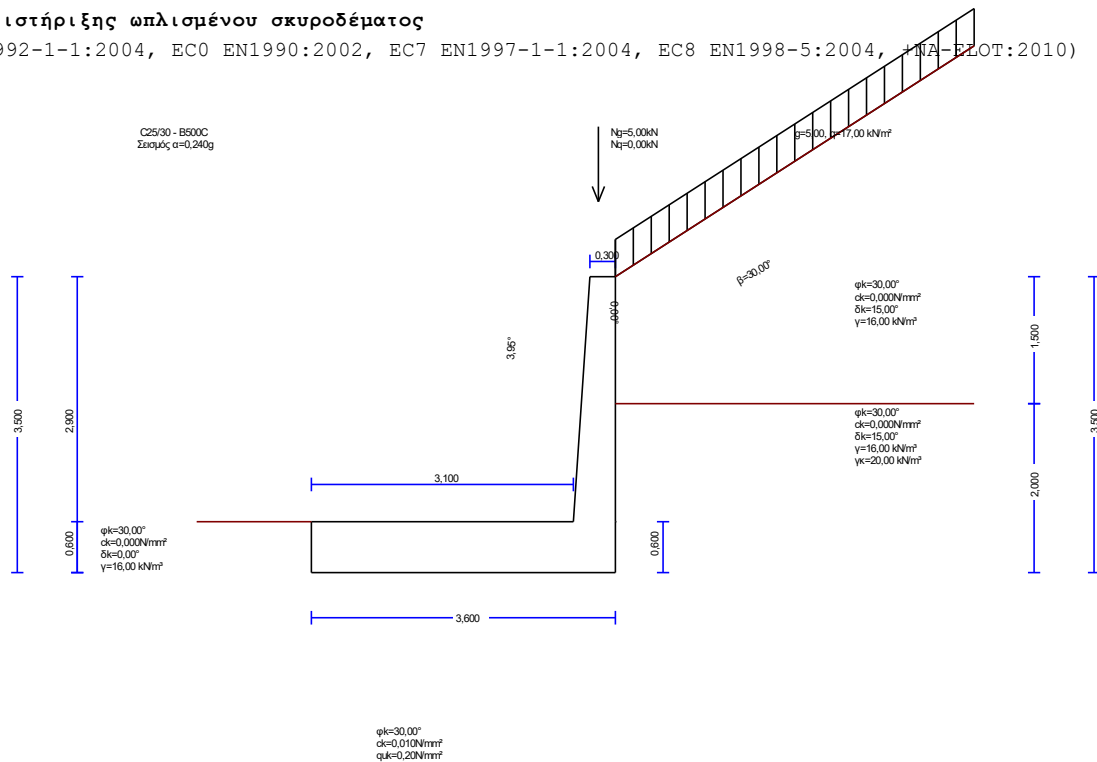


**Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ****1. ΣΜΑ3.5Μ****Τοίχος αντιστήριξης ωπλισμένου σκυροδέματος**

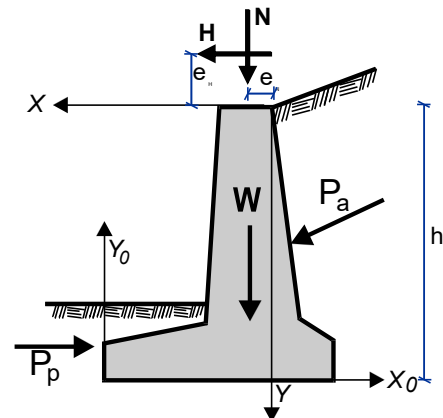
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002, EC7 EN1997-1-1:2004, EC8 EN1998-5:2004, ΕΛΟΤ-ΕΠΟΤ:2010)

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

|                                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|
| Ολικό ύψος τοίχου                  | h= 3,500 m      |
| Μήκος τοίχου                       | L=10,000 m      |
| Πλάτος τοίχου στην κορυφή          | B1= 0,300 m     |
| Πλάτος κορμού τοίχου στην βάση     | B2= 0,500 m     |
| Ολικό πλάτος βάσης τοίχου          | B= 3,600 m      |
| Πλάτος βάσης τοίχου μπροστά        | 3,100 m         |
| Πλάτος βάσης τοίχου πίσω           | 0,000 m         |
| Υψος κορμού τοίχου                 | ho= 2,900 m     |
| Υψος βάσης τοίχου                  | 0,600 m         |
| Υψος βάσης τοίχου μπροστά          | 0,600 m         |
| Υψος βάσης τοίχου πίσω             | 0,600 m         |
| Γωνία εμπρός παρειάς με κατακόρυφο | 3,945° (1:14,5) |
| Γωνία πίσω παρειάς με κατακόρυφο   | 0,000° (0:1)    |

**Φορτία στην κορυφή**

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| Κατακόρυφο μόνιμο φορτίο         | Ng= 5,00 kN/m |
| Κατακόρυφο κινητό φορτίο         | Nq= 0,00 kN/m |
| Εκκεντρότητα κατακόρυφου φορτίου | eN= 0,20 m    |
| Οριζόντιο μόνιμο φορτίο          | Hg= 0,00 kN/m |
| Οριζόντιο κινητό φορτίο          | Hq= 0,00 kN/m |
| Εκκεντρότητα οριζόντιου φορτίου  | eH= 0,00 m    |



**Βάρος τοίχου**

Ειδικό βάρος υλικού τοίχου  $\gamma_g=25,000 \text{ kN/m}^3$   
 Εμβαδόν διατομής τοίχου  $A= 3,320 \text{ m}^2$   
 Ιδιο βάρος τοίχου ανά μέτρο  $W= 3,320 \times 25,000= 83,00 \text{ kN/m}$   
 Κέντρο βάρους τοίχου  $x=1,242 \text{ m}, y=2,631 \text{ m} (x_o=2,358 \text{ m}, y_o=0,869 \text{ m})$

**Υλικά τοίχου**

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

**3. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες**

(EC7 Πιν. Α.1-Α.4, EC8-5 §3.1)

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

|                    |                           | ( EQU )         |      | ( STR/GEO ) | ( Σεισμός ) |
|--------------------|---------------------------|-----------------|------|-------------|-------------|
|                    |                           |                 |      | ( A1+M1 )   |             |
| Δράση              | Μόνιμη Δυσμενής           | $\gamma_{Gdst}$ | 1,10 | 1,35        | 1,00        |
|                    | Μόνιμη Ευνοϊκή            | $\gamma_{Gstb}$ | 0,90 | 1,00        | 1,00        |
|                    | Μεταβλητή Δυσμενής        | $\gamma_{Qdst}$ | 1,50 | 1,50        | 1,00        |
|                    | Μεταβλητή Ευνοϊκή         | $\gamma_{Qstb}$ | 0,00 | 0,00        | 0,00        |
| Εδαφικές ιδιότητες | Γωνία διατμητικής αντοχής | $\gamma_\phi$   | 1,25 | 1,00        | 1,00        |
|                    | Συνοχή c                  | $\gamma_c$      | 1,25 | 1,00        | 1,00        |
|                    | Διατμητική αντοχή $c_u$   | $\gamma_{cu}$   | 1,40 | 1,00        | 1,00        |
|                    | Θλιπτική αντοχή $q_u$     | $\gamma_{qu}$   | 1,40 | 1,00        | 1,00        |
|                    | Βάρος                     | $\gamma_w$      | 1,00 | 1,00        | 1,00        |

 $\gamma_{R,v}(R2)=1,40, \gamma_{R,h}(R2)=1,10, \gamma_{R,e}(R2)=1,40$ **4. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης**

Θλιπτική αντοχή εδάφους στη βάση  $q_u=0,20 \text{ N/mm}^2$   
 Γωνία τριβής εδάφους στη βάση  $\phi=30,00^\circ$ , συντελεστής τριβής  $\tan(\phi)=0,577$   
 Συντελεστής συνεκτικότητας στη βάση  $c=0,010 \text{ N/mm}^2$

**5. Σεισμικοί συντελεστές**

(EC8 EN1998-5:2004, §7.3.2)

|                                      |                                                |                     |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|
| Ανηγμένη σεισμική επιτάχυνση εδάφους | $\alpha_g=\alpha_{xg}, \alpha=0,24$            | (EC8-5 §7.3.2)      |
| Κατακόρ./οριζ. σεισμική επιτάχυνση   | $\alpha_{vg}/\alpha_g=0,90$                    | (EC8 §3.2.2.3)      |
| Συντ. θεμελίωσης                     | $S=1,00$                                       | (EC8 §3.2.2.2)      |
| Συντ. σπουδαιότητας κτιρίου          | $\gamma_I=1,00$                                | (EC8 §3.2.1, T.4.3) |
| Μειωτικός συντελεστής συμπεριφοράς   | $r=1,50$                                       | (EC8-5 Πίνακας 7.1) |
| Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής     | $k_h=1,00 \times 0,24 \times 1,00/1,500=0,160$ | (EC8-5 Εξ.7.1)      |
| Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής    | $k_v=0,50 \times 0,160=0,080$                  | (EC8-5 Εξ.7.2)      |

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

Οριζόντια δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους  $F_{wx}= 83,00 \times 0,160= 13,28 \text{ kN/m}$   
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού λόγω ιδίου βάρους  $F_{wy}= 83,00 \times 0,080= 6,64 \text{ kN/m}$   
 Οριζόντια δύναμη σεισμού φορτίου στην κορυφή Ng  $F_{gx}= 5,00 \times 0,160= 0,80 \text{ kN/m}$   
 Κατακόρυφη δύναμη σεισμού φορτίου στην κορυφή Ng  $F_{gy}= 5,00 \times 0,080= 0,40 \text{ kN/m}$

