίχου	3.100 m
Υψος βάσης τοίχου	0.400 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.400 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.400 m
Κλίση παρειάς τοίχου μπροστά	0.000°
Κλίση παρειάς τοίχου πίσω	$\theta = 0.000^\circ$

**Φορτία**

Μόνιμο φορτίο στην κορυφή	$Q_p =$	0.00 kN/m
Κινητό φορτίο στην κορυφή	$Q_v =$	0.00 kN/m

**Βάρος τοίχου**

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	25.000 kN/m <sup>3</sup>
Εμβαδόν διατομής τοίχου	1.615 m <sup>2</sup>
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 1.615 \times 25.000 = 40.38$ kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = -0.252$ m, $y = 2.460$ m ( $x_0 = 0.702$ m, $y_0 = 1.040$ m)

**Βάρος επίχωσης**

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο	$W_s = 76.72$ kN/m
Κέντρο βάρους επίχωσης	$x = -0.825$ m, $y = 1.550$ m

**Υλικά τοίχου**

Ανωδομή Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
 Θεμέλιο Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

**Σεισμικοί συντελεστές**

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους  $\alpha = 0.16$  (ΕΑΚ, §2.3.1)  
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς  $q_w = 1.50$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h = 0.16/1.50 = 0.107$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v = 0.50 \times 0.16 = 0.080$  (ΕΑΚ, §5.3.a.3)

**Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)**

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wx} =$	$40.38 \times 0.107 =$	4.32 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wy} =$	$40.38 \times 0.080 =$	3.23 kN/m
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsx} =$	$76.72 \times 0.107 =$	8.21 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsy} =$	$76.72 \times 0.080 =$	6.14 kN/m

**Συντελεστές ασφαλείας-επιτρεπόμενες τάσεις**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή SF=1.50

Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση SF=1.50

Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση σεπ=0.30 N/mm<sup>2</sup>

Γωνία τριβής εδάφους στη βάση φ=40.00°, συντελεστής τριβής tan(φ)=0.839

Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση c=0.000 N/mm<sup>2</sup>**Απαιτήσεις και συντελεστές αντισεισμικού (ΕΑΚ §5)**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή (με σεισμό ΕΑΚ §5.3) SF=1.00

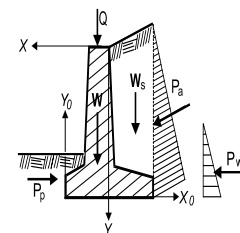
Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3) SF=1.00

Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.1) σεπ=0.39 N/mm<sup>2</sup>

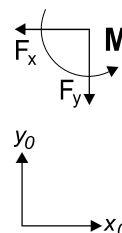
Ενεργή επιφάνεια πεδίου/επιφ. πεδίου (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.2) =0.67

**3.4. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου****Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Δύναμη Fx [kN/m]	Δύναμη Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	-1.650	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.50	30.59	0.00	-1.650	2.333
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x1.00	3.00- 3.50	-9.01	2.41	0.250	3.333
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	40.38	-0.252	2.460
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	76.72	-0.825	1.550

**Έλεγχος τάσεων εδάφους**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	2.100	3.500	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 3.50	30.59	0.00	2.100	1.167	35.70
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	40.38	0.702	1.040	-28.34
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	76.72	1.275	1.950	-97.82
Σύνολο=			117.10				-90.46

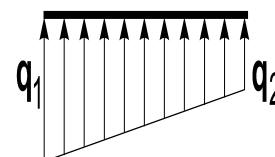


Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 117.10 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -90.46 kNm/m

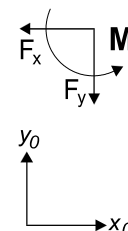
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 32.49 kNm/m

Εκκεντρότητα = 32.49/117.10=0.277 m &lt; 2.100/6=0.350m

Τάση εδάφους μπροστά = 0.100 N/mm<sup>2</sup> < 0.300 N/mm<sup>2</sup> (επ. σ εδάφους)Τάση εδάφους πίσω = 0.012 N/mm<sup>2</sup> < 0.300 N/mm<sup>2</sup> (επ. σ εδάφους)**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής**

ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο (xo=0, yo=0) (x=0.450, y=3.500 m)

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	2.100	3.500	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 3.50	30.59	0.00	2.100	1.167	35.70	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	40.38	0.702	1.040	0.00	28.34
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	76.72	1.275	1.950	0.00	97.82
Σύνολο =							35.70	126.16



Σύνολο ροπών ανατροπής = 35.70 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 126.16 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή SF= 126.16/35.70 = 3.534 &gt; 1.50



**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (με σεισμό)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.450, y=3.500$  m)

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa	x1.00	0.00	0.00	2.100	3.500	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa	x1.00	37.66	0.00	2.100	1.167	43.95	0.00
Βάρος τοίχου	W	x1.00	4.32	37.14	0.702	1.040	6.76	28.34*
Βάρος επίχωσης	Ws	x1.00	8.21	70.58	1.275	1.950	23.84	97.82*
Σύνολα							= 74.55	126.16

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

**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (EAK, §5.3)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.450, y=3.500$  m)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 74.55 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 126.16 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή  $SF=126.16/74.55=1.692>1.00$ **Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό)**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00	37.66	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	x0.50	0.00	4.51	0.00
Βάρος τοίχου	W	x1.00	4.32	0.00	37.14
Βάρος επίχωσης	Ws	x1.00	8.21	0.00	70.58
Σύνολα=			50.19	4.51	107.72

**Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (EAK, §5.3)**Αντίσταση λόγω τριβής εδάφους =  $\tan(40^\circ) \times 107.72 = 90.39$  kN/m

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 50.19 kN/m

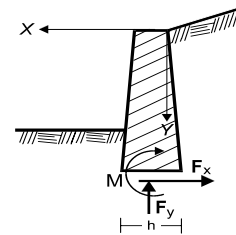
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης = 94.90 kN/m (EAK 5.2.3)

Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF=94.90/50.19=1.891>1.00$ **3.6. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου**

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]
0.50	0.250	0.84	3.13	0.14
1.00	0.250	3.38	6.25	1.12
1.50	0.250	7.59	9.38	3.79
2.00	0.250	13.49	12.50	8.99
2.50	0.250	21.07	15.63	17.55
3.10	0.250	32.40	19.38	33.47



**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000**

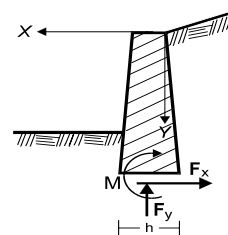
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.14	-3.13	20.0	32.91	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	( 2.52)
1.00	1.12	-6.25	20.0	15.86	0.02	0.4/20.0	2.32	0.04	( 2.52)
1.50	3.79	-9.38	20.0	9.43	0.04	0.8/20.0	2.33	0.31	( 2.52)
2.00	8.99	-12.50	20.0	6.35	0.06	1.2/20.0	2.35	0.88	( 2.52)
2.50	17.55	-15.63	20.0	4.62	0.08	1.8/20.0	2.37	1.86	( 2.52)
3.10	33.47	-19.38	20.0	3.38	0.13	3.0/20.0	2.43	3.79	( 2.52)

**3.7. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου (με σεισμό)****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]
0.50	0.250	2.42	3.13	0.54
1.00	0.250	6.39	6.25	2.68
1.50	0.250	11.89	9.38	7.19
2.00	0.250	18.93	12.50	14.83
2.50	0.250	27.51	15.63	26.37
3.10	0.250	39.83	19.38	46.46

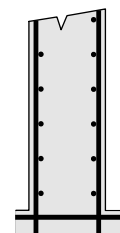
**Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000 (με σεισμό)**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.54	-3.13	20.0	22.75	0.01	0.3/20.0	2.31	0.02	( 2.52)
1.00	2.68	-6.25	20.0	11.27	0.03	0.6/20.0	2.32	0.22	( 2.52)
1.50	7.19	-9.38	20.0	7.12	0.05	1.1/20.0	2.34	0.71	( 2.52)
2.00	14.83	-12.50	20.0	5.04	0.08	1.6/20.0	2.36	1.58	( 2.52)
2.50	26.37	-15.63	20.0	3.81	0.11	2.4/20.0	2.40	2.95	( 2.52)
3.10	46.46	-19.38	20.0	2.89	0.18	3.5/16.4	2.48	5.50	( 2.52)

**3.8. Οπλισμοί Κορμού τοίχου**

οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου (y=0 κορυφή τοίχου)

(από y=0.000m έως y=1.550m)  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )(από y=1.550m έως y=3.100m)  $\Phi 8/20.0 + \Phi 10/20.0$  ( $6.45\text{cm}^2/\text{m}$ )Οπλισμός διανομής  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )Οπλισμός διανομής  $\Phi 8/20.0$  ( $2.52\text{cm}^2/\text{m}$ )

**Έλεγχος κορμού σε διάτμηση με ΕΚΩΣ 2000**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
 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.

$V_{sd}=32.40 \text{ kN/m}$ ,  $V_{sd} (+\text{σεισμό})=39.83 \text{ kN/m}$ ,  $N_{sd}=19.38 \text{ kN/m}$   
 $V_{rd1}=[\tau_{rd}.k.(1.2+40\rho_1)+0.15\sigma_{cp}].b_w.d$ ,  $\tau_{rd}=0.22 \text{ N/mm}^2$ ,  $k=1.0$   
 $\rho_1=As_1/(b_w.d)=0.0001 \times 6.45/(1.00 \times 0.20)=0.0032$   
 $\sigma_{cp}=N_{sd}/A_c=0.001 \times 19.38/(1.00 \times 0.25)=0.078 \text{ N/mm}^2$   
 $v_{rd1}=[0.22 \times 1.0(1.2+40 \times 0.0032)+0.15 \times 0.078] \times 0.20 \times 1.00 \times 1000=60.76 \text{ kN/m}$   
 $V_{sd}=39.83 \text{ kN/m} < V_{rd1}=60.76 \text{ kN/m}$  διάτμηση OK

**3.9. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί**

Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.450 \text{ m}$  έως  $x=0.250 \text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 117.10 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 32.49 kNm/m

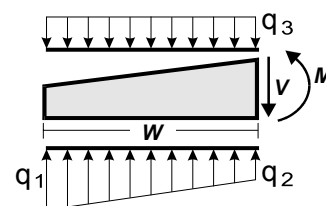
$\sigma_1 = 0.100 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.092 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 0.200 \text{ m}$

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.010 \text{ N/mm}^2$

$M = 1.74 \text{ kNm/m}$ ,  $V = 17.15 \text{ kN/m}$

$h=35 \text{ cm} > \text{πλάτους } h=20 \text{ cm}$ , έλεγχος σε διάτμηση διάτμηση παραλείπεται

$M_{sd} = 2.35 \text{ kNm/m}$ ,  $V_{sd} = 0.00 \text{ kN/m}$



Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Έλεγχος τμήματος πίσω  $x=-1.650 \text{ m}$  έως  $x=0.000 \text{ m}$

