

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Αντιστηρίξεις

Τοίχοι

- ✚ Βαρύτητας
- ✚ Οπλισμένου Σκυροδέματος
- ✚ Οπλισμένα Γη - Επιχώματα

Βαθειές

- ✚ Πασσαλοσανίδες
- ✚ Διαφραγματικοί Τοίχοι
- ✚ Πασσαλότοιχοι

Οριακή Κατάσταση

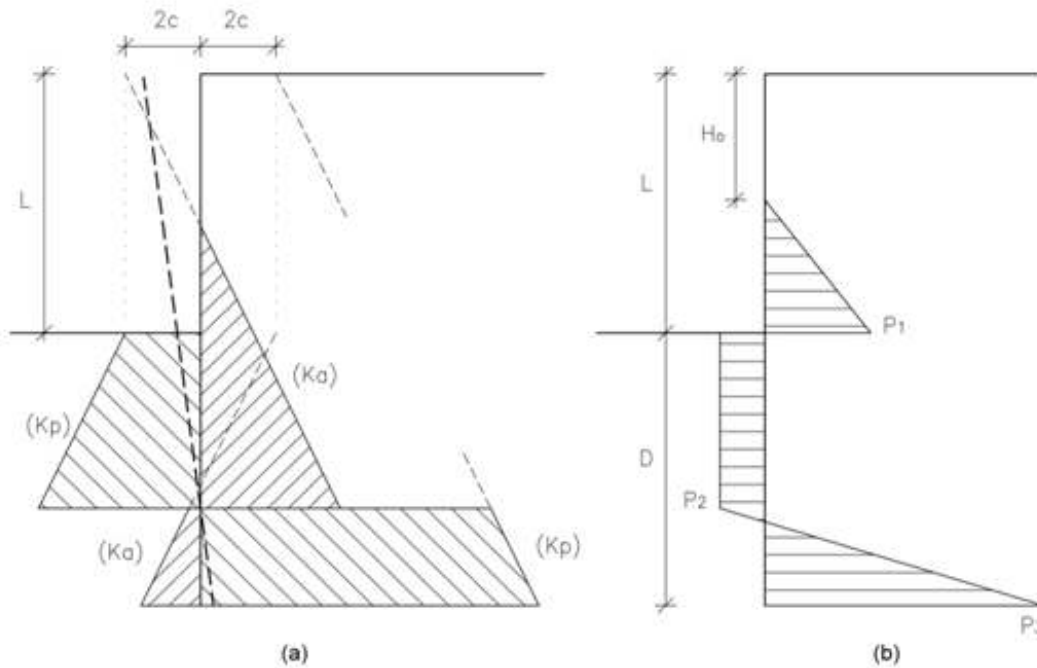
Σχεδιασμός έναντι θραύσης

Αριθμητικές Μέθοδοι

Κατάσταση Λειτουργικότητας



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε συνεκτικό έδαφος χωρίς αγκύρωση



$$\sigma'_{h,a} = \sigma'_v - 2c$$

$$\sigma'_{h,p} = \sigma'_v + 2c$$

Σχήμα 10.5. Διαφραγματικός τοίχος σε συνεκτικό έδαφος. (α) εικόνα μετακινήσεων με τις αναπτυσσόμενες ωθήσεις, (β) διάγραμμα ωθήσεων εδάφους μετά από συμψηφισμό

$$\int_0^h \sigma'_{h,a} = \int_0^h (\sigma'_v - 2c) = \int_0^h (\gamma h - 2c) = \frac{\gamma h^2}{2} - 2ch = 0 \quad (10.3)$$

$$\sigma_h(h) = 0 \rightarrow \gamma h - 2c = 0 \rightarrow h = L_1 = \frac{2c}{\gamma} \quad (10.4)$$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος χωρίς αγκύρωση | άσκηση A1

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 $c = 25 \text{ kPa}$
 $L = 5 \text{ m}$

$$\sigma_h(h) = 0 \rightarrow \gamma h - 2c = 0 \rightarrow h = L_1 = \frac{2c}{\gamma} \quad L_1 = 2.78 \text{ m}$$

$$L_2 = 2.22 \text{ m}$$

$$P_1 : \sigma_v - 2c = L\gamma - 2c \quad 40 \text{ kPa}$$

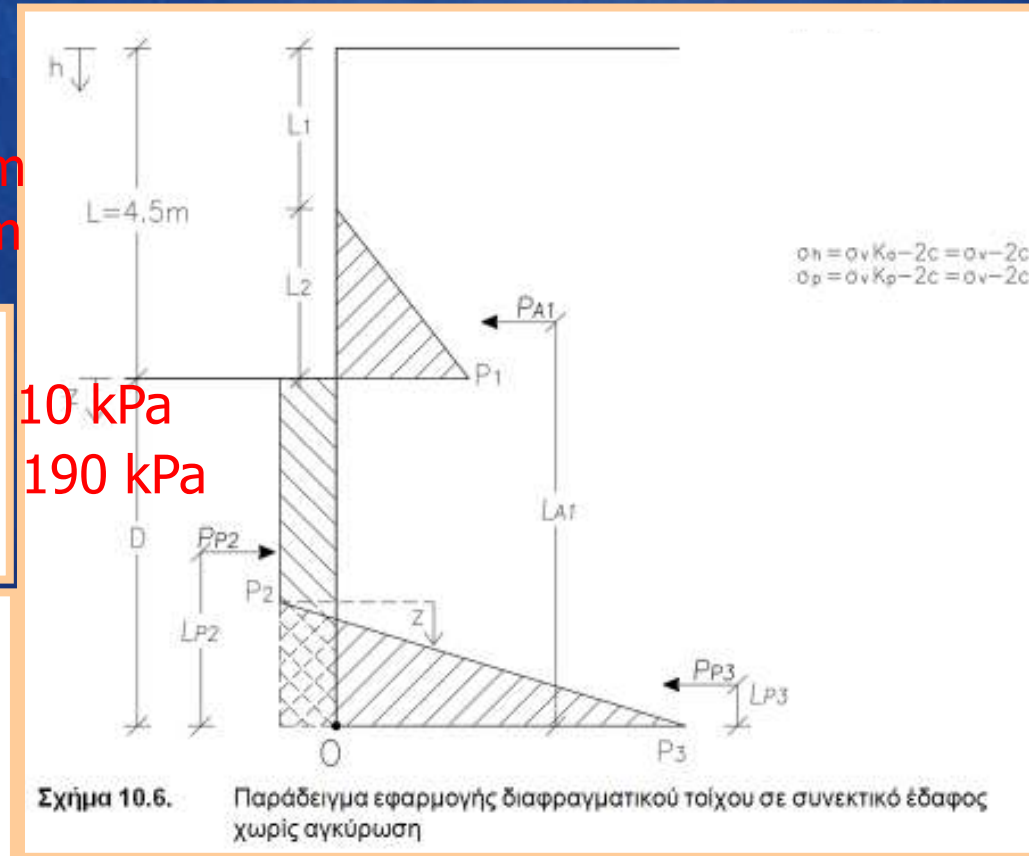
$$P_2 : \sigma_{p,l} - \sigma_{a,r} = \gamma z + 2c - \gamma L - \gamma z + 2c = 4c - \gamma L \quad 10 \text{ kPa}$$

$$P_3 : \sigma_{p,r} - \sigma_{a,l} = \gamma(L + D) + 2c - \gamma D + 2c = 4c + \gamma L \quad 190 \text{ kPa}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίωνας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_2 = 44.4$	L_{A1}	$D + L_2/3 = D + 0.74$	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$
P_{P2}	$P_2 D = 10D$	L_{P2}	$D/2 = D/2$	M_{P2}	$P_{P2} L_{P2}$
P_{P3}	$(P_2 + P_3) z/2 = 100z$	L_{P3}	$z/3 = z/3$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο O



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος χωρίς αγκύρωση | άσκηση A1

$P_1 = 40 \text{ kPa}$
 $P_2 = 10 \text{ kPa}$
 $P_3 = 190 \text{ kPa}$
 $L_1 = 2.78 \text{ m}$
 $L_2 = 2.22 \text{ m}$

$D = 9.8 \text{ m}$
 $z = 0.536 \text{ m}$
 $\Sigma M = -2.9 \text{ kN.m/m}$
 $\gamma = 4.44 \text{ m}$
 $M_{\max} = 131.4 \text{ kN.m/m}$

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 $c = 25 \text{ kPa}$
 $L = 5 \text{ m}$

$$\sum F_x = 0 \longrightarrow \frac{P_1 L_2}{2} - P_2 D + (P_2 + P_3) \frac{z}{2} = 0 \quad (10.5)$$

$$\sum M_o = 0 \longrightarrow \frac{P_1 L_2}{2} (D + \frac{L_2}{3}) - P_2 \frac{D^2}{2} + (P_2 + P_3) \frac{z^2}{6} = 0 \quad (10.6)$$

$$\int F_x(y) = 0 \longrightarrow \frac{P_1 L_2}{2} - P_2 y = 0 \quad (10.7)$$

όπου:

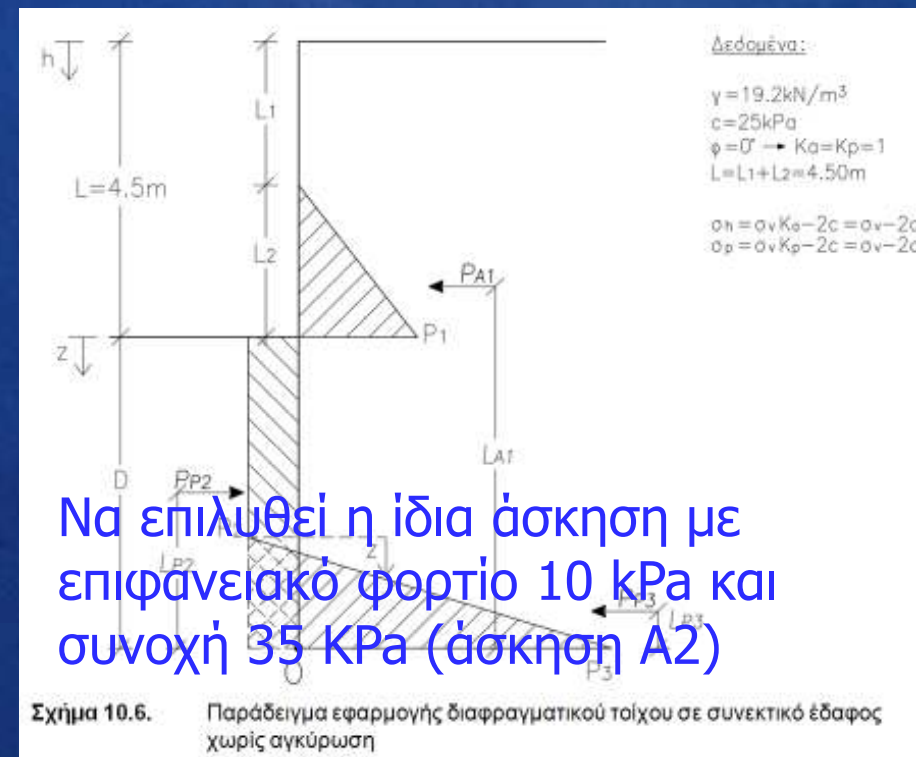
y : το βάθος από τον πυθμένα εκσκαφής.

$$W_{req} = \frac{M_{\max}}{\sigma_{επ}} F \quad (10.8)$$

όπου:

$\sigma_{επ}$: η επιτρεπόμενη τάση ($1.61 \text{ t/cm}^2 = 161 \text{ MPa}$, μορφοχάλυβας ST 37),

F : ο συντελεστής ασφαλείας.



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος χωρίς αγκύρωση | άσκηση A2

$$\sum F_x = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_2}{2} - P_2 D + (P_2 + P_3) \frac{z}{2} = 0$$

$$\sum M_o = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_2}{2} (D + \frac{L_2}{3}) - P_2 \frac{D^2}{2} + (P_2 + P_3) \frac{z^2}{6} = 0$$

$$25.05 - 40 \cdot D + 140 \cdot z = 0$$

$$25.05 \cdot D + 13.94 - 20 \cdot D^2 + 46.67 \cdot z^2 = 0$$

$$D = 1.7 \text{ m}$$

$$z = 0.31 \text{ m}$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$c = 35 \text{ kPa}$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$q = 10 \text{ kPa}$$

Η θέση ανάπτυξης της μέγιστης ροπής αντιστοιχεί στο σημείο μηδενισμού της τέμνουσας δύναμης:

$$\int F_x(y) = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_2}{2} - P_2 y = 0 \rightarrow y = 0.63 \text{ m}$$

όπου:

y: το βάθος από τον πυθμένα εκσκαφής.

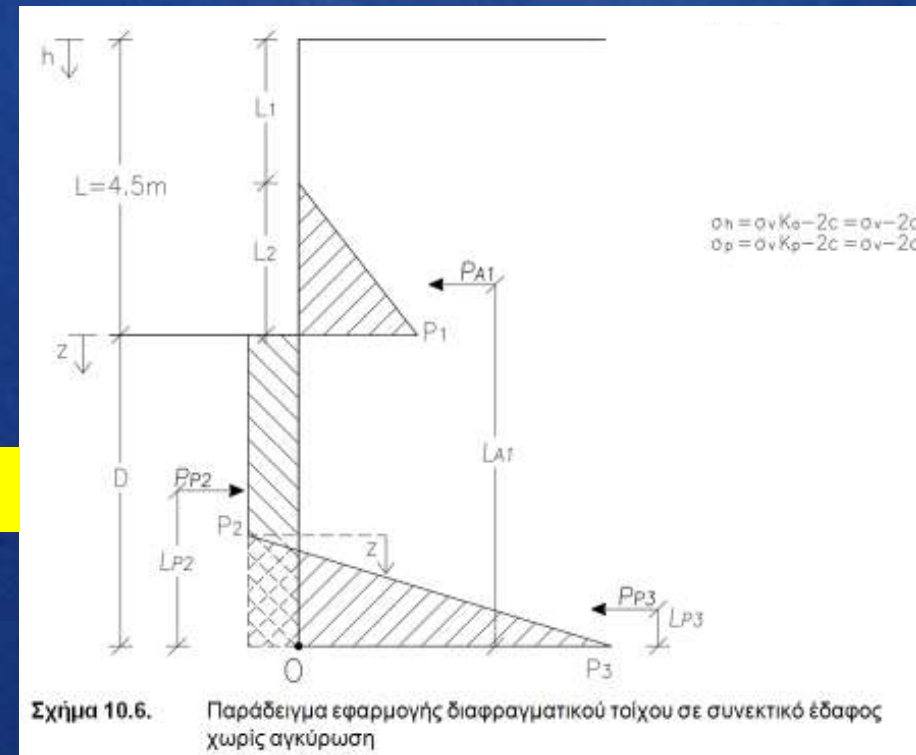
$$M_{\max} = P_{A1} (L_2/3 + y) - P_2 \cdot y \cdot y/2 = 21.8 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

$$W_{req} = \frac{M_{\max}}{\sigma_{εκ}} F \quad (10.8)$$

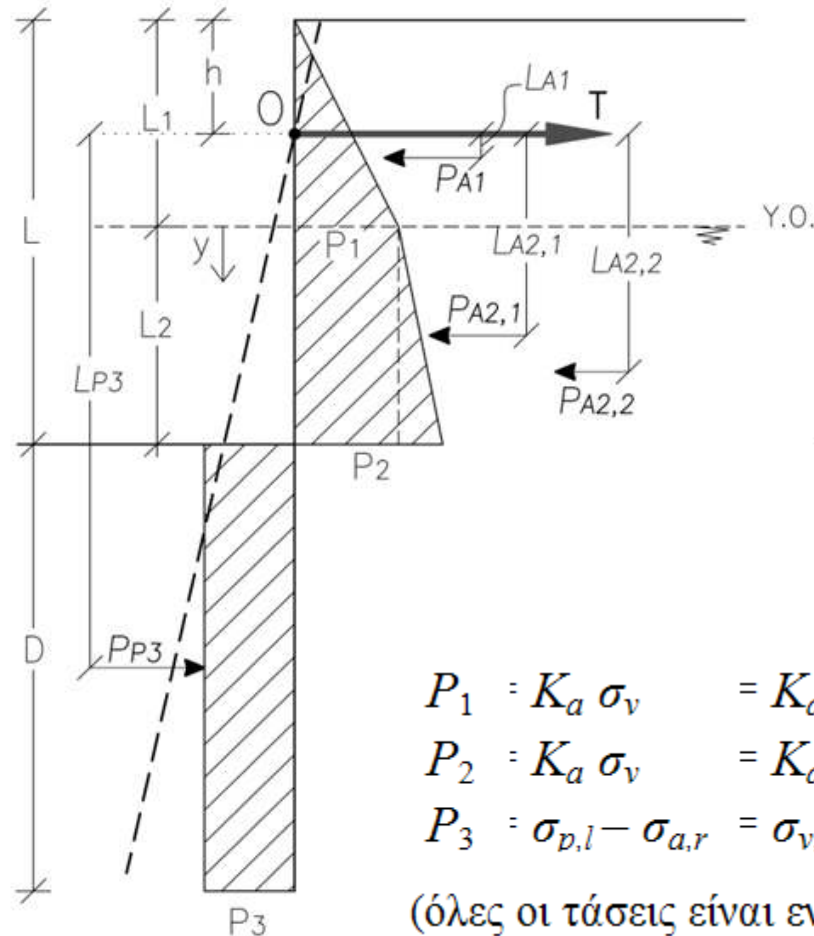
όπου:

$\sigma_{εκ}$: η επιτρεπόμενη τάση ($1.61 \text{ t/cm}^2 = 161 \text{ MPa}$, μορφοχάλυβας ST 37),

F : ο συντελεστής ασφαλείας.



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση | άσκηση



Δεδομένα:

$L_1=2.0\text{m}$
 $L_2=4.0\text{m}$
 $h=1.0\text{m}$

Εδαφος αμμώδες

$\gamma=18.0\text{kN/m}^3$ $\gamma_{s,\text{sat}}=20.0\text{kN/m}^3$
 $\phi=30^\circ \rightarrow K_a=0.33, K_p=3.0$

Εδαφος συνεκτικό

$\gamma_{c,\text{sat}}=21.0\text{kN/m}^3$
 $c=30\text{kPa}$
 $\phi=0^\circ \rightarrow K_a=K_p=1$

$$P_1 = K_a \sigma_v = K_a L_1 \gamma = 11.88 \text{ kPa}$$

$$P_2 = K_a \sigma_v = K_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma') = 25.08 \text{ kPa}$$

$$P_3 = \sigma_{p,l} - \sigma_{a,r} = \sigma_{v,l} + 2c - (\sigma_{v,r} - 2c) = 4c - L_1 \gamma - L_2 \gamma' = 44.00 \text{ kPa}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

Σχήμα 10.7.