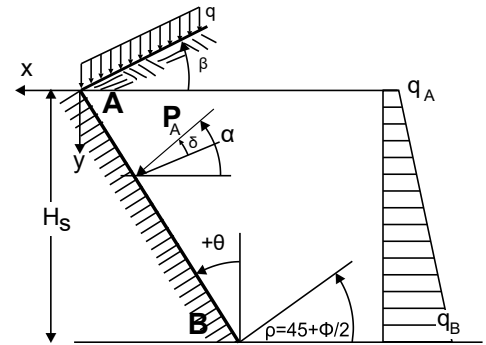
**6. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)****6.1. Τμήμα τοίχου από Y=0,000 m έως Y=1,500 m, Hs=1,500 m**

Ανω Σημείο A x= 0,000 m y= 0,000 m

Κάτω Σημείο B x= 0,000 m y= 1,500 m

**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$ Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_s = 20,00 \text{ kN/m}^3$ Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$ Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi = 30,00^\circ$ Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c = 0,000 \text{ N/mm}^2$ Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta = 30,00^\circ$ Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο  $\theta = 0,00^\circ$ Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους  $\delta = 15,00^\circ$ **Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο  $g = 5,00 \text{ kN/m}^2$ Ομοιόμορφο κινητό φορτίο  $q = 17,00 \text{ kN/m}^2$ **Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

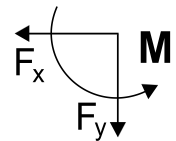
EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ + \phi/2 = 57,00 \quad 60,00^\circ$ Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0,853 \quad 0,776$ Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(y) = qA + \gamma \cdot y \cdot Ka$ 

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

**Μόνιμες δράσεις**

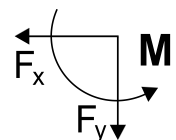
EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y=yA$ )  $qA = 4,26 \quad 3,88 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y=yA + 1,50\text{m}$ )  $qB = 24,73 \quad 22,50 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (δύναμη) γαιών  $Pa = \frac{1}{2}(qA + qB)H$   $Pa = 21,74 \quad 19,78 \text{ kN/m}$ Γωνία ώθησης γαιών  $\alpha = 12,00 \quad 15,00^\circ$ Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση  $Pa_x = 21,26 \quad 19,11 \text{ kN/m}$ Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση  $Pa_y = 4,52 \quad 5,12 \text{ kN/m}$ Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0, y=0$ )  $M = -19,71 \quad -17,70 \text{ kNm/m}$ Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x = 0,000 \text{ m}, y = 0,926 \text{ m}$ **Μεταβλητές δράσεις**

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y=yA$ )  $qA = 14,50 \quad 13,19 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y=yA + 1,50\text{m}$ )  $qB = 14,50 \quad 13,19 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (δύναμη) γαιών  $Pa = \frac{1}{2}(qA + qB)H$   $Pa = 21,75 \quad 19,78 \text{ kN/m}$ Γωνία ώθησης γαιών  $\alpha = 12,00 \quad 15,00^\circ$ Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση  $Pa_x = 21,27 \quad 19,11 \text{ kN/m}$ Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση  $Pa_y = 4,52 \quad 5,12 \text{ kN/m}$ Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0, y=0$ )  $M = -15,95 \quad -14,33 \text{ kNm/m}$ Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x = 0,000 \text{ m}, y = 0,750 \text{ m}$ **Σύνολα δυνάμεων και ροπών**Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=0,000 \text{ m}, y=1,500 \text{ m}$ )**Μόνιμες δράσεις**

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = 21,26 \quad 19,11 \text{ kN/m}$ Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy} = 4,52 \quad 5,12 \text{ kN/m}$ Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s = 12,18 \quad 10,97 \text{ kNm/m}$ 

**Μεταβλητές δράσεις**

|                                 | EQU              | A1+M1                 |
|---------------------------------|------------------|-----------------------|
| Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  | $F_{sx} = 21,27$ | $19,11 \text{ kN/m}$  |
| Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών | $F_{sy} = 4,52$  | $5,12 \text{ kN/m}$   |
| Συνολική ροπή ώθησης γαιών      | $M_s = 15,95$    | $14,33 \text{ kNm/m}$ |

**Σεισμικές δυνάμεις**

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

Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής  $kh=1,00 \times 0,24 \times 1,00 / 1,500 = 0,160$ 

(EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1)

Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής  $kv=0,50 \times 0,160 = 0,080$ 

(EC8-5 Εξ.7.2)

Εδαφος πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

(EC8-5 Παράρτημα Ε.5)

 $\tan(\omega) = kh / (1 - kv) = 0,160 / (1 - 0,080) = 0,174, \omega = 9,87^\circ$ 

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

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης,  $Ke^*(STR) = 0,986$ 

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης  $\xi = (Ke^*/Ke - 1) = (0,986/0,776 - 1) = 0,271$ 

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

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις)  $F_x = 1,271 \times 19,11 = 24,29 \text{ kN/m}$ Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μεταβλητές δράσεις)  $F_x = 1,271 \times 19,11 = 24,29 \text{ kN/m}$ **6.2. Τμήμα τοίχου από  $Y=1,500 \text{ m}$  έως  $Y=3,500 \text{ m}$ ,  $H_s=2,000 \text{ m}$** Ανω Σημείο A  $x = 0,000 \text{ m}$   $y = 1,500 \text{ m}$ Κάτω Σημείο B  $x = 0,000 \text{ m}$   $y = 3,500 \text{ m}$ **Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους

 $\gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$ 

Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους

 $\gamma_s = 20,00 \text{ kN/m}^3$ 

Ειδικό βάρος νερού

 $\gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$ 

Εδαφος κάτω του υδροφόρου ορίζοντα

Ιδιο βάρος εδάφους στο νερό

 $\gamma_o = 10,00 \text{ kN/m}^3$ 

Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

 $\varphi = 30,00^\circ$ 

Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους

 $c = 0,000 \text{ N/mm}^2$ 

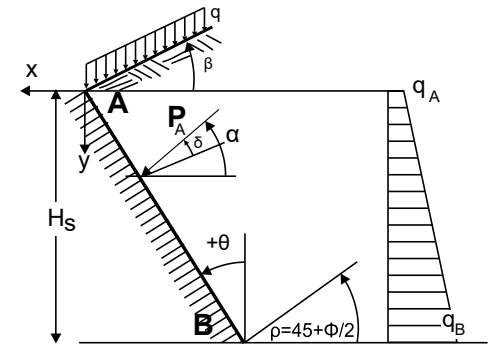
Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια

 $\beta = 0,00^\circ$ 

Γωνία πίσω παρειάς τοίχου με κατακόρυφο

 $\theta = 0,00^\circ$ 

Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους

 $\delta = 15,00^\circ$ **Φορτία επί του εδάφους στην κορυφή**Ομοιόμορφο μόνιμο φορτίο  $g = 29,00 \text{ kN/m}^2$ Ομοιόμορφο κινητό φορτίο  $q = 17,00 \text{ kN/m}^2$ Υδροστατική πίεση εδάφους  $q_w = 0,00 \text{ kN/m}^2$ **Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

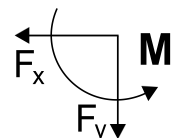
EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ + \varphi/2 = 57,00 \quad 60,00^\circ$ Συντελεστής ενεργητικής ώθησης  $K_a = 0,382 \quad 0,301$ Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_a$ 

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

**Μόνιμες δράσεις**

|                                                                             | EQU              | A1+M1                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
| Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y=y_A$ )                                       | $q_A = 11,08$    | $8,73 \text{ kN/m}^2$  |
| Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y=y_A + 2,00\text{m}$ )                          | $q_B = 18,72$    | $14,75 \text{ kN/m}^2$ |
| Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$                        | $P_a = 29,80$    | $23,48 \text{ kN/m}$   |
| Γωνία ώθησης γαιών                                                          | $\alpha = 12,00$ | $15,00^\circ$          |
| Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση                                               | $P_{ax} = 29,15$ | $22,68 \text{ kN/m}$   |
| Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση                                               | $P_{ay} = 6,20$  | $6,08 \text{ kN/m}$    |
| Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0, y=0$ )                             | $M = -75,35$     | $-58,63 \text{ kNm/m}$ |
| Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0,000 \text{ m}$ , $y = 2,585 \text{ m}$ |                  |                        |



**Μεταβλητές δράσεις**

|                                                                             | EQU              | A1+M1                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
| Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y=y_A$ )                                       | $q_A = 6,49$     | $5,12 \text{ kN/m}^2$  |
| Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y=y_A + 2,00\text{m}$ )                          | $q_B = 6,49$     | $5,12 \text{ kN/m}^2$  |
| Ωθηση (δύναμη) γαιών $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$                        | $P_a = 12,98$    | $10,24 \text{ kN/m}$   |
| Γωνία ώθησης γαιών                                                          | $\alpha = 12,00$ | $15,00^\circ$          |
| Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση                                               | $P_{ax} = 12,70$ | $9,89 \text{ kN/m}$    |
| Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση                                               | $P_{ay} = 2,70$  | $2,65 \text{ kN/m}$    |
| Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0, y=0$ )                             | $M = -31,75$     | $-24,73 \text{ kNm/m}$ |
| Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών $x = 0,000 \text{ m}$ , $y = 2,500 \text{ m}$ |                  |                        |