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 117.10 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 32.49 kNm/m

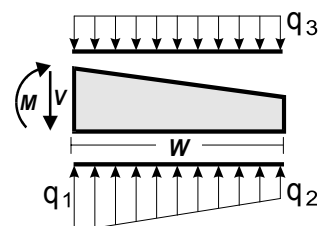
$\sigma_1 = 0.081 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.012 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.650 \text{ m}$

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.056 \text{ N/mm}^2$

$M = -29.66 \text{ kNm/m}$ ,  $V = 16.85 \text{ kN/m}$

$V$  σε απόσταση  $h=35 \text{ cm}$  από παρειά = 10.66 kN/m

$M_{sd} = -40.04 \text{ kNm/m}$ ,  $V_{sd} = 14.39 \text{ kN/m}$



Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.450 \text{ m}$  έως  $x=0.250 \text{ m}$  (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 107.72 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 61.50 kNm/m

$\sigma_1 = 0.150 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.129 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 0.200 \text{ m}$

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.010 \text{ N/mm}^2$

$M = 2.66 \text{ kNm/m}$ ,  $V = 25.89 \text{ kN/m}$

$h=35 \text{ cm} > \text{πλάτους } h=20 \text{ cm}$ , έλεγχος σε διάτμηση διάτμηση παραλείπεται

$M_{sd} = 2.66 \text{ kNm/m}$ ,  $V_{sd} = 0.00 \text{ kN/m}$

Έλεγχος τμήματος πίσω  $x=-1.650 \text{ m}$  έως  $x=0.000 \text{ m}$  (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 107.72 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 61.50 kNm/m

$\sigma_1 = 0.103 \text{ N/mm}^2$ ,  $\sigma_2 = 0.000 \text{ N/mm}^2$ ,  $w = 1.650 \text{ m}$

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.056 \text{ N/mm}^2$

$M = -60.18 \text{ kNm/m}$ ,  $V = 42.39 \text{ kN/m}$

$V$  σε απόσταση  $h=35 \text{ cm}$  από παρειά = 29.76 kN/m

$M_{sd} = -60.18 \text{ kNm/m}$ ,  $V_{sd} = 29.76 \text{ kN/m}$

**Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

Msd= 2.66kNm/m, d=35.0cm, Kd=21.46,  $\xi=0.02$ , ec/es=0.3/20.0, Ks=2.31, As= 0.18cm<sup>2</sup>/m

Msd=-60.18kNm/m, d=35.0cm, Kd=4.51,  $\xi=0.09$ , ec/es=1.9/20.0, Ks=2.38, As= 4.08cm<sup>2</sup>/m

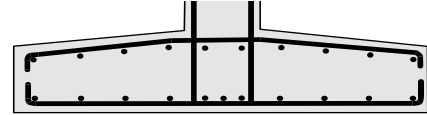
Ελάχιστος οπλισμός  $\Phi 12/15.0$  (7.53cm<sup>2</sup>/m)

**3.10. Οπλισμοί πεδίου τοίχου**

οπλισμός πεδίου κάτω  $\Phi 12/15.0$  (7.53cm<sup>2</sup>/m)

οπλισμός πεδίου άνω  $\Phi 12/15.0$  (7.53cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός διανομής  $\Phi 12/15.0$  (7.53cm<sup>2</sup>/m)

**Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση με ΕΚΩΣ 2000**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

Τέμνουσα αντοχής χωρίς οπλισμό διάτμησης (ΕΚΩΣ 2000, §11.1)