Παράδειγμα εφαρμογής διαφραγματικού τοίχου σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση | άσκηση

$$P_1 = 11.88 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 25.08 \text{ kPa}$$

$$P_3 = 44.00 \text{ kPa}$$

$$P_{A1} = 11.88 \text{ kN/m} \quad L_{A1} = 0.33 \text{ m} \quad M_{A1} = 3.9 \text{ kN.m/m}$$

$$P_{A2,1} = 47.52 \text{ kN/m} \quad L_{A2,1} = 3.0 \text{ m} \quad M_{A2,1} = 142.6 \text{ kN.m/m}$$

$$P_{A2,2} = 26.40 \text{ kN/m} \quad L_{A2,2} = 3.67 \text{ m} \quad M_{A2,2} = 96.9 \text{ kN.m/m}$$

$$D = 1.0 \text{ m}$$

$$y = 1.62 \text{ m}$$

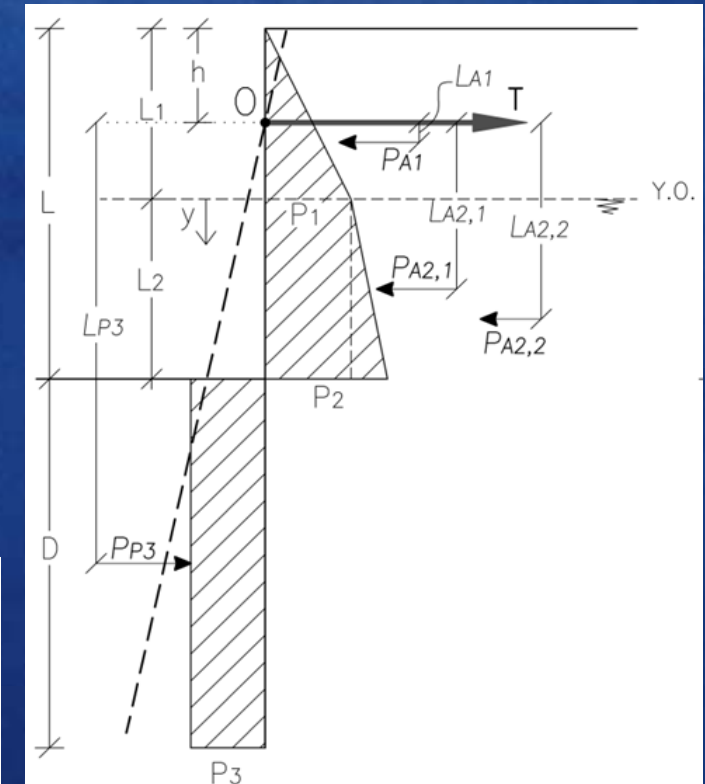
$$T = 41.9 \text{ kN/m}$$

$$M_{\max} = 61.7 \text{ kN.m/m}$$

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$	L_{A1}	$2/3 L_1 - h$	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + L_1 - h$	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$
P_{P3}	$P_3 D$	L_{P3}	$D/2 + L_2 + L_1 - h$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο O

Πίνακας 10.2. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου με αγκύρωση σε συνεκτικό έδαφος



$$\sum F_x = 0 \longrightarrow T - \frac{P_1 L_1}{2} - P_1 L_2 - (P_2 - P_1) \frac{L_2}{2} + P_3 D = 0 \quad (10.9)$$

όπου:

T : η δύναμη αγκύρωσης.

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση | άσκηση

Παράλληλη δράση υδροστατικών ωθήσεων

$$L_w = 4.0 \text{ m}$$

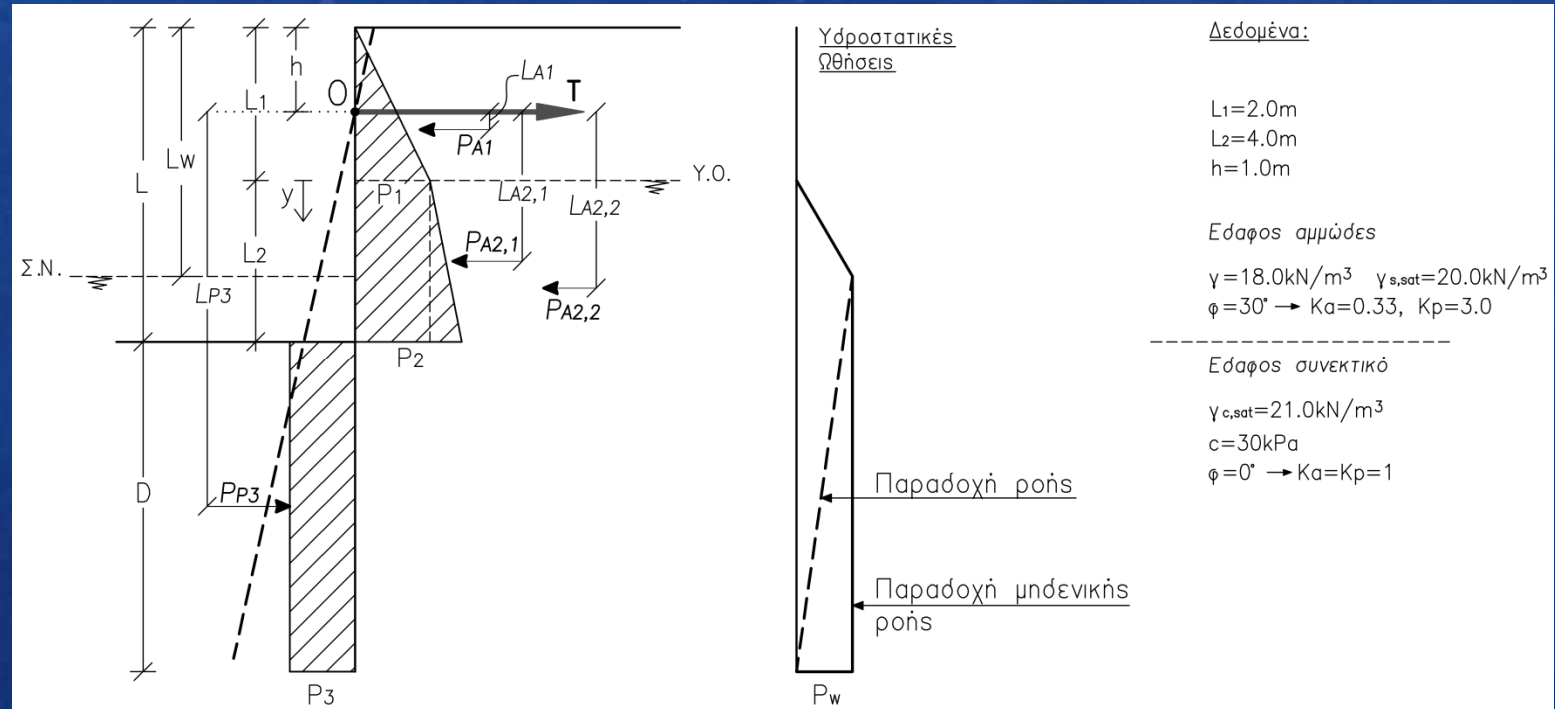
$$P_1 = K_a \sigma_v = K_a L_1 \gamma = 11.88 \text{ kPa}$$

$$P_2 = K_a \sigma_v = K_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma') = 25.08 \text{ kPa}$$

$$P_3 = \sigma_{p,l} - \sigma_{a,r} = \sigma_{v,l} + 2c - (\sigma_{v,r} - 2c) = 4c - L_1 \gamma - L_2 \gamma' = 44.00 \text{ kPa}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

$$P_w = (L_w - L_1) \times \gamma_w = 20.00 \text{ kPa}$$



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση, διαφορά στάθμης | άσκηση B1

$$P_{A1} = 11.88 \text{ kN/m}$$

$$L_{A1} = 0.33 \text{ m}$$

$$M_{A1} = 3.9 \text{ kN.m/m}$$

$$P_{A2,1} = 47.52 \text{ kN/m}$$

$$L_{A2,1} = 3.0 \text{ m}$$

$$M_{A2,1} = 142.6 \text{ kN.m/m}$$

$$P_{A2,2} = 26.40 \text{ kN/m}$$

$$L_{A2,2} = 3.67 \text{ m}$$

$$M_{A2,2} = 96.9 \text{ kN.m/m}$$

$$P_{P3} = 44D$$

$$L_{P3} = D/2 + 5$$

$$M_{P3} = 22D^2 + 220D$$

$$P_{w,1} = 20.00 \text{ kN/m}$$

$$L_{w,1} = 2.33 \text{ m}$$

$$M_{w,1} = 46.6 \text{ kN.m/m}$$

$$P_{w,2} = 20 (D + L - L_w) \text{ kN/m}$$

$$L_{w,2} = (L_w - h) + 1/2(L + D - L_w)$$

$$M_{w,2} =$$

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$	L_{A1}	$2/3 L_1 - h$	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + L_1 - h$	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$
P_{P3}	$P_3 D$	L_{P3}	$D/2 + L_2 + L_1 - h$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

Θεώρηση χωρίς ροή

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο O

Πίνακας 10.2. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου με αγκύρωση σε συνεκτικό έδαφος

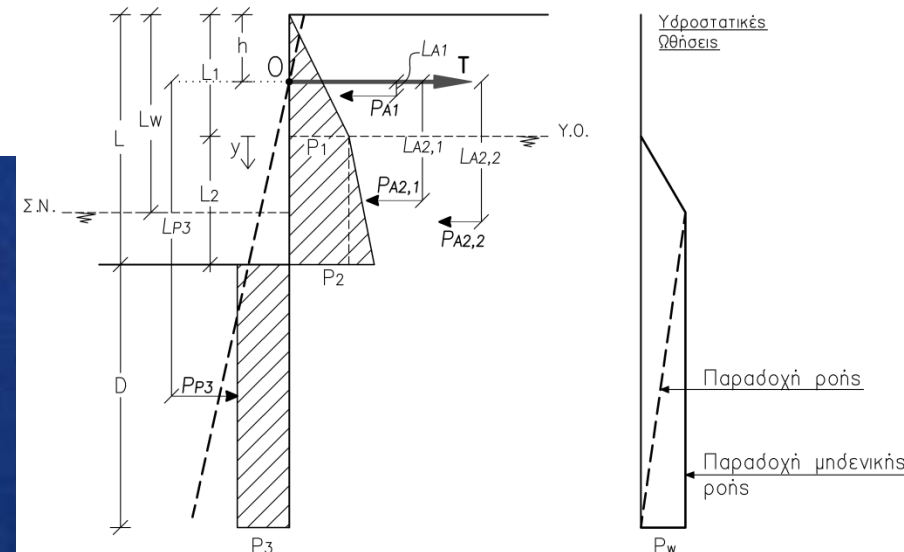
$$\sum M_O = 0 \rightarrow D = 2.9 \text{ m}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow T - \frac{P_1 L_1}{2} - P_1 L_2 - (P_2 - P_1) \frac{L_2}{2} + P_3 D = 0$$

όπου:

$$\rightarrow T = 76.2 \text{ kN/m}$$

T : η δύναμη αγκύρωσης.



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση, διαφορά στάθμης | άσκηση Β1

Σημείο μηδενισμού της τέμνουσας για υπολογισμό της M_{\max} :

$$\int F_x(y) = 0 \Rightarrow P_{A1} - T + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y}{L_2} \frac{y}{2} + P_{w1} + P_w [y - (L_w - L_1)] = 0$$

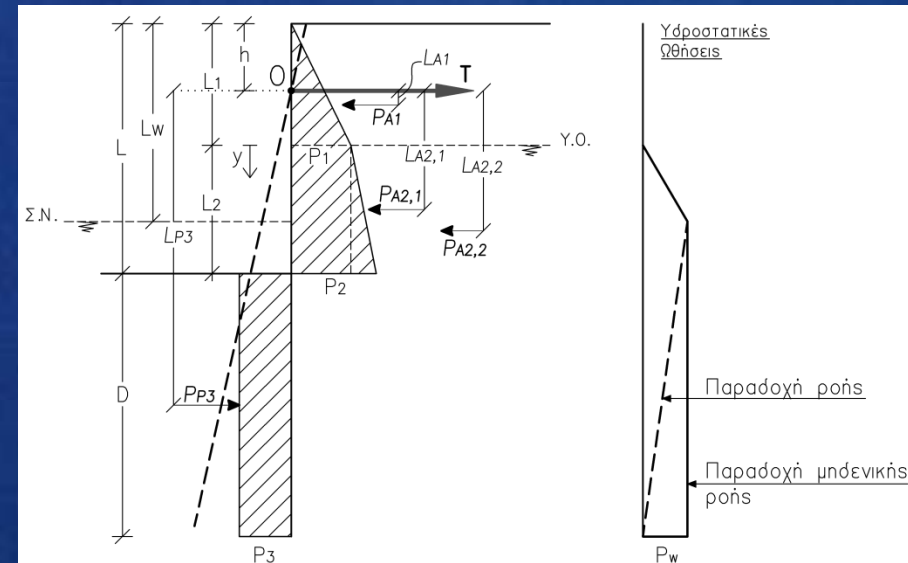
(υπόθεση: $y > L_w - L_1$)

$$M_{\max} = P_{A1} \left(\frac{L_1}{3} + y \right) + P_1 \frac{y^2}{2} + \frac{(P_2 - P_1)y}{L_2} \cdot \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{3} - T(y + L_1 - h) + P_w \frac{(L_w - L_1)}{2} \left(\frac{L_w - L_1}{3} + y + L_1 - L_w \right) + P_w \frac{(y + L_1 - L_w)^2}{2}$$

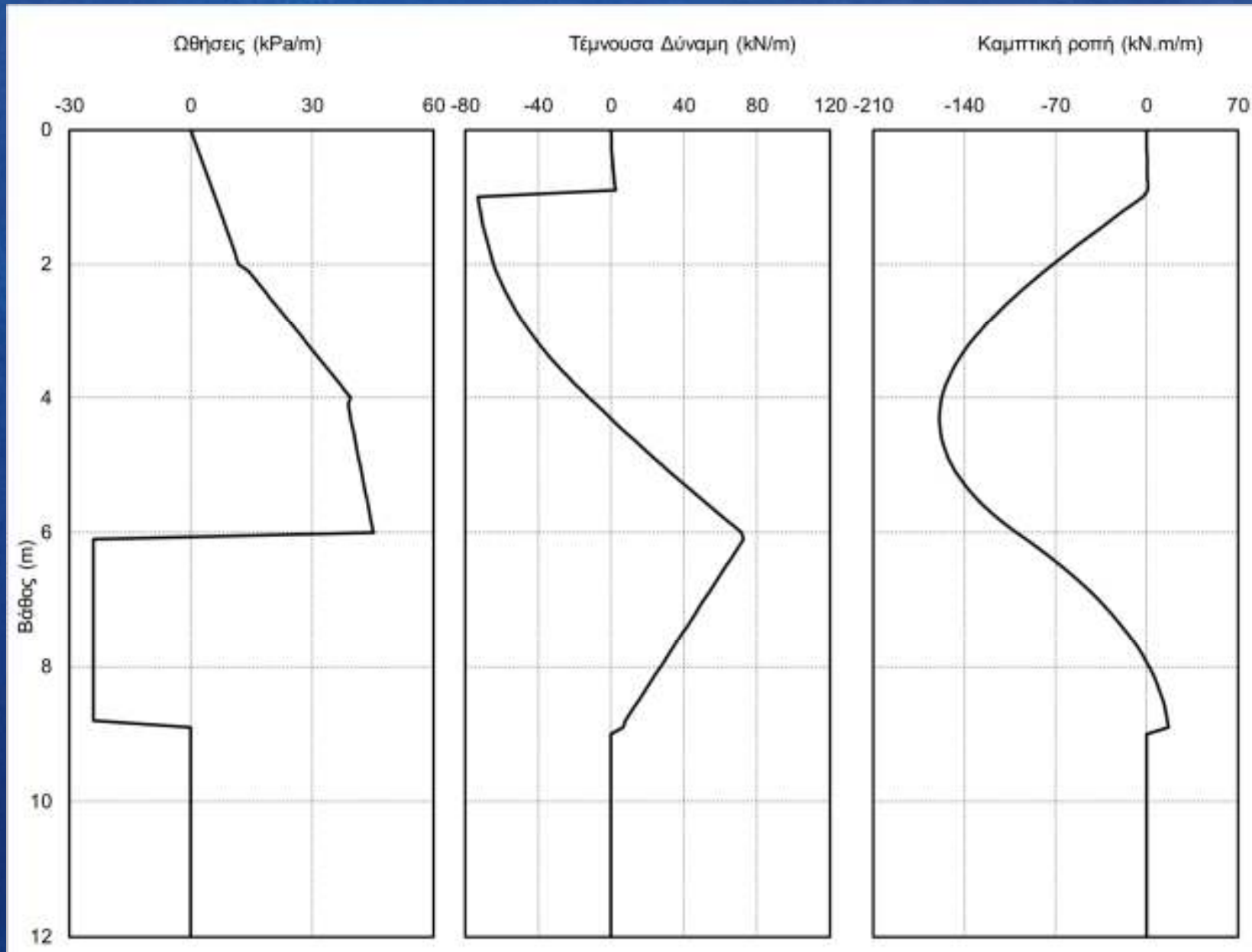
$y = 2.36 \text{ m}$

$M_{\max} = 157.9 \text{ kN.m/m}$

Θεώρηση χωρίς ροή



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση, διαφορά στάθμης | άσκηση Β1



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση, διαφορά στάθμης | άσκηση Β2

$$P_1 = 11.88 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 25.08 \text{ kPa}$$

$$P_3 = 44.00 \text{ kPa}$$

$$P_w = 20.00 \text{ kPa}$$

$$P_{A1} = 11.88 \text{ kN/m}$$

$$P_{A2,1} = 47.52 \text{ kN/m}$$

$$P_{A2,2} = 26.40 \text{ kN/m}$$

$$P_{P3} = 44D$$

$$P_{w,1} = 20.00 \text{ kN/m}$$

$$P_{w,2} = 10(D+L-L_w) \text{ kN/m}$$

$$L_{A1} = 0.33 \text{ m}$$

$$L_{A2,1} = 3.0 \text{ m}$$

$$L_{A2,2} = 3.67 \text{ m}$$

$$L_{P3} = D/2 + 5$$

$$L_{w,1} = 2.33 \text{ m}$$

$$L_{w,2} = 3.67 + D/3$$

$$M_{A1} = 3.9 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{A2,1} = 142.6 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{A2,2} = 96.9 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{P3} = 22D^2 + 220D$$

$$M_{w,1} = 46.6 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{w,2} =$$

$$D = ? \text{ m}$$

$$y = ? \text{ m}$$

$$T = ? \text{ kN/m}$$

$$M_{\max} = ? \text{ kN.m/m}$$

Να λυθεί το ίδιο πρόβλημα με θεώρηση αποκατάστασης ροής

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$	L_{A1}	$2/3 L_1 - h$	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + L_1 - h$	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$
P_{P3}	$P_3 D$	L_{P3}	$D/2 + L_2 + L_1 - h$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο O

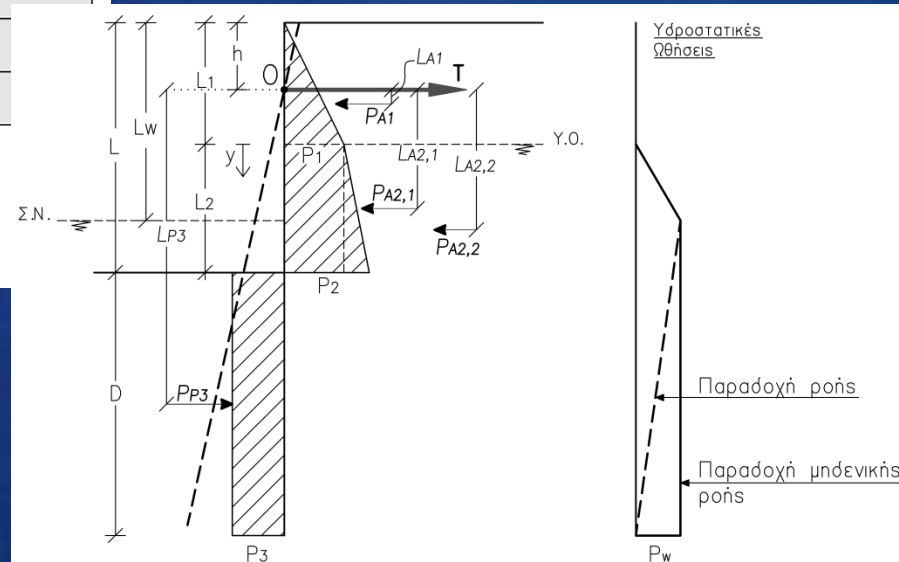
Πίνακας 10.2. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου με αγκύρωση σε συνεκτικό έδαφος

$$\sum M_o = 0$$

$$\rightarrow D = 1.73 \text{ m}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow T - \frac{P_1 L_1}{2} - P_1 L_2 - (P_2 - P_1) \frac{L_2}{2} + P_3 D = 0$$

$$\rightarrow T = 67 \text{ kN/m}$$



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση, διαφορά στάθμης | άσκηση Β2