**Υδροστατικές δυνάμεις**

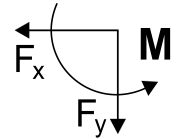
|                                                                                     |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Υδροστατική πίεση $q_w = q_wA + \gamma_w \cdot H_w / \cos\theta$                    |                               |
| Υδροστατική πίεση στην κορυφή ( $y=y_A$ )                                           | $q_wA = 0,00 \text{ kN/m}^2$  |
| Υδροστατική πίεση στην βάση ( $y=y_A + 2,00\text{m}$ )                              | $q_wB = 20,00 \text{ kN/m}^2$ |
| Υδροστατική δύναμη $P_w = \frac{1}{2}(q_wA + q_wB)H$                                | $P_w = 20,00 \text{ kN/m}$    |
| Γωνία υδροστατικής δύναμης                                                          | $\alpha = 0,00^\circ$         |
| Υδροστατική δύναμη κατά x κατεύθυνση                                                | $P_{wx} = 20,00 \text{ kN/m}$ |
| Υδροστατική δύναμη κατά y κατεύθυνση                                                | $P_{wy} = 0,00 \text{ kN/m}$  |
| Ροπή υδροστατικής δύναμης ως προς σημείο ( $x=0, y=0$ )                             | $M = -56,66 \text{ kNm/m}$    |
| Σημείο εφαρμογής υδροστατικής δύναμης $x = 0,000 \text{ m}$ , $y = 2,833 \text{ m}$ |                               |

**Σύνολα δυνάμεων και ροπών**

Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=0,000 \text{ m}$ ,  $y=3,500 \text{ m}$ )

**Μόνιμες δράσεις**

|                                 | EQU              | A1+M1                 |
|---------------------------------|------------------|-----------------------|
| Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  | $F_{sx} = 50,41$ | $41,79 \text{ kN/m}$  |
| Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών | $F_{sy} = 10,72$ | $11,20 \text{ kN/m}$  |
| Συνολική ροπή ώθησης γαιών      | $M_s = 81,37$    | $69,94 \text{ kNm/m}$ |

**Μεταβλητές δράσεις**

|                                 | EQU              | A1+M1                 |
|---------------------------------|------------------|-----------------------|
| Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  | $F_{sx} = 33,97$ | $29,00 \text{ kN/m}$  |
| Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών | $F_{sy} = 7,22$  | $7,77 \text{ kN/m}$   |
| Συνολική ροπή ώθησης γαιών      | $M_s = 71,19$    | $62,44 \text{ kNm/m}$ |

**Υδροστατικές δυνάμεις**

|                                        |                               |
|----------------------------------------|-------------------------------|
| Συνολική οριζόντια υδροστατική δύναμη  | $F_{wx} = 20,00 \text{ kN/m}$ |
| Συνολική κατακόρυφη υδροστατική δύναμη | $F_{wy} = 0,00 \text{ kN/m}$  |
| Συνολική ροπή υδροστατικής δύναμης     | $M_w = 13,34 \text{ kNm/m}$   |

**Σεισμικές δυνάμεις**

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

|                                                                                                                                                          |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Οριζόντιος σεισμικός συντελεστής $k_h = 1,00 \times 0,24 \times 1,00 / 1,500 = 0,160$                                                                    | (EC8-5 Εξ.7.1, Τ.7.1) |
| Κατακόρυφος σεισμικός συντελεστής $k_v = 0,50 \times 0,160 = 0,080$                                                                                      | (EC8-5 Εξ.7.2)        |
| Εδαφος κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα                                                                                                                    | (EC8-5 Παράρτημα Ε.6) |
| $\tan(\omega) = (\gamma_s / (\gamma_s - \gamma_w)) (k_h / (1 - k_v)) = (20,00 / (20,00 - 10,00)) (0,160 / (1 - 0,080)) = 0,348$ , $\omega = 19,18^\circ$ |                       |

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

για ώθηση γαιών κατά τη διάρκεια σεισμού

Συντελεστής ενεργητικής ώθησης,  $K_e^*(STR) = 0,629$

Πρόσθετη πίεση εδάφους λόγω σεισμού

επί της STR κατάστασης φόρτισης  $\xi = (K_e^* / K_e - 1) = (0,629 / 0,301 - 1) = 1,090$

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

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μόνιμες δράσεις)  $F_x = 2,090 \times 22,68 = 47,40 \text{ kN/m}$

Δύναμη εδάφους λόγω σεισμικού φορτίου (Μεταβλητές δράσεις)  $F_x = 2,090 \times 9,89 = 20,67 \text{ kN/m}$

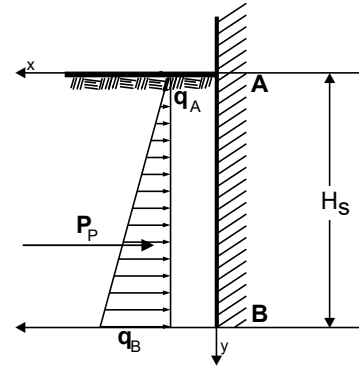
**7. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)****7.1. Τμήμα τοίχου από Y=2,900 m έως Y=3,500 m, Hs=0,600 m**

Ανω Σημείο A x= 3,600 m y= 2,900 m

Κάτω Σημείο B x= 3,600 m y= 3,500 m

**Ιδιότητες εδάφους**

Τύπος εδάφους : Αμμοχάλικο

Ειδικό βάρος ξηρού εδάφους  $\gamma_s = 16,00 \text{ kN/m}^3$ Ειδικό βάρος κορεσμένου εδάφους  $\gamma_{s2} = 20,00 \text{ kN/m}^3$ Ειδικό βάρος νερού  $\gamma_w = 10,00 \text{ kN/m}^3$ Γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους  $\phi = 30,00^\circ$ Συντελεστής συνεκτικότητας εδάφους  $c = 0,000 \text{ N/mm}^2$ Γωνία επιφάνειας εδάφους με οριζόντια  $\beta = 0,00^\circ$ Ωθηση σε κατακόρυφο επιφάνεια  $\theta = 0,00^\circ$ Γωνία τριβής μεταξύ τοίχου και εδάφους  $\delta = 0,00^\circ$ **Ωθηση σύμφωνα με θεωρία Coulomb**

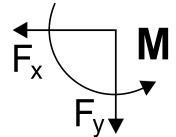
EQU A1+M1

Γωνία επιπέδου ολίσθησης  $\rho = 45^\circ - \phi/2 = 33,00 \quad 30,00^\circ$ Συντελεστής παθητικής ώθησης  $K_p = 2,371 \quad 3,000$ Ωθηση γαιών καθ ύψος  $q(y) = q_A + \gamma \cdot y \cdot K_p$ 

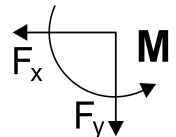
$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)}} \right]^2}$$

**Μόνιμες δράσεις**

EQU A1+M1

Ωθηση (πίεση) στην κορυφή ( $y=y_A$ )  $q_A = 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (πίεση) στην βάση ( $y=y_A + 0,60\text{m}$ )  $q_B = -22,76 \quad -28,80 \text{ kN/m}^2$ Ωθηση (δύναμη) γαιών  $P_a = \frac{1}{2}(q_A + q_B)H$   $P_p = 6,83 \quad 8,64 \text{ kN/m}$ Γωνία ώθησης γαιών  $\alpha = 0,00 \quad 0,00^\circ$ Ωθηση γαιών κατά x κατεύθυνση  $P_{px} = -6,83 \quad -8,64 \text{ kN/m}$ Ωθηση γαιών κατά y κατεύθυνση  $P_{py} = 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}$ Ροπή ώθησης γαιών ως προς σημείο ( $x=0, y=0$ )  $M = 22,54 \quad 28,51 \text{ kNm/m}$ Σημείο εφαρμογής ώθησης γαιών  $x = 3,600 \text{ m}, y = 3,300 \text{ m}$ **Σύνολα δυνάμεων και ροπών**Δυνάμεις και ροπές στο κάτω σημείο B ( $x=3,600 \text{ m}, y=3,500 \text{ m}$ )**Μόνιμες δράσεις**

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = -6,83 \quad -8,64 \text{ kN/m}$ Συνολική κατακόρυφη ώθηση γαιών  $F_{sy} = 0,00 \quad 0,00 \text{ kN/m}$ Συνολική ροπή ώθησης γαιών  $M_s = -1,37 \quad -1,73 \text{ kNm/m}$ **Σεισμικές δυνάμεις**

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

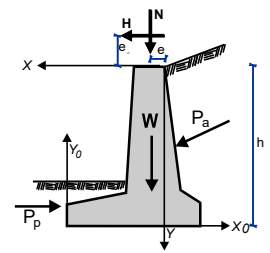
 $\tan(\omega) = kh / (1 - k_v) = 0,160 / (1 - 0,080) = 0,174, \quad \omega = 9,87^\circ$ Συντελεστής παθητικής ώθησης  $K_p^* (\text{STR}) = 2,681$  $\xi = (K_p^* / K_p) = (2,681 / 3,000) = 0,894$ 

EQU A1+M1

Συνολική οριζόντια ώθηση γαιών  $F_{sx} = -6,10 \quad -7,72$

**8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (ΕQU)****8.1. Δυνάμεις (ενέργειες και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (ΕQU)**

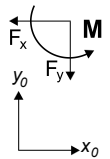
| Φορτίο                 |    | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | x<br>[m] | y<br>[m] |
|------------------------|----|------------|--------------|--------------|----------|----------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pa | 0,00- 1,50 | 21,26        | 4,52         | 0,000    | 0,927    |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pq | 0,00- 1,50 | 21,27        | 4,52         | 0,000    | 0,750    |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pa | 1,50- 3,50 | 29,15        | 6,20         | 0,000    | 2,585    |
| Υδροστατική δύναμη     | Pw | 1,50- 3,50 | 20,00        | 0,00         | 0,000    | 2,833    |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pq | 1,50- 3,50 | 12,70        | 2,70         | 0,000    | 2,500    |
| Παθητική ώθηση γαιών   | Pp | 2,90- 3,50 | -6,83        | 0,00         | 3,600    | 3,300    |
| Βάρος τοίχου           | W  |            | 0,00         | 83,00        | 1,242    | 2,631    |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ng |            | 0,00         | 5,00         | 0,200    | 0,000    |