Vrd1=trd.k.(1.2+40ρ1).bw.d, trd=0.22 N/mm<sup>2</sup>, k=1.0

ρ1=As1/(bw.d)=0.0001x7.53/(1.00x0.35)=0.0022

vrd1=0.22x1.0(1.2+40x 0.0022)x1.00x0.350x1000=99.18 kN/m

Vsd=29.76 kN/m < Vrd1=99.18 kN/m διάτμηση και διάτρηση OK

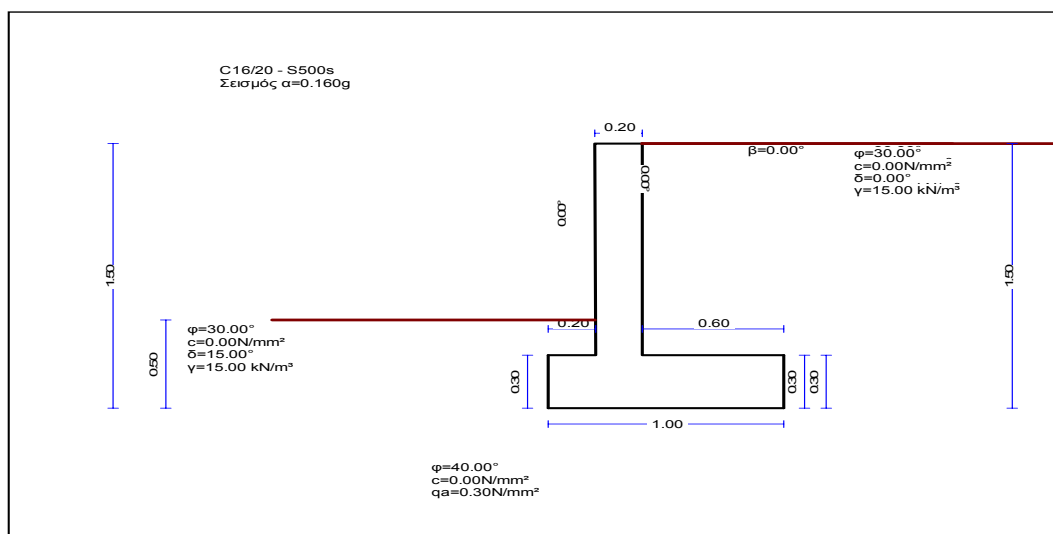
**3.11. Προμέτρηση υλικών**

Μπετόν ανά μέτρο μήκους 1.615 m<sup>3</sup>/m

Συνολικά μπετά τοίχου 10.00x1.615= 16.150 m<sup>3</sup>

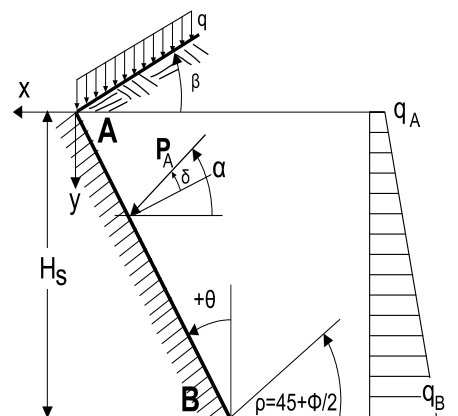
**4. Υπολογισμοί τμήματος κατασκευής : T-ANT.-004**

Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος

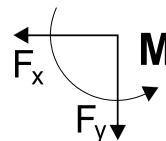
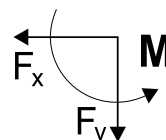


**4.1. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά Coulomb**Τμήμα τοίχου από  $y=0.000$  m έως  $y=0.000$  m,  $H=0.000$  mΑνω Σημείο A  $x=-0.600$  m  $y=0.000$  mΚάτω Σημείο B  $x=-0.600$  m  $y=0.000$  m**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma=15.00$  kN/m<sup>3</sup>Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k=19.00$  kN/m<sup>3</sup>Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w=10.00$  kN/m<sup>3</sup>Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi=30.00^\circ$ Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c=0.005$  N/mm<sup>2</sup>Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta=0.00^\circ$ Γωνία παρειάς τοίχου με κατακόρυφο  $\theta=0.00^\circ$ Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου & εδάφους  $\delta=0.00^\circ$ **Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2=0.00$  kN/m<sup>2</sup>**Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho=45^\circ+\phi/2=60.00^\circ$ Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a=0.333$ 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**Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y-y_A=0$  m)  $q_A=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y-y_A=0.000$  m)  $q_B=0.00$  kN/m<sup>2</sup>Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_A=\frac{1}{2}(q_A+q_B)H=0.00$  kN/m σε γωνία  $\alpha=0.00^\circ$ Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{Ax}=0.00$  kN/m,  $P_{Ay}=0.00$  kN/mΣημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x=-0.600$  m,  $y=0.000$  mΡοπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M=0.00$  kNm/m**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=-0.600$  m,  $y=0.000$  m)**Μόνιμες δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=0.00$  kNm/m**Μεταβλητές δράσεις**Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s=0.00$  kNm/m**Υδροστατικές δυνάμεις**Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx}=0.00$  kN/mΣυνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy}=0.00$  kN/mΣυνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w=0.00$  kNm/m**Σεισμικές δυνάμεις (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3 και Παράρτ. Ε)**Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h=0.16/1.50=0.107$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v=0.50 \times 0.16=0.080$  (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3.2.2)



Μέθοδος Mononobe-Okabe (EC8, ENV1998-5:1994, Παράρτ. Ε)

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

(τοίχος με ανεκτική ολίσθηση) (ENV1998-5, Παράρτ. Ε)

$$\omega = \arctan(ah / (1 - av)) = \arctan(0.107 / (1 - 0.080)) = 6.63^\circ$$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης (Mononobe-Okabe),  $K_e = 0.410$

Πρόσθετη ώθηση γαιών λόγω σεισμού  $\xi = (0.410 / 0.333 - 1) = 0.231$

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

### Μόνιμες δράσεις

Πρόσθετη δύναμη ώθησης γαιών λόγω σεισμού  $F_x = 0.00 \times 0.231 = 0.00 \text{ kN/m}$

Τμήμα τοίχου από  $y=0.000 \text{ m}$  έως  $y=1.500 \text{ m}$ ,  $H=1.500 \text{ m}$

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

Κάτω Σημείο B  $x=-0.600 \text{ m}$   $y=1.500 \text{ m}$

### Ιδιότητες εδάφους

Τύπος εδάφους : Άμμος συνεκτική

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 15.00 \text{ kN/m}^3$

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_k = 19.00 \text{ kN/m}^3$

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

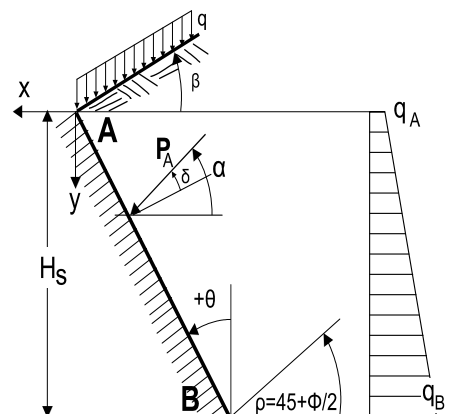
Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\varphi = 30.00^\circ$

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

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

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

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



### Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή

Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο στην κορυφή  $q_1 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Ομοιόμορφο κινητό φορτίο στην κορυφή  $q_2 = 0.00 \text{ kN/m}^2$

### Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ + \varphi/2 = 60.00^\circ$

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0.333$

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

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y - y_A = 0 \text{ m}$ )  $q_A = 0.00 \text{ kN/m}^2$

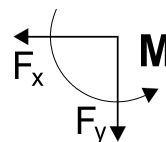
Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y - y_A = 1.500 \text{ m}$ )  $q_B = 7.49 \text{ kN/m}^2$

Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H = 5.62 \text{ kN/m}$  σε γωνία  $\alpha = 0.00^\circ$

Ωθηση (δύναμη) γαιών κατά x και y,  $P_{ax} = 5.62 \text{ kN/m}$ ,  $P_{ay} = 0.00 \text{ kN/m}$

Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x = -0.600 \text{ m}$ ,  $y = 1.000 \text{ m}$

Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0$ ,  $y=0$ ),  $M = -5.62 \text{ kNm/m}$



### Σύνολα δυνάμεων και ροπών

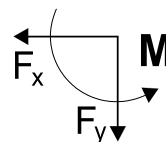
Δυνάμεις-Ροπές στο κάτω σημείο B ( $x = -0.600 \text{ m}$ ,  $y = 1.500 \text{ m}$ )

#### Μόνιμες δράσεις

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = 5.62 \text{ kN/m}$

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

Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s = 2.81 \text{ kNm/m}$



#### Μεταβλητές δράσεις

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

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

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

#### Υδροστατικές δυνάμεις

Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  $F_{wx} = 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη  $F_{wy} = 0.00 \text{ kN/m}$

Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης  $M_w = 0.00 \text{ kNm/m}$

Σεισμικές δυνάμεις (EC8, ENV1998-5:1994, §7.3 και Παράρτ. Ε)

**Μεταβλητές δράσεις**

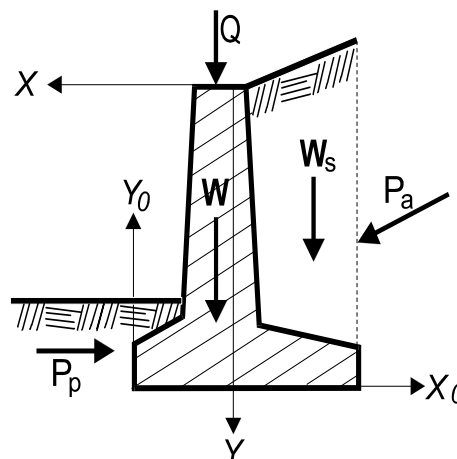
Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών	$F_{sx} =$	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών	$F_{sy} =$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή ώθησης γαιών	$M_s =$	0.00 kNm/m

**Υδροστατικές δυνάμεις**

Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη	$F_{wx} =$	0.00 kN/m
Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη	$F_{wy} =$	0.00 kN/m
Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης	$M_w =$	0.00 kNm/m

**4.3. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί****Διαστάσεις**

Ολικό ύψος τοίχου	1.500 m
Μήκος τοίχου	$L = 10.000$ m
Πλάτος τοίχου στην κορυφή	0.200 m
Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση	0.200 m
Ολικό πλάτος βάσης τοίχου	1.000 m
Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά	0.200 m
Πλάτος βάσης τοίχου πίσω	0.600 m
Υψος κορμού τοίχου	1.200 m
Υψος βάσης τοίχου	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου μπροστά	0.300 m
Υψος βάσης τοίχου πίσω	0.300 m
Κλίση παρειάς τοίχου μπροστά	0.000°
Κλίση παρειάς τοίχου πίσω	$\theta = 0.000^\circ$

**Φορτία**

Μόνιμο φορτίο στην κορυφή	$Q_p =$	0.00 kN/m
Κινητό φορτίο στην κορυφή	$Q_v =$	0.00 kN/m

**Βάρος τοίχου**

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου	25.000 kN/m <sup>3</sup>
Εμβαδόν διατομής τοίχου	0.540 m <sup>2</sup>
Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο	$W = 0.540 \times 25.000 = 13.50$ kN/m
Κέντρο βάρους τοίχου	$x = -0.011$ m, $y = 1.017$ m ( $x_0 = 0.411$ m, $y_0 = 0.483$ m)

**Βάρος επίχωσης**

Ιδιο βάρος επίχωσης ανά μέτρο	$W_s = 10.80$ kN/m
Κέντρο βάρους επίχωσης	$x = -0.300$ m, $y = 0.600$ m

**Υλικά τοίχου**

Ανωδομή Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)  
 Θεμέλιο Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s, Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

**Σεισμικοί συντελεστές**

Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους  $\alpha = 0.16$  (ΕΑΚ, §2.3.1)  
 Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς  $q_w = 1.50$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $a_h = 0.16/1.50 = 0.107$  (ΕΑΚ, §5.3.a.2)  
 Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $a_v = 0.50 \times 0.16 = 0.080$  (ΕΑΚ, §5.3.a.3)

**Σεισμικές δυνάμεις (εκτός δυνάμεων λόγω ώθησης γαιών)**

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wx} =$	$13.50 \times 0.107 =$	1.44 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους	$F_{wy} =$	$13.50 \times 0.080 =$	1.08 kN/m
Οριζόντια δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsx} =$	$10.80 \times 0.107 =$	1.16 kN/m
Κατακόρυφη δύναμη σεισμού επίχωσης	$F_{wsy} =$	$10.80 \times 0.080 =$	0.86 kN/m