Σημείο μηδενισμού της τέμνουσας για υπολογισμό της M_{\max} :

$$\int F_x(y) = 0 \Rightarrow P_{A1} - T + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y}{L_2} \frac{y}{2} + P_{w1} + P_{wy} [y - (L_w - L_1)] + \frac{1}{2} (P_w - P_{wy}) (y - L_w + L_1) = 0$$

(υπόθεση: $y > L_w - L_1$)

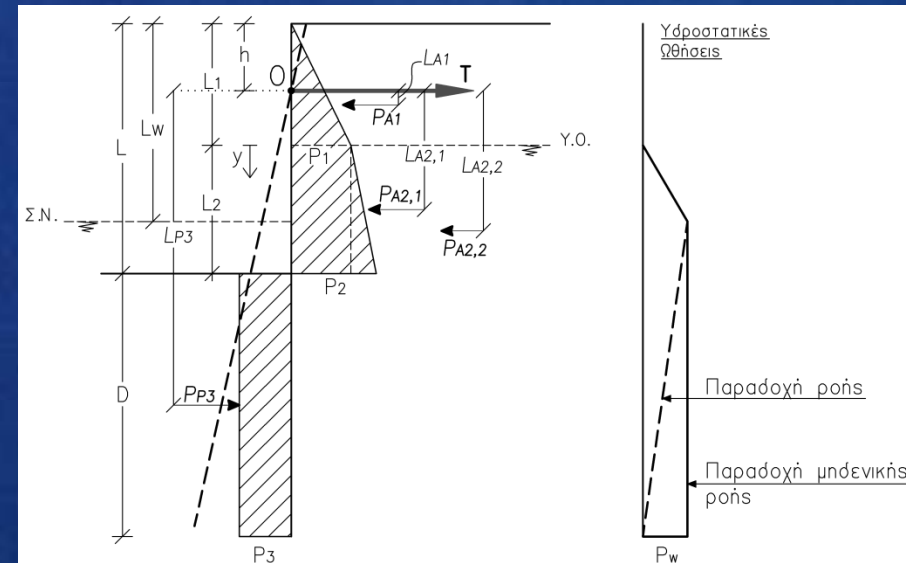
$$M_{\max} = P_{A1} \left(\frac{L_1}{3} + y \right) + P_1 \frac{y^2}{2} + \frac{(P_2 - P_1)y}{L_2} \cdot \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{3} - T(y + L_1 - h) + P_w \frac{(L_w - L_1)}{2} \left(\frac{L_w - L_1}{3} + y + L_1 - L_w \right) + P_{wy} \frac{(y + L_1 - L_w)^2}{2} + \frac{(P_w - P_{wy})(y - L_w + L_1)}{2} \frac{2(y + L_1 - L_w)}{3}$$

όπου $P_{wy} = P_w \frac{D + L_2 - y}{D + L - L_w}$

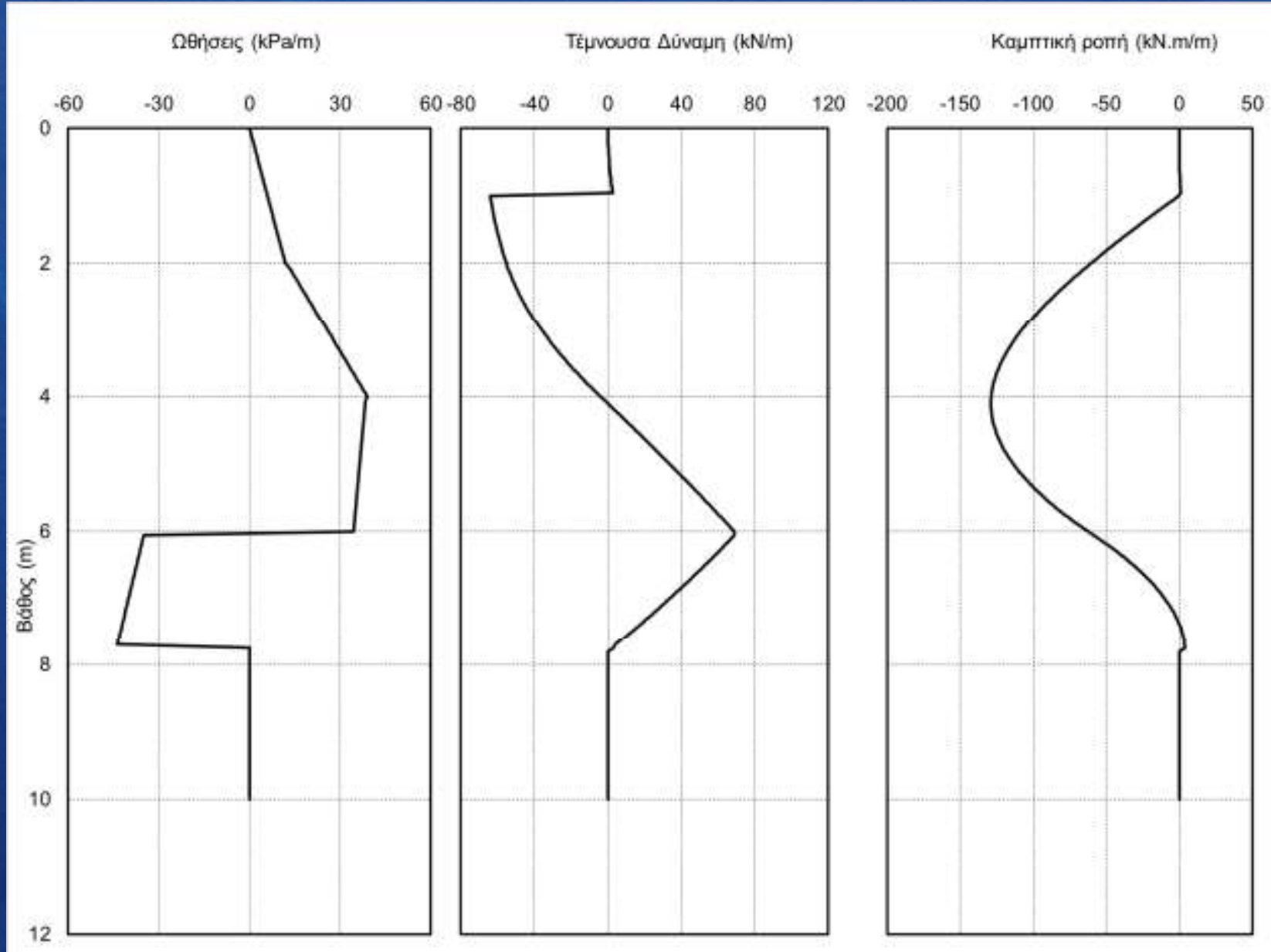
$y = 2.12 \text{ m}$

$M_{\max} = 128.1 \text{ kN.m/m}$

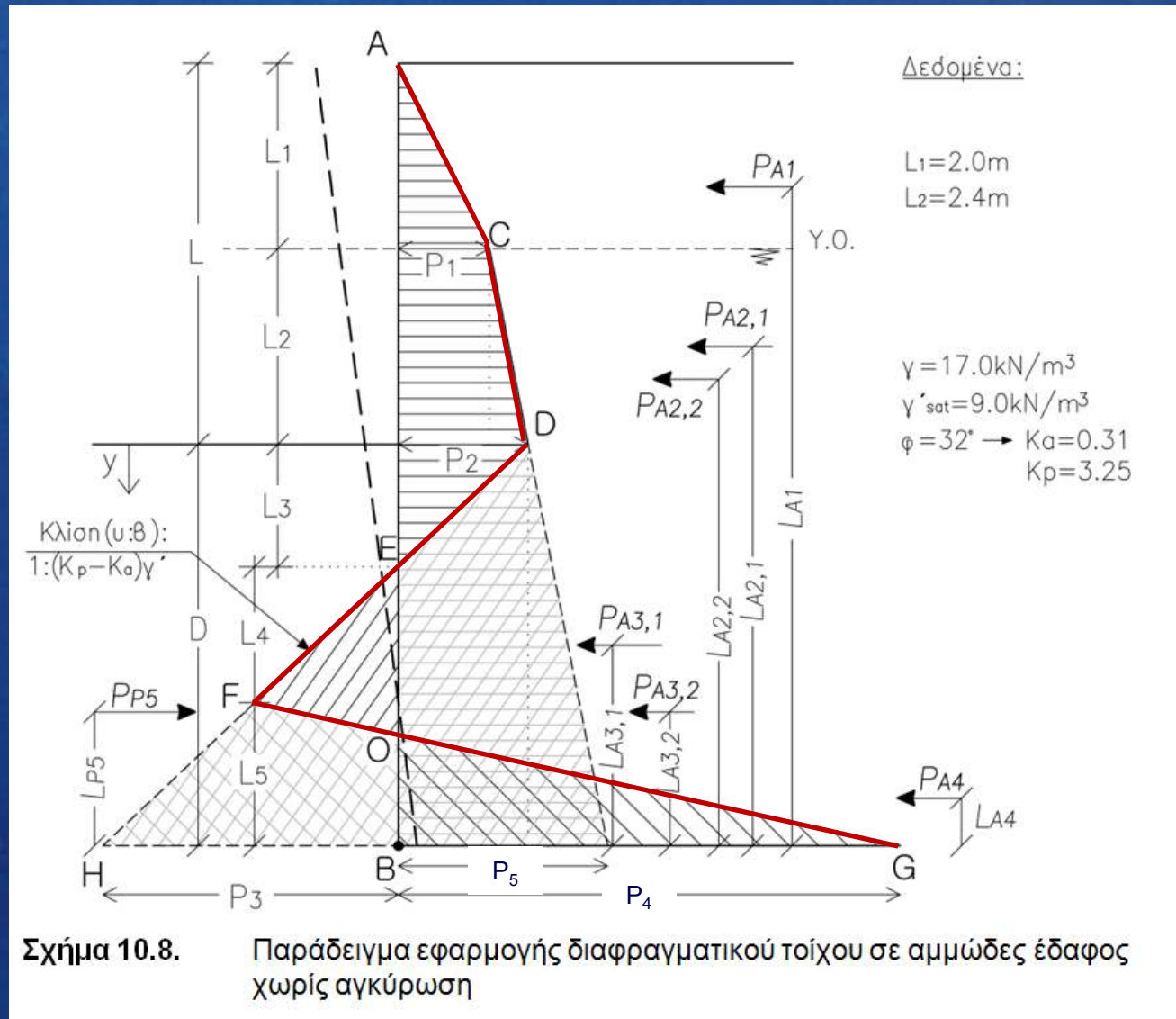
Θεώρηση αποκατάστασης ροής



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε συνεκτικό έδαφος με αγκύρωση, διαφορά στάθμης | άσκηση Β2



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε αμμώδες έδαφος χωρίς αγκύρωση | άσκηση



$$\sigma'_{h,a} = k_a \sigma'_v$$

$$\sigma'_{h,p} = k_p \sigma'_v$$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε αμμώδες έδαφος χωρίς αγκύρωση | άσκηση

$$\begin{aligned}
 P_1 &= k_a \sigma_v &= k_a L_1 \gamma \\
 P_2 &= k_a \sigma_v &= k_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma') \\
 P_3 &= (k_p - k_a) \gamma' D - P_2 &= (k_p - k_a) \gamma' D - P_2 \\
 P_4 &= \sigma_{p,r} - \sigma_{a,l} &= (k_p - k_a) \gamma' D + k_p (L_1 \gamma + L_2 \gamma') \\
 P_5 &= \sigma_{a,r} &= P_2 + k_a \gamma' D
 \end{aligned}$$

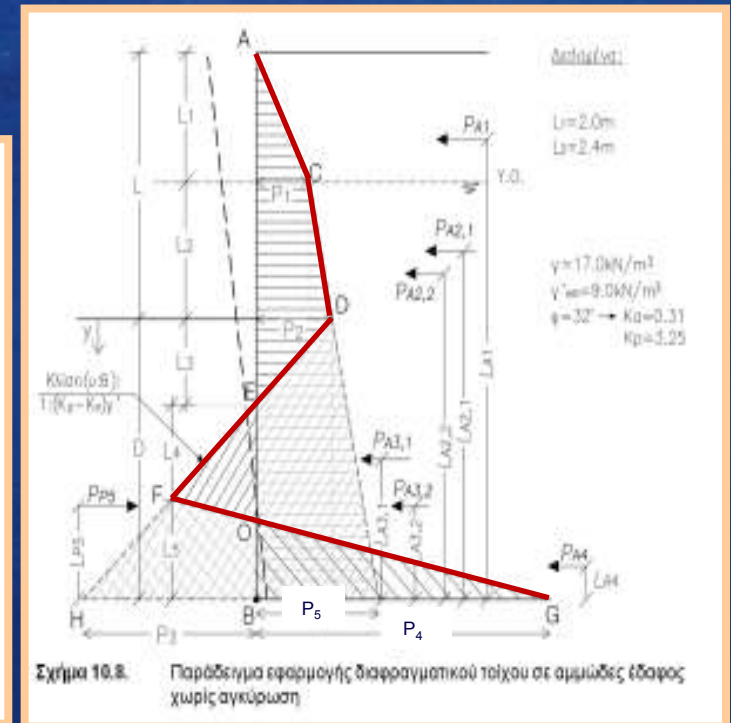
(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 10.45 \text{ kPa} \\
 P_2 &= 17.08 \text{ kPa} \\
 P_3 &= 117.5 \text{ kPa} \\
 P_4 &= 315.5 \text{ kPa} \\
 P_5 &= 198.0 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$	L_{A1}	$L_2 + D + L_1/3$	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + D$	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	$L_{A2,2}$	$L_2/3 + D$	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$
$P_{A3,1}$	$P_2 D$	$L_{A3,1}$	$D/2$	$M_{A3,1}$	$P_{A3,1} L_{A3,1}$
$P_{A3,2}$	$(P_5 - P_2) D / 2$	$L_{A3,2}$	$D/3$	$M_{A3,2}$	$P_{A3,2} L_{A3,2}$
P_{A4}	$(P_3 + P_4) L_5 / 2$	L_{A4}	$L_5/3$	M_{A4}	$P_{A4} L_{A4}$
P_{P5}	$(P_3 + P_5) D / 2$	L_{P5}	$D/3$	M_{P5}	$P_{P5} L_{P5}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο B

Πίνακας 10.3. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου χωρίς αγκύρωση σε αμμώδες έδαφος



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος χωρίς αγκύρωση | άσκηση

$D = 5.15 \text{ m}$
 $L_5 = 1.00 \text{ m}$
 $\gamma = 2.50 \text{ m}$
 $M_{\max} = 161.5 \text{ kN.m}$

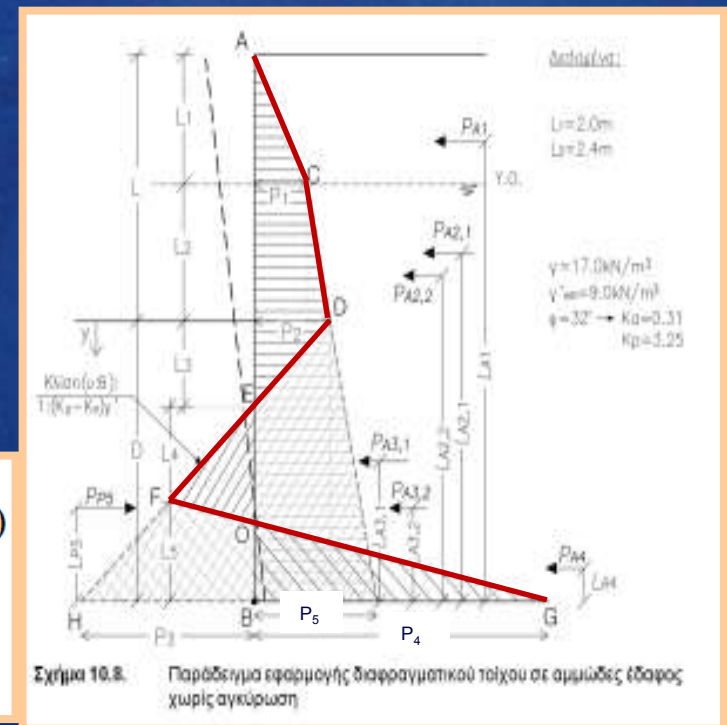
$$\begin{aligned}
 P_1 &= k_a \sigma_v &= k_a L_1 \gamma \\
 P_2 &= k_a \sigma_v &= k_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma') \\
 P_3 &= (k_p - k_a) \gamma' D - P_2 &= (k_p - k_a) \gamma' D - P_2 \\
 P_4 &= \sigma_{p,r} - \sigma_{a,l} &= (k_p - k_a) \gamma' D + k_p (L_1 \gamma + L_2 \gamma') \\
 P_5 &= \sigma_{a,r} &= P_2 + k_a \gamma' D
 \end{aligned}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

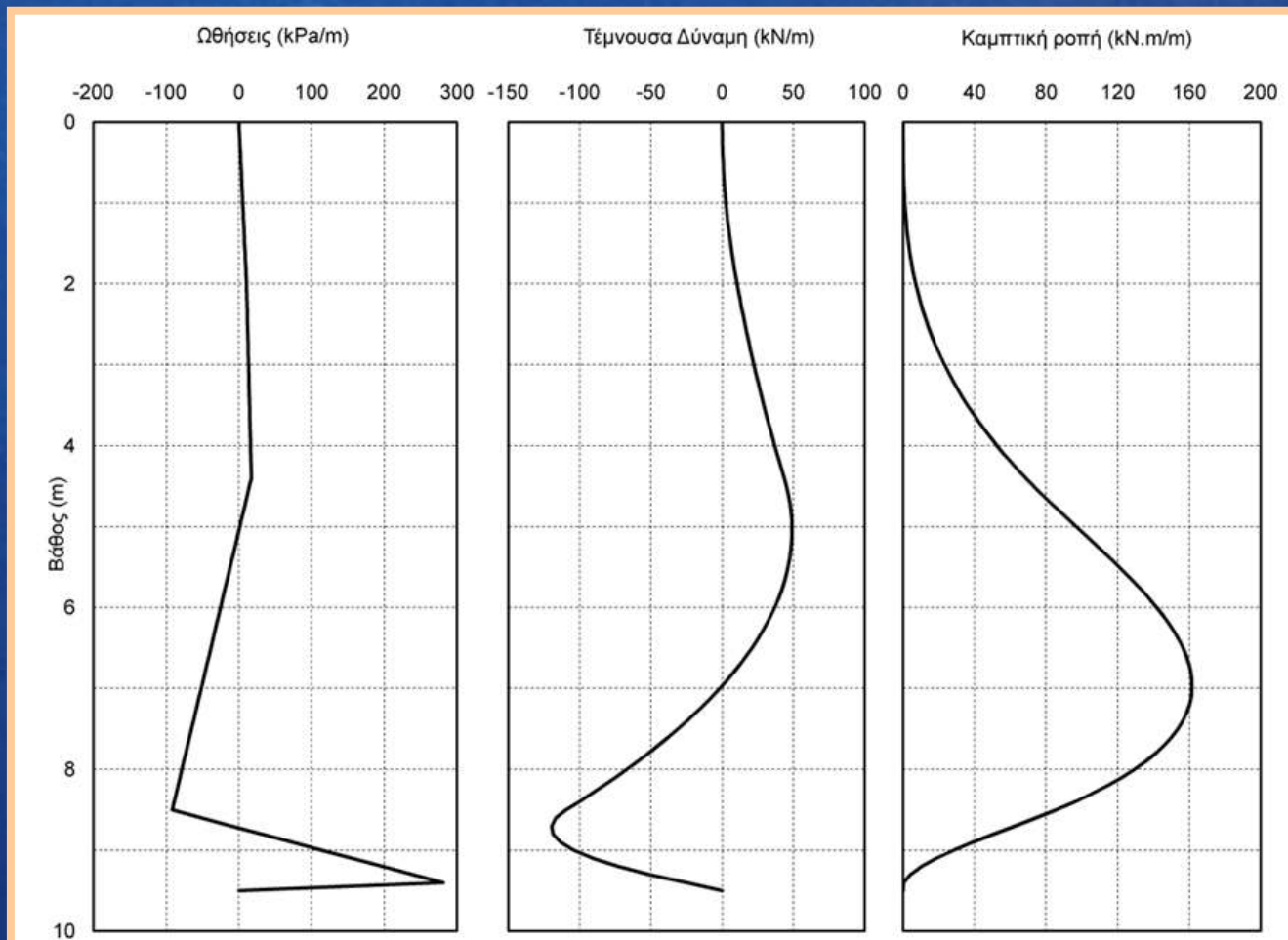
$$\int F_x(y) = 0 \longrightarrow \frac{P_1 L_1}{2} + \frac{P_1 + P_2}{2} L_2 + \frac{P_2 L_3}{2} - (k_p - k_a) \gamma' \frac{(y - L_3)^2}{2} = 0 \quad (10.13)$$

όπου:

y : το βάθος από τον πυθμένα εκσκαφής.