**8.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (ΕQU)**

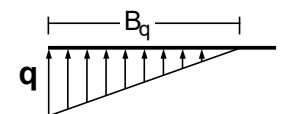
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

**Έλεγχος περίπτωσης με 0,90x(ίδιο βάρος+μόνιμο)+0,00x(κινητά κορυφής)**

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | xo<br>[m] | yo<br>[m] | M<br>[kNm/m] |
|------------------------|---------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 0,00- 1,50 | 23,39        | 4,97         | 3,600     | 2,573     | 42,27        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 0,00- 1,50 | 31,90        | 6,78         | 3,600     | 2,750     | 63,33        |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 1,50- 3,50 | 32,07        | 6,82         | 3,600     | 0,915     | 4,79         |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,10 | 1,50- 3,50 | 22,00        | 0,00         | 3,600     | 0,667     | 14,67        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 1,50- 3,50 | 19,05        | 4,05         | 3,600     | 1,000     | 4,47         |
| Βάρος τοίχου           | W x0,90 |            | 0,00         | 74,70        | 2,358     | 0,869     | -176,14      |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx0,90 |            | 0,00         | 4,50         | 3,400     | 3,500     | -15,30       |
|                        |         |            | Σύνολα=      | 101,82       |           |           | -61,91       |



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 101,82 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -61,91 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 121,37 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $ec=121,37/101,82=1,192m$ ,  $ec>3,600/6=0,600m$   
 Τάσεις εδάφους  $q=0,112 \text{ N/mm}^2$   $Bq=1,824 \text{ m}$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L'=3,600-2 \times 1,192= 1,216 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $Rd=L' \cdot quk/\gamma M=1,216 \times (1000 \times 0,20)/1,40= 173,71 \text{ kN/m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $Vd=101,82 < Rd=173,71 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

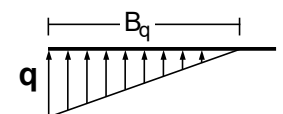
(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

**Έλεγχος περίπτωσης με 1,10x(ίδιο βάρος+μόνιμο)+1,50x(κινητά κορυφής)**

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | xo<br>[m] | yo<br>[m] | M<br>[kNm/m] |
|------------------------|---------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 0,00- 1,50 | 23,39        | 4,97         | 3,600     | 2,573     | 42,27        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 0,00- 1,50 | 31,90        | 6,78         | 3,600     | 2,750     | 63,33        |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 1,50- 3,50 | 32,07        | 6,82         | 3,600     | 0,915     | 4,79         |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,10 | 1,50- 3,50 | 22,00        | 0,00         | 3,600     | 0,667     | 14,67        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 1,50- 3,50 | 19,05        | 4,05         | 3,600     | 1,000     | 4,47         |
| Βάρος τοίχου           | W x1,10 |            | 0,00         | 91,30        | 2,358     | 0,869     | -215,28      |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,10 |            | 0,00         | 5,50         | 3,400     | 3,500     | -18,70       |
|                        |         |            | Σύνολα=      | 119,42       |           |           | -104,45      |

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 119,42 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -104,45 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 110,51 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $ec=110,51/119,42=0,925m$ ,  $ec>3,600/6=0,600m$   
 Τάσεις εδάφους  $q=0,091 \text{ N/mm}^2$   $Bq=2,624 \text{ m}$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L'=3,600-2 \times 0,925= 1,749 \text{ m}$

Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $Rd=L' \cdot quk/\gamma M=1,749 \times (1000 \times 0,20)/1,40= 249,86 \text{ kN/m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $Vd=119,42 < Rd=249,86 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

(EC7 Παράρτημα D)

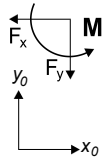
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

**8.3. Έλεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (ΕQU)**

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=3,600, y=3,500$  m)

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | x0<br>[m] | y0<br>[m] | Mo+<br>[kNm/m] | Mo-<br>[kNm/m] |
|------------------------|---------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 0,00- 1,50 | 23,39        | 4,97         | 3,600     | 2,573     | 60,17          | 17,90          |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 0,00- 1,50 | 31,90        | 6,78         | 3,600     | 2,750     | 87,74          | 24,40          |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 1,50- 3,50 | 32,07        | 6,82         | 3,600     | 0,915     | 29,34          | 24,55          |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,10 | 1,50- 3,50 | 22,00        | 0,00         | 3,600     | 0,667     | 14,67          | 0,00           |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 1,50- 3,50 | 19,05        | 4,05         | 3,600     | 1,000     | 19,05          | 14,58          |
| Βάρος τοίχου           | W x0,90 |            | 0,00         | 74,70        | 2,358     | 0,869     | 0,00           | 176,14         |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx0,90 |            | 0,00         | 4,50         | 3,400     | 3,500     | 0,00           | 15,30          |
| Σύνολα=                |         |            |              | 101,82       |           |           | 210,97         | 272,87         |



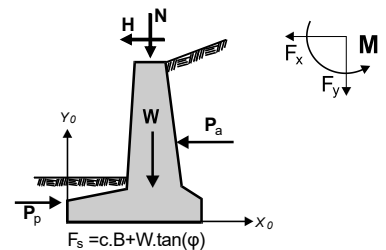
Σύνολο ροπών ανατροπής = 210,97 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 272,87 kNm/m

Έλεγχος σε ανατροπή  $M_{ed}=210,97 < M_{rd}=272,87$  kNm/m, Έλεγχος ικανοποιείταιΕκκεντρότητα  $e_c=(3,600/2)-(272,87-210,97)/101,82=1,192$  m,  $e_c \leq 3,600/3=1,200$  m**8.4. Έλεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)**

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.3, §6.5.3)

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx+<br>[kN/m] | Fx-<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] |
|------------------------|---------|------------|---------------|---------------|--------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 0,00- 1,50 | 23,39         | 0,00          | 4,97         |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 0,00- 1,50 | 31,90         | 0,00          | 6,78         |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,10 | 1,50- 3,50 | 32,07         | 0,00          | 6,82         |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,10 | 1,50- 3,50 | 22,00         | 0,00          | 0,00         |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 1,50- 3,50 | 19,05         | 0,00          | 4,05         |
| Παθητική ώθηση γαιών   | Ppx0,90 | 2,90- 3,50 | 0,00          | 6,15          | 0,00         |
| Βάρος τοίχου           | W x0,90 |            | 0,00          | 0,00          | 74,70        |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx0,90 |            | 0,00          | 0,00          | 4,50         |
| Σύνολα=                |         |            | 128,41        | 6,15          | 101,82       |

Τριβή εδάφους  $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 101,82 \times \tan(30,00^\circ) / 1,25 = 47,03$  kN/mΣυνεκτικότητα  $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 1,824 \times 0,010 / 1,25 = 14,59$  kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

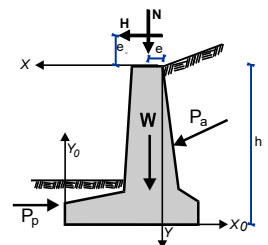
Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 128,41 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης  $(6,15/1,00+47,03) = 53,18$  kN/mΈλεγχος σε ολίσθηση  $H_d=128,41 > R_d=53,18$  kN/m, Έλεγχος ΔΕΝ ικανοποιείται

Δεν ικανοποιείται ο έλεγχος σε ολίσθηση, αύξηση πάχους τοίχου κατά 1,49 m (περίπου)

**9. Έλεγχοι ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)****9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)**

| Φορτίο                 |    | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | x<br>[m] | y<br>[m] |
|------------------------|----|------------|--------------|--------------|----------|----------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pa | 0,00- 1,50 | 19,11        | 5,12         | 0,000    | 0,926    |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pq | 0,00- 1,50 | 19,11        | 5,12         | 0,000    | 0,750    |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pa | 1,50- 3,50 | 22,68        | 6,08         | 0,000    | 2,585    |
| Υδροστατική δύναμη     | Pw | 1,50- 3,50 | 20,00        | 0,00         | 0,000    | 2,833    |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pq | 1,50- 3,50 | 9,89         | 2,65         | 0,000    | 2,500    |
| Παθητική ώθηση γαιών   | Pp | 2,90- 3,50 | -8,64        | 0,00         | 3,600    | 3,300    |
| Βάρος τοίχου           | W  |            | 0,00         | 83,00        | 1,242    | 2,631    |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ng |            | 0,00         | 5,00         | 0,200    | 0,000    |

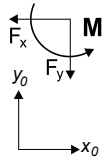


**9.2. Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)**

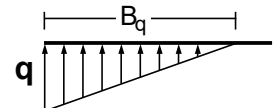
(EC7 EN1997-1-1:2004, §6.5.2)

**Έλεγχος περίπτωσης με 1,00x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+0,00x(κινητά κορυφής)**

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | F <sub>x</sub> | F <sub>y</sub> | x <sub>0</sub> | y <sub>0</sub> | M       |
|------------------------|---------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
|                        |         |            | [kN/m]         | [kN/m]         | [m]            | [m]            | [kNm/m] |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,35 | 0,00- 1,50 | 25,80          | 6,91           | 3,600          | 2,574          | 41,53   |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 0,00- 1,50 | 28,66          | 7,68           | 3,600          | 2,750          | 51,18   |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,35 | 1,50- 3,50 | 30,62          | 8,21           | 3,600          | 0,915          | -1,54   |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,35 | 1,50- 3,50 | 27,00          | 0,00           | 3,600          | 0,667          | 18,01   |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 1,50- 3,50 | 14,84          | 3,97           | 3,600          | 1,000          | 0,52    |
| Βάρος τοίχου           | W x1,00 |            | 0,00           | 83,00          | 2,358          | 0,869          | -195,71 |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,00 |            | 0,00           | 5,00           | 3,400          | 3,500          | -17,00  |
| Σύνολα=                |         |            | 114,77         |                |                |                | -103,01 |



Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 114,77 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -103,01 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 103,58 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $e_c = 103,58 / 114,77 = 0,903m$ ,  $e_c > 3,600 / 6 = 0,600m$   
 Τάσεις εδάφους  $q = 0,085 \text{ N/mm}^2$   $Bq = 2,692 \text{ m}$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L' = 3,600 - 2 \times 0,903 = 1,795 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

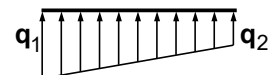
Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 1,795 \times (1000 \times 0,20) / 1,40 = 256,43 \text{ kN/m}$   
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d = 114,77 < R_d = 256,43 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

**Έλεγχος περίπτωσης με 1,35x(ίδιο βάρος+μόνιμα)+1,50x(κινητά κορυφής)**

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | F <sub>x</sub> | F <sub>y</sub> | x <sub>0</sub> | y <sub>0</sub> | M       |
|------------------------|---------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
|                        |         |            | [kN/m]         | [kN/m]         | [m]            | [m]            | [kNm/m] |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,35 | 0,00- 1,50 | 25,80          | 6,91           | 3,600          | 2,574          | 41,53   |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 0,00- 1,50 | 28,66          | 7,68           | 3,600          | 2,750          | 51,18   |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,35 | 1,50- 3,50 | 30,62          | 8,21           | 3,600          | 0,915          | -1,54   |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,35 | 1,50- 3,50 | 27,00          | 0,00           | 3,600          | 0,667          | 18,01   |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 1,50- 3,50 | 14,84          | 3,97           | 3,600          | 1,000          | 0,52    |
| Βάρος τοίχου           | W x1,35 |            | 0,00           | 112,05         | 2,358          | 0,869          | -264,21 |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,35 |            | 0,00           | 6,75           | 3,400          | 3,500          | -22,95  |
| Σύνολα=                |         |            | 145,57         |                |                |                | -177,46 |

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 145,57 kN/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -177,46 kNm/m  
 Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 84,57 kNm/m  
 Εκκεντρότητα  $e_c = 84,57 / 145,57 = 0,581m$ ,  $e_c < 3,600 / 6 = 0,600m$   
 Τάσεις εδάφους  $q_1 = 0,080 \text{ N/mm}^2$   $q_2 = 0,001 \text{ N/mm}^2$   
 Ενεργό θεμέλιο  $L' = 3,600 - 2 \times 0,581 = 2,438 \text{ m}$



(EC7 Παράρτημα D)

Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma_M = 2,438 \times (1000 \times 0,20) / 1,40 = 348,29 \text{ kN/m}$   
 Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d = 145,57 < R_d = 348,29 \text{ kN/m}$ , Έλεγχος ικανοποιείται

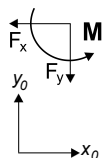
(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

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

(EC7 EN1997-1-1:2004, §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_0=0, y_0=0$ ) ( $x=3,600, y=3,500 \text{ m}$ )

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | F <sub>x</sub> | F <sub>y</sub> | x <sub>0</sub> | y <sub>0</sub> | Mo+     | Mo-     |
|------------------------|---------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|---------|
|                        |         |            | [kN/m]         | [kN/m]         | [m]            | [m]            | [kNm/m] | [kNm/m] |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,35 | 0,00- 1,50 | 25,80          | 6,91           | 3,600          | 2,574          | 66,41   | 24,88   |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 0,00- 1,50 | 28,66          | 7,68           | 3,600          | 2,750          | 78,82   | 27,64   |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,35 | 1,50- 3,50 | 30,62          | 8,21           | 3,600          | 0,915          | 28,01   | 29,55   |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,35 | 1,50- 3,50 | 27,00          | 0,00           | 3,600          | 0,667          | 18,01   | 0,00    |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx1,50 | 1,50- 3,50 | 14,84          | 3,97           | 3,600          | 1,000          | 14,84   | 14,31   |
| Βάρος τοίχου           | W x1,00 |            | 0,00           | 83,00          | 2,358          | 0,869          | 0,00    | 195,71  |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,00 |            | 0,00           | 5,00           | 3,400          | 3,500          | 0,00    | 17,00   |
| Σύνολα=                |         |            | 114,77         |                |                |                | 206,09  | 309,09  |





**10.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)**

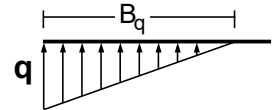
(EC7 §6.5.2)

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | xo<br>[m] | yo<br>[m] | M<br>[kNm/m] |
|------------------------|---------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 0,00- 1,50 | 24,29        | 5,12         | 3,600     | 2,750     | 48,36        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 0,00- 1,50 | 7,29         | 1,54         | 3,600     | 2,750     | 14,51        |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 1,50- 3,50 | 47,40        | 6,08         | 3,600     | 1,000     | 25,51        |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,00 | 1,50- 3,50 | 20,00        | 0,00         | 3,600     | 0,667     | 13,34        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 1,50- 3,50 | 6,20         | 0,80         | 3,600     | 1,000     | 3,34         |
| Βάρος τοίχου           | W x1,00 |            | 13,28        | 76,36        | 2,358     | 0,869     | -168,51      |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,00 |            | 0,80         | 4,60         | 3,400     | 3,500     | -12,84       |
|                        |         |            | Σύνολα=      | 94,50        |           |           | -76,29       |

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 94,50 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -76,29 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 93,81 kNm/m

Εκκεντρότητα  $e_c = 93,81/94,50 = 0,993m$ ,  $e_c > 3,600/6 = 0,600m$ Τάσεις εδάφους  $q = 0,078 \text{ N/mm}^2$   $Bq = 2,422 \text{ m}$ Ενεργό θεμέλιο  $L' = 3,600 - 2 \times 0,993 = 1,615 \text{ m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 1,615 \times (1000 \times 0,20) / 1,00 = 323,00 \text{ kN/m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d = 94,50 < R_d = 323,00 \text{ kN/m}$ , Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

**10.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)**

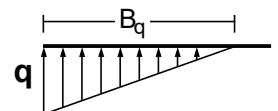
(EC7 §6.5.2)

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | xo<br>[m] | yo<br>[m] | M<br>[kNm/m] |
|------------------------|---------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 0,00- 1,50 | 24,29        | 5,12         | 3,600     | 2,750     | 48,36        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 0,00- 1,50 | 7,29         | 1,54         | 3,600     | 2,750     | 14,51        |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 1,50- 3,50 | 47,40        | 6,08         | 3,600     | 1,000     | 25,51        |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,00 | 1,50- 3,50 | 20,00        | 0,00         | 3,600     | 0,667     | 13,34        |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 1,50- 3,50 | 6,20         | 0,80         | 3,600     | 1,000     | 3,34         |
| Βάρος τοίχου           | W x1,00 |            | 13,28        | 89,64        | 2,358     | 0,869     | -199,83      |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,00 |            | 0,80         | 5,40         | 3,400     | 3,500     | -15,56       |
|                        |         |            | Σύνολα=      | 108,58       |           |           | -110,33      |

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 108,58 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μπροστά σημείο = -110,33 kNm/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 85,11 kNm/m

Εκκεντρότητα  $e_c = 85,11/108,58 = 0,784m$ ,  $e_c > 3,600/6 = 0,600m$ Τάσεις εδάφους  $q = 0,071 \text{ N/mm}^2$   $Bq = 3,048 \text{ m}$ Ενεργό θεμέλιο  $L' = 3,600 - 2 \times 0,784 = 2,032 \text{ m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $R_d = L' \cdot q_{uk} / \gamma M = 2,032 \times (1000 \times 0,20) / 1,00 = 406,40 \text{ kN/m}$ Φέρουσα ικανότητα εδάφους  $V_d = 108,58 < R_d = 406,40 \text{ kN/m}$ , Ελεγχος ικανοποιείται

(EC7 Παράρτημα D)

(EC7 Εξ.2.2, Εξ.6.1)

**10.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)**

(EC7 §9.7.4)

Ανατροπή ως προς το μπροστά κάτω σημείο ( $x_o = 0, y_o = 0$ ) ( $x = 3,600, y = 3,500 \text{ m}$ )

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] | xo<br>[m] | yo<br>[m] | Mo+<br>[kNm/m] | Mo-<br>[kNm/m] |
|------------------------|---------|------------|--------------|--------------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 0,00- 1,50 | 24,29        | 5,12         | 3,600     | 2,750     | 66,79          | 18,43          |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 0,00- 1,50 | 7,29         | 1,54         | 3,600     | 2,750     | 20,04          | 5,53           |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 1,50- 3,50 | 47,40        | 6,08         | 3,600     | 1,000     | 47,40          | 21,89          |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,00 | 1,50- 3,50 | 20,00        | 0,00         | 3,600     | 0,667     | 13,34          | 0,00           |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 1,50- 3,50 | 6,20         | 0,80         | 3,600     | 1,000     | 6,20           | 2,86           |
| Βάρος τοίχου           | W x1,00 |            | 13,28        | 83,00        | 2,358     | 0,869     | 11,54          | 195,71         |
| Βάρος τοίχου           | W x1,00 |            | 0,00         | -6,64        | 2,358     | 0,869     | 15,66          | 0,00*          |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,00 |            | 0,80         | 5,00         | 3,400     | 3,500     | 2,80           | 17,00          |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,00 |            | 0,00         | -0,40        | 3,400     | 3,500     | 1,36           | 0,00*          |
|                        |         |            | Σύνολα=      | 94,50        |           |           | 185,13         | 261,42         |