**Συντελεστές ασφαλείας-επιτρεπόμενες τάσεις**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή SF=1.50

Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση SF=1.50

Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση σεπ=0.30 N/mm<sup>2</sup>

Γωνία τριβής εδάφους στη βάση φ=40.00°, συντελεστής τριβής tan(φ)=0.839

Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση c=0.000 N/mm<sup>2</sup>**Απαιτήσεις και συντελεστές αντισεισμικού (ΕΑΚ §5)**

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή (με σεισμό ΕΑΚ §5.3) SF=1.00

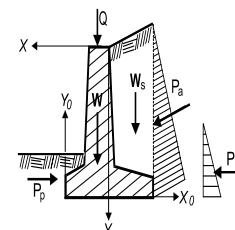
Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3) SF=1.00

Επιτρεπόμενη τάση εδάφους στη βάση (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.1) σεπ=0.39 N/mm<sup>2</sup>

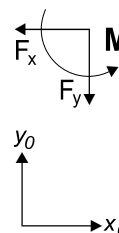
Ενεργή επιφάνεια πεδίου/επιφ. πεδίου (με σεισμό ΕΑΚ §5.2.3.2) =0.67

**4.4. Ελεγχοι ευστάθειας τοίχου****Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Δύναμη Fx [kN/m]	Δύναμη Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	-0.600	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 1.50	5.62	0.00	-0.600	1.000
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x1.00	1.00- 1.50	-9.01	2.41	0.200	1.333
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	13.50	-0.011	1.017
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	10.80	-0.300	0.600

**Ελεγχος τάσεων εδάφους**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.000	1.500	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 1.50	5.62	0.00	1.000	0.500	2.81
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	13.50	0.411	0.483	-5.55
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	10.80	0.700	0.900	-7.56
			Σύνολο=	24.30			-10.30

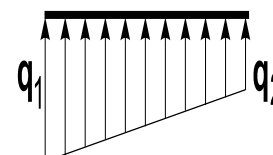


Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 24.30 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -10.30 kNm/m

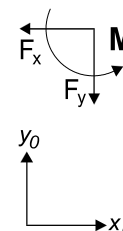
Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.85 kNm/m

Εκκεντρότητα = 1.85/24.30 = 0.076 m &lt;= 1.000/6 = 0.167m

Τάση εδάφους μπροστά = 0.035 N/mm<sup>2</sup> < 0.300 N/mm<sup>2</sup> (επ. σ εδάφους)Τάση εδάφους πίσω = 0.013 N/mm<sup>2</sup> < 0.300 N/mm<sup>2</sup> (επ. σ εδάφους)**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής**

ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο (xo=0, yo=0) (x=0.400, y=1.500 m)

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.000	1.500	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa x1.00	0.00- 1.50	5.62	0.00	1.000	0.500	2.81	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	13.50	0.411	0.483	0.00	5.55
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	10.80	0.700	0.900	0.00	7.56
					Σύνολα	=	2.81	13.11



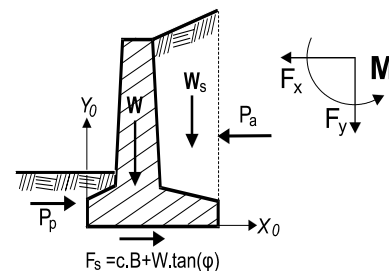
Σύνολο ροπών ανατροπής = 2.81 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 13.11 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή SF= 13.11/2.81 = 4.665 &gt; 1.50

## Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 1.50	5.62	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x1.00	1.00- 1.50	0.00	9.01	0.00
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	0.00	13.50
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	0.00	10.80
Σύνολα=			5.62	9.01	24.30



Αντίσταση λόγω τριβής εδάφους =  $\tan(40^\circ) \times 24.30 = 20.39 \text{ kN/m}$

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 5.62 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης = 29.40 kN/m

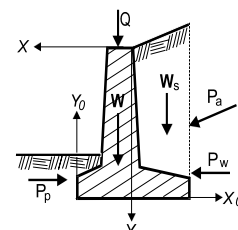
Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF = 29.40/5.62 = 5.231 > 1.50$

## 4.5. Αντισεισμικός έλεγχος (ΕΑΚ, §5.3)

## Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (με σεισμό)

## Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Δύναμη Fx [kN/m]	Δύναμη Fy [kN/m]	x [m]	y [m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	-0.600	0.000
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 1.50	5.62	0.00	-0.600	1.000
Παθητική ώθηση γαιών	Pp x0.50	1.00- 1.50	-4.51	1.21	0.200	1.333
Βάρος τοίχου	W x1.00		0.00	13.50	-0.011	1.017
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		0.00	10.80	-0.300	0.600



## πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	Mo+ [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.000	1.500	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 1.50	1.30	0.00	1.000	0.500	0.65
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.44	-1.08	0.411	0.483	1.14
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		1.16	-0.86	0.700	0.900	1.65
Σύνολα=			3.90	-1.94			3.44

## Έλεγχος τάσεων εδάφους (με σεισμό)

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	xo [m]	yo [m]	M [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 0.00	0.00	0.00	1.000	1.500	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa x1.00	0.00- 1.50	6.92	0.00	1.000	0.500	3.46
Βάρος τοίχου	W x1.00		1.44	12.42	0.411	0.483	-4.41
Βάρος επίχωσης	Ws x1.00		1.16	9.94	0.700	0.900	-5.91
Σύνολο=				22.36			-6.86

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 22.36 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -6.86 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 4.32 kNm/m

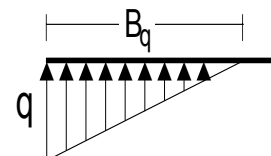
## Έλεγχος τάσεων εδάφους (ΕΑΚ, §5.3)

Εκκεντρότητα  $= 4.32/22.36 = 0.193 \text{ m} > 1.000/6 = 0.167 \text{ m}$

Τάση εδάφους μπροστά  $= 0.049 \text{ N/mm}^2 < 0.390 \text{ N/mm}^2$  (επ. σ εδάφους)

Τάση εδάφους πίσω  $= 0 \text{ N/mm}^2$  ( $Bq = 0.920 \text{ m}$ )

Ενεργό πλάτος πεδίου (ΕΑΚ §5.2.3.2)  $= 0.920/1.000 = 0.920 \times (\text{πλάτος}) > 0.67$  (επιτρεπ.)