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε αμμώδες έδαφος χωρίς αγκύρωση | άσκηση



Σχήμα 10.9. Διαγράμματα ωθήσεων, τέμνουσας δύναμης και καμπτικής ροπής από την επίλυση του παραδείγματος διαφραγματικού τοίχου σε αμμώδες έδαφος χωρίς αγκύρωση

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση | άσκηση

$$\sum F_x = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_1}{2} + \frac{P_1 + P_2}{2} L_2 + \frac{P_2 L_3}{2} - \frac{P_3 L_4}{2} - T = 0$$

όπου:

T : η δύναμη αγκύρωσης.

$$L_3 = 1.12 \text{ m}$$

$$P_1 = k_a \sigma_v = k_a L_1 \gamma$$

$$P_2 = k_a \sigma_v = k_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma')$$

$$P_3 = (k_p - k_a) \gamma' L_4 = (k_p - k_a) \gamma' L_4$$

$$P_1 = 15.81 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 29.76 \text{ kPa}$$

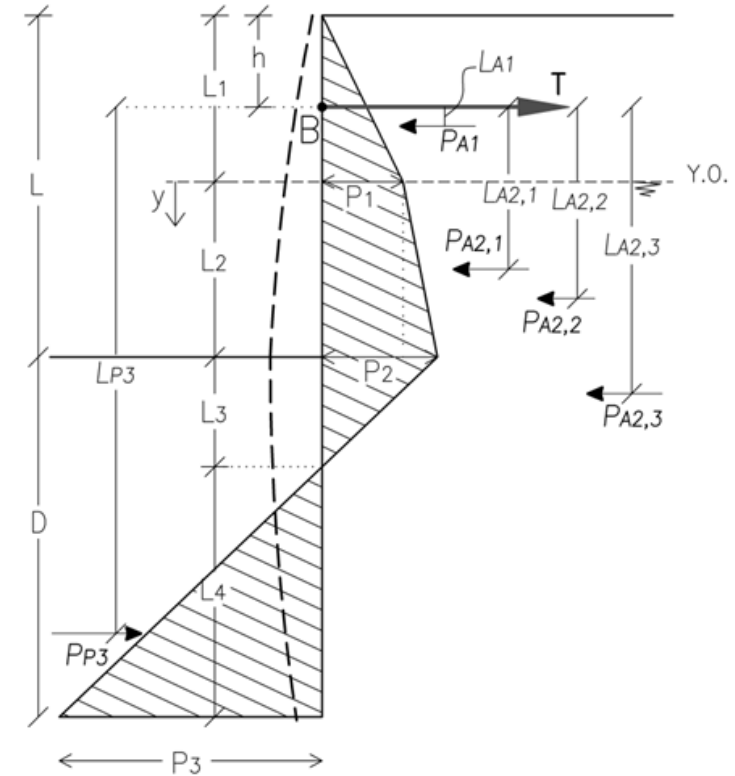
$$P_3 = 61.12 \text{ kPa}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$ 23.7	L_{A1}	$2/3 L_1 - h$ 1.0	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$ 23.7
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$ 79.1	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + L_1 - h$ 4.5	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$ 356
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$ 34.9	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$ 5.33	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$ 186
$P_{A2,3}$	$P_2 L_3 / 2$ 16.7	$L_{A2,3}$	$L_3/3 + L_2 + L_1 - h$ 7.37	$M_{A2,3}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$ 123
P_{P3}	$P_3 L_4 / 2$	L_{P3}	$2/3 L_4 + L_3 + L_1 + L_2 - h$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο B

Πίνακας 10.4. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου με αγκύρωση σε αμμώδες έδαφος



$$\int F_x(y) = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_2}{2} + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y^2}{2 L_2} - T = 0$$

όπου:

y : το βάθος από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα.

$D = 3.45 \text{ m}$
 $\gamma = 3.00 \text{ m}$
 $T = 83.0 \text{ kN}$
 $M_{\max} = 236 \text{ kN.m}$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε αμμόδες έδαφος με αγκύρωση | άσκηση

$$\sum F_x = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_1}{2} + \frac{P_1 + P_2}{2} L_2 + \frac{P_2 L_3}{2} - \frac{P_3 L_4}{2} - T = 0$$

όπου:

T : η δύναμη αγκύρωσης.

$$L_3 = 1.12 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= k_a \sigma_v &= k_a L_1 \gamma \\
 P_2 &= k_a \sigma_v &= k_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma') \\
 P_3 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4
 \end{aligned}$$

$$P_1 = 15.81 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 29.76 \text{ kPa}$$

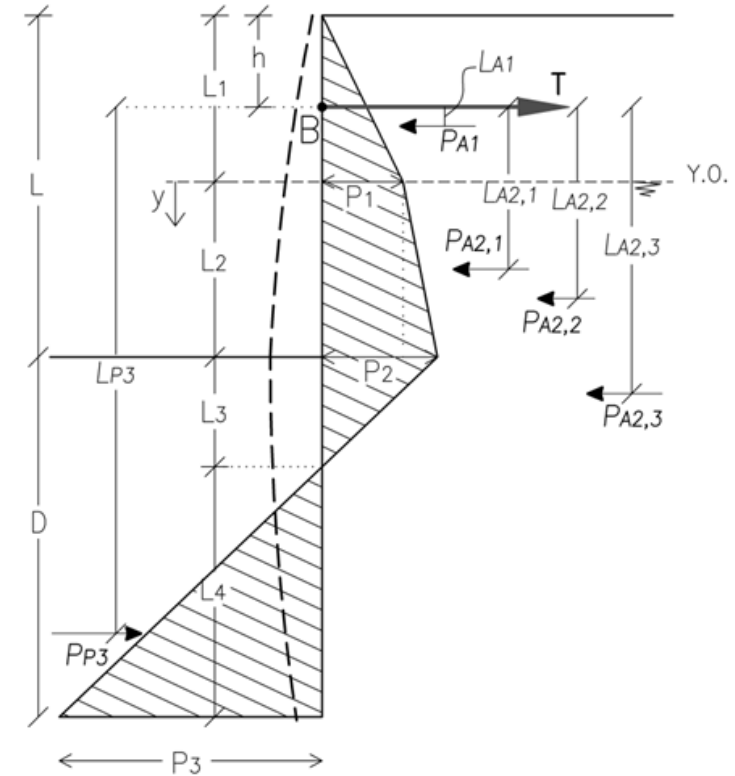
$$P_3 = 61.12 \text{ kPa}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$ 23.7	L_{A1}	$2/3 L_1 - h$ 1.0	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$ 23.7
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$ 79.1	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + L_1 - h$ 4.5	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$ 356
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$ 34.9	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$ 5.33	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$ 186
$P_{A2,3}$	$P_2 L_3 / 2$ 16.7	$L_{A2,3}$	$L_3/3 + L_2 + L_1 - h$ 7.37	$M_{A2,3}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$ 123
P_{P3}	$P_3 L_4 / 2$	L_{P3}	$2/3 L_4 + L_3 + L_1 + L_2 - h$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο B

Πίνακας 10.4. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου με αγκύρωση σε αμμόδες έδαφος

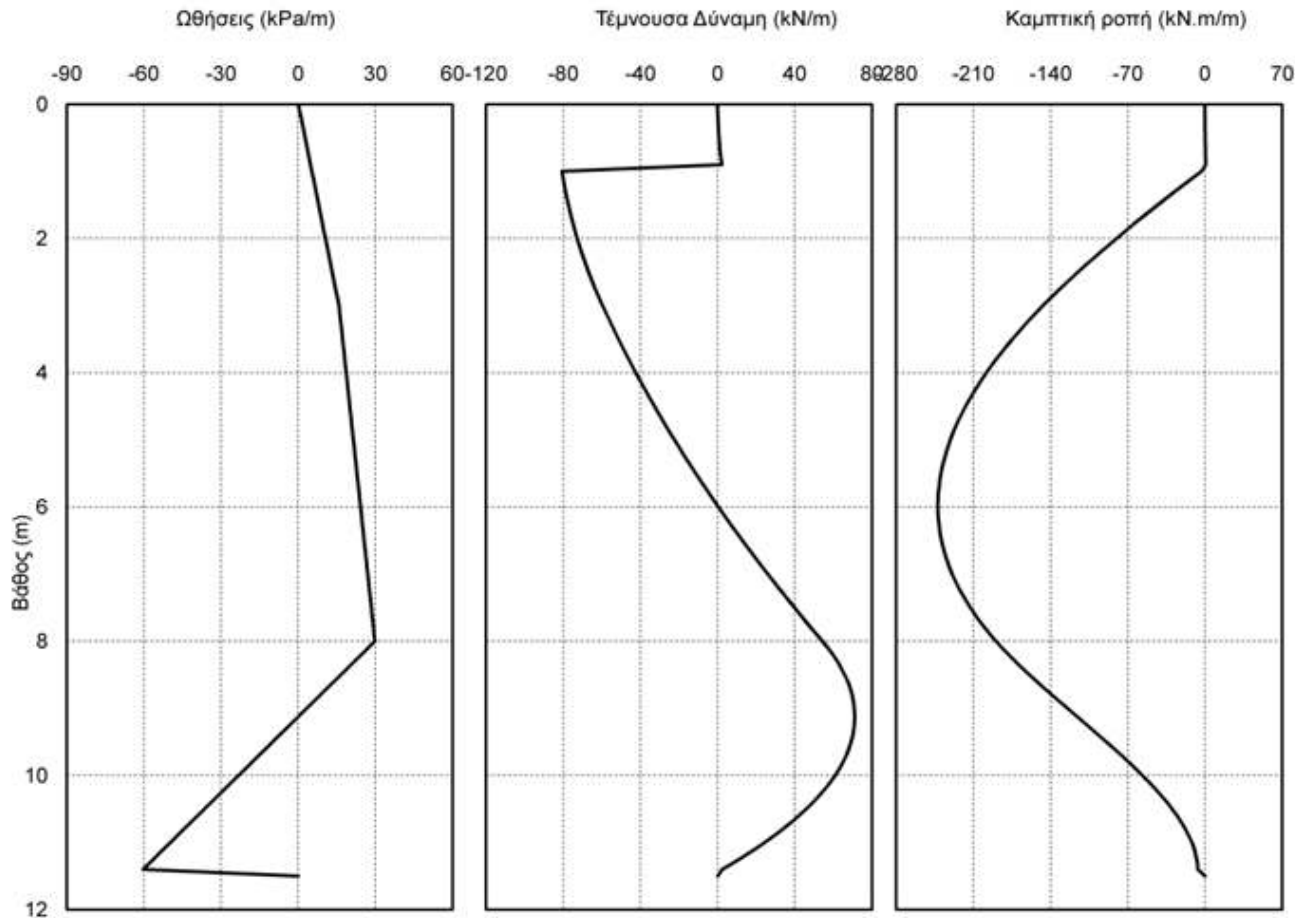


$$\int F_x(y) = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_2}{2} + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y^2}{2 L_2} - T = 0$$

όπου:

y : το βάθος από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα.

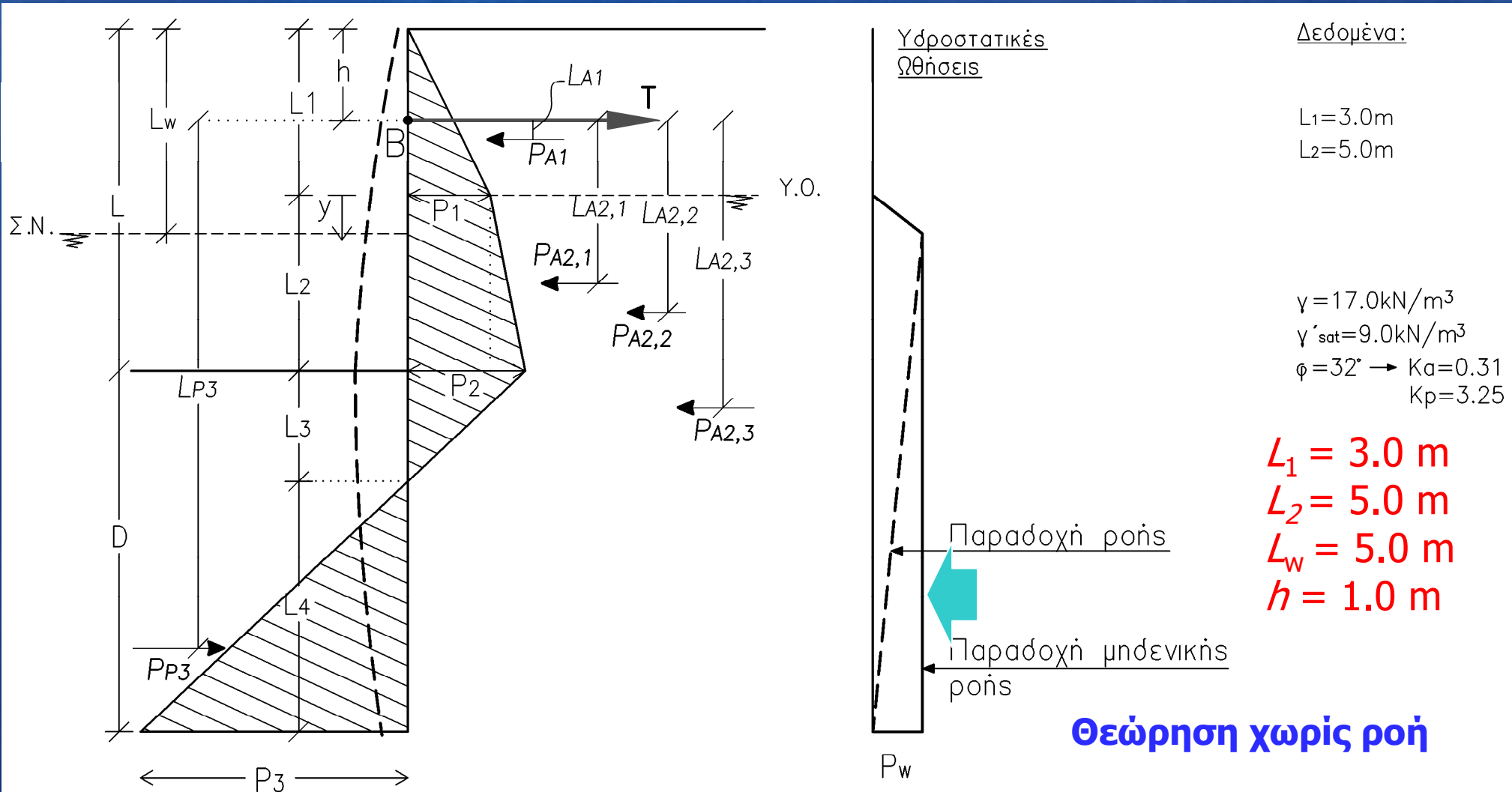
Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση | άσκηση



Σχήμα 10.11. Διαγράμματα ωθήσεων, τέμνουσας δύναμης και καμπτικής ροπής από την επίλυση του παραδείγματος διαφραγματικού τοίχου σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση

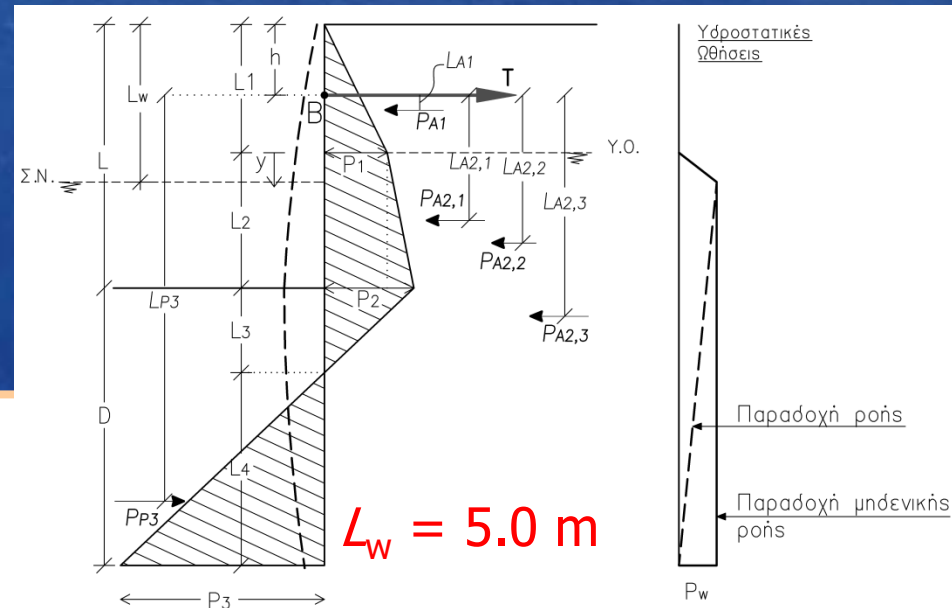
Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ1



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ1



$$\begin{aligned}
 P_1 &= k_a \sigma_v = k_a L_1 \gamma & P_1 &= 15.81 \text{ kPa} \\
 P_2 &= k_a \sigma_v = k_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma') & P_2 &= 29.76 \text{ kPa} \\
 P_3 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4 = (k_p - k_a) \gamma' L_4 & P_3 &= 99.23 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$ 23.7	L_{A1}	$2/3 L_1 - h$ 1.0	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$ 23.7
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$ 79.8	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + L_1 - h$ 4.5	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$ 356
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$ 34.9	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$ 5.33	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$ 186
$P_{A2,3}$	$P_2 L_3 / 2$ 16.7	$L_{A2,3}$	$L_3/3 + L_2 + L_1 - h$ 7.37	$M_{A2,3}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$ 123
P_{P3}	$P_3 L_4 / 2$	L_{P3}	$2/3 L_4 + L_3 + L_1 + L_2 - h$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο B