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

Σύνολο ροπών ανατροπής = 185,13 kNm/m

Σύνολο ροπών ευστάθειας = 261,42 kNm/m

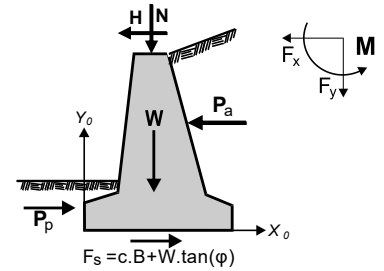
Ελεγχος σε ανατροπή  $M_{ed}=185,13 < M_{rd}=261,42$  kNm/m, Ελεγχος ικανοποιείται

Εκκεντρότητα  $e_c=(3,600/2)-(261,42-185,13)/94,50=0,993m$ ,  $e_c \leq 3,600/3=1,200m$

#### 10.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)

(EC7 §9.7.3, §6.5.3, EC8-5 §5.4.1.1)

| Φορτίο                 | (P.γ)   | y1 - y2    | Fx+<br>[kN/m] | Fx-<br>[kN/m] | Fy<br>[kN/m] |
|------------------------|---------|------------|---------------|---------------|--------------|
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 0,00- 1,50 | 24,29         | 0,00          | 5,12         |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 0,00- 1,50 | 7,29          | 0,00          | 1,54         |
| Ενεργητική ώθηση γαιών | Pax1,00 | 1,50- 3,50 | 47,40         | 0,00          | 6,08         |
| Υδροστατική δύναμη     | Pwx1,00 | 1,50- 3,50 | 20,00         | 0,00          | 0,00         |
| Κινητό φορτίο εδάφους  | Pqx0,30 | 1,50- 3,50 | 6,20          | 0,00          | 0,80         |
| Παθητική ώθηση γαιών   | Ppx1,00 | 2,90- 3,50 | 0,00          | 7,72          | 0,00         |
| Βάρος τοίχου           | W x1,00 |            | 13,28         | 0,00          | 76,36        |
| Κατακ. φορτίο (μόνιμο) | Ngx1,00 |            | 0,80          | 0,00          | 4,60         |
| Σύνολα=                |         |            | 119,26        | 7,72          | 94,50        |



Τριβή εδάφους  $R_d=N_d \cdot \tan \phi / \gamma M = 94,50 \times \tan(30,00^\circ) / 1,00 = 54,56$  kN/m

Συνεκτικότητα  $R_d=A \cdot c_u / \gamma M = 1000 \times 2,422 \times 0,010 / 1,00 = 24,22$  kN/m

(δυνάμεις αντίστασης λόγω συνεκτικότητας εδάφους παραλείπονται)

(EC7 §6.5.3. 10)

Σύνολο δυνάμεων ολίσθησης = 119,26 kN/m

Σύνολο δυνάμεων αντίστασης  $(7,72/1,00+54,56) = 62,28$  kN/m

Ελεγχος σε ολίσθηση  $H_d=119,26 > R_d=62,28$  kN/m, Ελεγχος ΔΕΝ ικανοποιείται

Δεν ικανοποιείται ο έλεγχος σε ολίσθηση (με σεισμό)

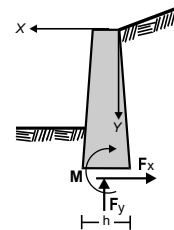
#### 11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου

(EC2 EN1992-1-1:2004)

##### 11.1. Φόρτιση 1,35x(μόνιμα δυσμενή)+1,00x(μόνιμα ευμενή)+1,50x(κινητά δυσμενή)

Δυνάμεις (στο κέντρο βάρους διατομής) στον κορμό του τοίχου

| y    | h     | Fx     | Fy     | M       |
|------|-------|--------|--------|---------|
| [m]  | [m]   | [kN/m] | [kN/m] | [kNm/m] |
| 0,25 | 0,317 | 6,55   | 8,68   | 0,72    |
| 0,50 | 0,334 | 14,12  | 12,75  | 2,87    |
| 0,75 | 0,352 | 22,67  | 17,19  | 6,91    |
| 1,00 | 0,369 | 32,27  | 22,00  | 13,12   |
| 1,25 | 0,386 | 42,86  | 27,22  | 21,75   |
| 1,50 | 0,403 | 54,49  | 32,78  | 33,04   |
| 1,75 | 0,421 | 59,71  | 36,65  | 46,72   |
| 2,00 | 0,438 | 66,04  | 40,69  | 61,78   |
| 2,25 | 0,455 | 73,46  | 44,89  | 78,51   |
| 2,50 | 0,472 | 81,98  | 49,30  | 97,14   |
| 2,90 | 0,500 | 97,85  | 56,67  | 131,71  |



**11.2. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη**

(EC2 §9.6, §6.1)

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

(\$3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος:  $0,26(f_{ctm}/f_{yk})d$ ,  $0,0013d$ ,  $0,0020A_c$ , μέγιστος:  $0,04A_c$ 

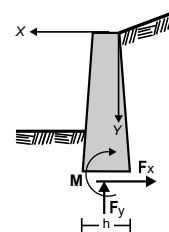
(EC2 §9.6.2)

| y    | Med    | Ned    | d    | Kd    | x/d  | $\epsilon_c/\epsilon_s$ | Ks   | As                   | min As               |
|------|--------|--------|------|-------|------|-------------------------|------|----------------------|----------------------|
| [m]  | [kN/m] | [kN]   | [mm] |       |      |                         |      | [cm <sup>2</sup> /m] | [cm <sup>2</sup> /m] |
| 0,25 | 0,72   | -8,68  | 261  | 20,56 | 0,01 | 0,3/20,0                | 2,31 | 0,00                 | ( 3,17)              |
| 0,50 | 2,87   | -12,75 | 278  | 13,45 | 0,02 | 0,4/20,0                | 2,31 | 0,06                 | ( 3,77)              |
| 0,75 | 6,91   | -17,19 | 296  | 9,87  | 0,03 | 0,6/20,0                | 2,32 | 0,31                 | ( 4,00)              |
| 1,00 | 13,12  | -22,00 | 313  | 7,84  | 0,04 | 0,7/20,0                | 2,33 | 0,68                 | ( 4,23)              |
| 1,25 | 21,75  | -27,22 | 330  | 6,54  | 0,04 | 0,9/20,0                | 2,33 | 1,18                 | ( 4,46)              |
| 1,50 | 33,04  | -32,78 | 347  | 5,65  | 0,05 | 1,1/20,0                | 2,34 | 1,79                 | ( 4,70)              |
| 1,75 | 46,72  | -36,65 | 365  | 5,04  | 0,06 | 1,2/20,0                | 2,35 | 2,53                 | ( 4,93)              |
| 2,00 | 61,78  | -40,69 | 382  | 4,62  | 0,06 | 1,4/20,0                | 2,35 | 3,28                 | ( 5,16)              |
| 2,25 | 78,51  | -44,89 | 399  | 4,30  | 0,07 | 1,5/20,0                | 2,36 | 4,06                 | ( 5,40)              |
| 2,50 | 97,14  | -49,30 | 416  | 4,04  | 0,08 | 1,6/20,0                | 2,36 | 4,88                 | ( 5,63)              |
| 2,90 | 131,71 | -56,67 | 444  | 3,72  | 0,08 | 1,8/20,0                | 2,37 | 6,32                 | ( 6,00)              |

**11.3. Φόρτιση 1,00x(μόνιμα δυσμενή)+1,00x(μόνιμα ευμενή)+0,30x(κινητά)+1,00x(σεισμός)**

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

| y    | h     | Fx     | Fy     | M       |
|------|-------|--------|--------|---------|
| [m]  | [m]   | [kN/m] | [kN/m] | [kNm/m] |
| 0,25 | 0,317 | 6,83   | 8,68   | 0,98    |
| 0,50 | 0,334 | 13,83  | 12,75  | 3,37    |
| 0,75 | 0,352 | 21,77  | 17,19  | 7,77    |
| 1,00 | 0,369 | 30,72  | 22,00  | 14,58   |
| 1,25 | 0,386 | 40,62  | 27,22  | 24,13   |
| 1,50 | 0,403 | 51,51  | 32,78  | 36,78   |
| 1,75 | 0,421 | 54,22  | 36,65  | 40,73   |
| 2,00 | 0,438 | 63,14  | 40,69  | 54,94   |
| 2,25 | 0,455 | 73,08  | 44,89  | 71,56   |
| 2,50 | 0,472 | 84,06  | 49,30  | 90,88   |
| 2,90 | 0,500 | 103,72 | 56,67  | 128,20  |

**11.4. Έλεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)**

(EC2 §9.6, §6.1)

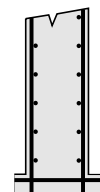
Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom}=50$  mm

(\$3, §4.4.1.1)

Κατακόρυφος οπλισμός ελάχιστος:  $0,26(f_{ctm}/f_{yk})d$ ,  $0,0013d$ ,  $0,0020A_c$ , μέγιστος:  $0,04A_c$ 