**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (με σεισμό)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.400, y=1.500$  m)

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	x0 [m]	y0 [m]	Mo+ [kNm/m]	Mo- [kNm/m]
Ενεργητική ώθηση	Pa	x1.00	0.00	0.00	1.000	1.500	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση	Pa	x1.00	6.92	0.00	1.000	0.500	3.46	0.00
Βάρος τοίχου	W	x1.00	1.44	12.42	0.411	0.483	1.14	5.55*
Βάρος επίχωσης	Ws	x1.00	1.16	9.94	0.700	0.900	1.65	7.56*
Σύνολα							= 6.25	13.11

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

**Συντελεστής ασφαλείας έναντι ανατροπής (ΕΑΚ, §5.3)**ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=0.400, y=1.500$  m)

Σύνολο ροπών ανατροπής = 6.25 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 13.11 kNm/m

Συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή  $SF=13.11/6.25=2.098>1.00$ **Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (με σεισμό)**

Τμήμα	( γ )	y1 - y2	Fx+ [kN/m]	Fx- [kN/m]	Fy [kN/m]
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00	0.00	0.00	0.00
Ενεργητική ώθηση γαιών	Pa	x1.00	6.92	0.00	0.00
Παθητική ώθηση γαιών	Pp	x0.50	0.00	4.51	0.00
Βάρος τοίχου	W	x1.00	1.44	0.00	12.42
Βάρος επίχωσης	Ws	x1.00	1.16	0.00	9.94
Σύνολα=			9.52	4.51	22.36

**Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση (ΕΑΚ, §5.3)**Αντίσταση λόγω τριβής εδάφους =  $\tan(40^\circ) \times 22.36 = 18.76$  kN/m

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 9.52 kN/m

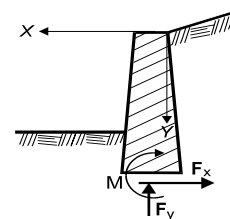
Σύνολο δυνάμεων αντίστασης = 23.27 kN/m (ΕΑΚ 5.2.3)

Συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση  $SF=23.27/9.52=2.444>1.00$ **4.6. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου**

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]
0.50	0.200	0.84	2.50	0.14
1.20	0.200	4.86	6.00	1.94

**Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000**

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

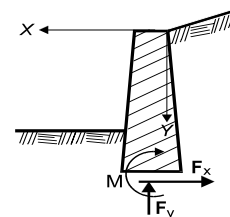
y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.14	-2.50	15.0	29.42	0.01	0.2/20.0	2.31	0.00	( 2.52)
1.20	1.94	-6.00	15.0	10.01	0.03	0.7/20.0	2.33	0.21	( 2.52)

**4.7. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου (με σεισμό)**

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 <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]
0.50	0.200	1.51	2.50	0.31
1.20	0.200	6.23	6.00	2.85



#### Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη με ΕΚΩΣ 2000 (με σεισμό)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

y	Msd	Nsd	d	Kd	ξ	ec/es	Ks	As	ελάχ. Οπλ.
[m]	[kN/m]	[kN]	[cm]					[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
0.50	0.31	-2.50	15.0	22.71	0.01	0.3/20.0	2.31	0.01	( 2.52)
1.20	2.85	-6.00	15.0	8.45	0.04	0.9/20.0	2.33	0.35	( 2.52)

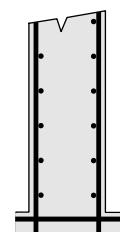
#### 4.8. Οπλισμοί Κορμού τοίχου

οπλισμοί εσωτερικής παρειάς τοίχου  $\Phi 8/20.0$  (2.52cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός διανομής  $\Phi 8/20.0$  (2.52cm<sup>2</sup>/m)

οπλισμός εξωτερικής παρειάς τοίχου  $\Phi 8/20.0$  (2.52cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός διανομής  $\Phi 8/20.0$  (2.52cm<sup>2</sup>/m)



#### Έλεγχος κορμού σε διάτμηση με ΕΚΩΣ 2000

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

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.