Πίνακας 10.4. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου με αγκύρωση σε αμμώδες έδαφος

$$L_3 = 1.12 \text{ m}$$

$$P_w = \gamma_w (L_w - L_1) = 20 \text{ kPa}$$

Θεώρηση χωρίς ροή

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ1

$$P_{w1} = 0.5 P_w (L_w - L_1) = 20 \text{ kN/m}$$

$$P_{w2} = P_w (L_2 + L_1 - L_w + L_3 + L_4) = 20(4.12 + L_4) \text{ kN/m}$$

$$L_{w1} = L_1 - h + 2/3(L_w - L_1) = 3.33 \text{ m}$$

$$L_{w2} = L_1 - h + L_w - L_1 + (L_2 + L_1 - L_w + L_3 + L_4)/2 = 6.06 + L_4/2$$

$$M_{w1} = 66.6 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{w2} =$$

$$\sum M_o = 0$$

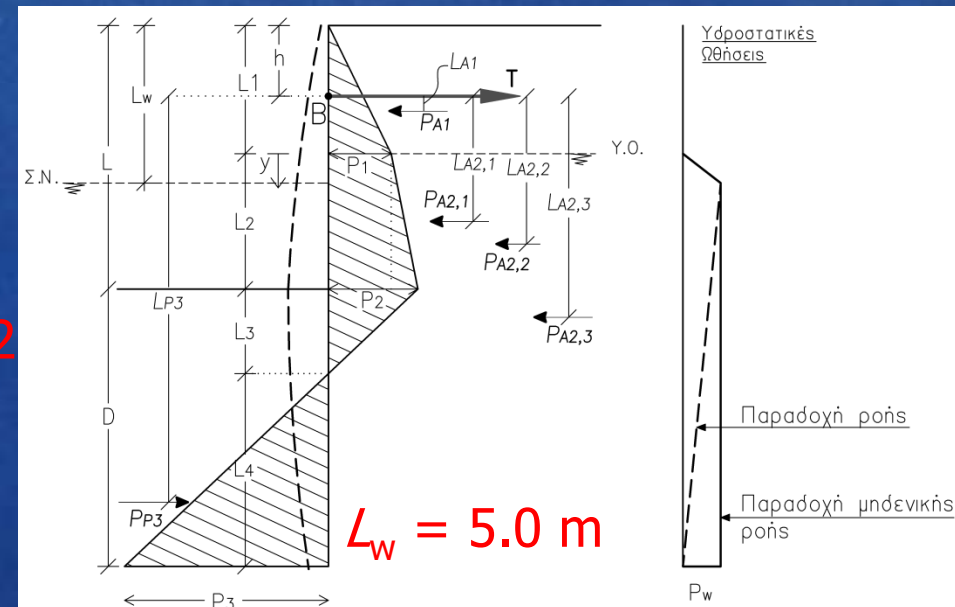
$$\rightarrow L_4 = 3.75 \text{ m και } D = L_3 + L_4 = 4.87 \text{ m}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_1}{2} + \frac{P_1 + P_2}{2} L_2 + \frac{P_2 L_3}{2} - \frac{P_3 L_4}{2} - T = 0$$

όπου: + δράση υδροστατικής πίεσης

T : η δύναμη αγκύρωσης.

$$\rightarrow T = 145.7 \text{ kN/m}$$



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ1

Σημείο μηδενισμού της τέμνουσας για υπολογισμό της M_{max} :

$$\int F_x(y) = 0 \Rightarrow P_{A1} - T + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y}{L_2} \frac{y}{2} + P_{w1} + P_w [y - (L_w - L_1)] = 0$$

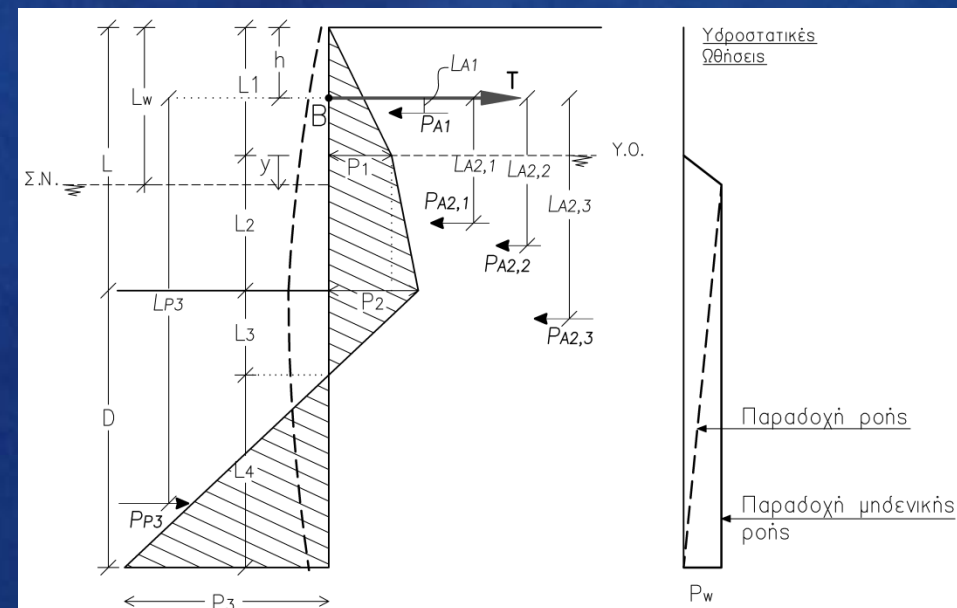
(υπόθεση: $y > L_w - L_1$)

$$M_{max} = P_{A1} \left(\frac{L_1}{3} + y \right) + P_1 \frac{y^2}{2} + \frac{(P_2 - P_1)y}{L_2} \cdot \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{3} - T(y + L_1 - h) + P_{w1} \left(y - \frac{2(L_w - L_1)}{3} \right) + P_w \frac{(y + L_1 - L_w)^2}{2}$$

$y = 3.49 \text{ m}$

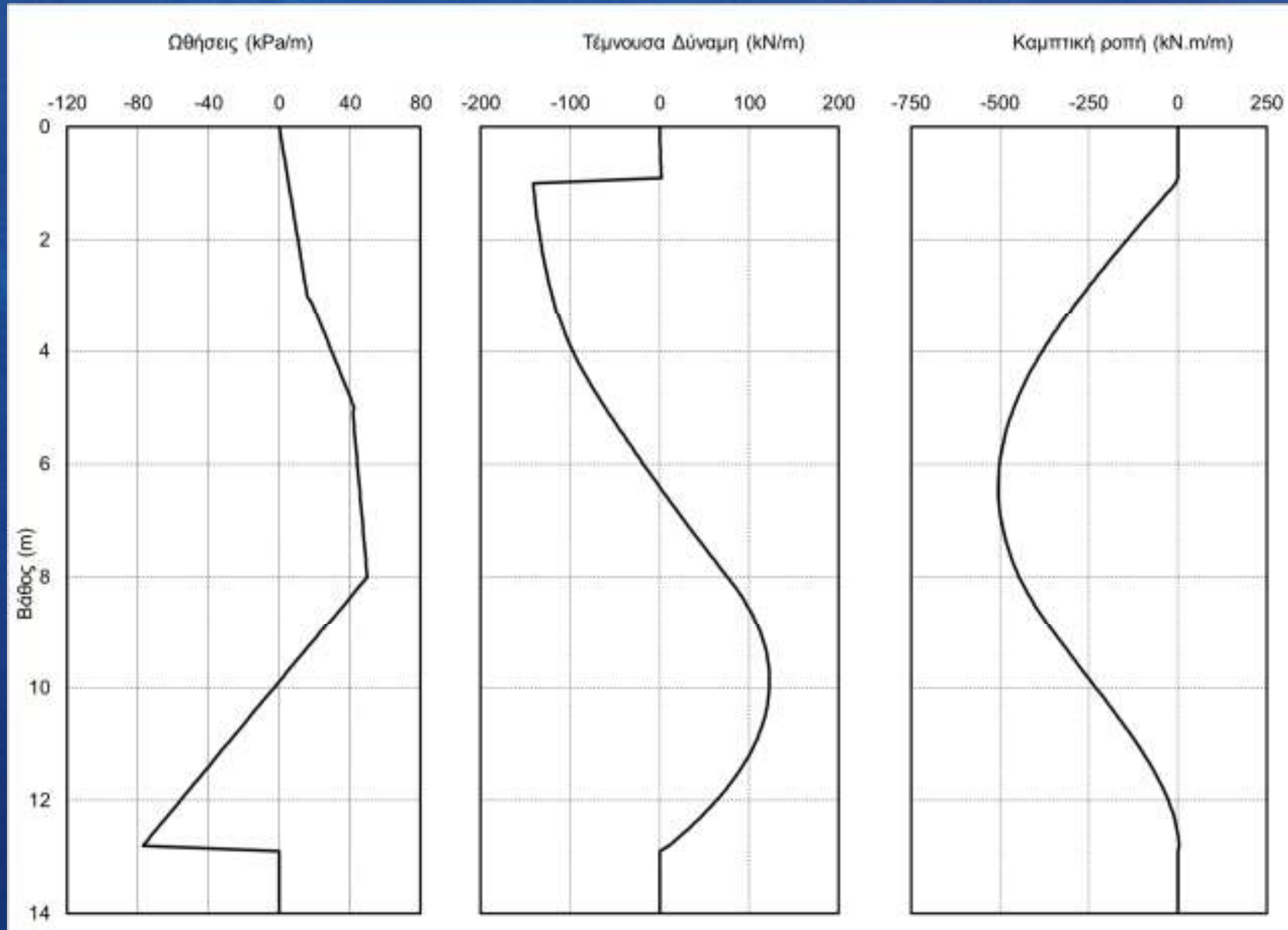
$M_{max} = 512 \text{ kN.m/m}$

Θεώρηση χωρίς ροή



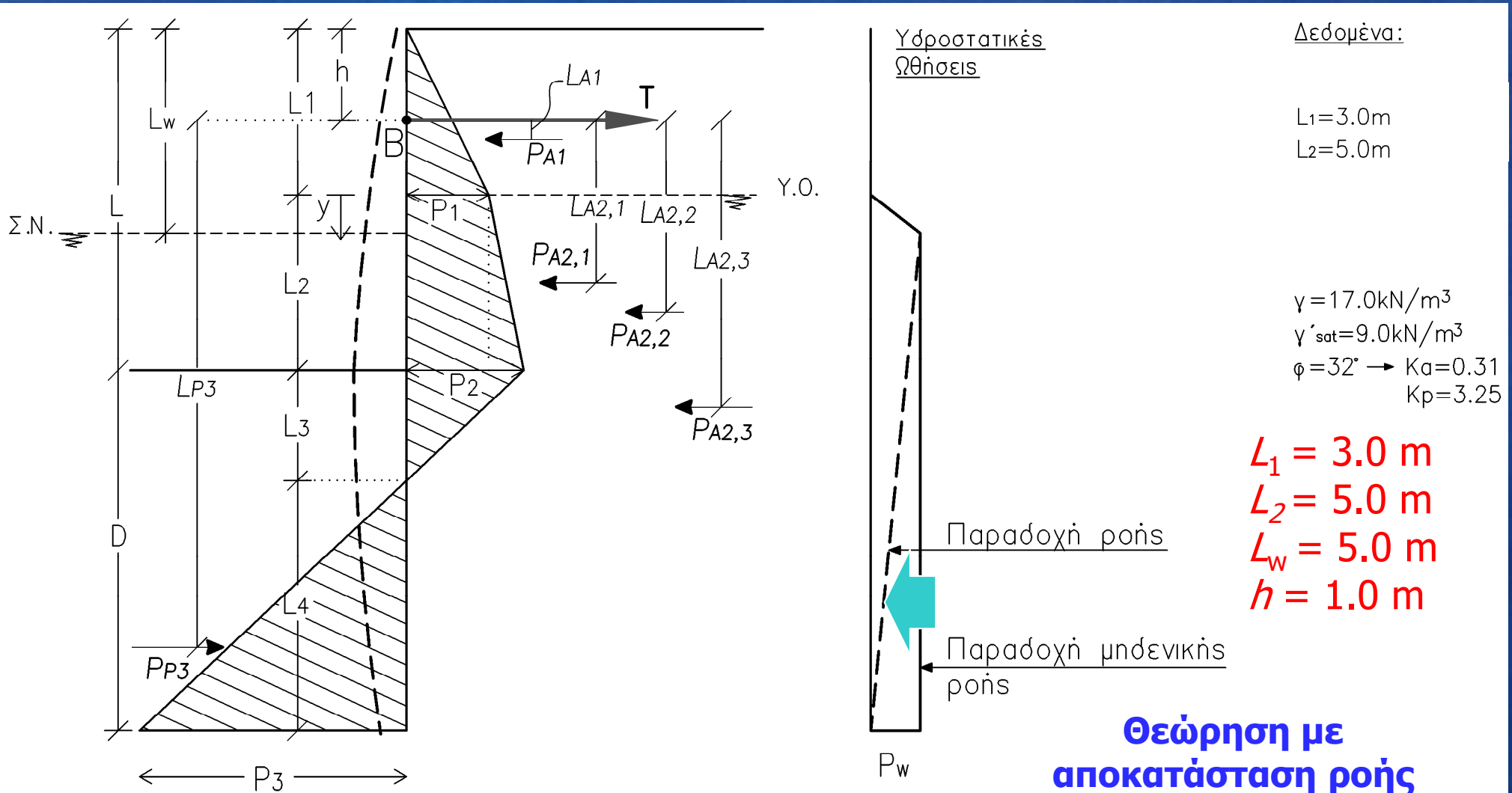
Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ1



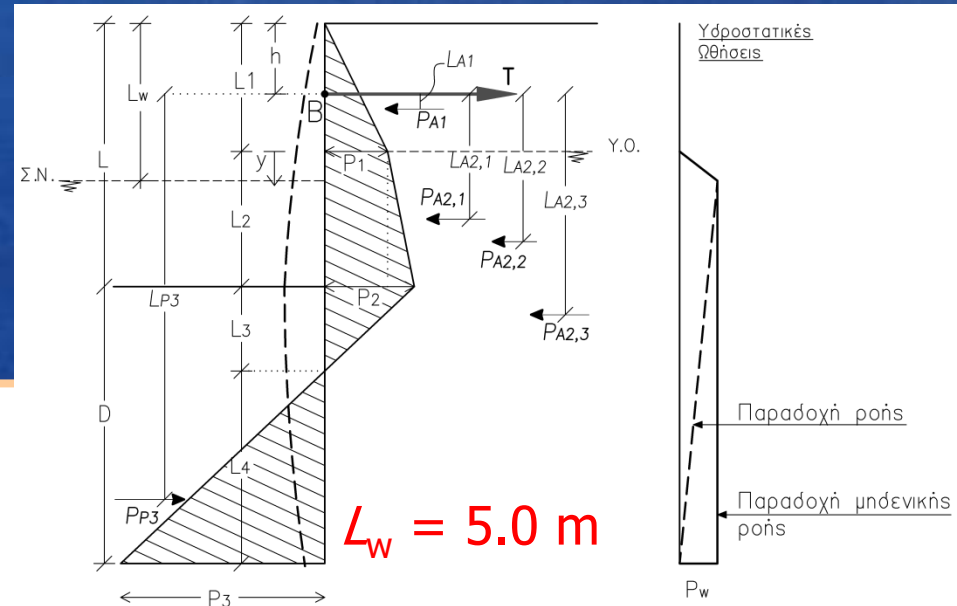
Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ2



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ2



$$\begin{aligned}
 P_1 &= k_a \sigma_v = k_a L_1 \gamma & P_1 &= 15.81 \text{ kPa} \\
 P_2 &= k_a \sigma_v = k_a (L_1 \gamma + L_2 \gamma') & P_2 &= 29.76 \text{ kPa} \\
 P_3 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4 = (k_p - k_a) \gamma' L_4 & P_3 &= 79.38 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

(όλες οι τάσεις είναι ενεργές)

Δύναμη (kN/m)		*Μοχλοβραχίονας (m)		*Ροπή (kN/m)	
P_{A1}	$0.5 P_1 L_1$ 23.7	L_{A1}	$2/3 L_1 - h$ 1.0	M_{A1}	$P_{A1} L_{A1}$ 23.7
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$ 79.8	$L_{A2,1}$	$L_2/2 + L_1 - h$ 4.5	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$ 356
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$ 34.9	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$ 5.33	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$ 186
$P_{A2,3}$	$P_2 L_3 / 2$ 16.7	$L_{A2,3}$	$L_3/3 + L_2 + L_1 - h$ 7.37	$M_{A2,3}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$ 123
P_{P3}	$P_3 L_4 / 2$	L_{P3}	$2/3 L_4 + L_3 + L_1 + L_2 - h$	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$

*Οι ροπές υπολογίζονται ως προς το σημείο B

Πίνακας 10.4. Μεγέθη επίλυσης του προβλήματος διαφραγματικού τοίχου με αγκύρωση σε αμμώδες έδαφος

$$L_3 = 1.12 \text{ m}$$

$$P_w = \gamma_w (L_w - L_1) = 20 \text{ kPa}$$

Θεώρηση με αποκατάσταση ροής

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ2

$$P_{w1} = 0.5 P_w (L_w - L_1) = 20 \text{ kN/m}$$

$$P_{w2} = P_w (L_2 + L_1 - L_w + L_3 + L_4) / 2 = 10(4.12 + L_4) \text{ kN/m}$$

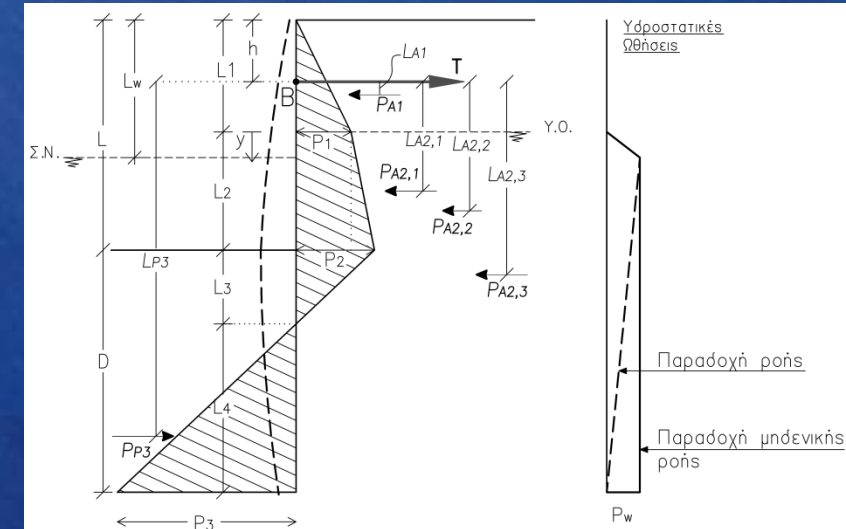
$$L_{w1} = L_1 - h + 2/3(L_w - L_1) = 3.33 \text{ m}$$

$$L_{w2} = L_1 - h + L_w - L_1 + (L_2 + L_1 - L_w + L_3 + L_4) / 3 = 5.37 + L_4 / 3$$

$$M_{w1} = 66.6 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{w2} =$$

$$\sum M_o = 0 \rightarrow L_4 = 3.00 \text{ m και } D = L_3 + L_4 = 4.12 \text{ m}$$



$$\sum F_x = 0 \rightarrow \frac{P_1 L_1}{2} + \frac{P_1 + P_2}{2} L_2 + \frac{P_2 L_3}{2} - \frac{P_3 L_4}{2} - T = 0$$