(EC2 §9.6.2)

| y    | Med    | Ned    | d    | Kd    | x/d  | $\epsilon_c/\epsilon_s$ | Ks   | As                   | min As               |
|------|--------|--------|------|-------|------|-------------------------|------|----------------------|----------------------|
| [m]  | [kN/m] | [kN]   | [mm] |       |      |                         |      | [cm <sup>2</sup> /m] | [cm <sup>2</sup> /m] |
| 0,25 | 0,98   | -8,68  | 261  | 19,09 | 0,01 | 0,3/20,0                | 2,31 | 0,00                 | ( 3,17)              |
| 0,50 | 3,37   | -12,75 | 278  | 12,73 | 0,02 | 0,4/20,0                | 2,32 | 0,11                 | ( 3,77)              |
| 0,75 | 7,77   | -17,19 | 296  | 9,43  | 0,03 | 0,6/20,0                | 2,32 | 0,38                 | ( 4,00)              |
| 1,00 | 14,58  | -22,00 | 313  | 7,50  | 0,04 | 0,8/20,0                | 2,33 | 0,79                 | ( 4,23)              |
| 1,25 | 24,13  | -27,22 | 330  | 6,26  | 0,05 | 1,0/20,0                | 2,34 | 1,35                 | ( 4,46)              |
| 1,50 | 36,78  | -32,78 | 347  | 5,39  | 0,05 | 1,1/20,0                | 2,34 | 2,05                 | ( 4,70)              |
| 1,75 | 40,73  | -36,65 | 365  | 5,35  | 0,05 | 1,1/20,0                | 2,34 | 2,14                 | ( 4,93)              |
| 2,00 | 54,94  | -40,69 | 382  | 4,87  | 0,06 | 1,3/20,0                | 2,35 | 2,85                 | ( 5,16)              |
| 2,25 | 71,56  | -44,89 | 399  | 4,48  | 0,07 | 1,4/20,0                | 2,35 | 3,64                 | ( 5,40)              |
| 2,50 | 90,88  | -49,30 | 416  | 4,17  | 0,07 | 1,6/20,0                | 2,36 | 4,52                 | ( 5,63)              |
| 2,90 | 128,20 | -56,67 | 444  | 3,76  | 0,08 | 1,8/20,0                | 2,37 | 6,13                 | ( 6,00)              |

**11.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου**Οπλισμοί πίσω(χώμα) παρειάς τοίχου  $\varnothing 12/10,0$  (11,30cm<sup>2</sup>/m)Οπλισμός διανομής  $\varnothing 12/20,0$  ( 5,65cm<sup>2</sup>/m)Οπλισμός εμπρός(ελεύθ.) παρειάς τοίχου  $\varnothing 12/20,0$  ( 5,65cm<sup>2</sup>/m)Οπλισμός διανομής  $\varnothing 12/20,0$  ( 5,65cm<sup>2</sup>/m)**11.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου**

(EC2 §8.4)

Βασικό μήκος αγκύρωσης

(EC2 Εξ.8.3)

 $l_{b, reqd} = (\varnothing/4) (\sigma_{sd}/f_{bd}) = (12/4) \times (243/1,61) = 453\text{mm}$  $\sigma_{sd} = 435,00 \times 632/1130 = 243\text{MPa}$   $f_{bd} = 2,25 \times 0,70 \times f_{ctd} = 1,61\text{MPa}$ 

(EC2 §8.4.2)

Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης  $l_{bd} = 0,70 \times 453 = 317\text{mm}$ ,  $C_{nom} = 50\text{mm} > 3 \times 12 = 36\text{mm} = (3\varnothing)$ 

(EC2 §8.4.4, T.8.2)

Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης  $l_{b, min} = \max(0,30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100\text{mm}) = 136\text{mm}$ 

Απαραίτητο άγκιστρο 120mm στο κάτω άκρο των ράβδων οπλισμού

**11.7. Έλεγχος κορμού σε διάτμηση**

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

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

(\$3, §4.4.1.1)

Η κατανομή του φορτίου ώθησης είναι γραμμική, άρα η μεταβολή της διατμητικής

δύναμης είναι παραβολική. Η μεταβολή της διατομής του κορμού είναι γραμμική.

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

 $V_{ed} = 80,23\text{ kN/m}$ ,  $V_{ed} (+\text{σεισμικός}) = 81,89\text{ kN/m}$ ,  $N_{ed} = -48,49\text{ kN/m}$ Αντοχή τέμνουσα χωρίς οπλισμό διάτμησης  $V_{rdc}$ 

(EC2 §6.2.2)

 $V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_1 \cdot f_{ck})^{0,33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ 

(EC2 Εξ.6.2.a)

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

(EC2 Εξ.6.2.b)

 $C_{rdc} = 0,18/\gamma_c = 0,18/1,50 = 0,120$ ,  $f_{ck} = 25\text{MPa}$ ,  $b_w = 1000\text{mm}$ ,  $d = 444\text{mm}$  $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$ ,  $k = 1,67$ ,  $k_1 = 0,15$  $\rho_1 = A_{s1}/(b_w \cdot d) = 1130/(1000 \times 444) = 0,0025$  $\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = 1000 \times 48,49/500000 = 0,10\text{N/mm}^2$  $v_{min} = 0,0350 \cdot k^{1,50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0,38\text{N/mm}^2$ 

(EC2 Εξ.6.3N)

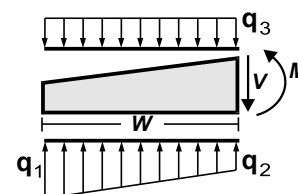
 $V_{rd, c(min)} = 0,001 \times (0,38 + 0,15 \times 0,10) \times 1000 \times 444 = 175,38\text{ kN/m}$  $V_{rdc} = 0,001 \times [0,120 \times 1,67 \times (0,25 \times 25)^{0,33} + 0,15 \times 0,10] \times 1000 \times 444 = 170,56$ ,  $V_{rdc} = 175,38\text{ kN/m}$  $V_{ed} = 81,89\text{ kN/m} \leq V_{rdc} = 175,38\text{ kN/m}$ , διάτμηση OK $V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$ ,  $V_{ed}/\max(V_{rdmax}) = 0,07$ ,  $\theta = 45,0^\circ$   $\cot\theta = 1,00$   $\tan\theta = 1,00$  $\alpha_{cw} = 1,00$   $z = 0,9d$ ,  $f_{ck} = 25,0 < 60\text{MPa}$   $v_1 = 0,6[1 - f_{ck}/250] = 0,6[1 - 25/250] = 0,540$ ,  $f_{cd} = 14,17\text{MPa}$  $V_{rdmax} = 0,001 \times 1,00 \times 1000 \times 0,9 \times 444 \times 0,540 \times 14,17/2,00 = 1528,8\text{ kN}$  $V_{ed} = 103,7\text{ kN} < 1528,8\text{ kN} = V_{rdmax}$ , ο έλεγχος επαληθεύεται**12. Έλεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί**

(EC2 EN1992-1-1:2004)

**12.1. Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=3,600\text{ m}$  το  $x=0,500\text{ m}$** 

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 145,57 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 84,57 kNm/m

 $q_1 = 0,080\text{ N/mm}^2$ ,  $q_2 = 0,012\text{ N/mm}^2$ ,  $w = 3,100\text{ m}$ πίεση από ίδιο βάρος  $q_3 = 0,020\text{ N/mm}^2$  $M = 178,32\text{ kNm/m}$ ,  $V = 80,21\text{ kN/m}$  $V$  σε απόσταση  $h=550\text{mm}$  από παρειά = 79,13 kN/m $M_{ed} = 178,32\text{ kNm/m}$ ,  $V_{ed} = 79,13\text{ kN/m}$ **12.2. Έλεγχος τμήματος μπροστά  $x=3,600\text{ m}$  το  $x=0,500\text{ m}$  (με σεισμό)**

Σύνολο κατακόρυφων δυνάμεων = 94,50 kN/m

Σύνολο ροπών ως προς μέσον βάσεως = 85,11 kNm/m

 $q_1 = 0,070\text{ N/mm}^2$ ,  $q_2 = 0,000\text{ N/mm}^2$ ,  $w = 3,100\text{ m}$ πίεση από ίδιο βάρος  $q_3 = 0,015\text{ N/mm}^2$  $M = 127,89\text{ kNm/m}$ ,  $V = 48,00\text{ kN/m}$  $V$  σε απόσταση  $h=550\text{mm}$  από παρειά = 43,17 kN/m $M_{ed} = 127,89\text{ kNm/m}$ ,  $V_{ed} = 43,17\text{ kN/m}$

**12.3. Έλεγχος πεδίου έναντι κάμψης**

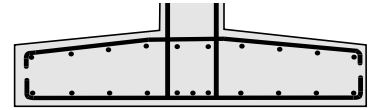
(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

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

(\$3, §4.4.1.1)

 $M_{ed}=178,32$  kNm/m,  $d=543$  mm,  $K_d=4,07$   $x/d=0,07$   $\varepsilon_{c2}/\varepsilon_{s1}=-1,6/20,0$   $k_s=2,36$ ,  **$A_s=7,76$  cm<sup>2</sup>/m**Ελάχιστος οπλισμός  $A_s \geq 0,26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$  ( $A_s=7,34$  cm<sup>2</sup>/m)

(EC2 §9.3.1)

Ελάχιστος οπλισμός  $\varnothing 14/21,0$  (  $7,33$  cm<sup>2</sup>/m)**12.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου**Οπλισμός πεδίου κάτω  $\varnothing 14/15,0$  (  $10,27$  cm<sup>2</sup>/m)Δευτερεύων εγκάρσιος οπλισμός  $\varnothing 14/40,0$  (  $3,85$  cm<sup>2</sup>/m)**12.5. Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου**

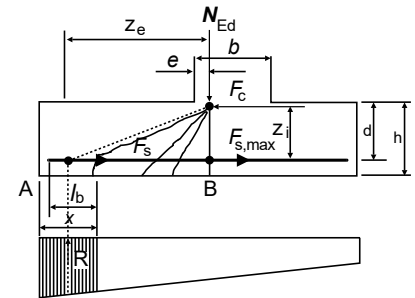
(EC2 §9.8.2.2, §8.4)