$V_{sd}=4.86$  kN/m,  $V_{sd}$  (+σεισμό)=6.23 kN/m,  $N_{sd}=6.00$  kN/m

$V_{rd1}=[\tau_{rd.k.}(1.2+40\rho_1)+0.15\sigma_{cp}].b.w.d$ ,  $\tau_{rd}=0.22$  N/mm<sup>2</sup>,  $k=1.0$

$\rho_1=As_1/(b.w.d)=0.0001 \times 2.52/(1.00 \times 0.15)=0.0017$

$\sigma_{cp}=N_{sd}/A_c=0.001 \times 6.00/(1.00 \times 0.20)=0.030$  N/mm<sup>2</sup>

$v_{rd1}=[0.22 \times 1.0(1.2+40 \times 0.0017)+0.15 \times 0.030] \times 0.15 \times 1.00 \times 1000=42.52$  kN/m

$V_{sd}=6.23$  kN/m <  $V_{rd1}=42.52$  kN/m διάτμηση OK

#### 4.9. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί

Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.400$  m έως  $x=0.200$  m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 24.30 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.85 kNm/m

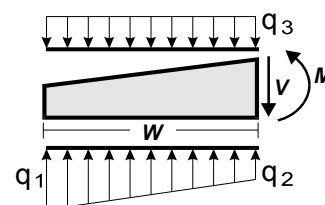
$\sigma_1=0.035$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2=0.031$  N/mm<sup>2</sup>,  $w=0.200$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3=0.008$  N/mm<sup>2</sup>

$M=0.53$  k Nm/m,  $V=5.14$  kN/m

$h=25$ cm > πλάτους  $h=20$ cm, έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται

$M_{sd}=0.71$  k Nm/m,  $V_{sd}=0.00$  kN/m



Οπλισμοί πεδίου τοίχου με ΕΚΩΣ 2000

Ελεγχος τμήματος πίσω  $x=-0.600$  m έως  $x=0.000$  m

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 24.30 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 1.85 kNm/m

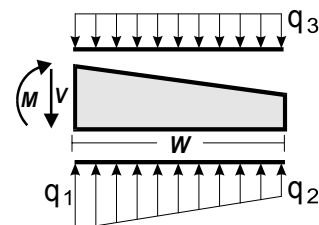
$\sigma_1 = 0.027$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = 0.013$  N/mm<sup>2</sup>,  $w = 0.600$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.025$  N/mm<sup>2</sup>

$M = -1.41$  k Nm/m,  $V = 3.38$  kN/m

$V$  σε απόσταση  $h=25$ cm από παρειά= 3.15 kN/m

$M_{sd} = -1.91$  k Nm/m,  $V_{sd} = 4.25$  kN/m



Ελεγχος τμήματος μπροστά  $x=0.400$  m έως  $x=0.200$  m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 22.36 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 4.32 kNm/m

$\sigma_1 = 0.049$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = 0.038$  N/mm<sup>2</sup>,  $w = 0.200$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.008$  N/mm<sup>2</sup>

$M = 0.75$  k Nm/m,  $V = 7.16$  kN/m

$h=25$ cm > πλάτους  $h=20$ cm, έλεγχος σε διάτμηση διάτρηση παραλείπεται

$M_{sd} = 0.75$  k Nm/m,  $V_{sd} = 0.00$  kN/m

Ελεγχος τμήματος πίσω  $x=-0.600$  m έως  $x=0.000$  m (με σεισμό)

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 22.36 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 4.32 kNm/m

$\sigma_1 = 0.027$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_2 = 0.000$  N/mm<sup>2</sup>,  $w = 0.520$  m

πίεση άνω από επίχωση και ίδιο βάρος  $\sigma_3 = 0.028$  N/mm<sup>2</sup>

$M = -2.60$  k Nm/m,  $V = 7.55$  kN/m

$V$  σε απόσταση  $h=25$ cm από παρειά= 5.68 kN/m

$M_{sd} = -2.60$  k Nm/m,  $V_{sd} = 5.68$  kN/m

#### Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

$M_{sd} = 0.75$  kNm/m,  $d=25.0$ cm,  $K_d=28.84$ ,  $\xi=0.01$ ,  $e_c/e_s=0.2/20.0$ ,  $K_s=2.31$ ,  $A_s = 0.07$  cm<sup>2</sup>/m

$M_{sd} = -2.60$  kNm/m,  $d=25.0$ cm,  $K_d=15.51$ ,  $\xi=0.02$ ,  $e_c/e_s=0.5/20.0$ ,  $K_s=2.32$ ,  $A_s = 0.24$  cm<sup>2</sup>/m

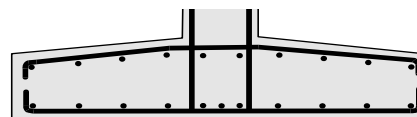
Ελάχιστος οπλισμός  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)

#### 4.10. Οπλισμοί πεδίου τοίχου

οπλισμός πεδίου κάτω  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)

οπλισμός πεδίου άνω  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)

Οπλισμός διανομής  $\Phi 12/15.0$  (7.53 cm<sup>2</sup>/m)



#### Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση με ΕΚΩΣ 2000

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C16/20-S500s Επικάλυψη οπλισμού: 50 mm (ΕΚΩΣ 2000, §5.1)

Τέμνουσα αντοχής χωρίς οπλισμό διάτμησης (ΕΚΩΣ 2000, §11.1)

$V_{rd1} = \tau_{rd.k} \cdot (1.2 + 40 \rho_1) \cdot b_w \cdot d$ ,  $\tau_{rd} = 0.22$  N/mm<sup>2</sup>,  $k = 1.0$

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 0.0001 \times 7.53 / (1.00 \times 0.25) = 0.0030$

$v_{rd1} = 0.22 \times 1.0 (1.2 + 40 \times 0.0030) \times 1.00 \times 0.250 \times 1000 = 72.60$  kN/m

$V_{sd} = 5.68$  kN/m <  $V_{rd1} = 72.60$  kN/m διάτμηση και διάτρηση OK

#### 4.11. Προμέτρηση υλικών

Μπετόν ανά μέτρο μήκους 0.540 m<sup>3</sup>/m

Συνολικά μπετά τοίχου 10.00 x 0.540 = 5.400 m<sup>3</sup>