όπου: **+ δράση υδροστατικής πίεσης**

T : η δύναμη αγκύρωσης.

$$\rightarrow T = 126.4 \text{ kN/m}$$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ2

Σημείο μηδενισμού της τέμνουσας για υπολογισμό της M_{max} :

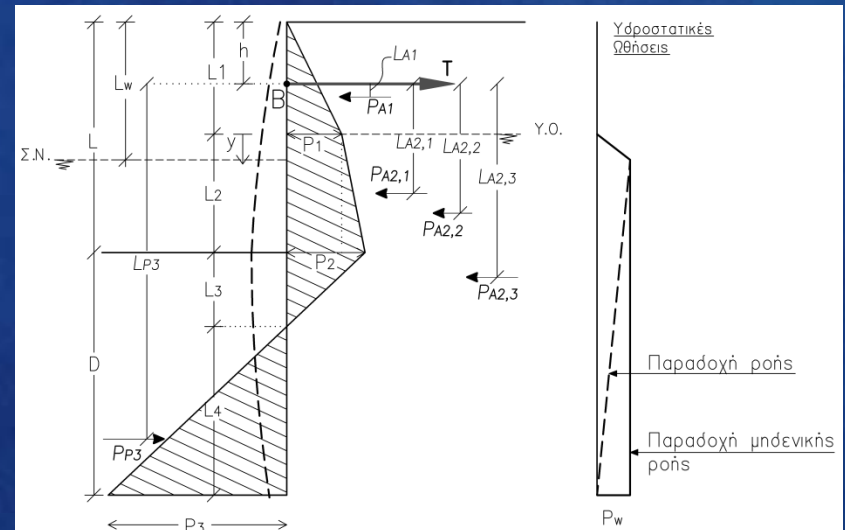
$$\int F_x(y) = 0 \Rightarrow P_{A1} - T + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y}{L_2} \frac{y}{2} + P_{w1} + P_{wy} [y - (L_w - L_1)] + \frac{1}{2} (P_w - P_{wy}) (y - L_w + L_1) = 0$$

$$M_{max} = P_{A1} \left(\frac{L_1}{3} + y \right) + P_1 \frac{y^2}{2} + \frac{(P_2 - P_1)y}{L_2} \cdot \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{3} - T(y + L_1 - h) + P_{w1} \left(\frac{L_w - L_1}{3} + y + L_1 - L_w \right) + P_{wy} \frac{(y + L_1 - L_w)^2}{2} + \frac{(P_w - P_{wy})(y - L_w + L_1)}{2} \frac{2(y + L_1 - L_w)}{3}$$

όπου $P_{wy} = P_w \frac{D + L_2 - y}{D + L - L_w}$

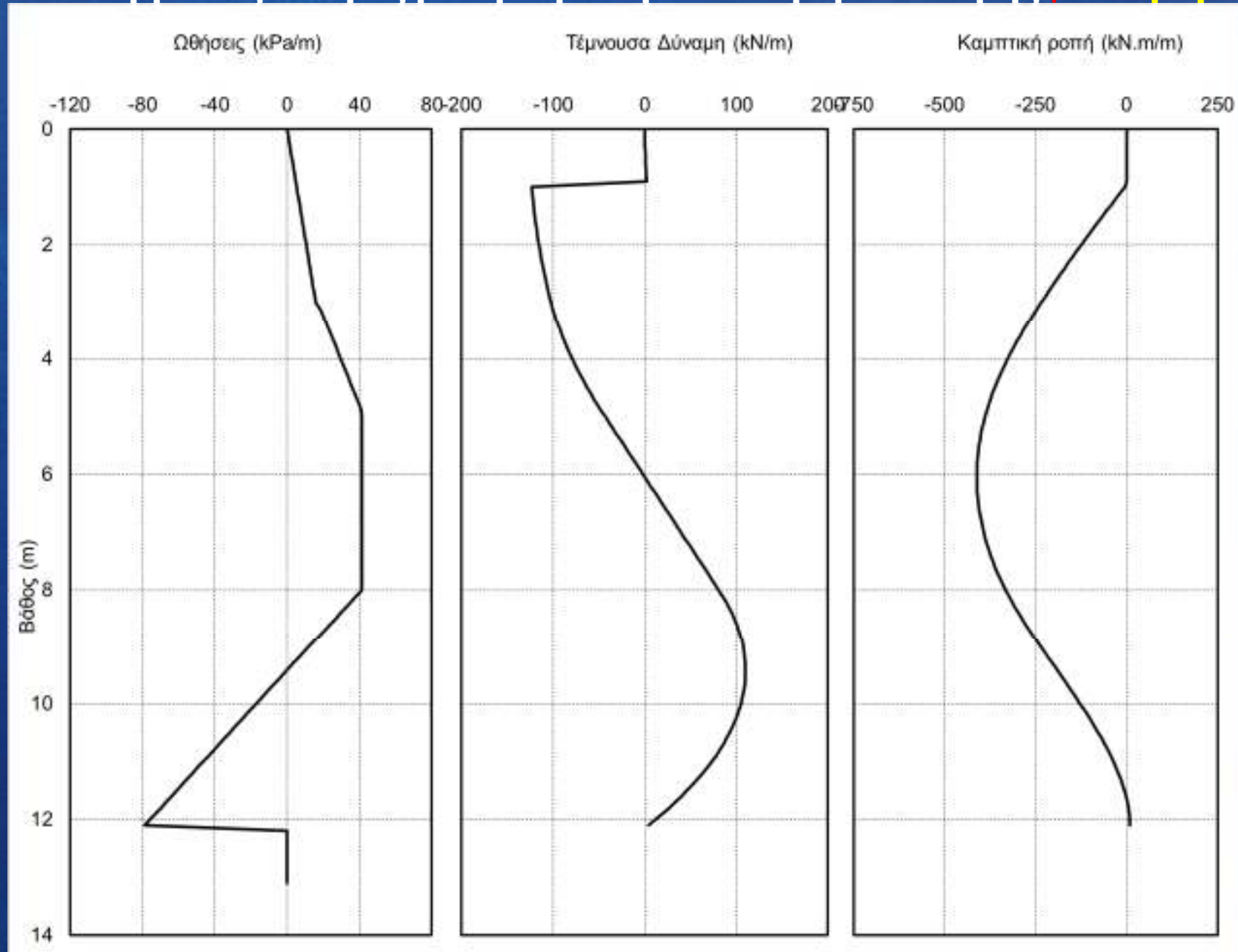
$\gamma = 3.10 \text{ m}$

$M_{max} = 413 \text{ kN.m/m}$



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και διαφορά στάθμης | άσκηση Γ2



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και επιφανειακό φορτίο | άσκηση

$$\begin{aligned}
 P_0 &= k_a \sigma_v &= k_a q &= 9.3 \\
 P_1 &= k_a \sigma_v &= k_a (q + L_1 \gamma) &= 20.46 \\
 P_2 &= k_a \sigma_v &= k_a (q + L_1 \gamma + L_2 \gamma') &= 35.19 \\
 P_3 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4 &= 62.0 \\
 L_3 &= P_2 / ((k_p - k_a) \gamma') &= &= 1.26 \\
 L_4 &= &= &= 2.22
 \end{aligned}$$

Δεδομένα:

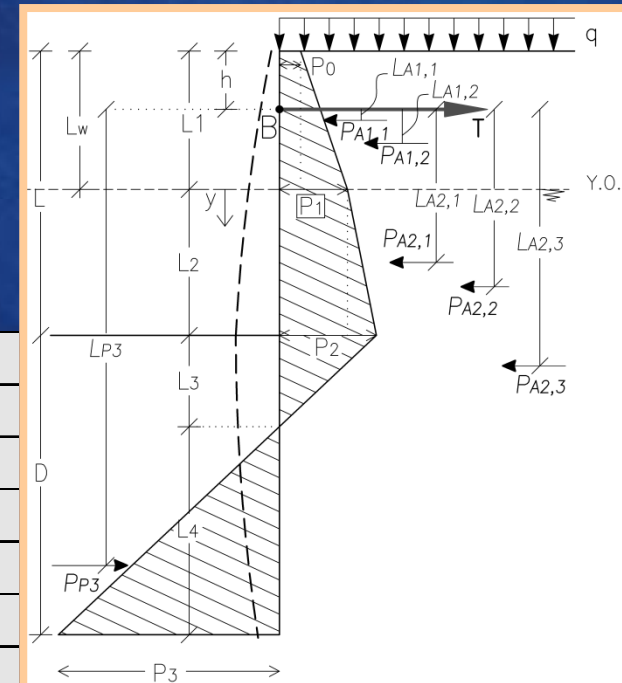
$$\begin{aligned}
 \gamma &= 18 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\
 \gamma_{\text{sat}} &= 19.5 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\
 k_a &= 0.31 \\
 k_p &= 3.25 \\
 L &= 7.0 \text{ (m)} \\
 L_1 &= 2.0 \text{ (m)} \\
 L_w &= 2.0 \text{ (m)} > 4.0 \\
 q &= 30 \text{ kPa} \\
 h &= 1.50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\sum F_x = 0 \longrightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} + P_{A2,1} + P_{A2,2} + P_{A2,3} + P_{P3} - T = 0$$

$$\sum F_x = 0 \longrightarrow 18.6 + 11.2 + 102.3 + 36.8 + 22.2 - 68.8 = T \rightarrow T = 122.3$$

$$\sum M = 0 \longrightarrow M_{A1,1} + M_{A1,2} + M_{A2,1} + M_{A2,2} + M_{A2,3} + M_{P3} = 0$$

$$\sum M = 0 \longrightarrow 9.31 L_4^3 + 94.37 L_4^2 - 567.8 = 0 \rightarrow L_4 = 2.22$$



Δύναμη (kN/m)			*Μοχλοβραχίωνας (m)			*Ροπή (kN.m/m)		
$P_{A1,1}$	$P_0 L_1$	18.6	$L_{A1,1}$	$L_1 / 2 - h$	-0.5	$M_{A1,1}$	$P_{A1,1} L_{A1,1}$	-9.3
$P_{A1,2}$	$(P_1 - P_0) L_1 / 2$	11.2	$L_{A1,2}$	$2/3 L_1 - h$	-0.17	$M_{A1,1}$	$P_{A1,2} L_{A1,2}$	-1.9
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	102.3	$L_{A2,1}$	$L_2 / 2 + L_1 - h$	3.0	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$	306.9
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	36.8	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$	3.83	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$	140.9
$P_{A2,3}$	$P_2 L_3 / 2$	22.2	$L_{A2,3}$	$L_3 / 3 + L_2 + L_1 - h$	5.92	$M_{A2,3}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$	131.2
P_{P3}	$P_3 L_4 / 2$	68.8	L_{P3}	$2/3 L_4 + L_3 + L_1 + L_2 - h$	8.24	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$	-567.1

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση και επιφανειακό φορτίο | άσκηση

$$\int F_x(y) = 0 \longrightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y^2}{2 L_2} - T = 0$$

$$\int F_x(y) = 0 \longrightarrow y = 3.57$$

y : το βάθος από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα.

Δεδομένα:

$$\gamma = 18 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 19.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$k_a = 0.31$$

$$k_n = 3.25$$

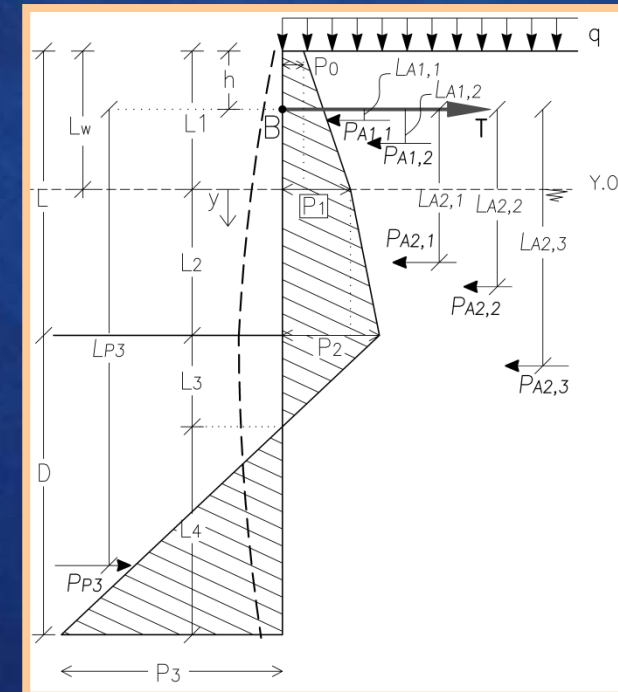
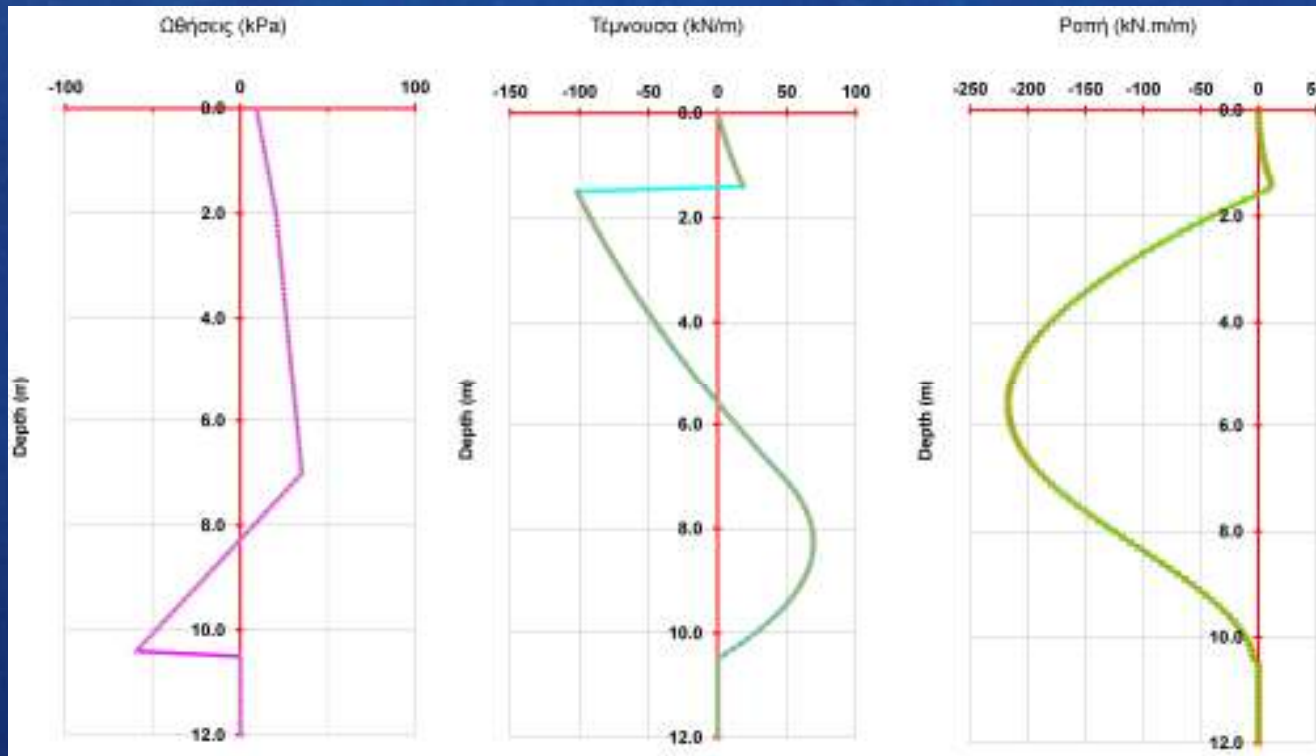
$$L = 7.0 \text{ (m)}$$

$$L1 = 2.0 \text{ (m)}$$

$$Lw = 2.0 \text{ (m)} > 4.0$$

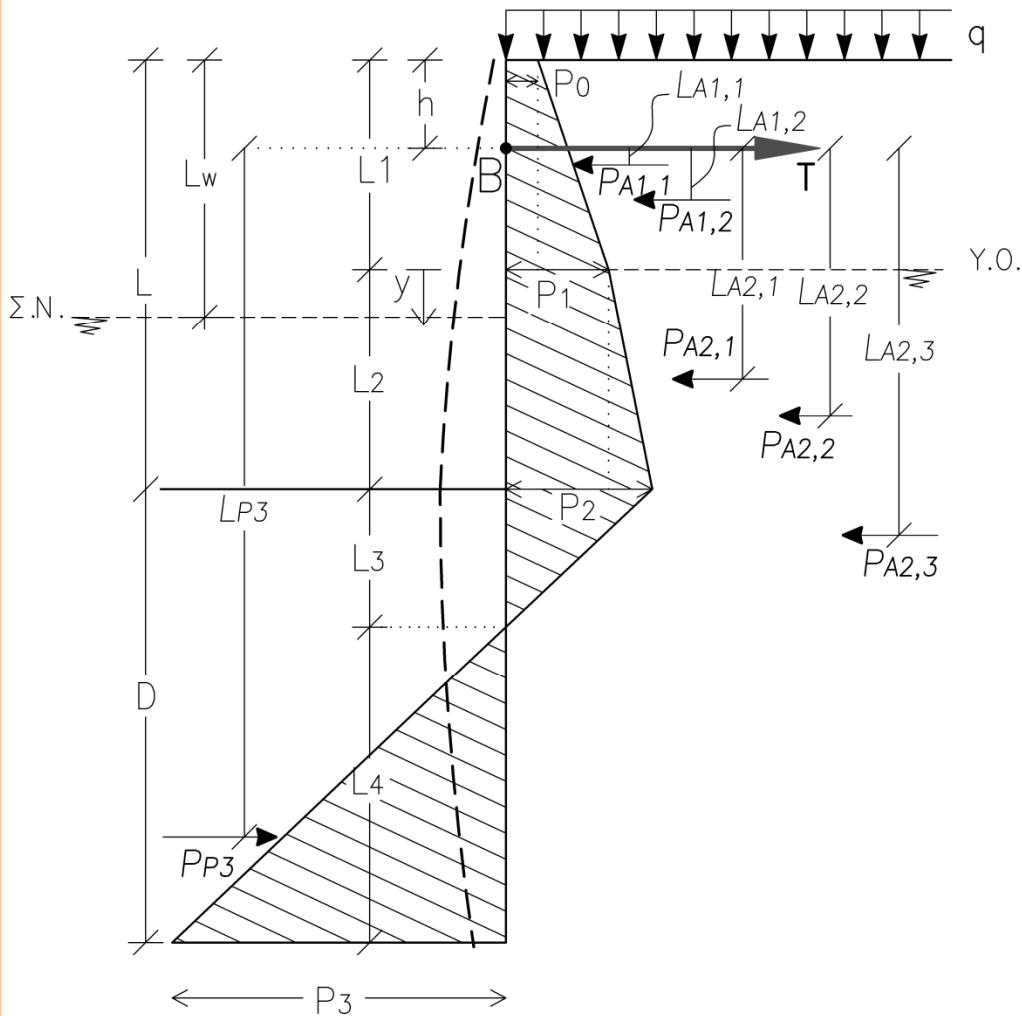
$$q = 30 \text{ kPa}$$

$$h = 1.50 \text{ m}$$



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση, επιφανειακό φορτίο και δ.σ | άσκηση