 $x=h/2=0,300$  m,  $R=1000 \times 0,080 \times 0,300=24,00$  kN/m $e=0,15 b=0,075$  m  $z_e=3,025$  m,  $z_i=0,900 d=0,489$  m $F_s=R \cdot z_e / z_i=24,00 \times 3,025 / 0,489=148,56$  kN/m $\sigma_{sd}=F_s / A_s=1000 \times 148,56 / 1027=145$  MPa

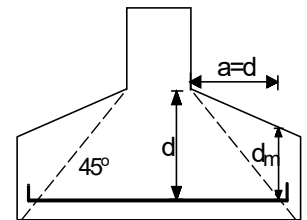
Βασικό μήκος αγκύρωσης (EC2 Εξ.8.3)

 $l_{b, reqd}=(\varnothing/4) (\sigma_{sd} / f_{bd})=(14/4) \times (145/2,30)=221$  mm $f_{bd}=2,25 \times 1,00 \times f_{ctd}=2,30$  MPa (EC2 §8.4.2)

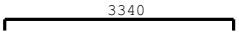
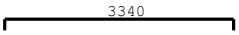
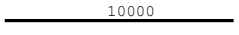
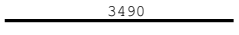
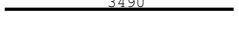
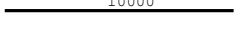
Απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης (EC2 §8.4.4, Τ.8.2)

 $l_{bd}=0,70 \times 221=154$  mm,  $C_{nom}=50$  mm  $> 3 \times 14=42$  mm  $\Rightarrow (3\varnothing)$ Ελάχιστο μήκος αγκύρωσης  $l_{b, min}=\max(0,30 l_{b, reqd}, 10\varnothing, 100$  mm) $=140$  mmΑπαιτούμενο μήκος αγκύρωσης διαμήκους οπλισμού  $L_{bd}=160$  mm  $=0,160$  m $l_{bd}=160$  mm  $< (x-C_{nom})=250,00$ . Υπάρχει επαρκές μήκος αγκύρωσης**12.6. Έλεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση**

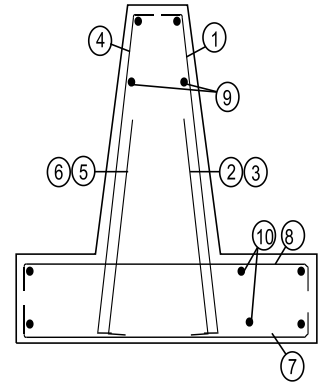
(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2.2)

Σκυρόδεμα-Χάλυβας: C25/30-B500C, Επικάλυψη οπλισμού:  $C_{nom}=50$  mm (\$3, §4.4.1.1)Αντοχή διάτμησης χωρίς οπλισμό διάτμησης  $V_{rdc}$  (EC2 §6.4.4) $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ck})^{0,33} \cdot (2d/a)] \cdot b_w \cdot d$  (EC2 Εξ.6.50) $V_{rdc} \geq [v_{min} \cdot 2d/a] \cdot b_w \cdot d$ ,  $d=d_m=543$  mm,  $a=543$  mm $C_{rdc}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,120$ ,  $f_{ck}=25$  MPa,  $b_w=1000$  mm,  $d=543$  mm $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$ ,  $k=1,61$  $\rho_1=A_{s1}/(b_w \cdot d)=1027/(1000 \times 543)=0,0019$  $v_{min}=0,0350 \cdot k^{1,50} \cdot \sqrt{f_{ck}}=0,36$  N/mm<sup>2</sup>, (EC2 Εξ.6.3N) $V_{rd, c(min)}=0,001 \times (0,36 \times 2 \times 543/543) \times 1000 \times 543=390,96$  kN/m $V_{rdc}=0,001 \times [0,120 \times 1,61 \times (0,19 \times 25)^{0,33} \times 2 \times 543/543] \times 1000 \times 543=352,70$ ,  $V_{rdc}=390,96$  kN/m $V_{ed}=79,13$  kN/m  $\leq V_{rdc}=390,96$  kN/m, διάτμηση και διάτρηση OK $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot \theta + \tan \theta)$ ,  $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0,04$ ,  $\theta=45,0^\circ$   $\cot \theta=1,00$   $\tan \theta=1,00$  $\alpha_{cw}=1,00$   $z=0,9d$ ,  $f_{ck}=25,0 \leq 60$  MPa  $v_1=0,6[1-f_{ck}/250]=0,6[1-25/250]=0,540$ ,  $f_{cd}=14,17$  MPa $V_{rdmax}=0,001 \times 1,00 \times 1000 \times 0,9 \times 543 \times 0,540 \times 14,17/2,00=1869,7$  kN $V_{ed}=80,2$  kN  $< 1869,7$  kN  $=V_{rdmax}$ , ο έλεγχος επαληθεύεται**13. Προμέτρηση υλικών**Σκυρόδεμα ανά μέτρο μήκους τοίχου  $3,320$  m<sup>3</sup>/mΟπλισμός ανά μέτρο μήκους τοίχου  $136,731$  kg/mΣυνολικά σκυρόδεμα τοίχου  $10,000 \times 3,320=33,200$  m<sup>3</sup>Συνολικός οπλισμός τοίχου  $10,000 \times 136,731=1367,310$  kg

**14. Κατάλογος οπλισμού**

| α/α | είδ. | οπλισμός [mm]                                                                             | τεμμ. | ∅  | g/m<br>[kg/m] | μήκος<br>[m] | βάρος<br>[kg] |
|-----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|---------------|--------------|---------------|
| 1   | ①    | 120  120 | 100   | 12 | 0,888         | 3,580        | 317,90        |
| 2   | ④    | 120  120 | 50    | 12 | 0,888         | 3,580        | 158,95        |
| 3   | ⑨    |  10000   | 32    | 12 | 0,888         | 10,000       | 284,16        |
| 4   | ⑦    |  3490    | 67    | 14 | 1,210         | 3,490        | 282,93        |
| 5   | ⑧    |  3490    | 25    | 14 | 1,210         | 3,490        | 105,57        |
| 6   | ⑩    |  10000   | 18    | 14 | 1,210         | 10,000       | 217,80        |

Ολικό βάρος [kg]

**1367,31**

## Περιεχόμενα

1. ΣΜΑ3.5M
2. Στοιχεία τοίχου-Παράμετροι-Κανονισμοί
3. Επιμέρους συντελεστές για δράσεις και εδαφικές ιδιότητες
4. Ιδιότητες εδάφους θεμελίωσης
5. Σεισμικοί συντελεστές
6. Υπολογισμός ενεργητικής ώθησης γαιών κατά (Coulomb)
  - 6.1. Τμήμα τοίχου από  $Y=0,000\text{ m}$  έως  $Y=1,500\text{ m}$ ,  $H_s=1,500\text{ m}$
  - 6.2. Τμήμα τοίχου από  $Y=1,500\text{ m}$  έως  $Y=3,500\text{ m}$ ,  $H_s=2,000\text{ m}$
7. Υπολογισμός παθητικής ώθησης γαιών κατά (Rankine)
  - 7.1. Τμήμα τοίχου από  $Y=2,900\text{ m}$  έως  $Y=3,500\text{ m}$ ,  $H_s=0,600\text{ m}$
8. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (EQU)
  - 8.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (EQU)
  - 8.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (EQU)
  - 8.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (EQU)
  - 8.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (EQU)
9. Ελεγχος ευστάθειας τοίχου (STR/GEO A1+M1)
  - 9.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο (STR/GEO A1+M1)
  - 9.2. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (STR/GEO A1+M1)
  - 9.3. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (STR/GEO A1+M1)
  - 9.4. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (STR/GEO A1+M1)
10. Αντισεισμικός έλεγχος ", Ελεγχος ευστάθειας τοίχου
  - 10.1. Δυνάμεις (ενέργειας και αντίστασης) ασκούμενες στον τοίχο
  - 10.2. Πρόσθετες δυνάμεις λόγω σεισμού
  - 10.3. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
  - 10.4. Ελεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (με σεισμό)
  - 10.5. Ελεγχος αστοχίας λόγω ανατροπής (με σεισμό)
  - 10.6. Ελεγχος αστοχίας λόγω ολίσθησης (με σεισμό)
11. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων κορμού τοίχου
  - 11.1. Φόρτιση  $1,35x(\mu\text{όνιμα δυσμενή})+1,00x(\mu\text{όνιμα ευμενή})+1,50x(\text{κινητά δυσμενή})$
  - 11.2. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη
  - 11.3. Φόρτιση  $1,00x(\mu\text{όνιμα δυσμενή})+1,00x(\mu\text{όνιμα ευμενή})+0,30x(\text{κινητά})+1,00x(\text{σεισμός})$
  - 11.4. Ελεγχος κορμού τοίχου σε κάμψη (με σεισμό)
  - 11.5. Οπλισμοί Κορμού τοίχου
  - 11.6. Αγκύρωση οπλισμού κορμού τοίχου
  - 11.7. Ελεγχος κορμού σε διάτμηση
12. Ελεγχος επάρκειας διαστάσεων πεδίου και οπλισμοί
  - 12.1. Ελεγχος τμήματος μπροστά  $x=3,600\text{ m}$  to  $x=0,500\text{ m}$
  - 12.2. Ελεγχος τμήματος μπροστά  $x=3,600\text{ m}$  to  $x=0,500\text{ m}$  (με σεισμό)
  - 12.3. Ελεγχος πεδίου έναντι κάμψης
  - 12.4. Οπλισμοί πεδίου τοίχου
  - 12.5. Αγκύρωση οπλισμού πεδίου τοίχου
  - 12.6. Ελεγχος πεδίου σε διάτμηση-διάτρηση
13. Προμέτρηση υλικών
14. Κατάλογος οπλισμού