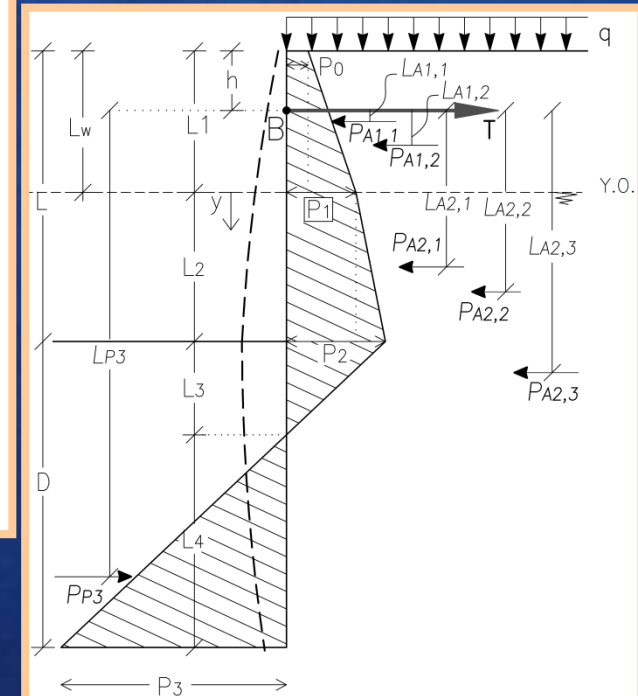


Υδροστατικές
Ωθήσεις

Παραδοχή ροής

Παραδοχή μηδενικής
ροής

P_w



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση, επιφανειακό φορτίο και δ.σ | άσκηση

$$\begin{aligned}
 P_0 &= k_a \sigma_v &= k_a q &= 9.3 \\
 P_1 &= k_a \sigma_v &= k_a (q + L_1 \gamma) &= 20.46 \\
 P_2 &= k_a \sigma_v &= k_a (q + L_1 \gamma + L_2 \gamma') &= 35.19 \\
 P_3 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4 &= (k_p - k_a) \gamma' L_4 &= 78.2 \\
 P_w &= 10 (L_w - L_1) &= &= 20.0 \\
 L_3 &= P_2 / ((k_p - k_a) \gamma') &= &= 1.26 \\
 L_4 &= &= &= 2.80
 \end{aligned}$$

Δεδομένα:

$$\begin{aligned}
 \gamma &= 18 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\
 \gamma_{\text{sat}} &= 19.5 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\
 k_a &= 0.31 \\
 k_p &= 3.25 \\
 L &= 7.0 \text{ (m)} \\
 L_1 &= 2.0 \text{ (m)} \\
 L_w &= 2.0 \text{ (m)} > 4.0 \\
 q &= 30 \text{ kPa} \\
 h &= 1.50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

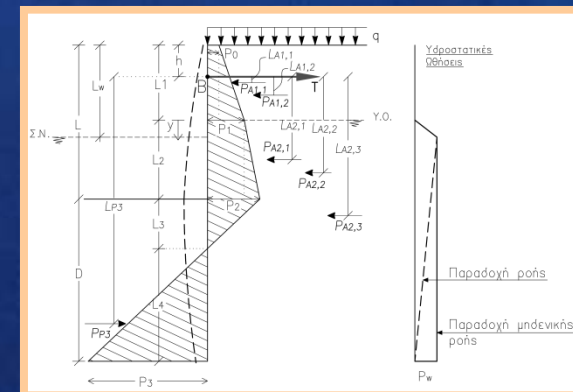
$$\sum F_x = 0 \longrightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} + P_{A2,1} + P_{A2,2} + P_{A2,3} + P_{P3} + P_{w,1} + P_{w,2} - T = 0$$

$$\sum F_x = 0 \longrightarrow 18.6 + 11.2 + 102.3 + 36.8 + 22.2 - 109.5 + 20 + 70.6 = T \rightarrow T = 171.9$$

$$\sum M = 0 \longrightarrow M_{A1,1} + M_{A1,2} + M_{A2,1} + M_{A2,2} + M_{A2,3} + M_{P3} + M_{w,1} + M_{w,2} = 0$$

$$\sum M = 0 \longrightarrow 9.31 L_4^3 + 91.07 L_4^2 - 50.1 L_4 - 567.8 = 0 \rightarrow L_4 = 2.80$$

Δύναμη (kN/m)			*Μοχλοβραχίονας (m)			*Ροπή (kN.m/m)		
$P_{A1,1}$	$P_0 L_1$	18.6	$L_{A1,1}$	$L_1 / 2 - h$	-0.5	$M_{A1,1}$	$P_{A1,1} L_{A1,1}$	-9.3
$P_{A1,2}$	$(P_1 - P_0) L_1 / 2$	11.2	$L_{A1,2}$	$2/3 L_1 - h$	-0.17	$M_{A1,1}$	$P_{A1,2} L_{A1,2}$	-1.9
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	102.3	$L_{A2,1}$	$L_2 / 2 + L_1 - h$	3.0	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$	306.9
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	36.8	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$	3.83	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$	140.9
$P_{A2,3}$	$P_2 L_3 / 2$	22.2	$L_{A2,3}$	$L_3 / 3 + L_2 + L_1 - h$	5.92	$M_{A2,3}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$	131.2
P_{P3}	$P_3 L_4 / 2$	109.5	L_{P3}	$2/3 L_4 + L_3 + L_1 + L_2 - h$	8.63	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$	-947.8
$P_{w,1}$	$P_w (L_w - L_1) / 2$	20	$L_{w,1}$	$2/3 (L_w - L_1) + L_1 - h$	1.83	$M_{w,1}$	$P_{w,1} L_{w,1}$	36.7
$P_{w,2}$	$P_w (L_4 + L_3 + L - L_w) / 2$	70.6	$L_{w,2}$	$1/3 (L_4 + L_3 + L - L_w) + L_w - h$	4.85	$M_{w,2}$	$P_{w,2} L_{w,2}$	342.9



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

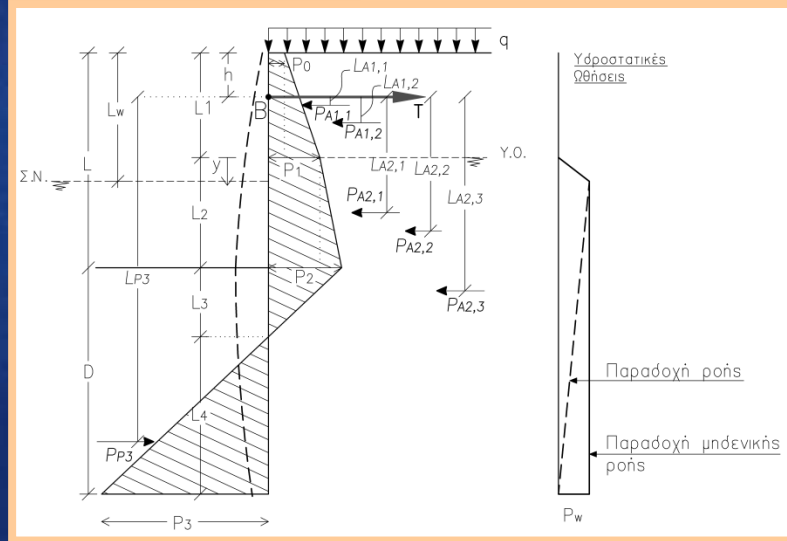
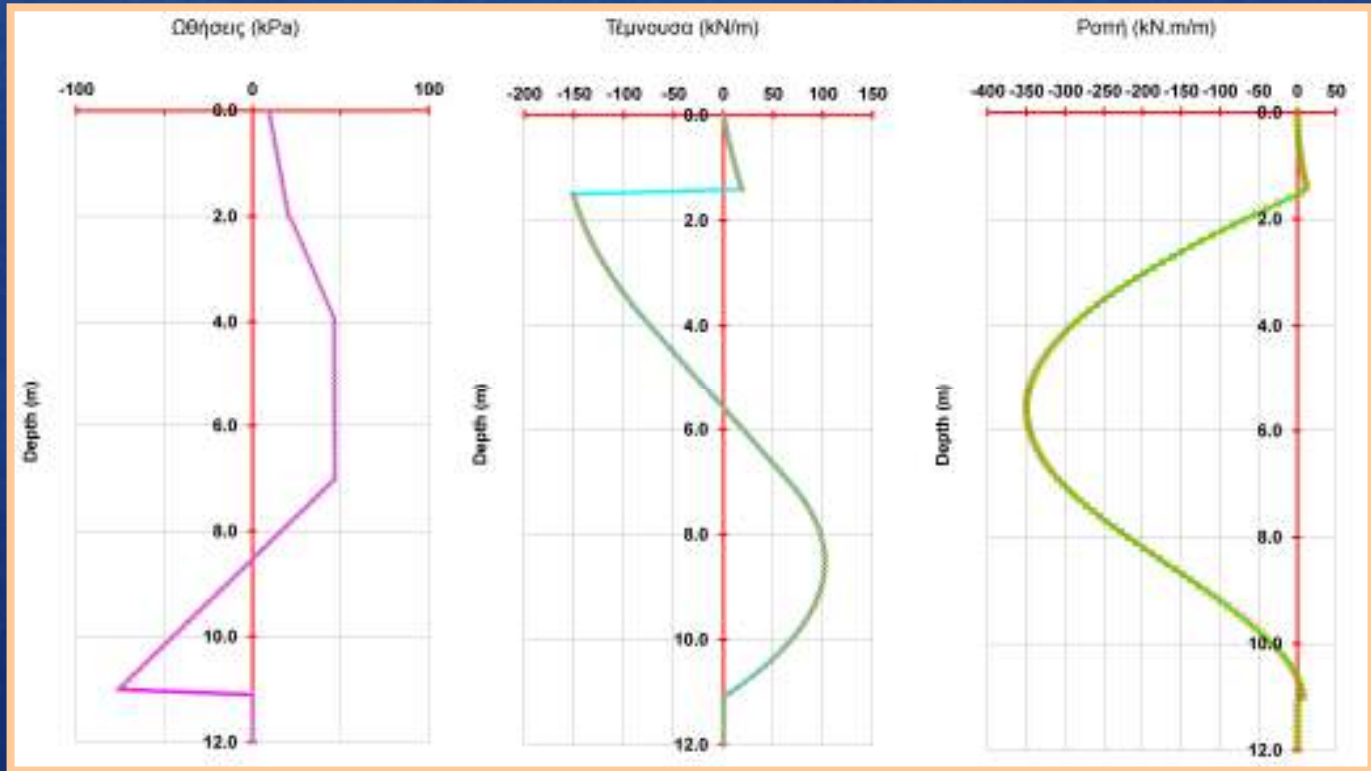
σε αμμώδες έδαφος με αγκύρωση, επιφανειακό φορτίο και δ.σ | άσκηση

$$\int F_x(y) = 0 \longrightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} + P_{w,1} + P_w^2 \frac{(y - L_w + L_1)^2}{2(L_4 + L_3 + L - L_w)} + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y^2}{2 L_2} - T = 0$$

$$\int F_x(y) = 0 \longrightarrow y = 3.57$$

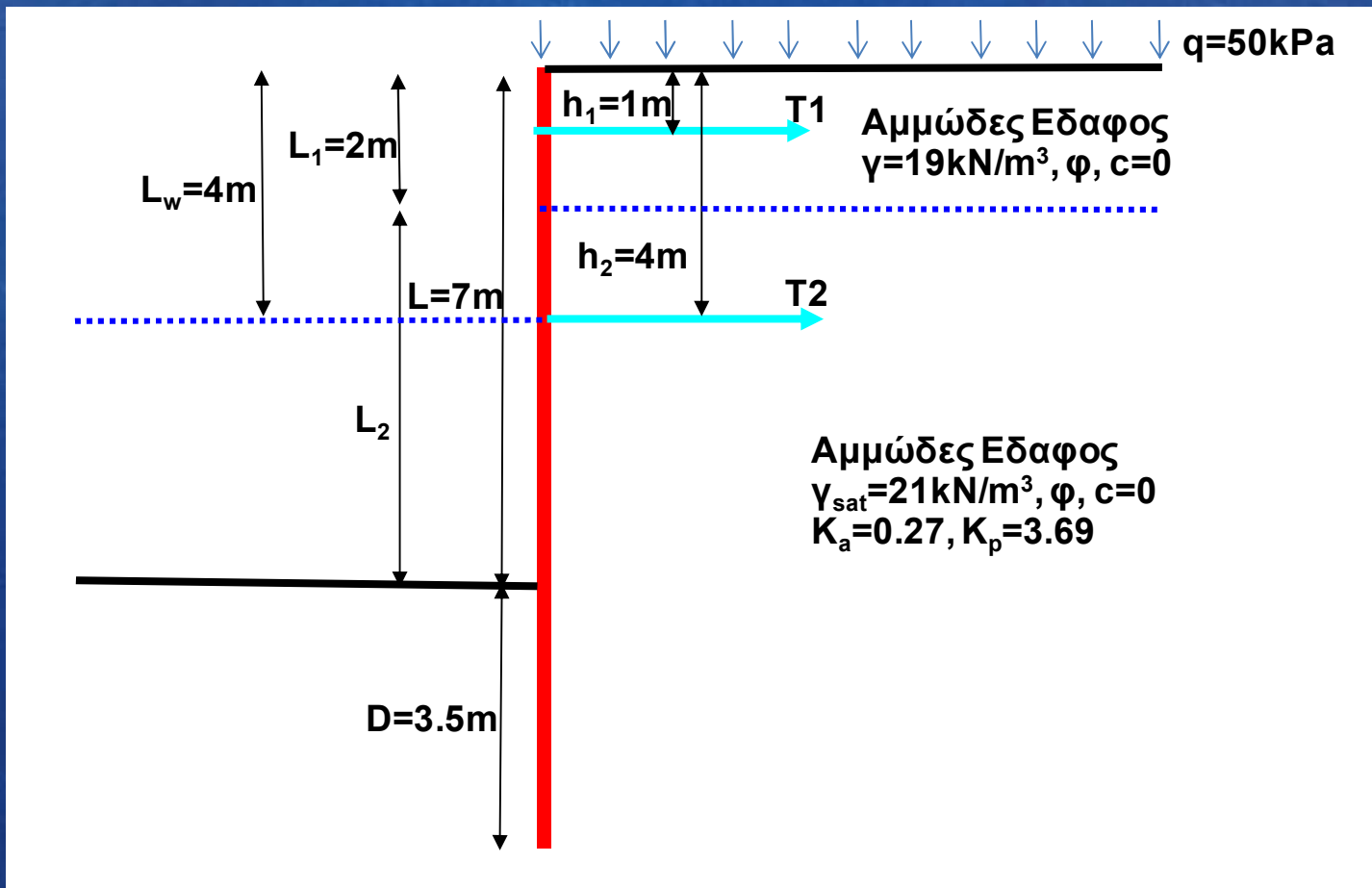
y : το βάθος από τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα, ισχύει για θέση κάτω του L_w

- Δεδομένα:**
- $\gamma = 18 \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 - $\gamma_{\text{sat}} = 19.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$
 - $k_a = 0.31$
 - $k_n = 3.25$
 - $L = 7.0 \text{ (m)}$
 - $L_1 = 2.0 \text{ (m)}$
 - $L_w = 2.0 \text{ (m)} > 4.0$
 - $q = 30 \text{ kPa}$
 - $h = 1.50 \text{ m}$



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με 2 αγκυρώσεις, επιφανειακό φορτίο και δ.σ. | άσκηση



Να προσδιορισθούν:

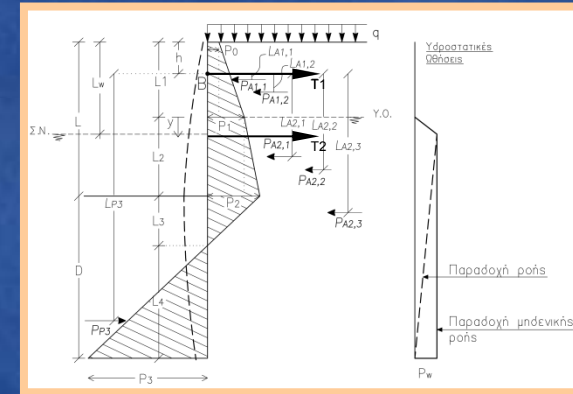
- 1) Οι δυνάμεις των 2 αντηρίδων
- 2) Η μέγιστη καμπτική ροπή
- 3) Η απαιτούμενη ροπή αντίστασης πασσαλοσανίδας για θεώρηση Σ.Α. 1.4

Υπόθεση πλήρους αποκατάστασης ροής

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με 2 αγκυρώσεις, επιφανειακό φορτίο και δ.σ. | άσκηση

$$\begin{aligned}
 P_0 &= k_a \sigma_v &= k_a q &= 13.50 \text{ kPa} \\
 P_1 &= k_a \sigma_v &= k_a (q + L_1 \gamma) &= 23.76 \text{ kPa} \\
 P_2 &= k_a \sigma_v &= k_a (q + L_1 \gamma + L_2 \gamma') &= 38.61 \text{ kPa} \\
 P_3 &= \sigma_{p,l} - \sigma_{a,r} &= k_p \gamma' D - k_a (q + \gamma L_1 + \gamma' L_2 + \gamma' D) &= 93.06 \text{ kPa} \\
 & &= (k_p - k_a) \gamma' D - P_2 &= 20.0 \text{ kPa} \\
 P_w &= 10 (L_w - L_1) &= &= 2.47 \text{ m} \\
 L_4 &= P_3 / ((k_p - k_a) \gamma') &= &= 1.03 \text{ m} \\
 L_3 &= D - L_4 &= &=
 \end{aligned}$$



Δύναμη (kN/m)			*Μοχλοβραχίονας (m)			*Ροπή (kN.m/m)		
$P_{A1,1}$	$P_0 L_1$	27	$L_{A1,1}$	$L_1 / 2 - h_1$	0	$M_{A1,1}$	$P_{A1,1} L_{A1,1}$	0
$P_{A1,2}$	$(P_1 - P_0) L_1 / 2$	10.26	$L_{A1,2}$	$2/3 L_1 - h_1$	0.33	$M_{A1,1}$	$P_{A1,2} L_{A1,2}$	3.39
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	118.8	$L_{A2,1}$	$L_2 / 2 + L_1 - h_1$	3.5	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$	415.8
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	37.13	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h_1$	4.33	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$	160.77
$P_{A2,3}$	$P_2 L_3 / 2$	19.88	$L_{A2,3}$	$L_3 / 3 + L_2 + L_1 - h_1$	6.34	$M_{A2,3}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$	126.04
P_{P3}	$P_3 L_4 / 2$	114.93	L_{P3}	$2/3 L_4 + L_3 + L_1 + L_2 - h_1$	8.68	M_{P3}	$P_{P3} L_{P3}$	997.59
$P_{w,1}$	$P_w (L_w - L_1) / 2$	20	$L_{w,1}$	$2/3 (L_w - L_1) + L_1 - h_1$	2.33	$M_{w,1}$	$P_{w,1} L_{w,1}$	46.6
$P_{w,2}$	$P_w (L_4 + L_3 + L - L_w) / 2$	65	$L_{w,2}$	$1/3 (L_4 + L_3 + L - L_w) + L_w - h_1$	5.17	$M_{w,2}$	$P_{w,2} L_{w,2}$	336.05

* Ροπές ως προς T1

$$\sum M_{T1} = 0 \longrightarrow M_{A1,1} + M_{A1,2} + M_{A2,1} + M_{A2,2} + M_{A2,3} - M_{P3} + M_{w,1} + M_{w,2} - T_2 (h_2 - h_1) = 0$$

$$\rightarrow T_2 = 30.35 \text{ kN/m}$$

$$\sum F_x = 0 \longrightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} + P_{A2,1} + P_{A2,2} + P_{A2,3} - P_{P3} + P_{w,1} + P_{w,2} - T_1 - T_2 = 0$$

$$\rightarrow T_1 = 152.79 \text{ kN/m}$$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

σε αμμώδες έδαφος με 2 αγκυρώσεις, επιφανειακό φορτίο και δ.σ. | άσκηση

Σημείο μηδενισμού της τέμνουσας για υπολογισμό της M_{max} :

$$\int F_x(y) = 0 \Rightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} - T_1 - T_2 + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y}{L_2} \frac{y}{2} + P_{w1} + P_{wy} [y - (L_w - L_1)] + \frac{1}{2} (P_w - P_{wy}) (y - L_w + L_1) = 0$$

(υπόθεση: $y > L_w - L_1$)

$$M_{max} = P_{A1,1} \left(\frac{L_1}{2} + y \right) + P_{A1,2} \left(\frac{L_1}{3} + y \right) + P_1 \frac{y^2}{2} + \frac{(P_2 - P_1)y}{L_2} \cdot \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{3} - T_1 (y + L_1 - h_1) - T_2 (y + L_1 - h_2) + P_{w,1} \left(y - 2 \frac{L_w - L_1}{3} \right) + P_{wy} \frac{(y + L_1 - L_w)^2}{2} + \frac{(P_w - P_{wy})(y - L_w + L_1)}{2} \frac{2(y + L_1 - L_w)}{3}$$

όπου $P_{wy} = P_w \frac{D + L_2 - y}{D + L - L_w}$

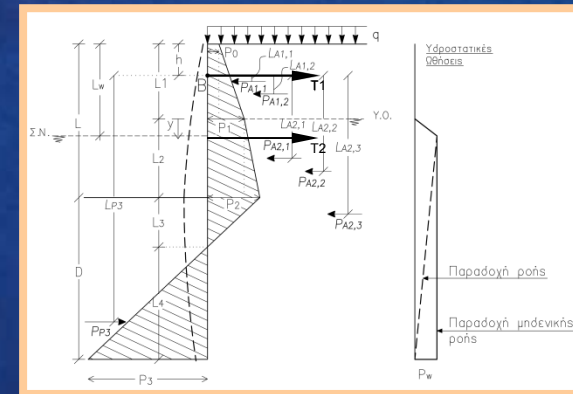
$y = 3.45 \text{ m}$

$M_{max} = 338 \text{ kN.m/m}$

$W_{req} = \frac{M_{max}}{\sigma_{επ}} \cdot F \rightarrow W_{req} = 2939 \text{ cm}^3/\text{m}$

όπου F : ο επιθυμητός συντελεστής ασφάλειας και

$\sigma_{επ}$: η επιτρεπόμενη τάση του χάλυβα



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1

Δράση	Συμβολισμός	Ομάδα	
		A1	A2
Μόνιμη	Δυσμενής	1.35	1.0
	Ευνοϊκή	1.0	1.0
Μεταβλητή	Δυσμενής	1.5	1.3
	Ευνοϊκή	0	0

Πίνακας 10.5. Μερικοί συντελεστές φορτίσεων και αντιδράσεων, γ_G , και γ_Q , κατά Ευρωκώδικα EN 1997-1

Εδαφική παράμετρος	Συμβολισμός	Ομάδα	
		M1	M2
Γωνία διατμητικής αντοχής*	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Ενεργός συνοχή	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Αστράγγιστη διατμητική αντοχή	γ_{cu}	1.0	1.4
Αντοχή ανεμπόδιστης θλίψης	γ_{qu}	1.0	1.4
Ειδικό βάρος	γ_γ	1.0	1.0

*Ο συντελεστής εφαρμόζεται στην τιμή της $\tan \varphi'$

Πίνακας 10.6. Μερικοί συντελεστές εδαφικών παραμέτρων, γ_M , κατά Ευρωκώδικα EN 1997-1

*δράσεων (A: γ_F, γ_E)
αντιστάσεων (R: $\gamma_R, \gamma_{sR}, \gamma_{pr}$)
εδαφικών παραμέτρων (M: γ_M)*

$$F_{u,d} = \gamma_G F_{k,G} + \gamma_Q F_{k,Q}$$

$$E_{u,d} = \gamma_G E_{k,G} + \gamma_Q E_{k,Q}$$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1

Αντίσταση	Συμβολισμός	Ομάδα		
		R1	R2	R3
Φέρουσας Ικανότητας	$\gamma_{R,v}$	1.0	1.4	1.0
Ολίσθησης	$\gamma_{R,h}$	1.0	1.1	1.0
Ωθήσεων εδάφους	$\gamma_{R,e}$	1.0	1.4	1.0

Πίνακας 10.7. Μερικοί συντελεστές αντίστασης, γ_R , για έργα αντιστήριξης κατά Ευρωκώδικα EN 1997-1

Αντίσταση	Συμβολισμός	Ομάδα			
		R1	R2	R3	R4
Προσωρινή	$\gamma_{a,t}$	1.1	1.1	1.0	1.1
Μόνιμη	$\gamma_{a,p}$	1.1	1.1	1.0	1.1

Πίνακας 10.8. Μερικοί συντελεστές αντίστασης, γ_a , για έργα αντιστήριξης με προεντεταμένες αγκυρώσεις κατά Ευρωκώδικα EN 1997-1

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1

Τρόπος ανάλυσης 1

Ο πρώτος τρόπος ανάλυσης περιλαμβάνει τους ακόλουθους δύο συνδυασμούς:

Συνδυασμός 1 : A1 + R1 + M1

Συνδυασμός 2 : A2 + R1 + M2

Συνδυασμός	Δράσεις			Εδαφικές παράμετροι			
	Μόνιμες		Μεταβλητές	$\tan \varphi'$	c'	c_u	q_u
	Δυσμενείς	Ευμενείς	Δυσμενείς				
1	1.35	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.40

Πίνακας 10.9. Μερικοί συντελεστές συνδυασμών του πρώτου τρόπου ανάλυσης

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1

Τρόπος ανάλυσης 2

Ο τρόπος ανάλυσης 2 έχει τον ακόλουθο βασικό συνδυασμό:

Συνδυασμός : A1 + R2 + M1

Μερικοί συντελεστές δράσεων	LC 1	LC 2	LC 3
Μόνιμες δράσεις (και υδροστατικές)	1.35	1.20	1.00
Ωθήσεις ηρεμίας λόγω μόνιμων φορτίων	1.20	1.10	1.00
Δυσμενείς μεταβλητές δράσεις	1.50	1.30	1.00
Μερικοί συντελεστές αντιστάσεων			
Παθητικές ωθήσεις	1.40	1.30	1.20
Φέρουσα ικανότητα αγκυρώσεων	1.10	1.10	1.10

Πίνακας 10.10. Μερικοί συντελεστές συνδυασμών του δεύτερου τρόπου ανάλυσης

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1

Τρόπος ανάλυσης 3

Ο τρόπος ανάλυσης 3 έχει τον ακόλουθο βασικό συνδυασμό:

$$\text{Συνδυασμός : A1 + R1 + M2}$$

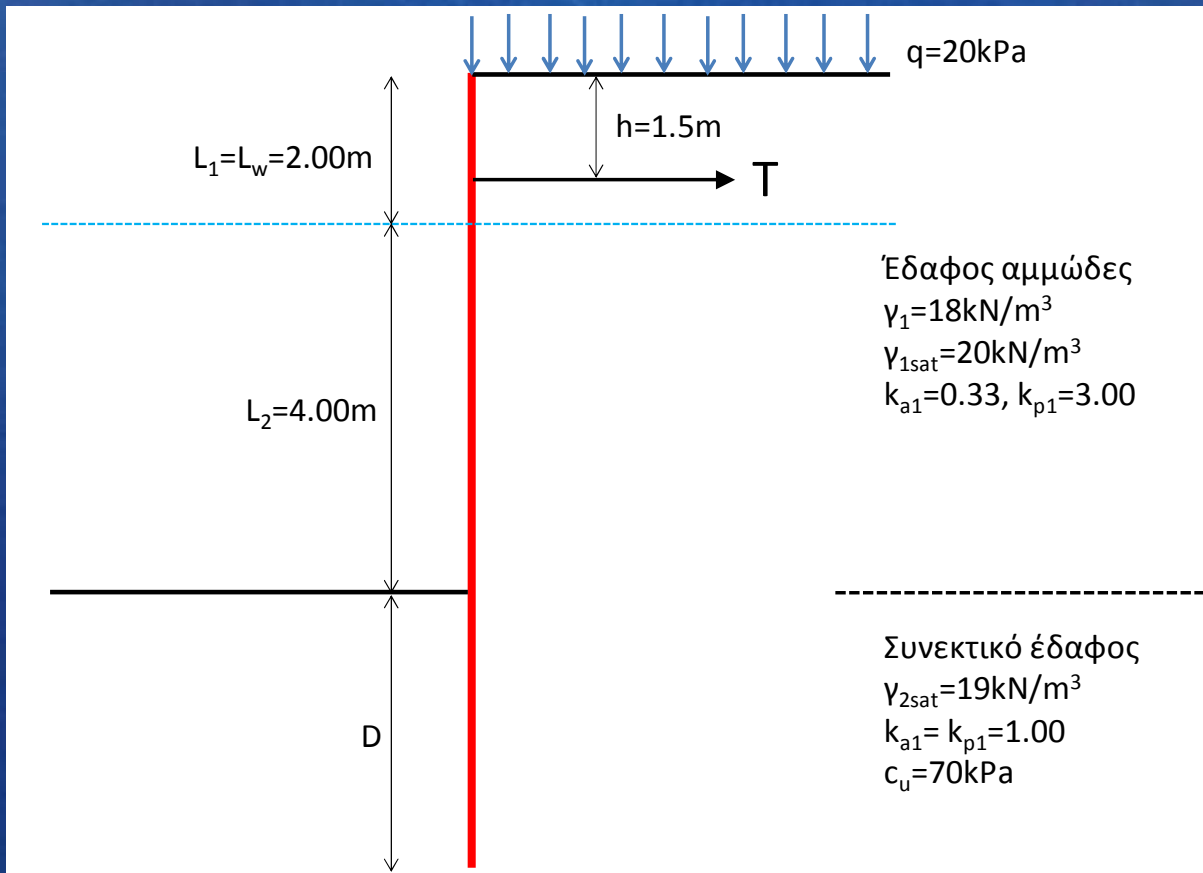
Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα EN 1990, στα κινητά φορτία που δρουν ταυτόχρονα επιβάλλονται μειωτικοί συντελεστές (συντελεστές ψ). Για γεωτεχνικά έργα εντούτοις ο κώδικας EN 1997 δεν προτείνει συντελεστές. Στον Πίνακα 10.11 δίνεται ο βασικός συνδυασμός του τρόπου ανάλυσης 3.

Συνδυασμός	Δράσεις ή επιπτώσεις δράσεων			Εδαφικές παράμετροι			
	Μόνιμες		Μεταβλητές	$\tan \varphi'$	c'	c_u	q_u
	Δυσμενείς	Ευμενείς	Δυσμενείς				
1	1.35	1.00	1.50	1.25	1.25	1.40	1.40

Πίνακας 10.11. Μερικοί συντελεστές κατά το βασικό συνδυασμό του τρίτου τρόπου ανάλυσης

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1 | άσκηση



Να προσδιορισθούν εφαρμόζοντας τις διατάξεις του Ευρωκώδικα για την Ελληνική επικράτεια:

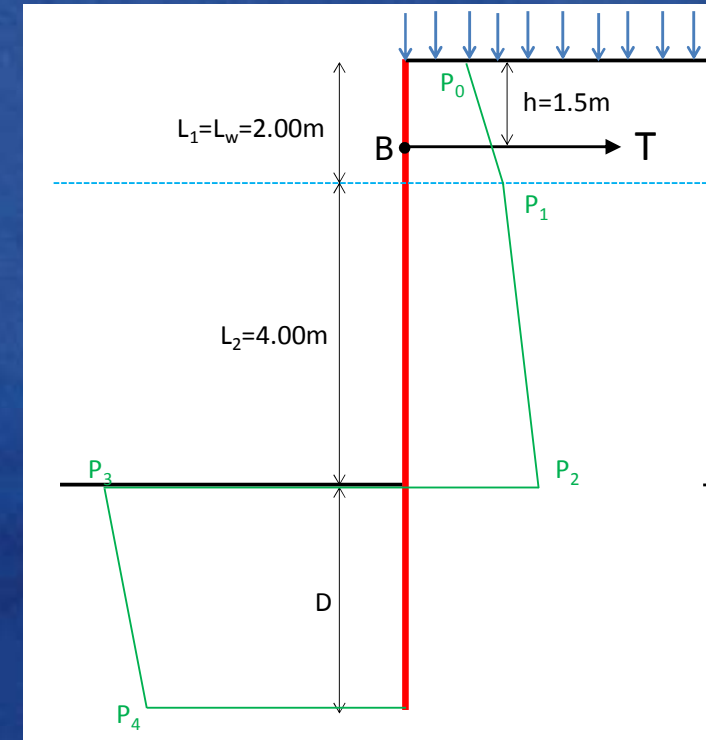
- 1) Το απαιτούμενο μήκος έμπηξης
- 2) Η απαιτούμενη δύναμη αγκύρωσης
- 3) Η μέγιστη καμπτική ροπή
- 4) Η μέγιστη απόσταση τοποθέτησης κατακόρυφων στοιχείων ΗΕΒ240 με διαθέσιμη ροπή αντίστασης $W_{\delta\text{ιαθ}}=938\text{ cm}^3$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1 | άσκηση

$$\begin{aligned}
 P_0 &= k_{a1} \sigma_v &= k_{a1} (q \gamma_Q) &= 9.90 \text{ kPa} \\
 P_1 &= k_{a1} \sigma_v &= k_{a1} (q \gamma_Q + L_1 \gamma_1 \gamma_G) &= 25.94 \text{ kPa} \\
 P_2 &= k_{a1} \sigma_v &= P_1 + k_{a1} \gamma'_1 L_2 \gamma_G &= 43.76 \text{ kPa} \\
 P_3 &= \sigma_{pl} - \sigma_{ar} &= 4c - (\gamma_G L_1 \gamma_1 + \gamma_G L_2 \gamma'_1 + \gamma_Q q) &= 147.4 \text{ kPa} \\
 P_4 &= \sigma_{pl} - \sigma_{ar} &= 2c + \gamma'_2 D k_{p2}/\gamma_R - (\gamma_G L_1 \gamma_1 + \gamma_G L_2 \gamma'_1 + \gamma_G D \gamma'_2 + \gamma_Q q - 2c) &= 147.4 - 5.73D = \\
 & & &= \mathbf{144.25 \text{ kPa}}
 \end{aligned}$$

όπου γ_G, γ_Q οι μερικοί συντελεστές δράσεων και γ_R ο μερικός συντελεστής αντιστάσεων σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα



Δύναμη (kN/m)			Μοχλοβραχίονας (m)			Ροπή (kN.m/m)		
$P_{A1,1}$	$P_0 L_1$	19.8	$L_{A1,1}$	$h - L_1 / 2$	0.5	$M_{A1,1}$	$P_{A1,1} L_{A1,1}$	9.9
$P_{A1,2}$	$(P_1 - P_0) L_1 / 2$	16.04	$L_{A1,2}$	$h - 2/3 L_1$	0.17	$M_{A1,1}$	$P_{A1,2} L_{A1,2}$	2.73
$P_{A2,1}$	$P_1 L_2$	103.76	$L_{A2,1}$	$L_2 / 2 + L_1 - h$	2.5	$M_{A2,1}$	$P_{A2,1} L_{A2,1}$	259.4
$P_{A2,2}$	$(P_2 - P_1) L_2 / 2$	35.64	$L_{A2,2}$	$2/3 L_2 + L_1 - h$	3.17	$M_{A2,2}$	$P_{A2,2} L_{A2,2}$	112.98
$P_{P3,1}$	$P_3 D$	81.07	$L_{P3,1}$	$D / 2 + L - h$		$M_{P3,1}$	$P_{A2,3} L_{A2,3}$	
$P_{P3,2}$	$(P_3 - P_4) D / 2$	0.87	$L_{P3,2}$	$D / 3 + L - h$		$M_{P3,2}$	$P_{P3} L_{P3}$	

$$\sum M_B = 0 \longrightarrow M_{A1,1} + M_{A1,2} + M_{A2,1} + M_{A2,2} - M_{P3,1} - M_{P3,2} = 0 \quad \rightarrow D = 0.55 \text{ m}$$

$$\sum F_x = 0 \longrightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} + P_{A2,1} + P_{A2,2} - P_{P3,1} - P_{P3,2} - T = 0 \quad \rightarrow T = 93.3 \text{ kN/m}$$

Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι

Διατάξεις Ευρωκώδικα EN 1997-1 | άσκηση

Σημείο μηδενισμού της τέμνουσας για υπολογισμό της M_{\max} :

$$\int F_x(y) = 0 \Rightarrow P_{A1,1} + P_{A1,2} - T + P_1 y + (P_2 - P_1) \frac{y}{L_2} \frac{y}{2} = 0$$

$$M_{\max} = P_{A1,1} \left(\frac{L_1}{2} + y \right) + P_{A2,1} \left(\frac{L_1}{3} + y \right) + P_1 \frac{y^2}{2} + \frac{(P_2 - P_1)y}{L_2} \cdot \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{3} - T(y + L_1 - h)$$

$$y = 1.90 \text{ m}$$

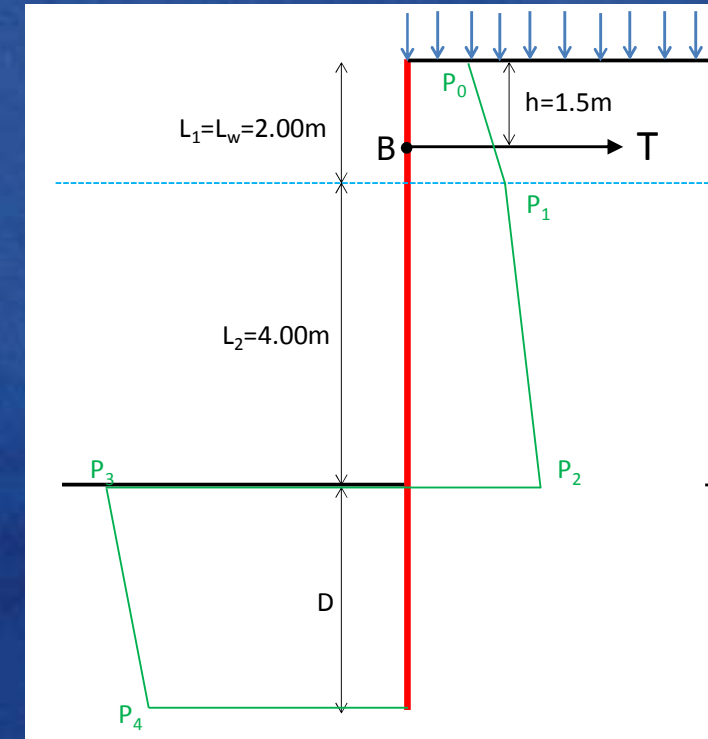
$$M_{\max} = 73.42 \text{ kN.m/m}$$

$$W_{req} = \frac{M_{\max}}{f_{yd}} \rightarrow W_{req} = 352 \text{ cm}^3/\text{m}$$

όπου f_{yd} : η επιτρεπόμενη τάση του χάλυβα κατά EN ($f_{yd} = 240\text{MPa}/1.15$)

$$W_{\delta\alpha\theta} = W_{\alpha\pi\alpha\iota\tau} \cdot s_{\max} \Rightarrow s_{\max} = 938/352 = 2.6\text{m}$$

όπου s_{\max} : η μέγιστη απόσταση τοποθέτησης κατακόρυφων στοιχείων αντιστήριξης



Αντιστηρίξεις | Διαφραγματικοί Τοίχοι



τέλος