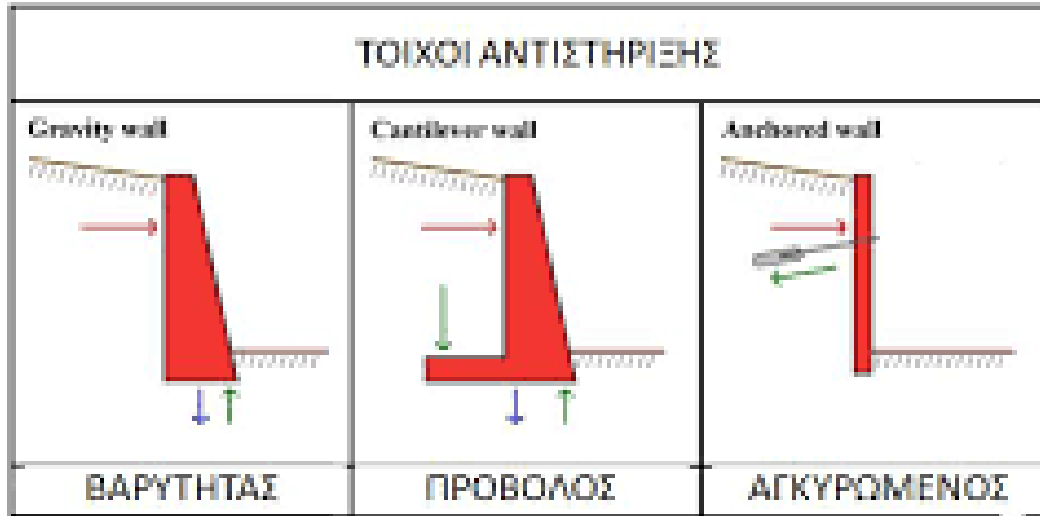


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ-- ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ

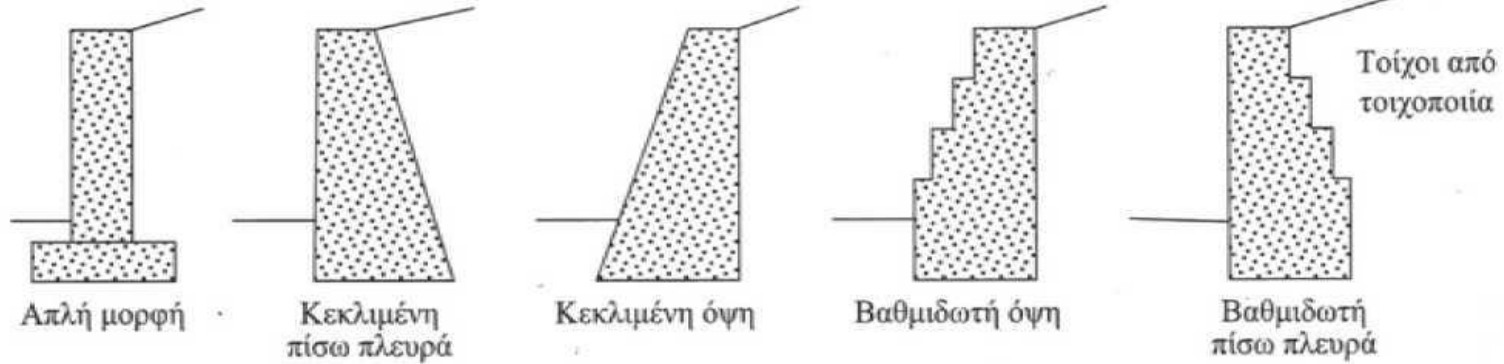
11^η ΔΙΑΛΕΞΗ –

ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ- ΕΦΑΡΜΟΓΗ

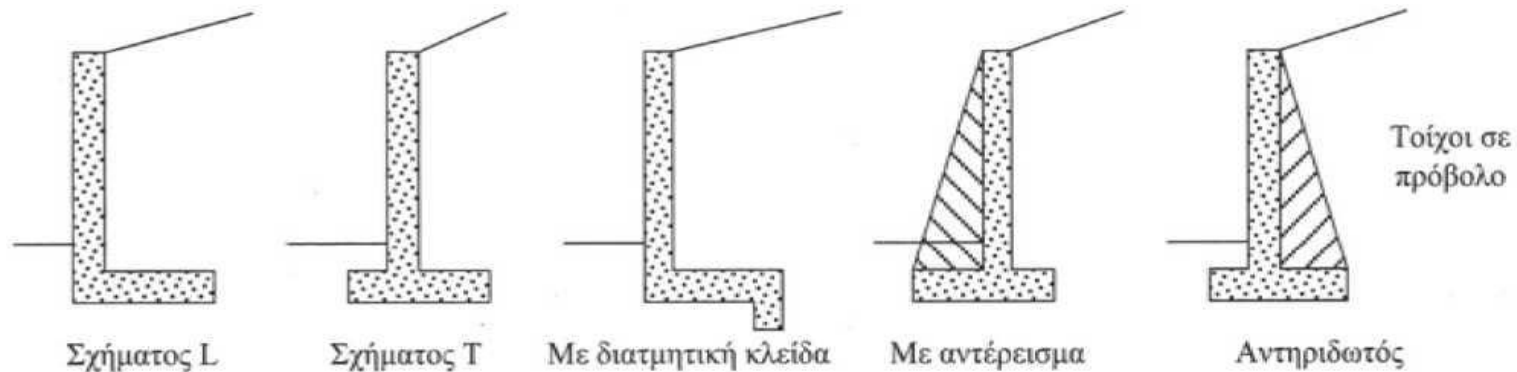
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2021

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Τυπικές κατασκευές αντιστήριξης

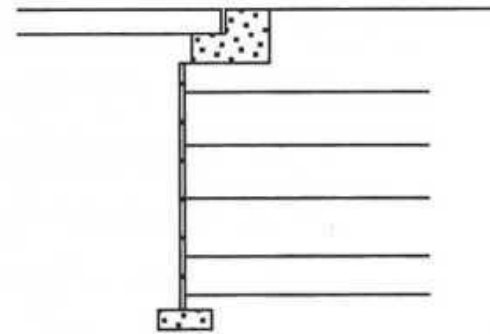
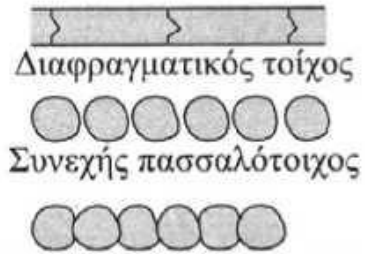
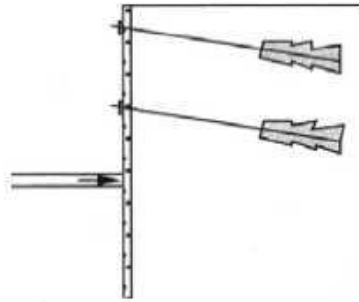


ΤΟΙΧΟΙ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ



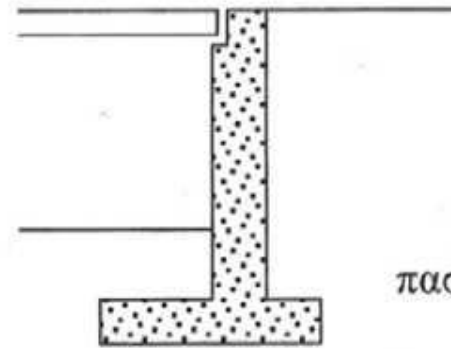
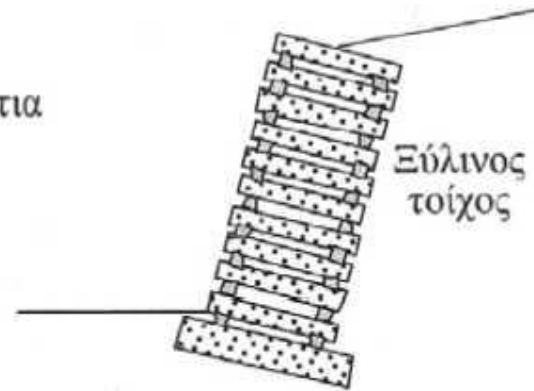
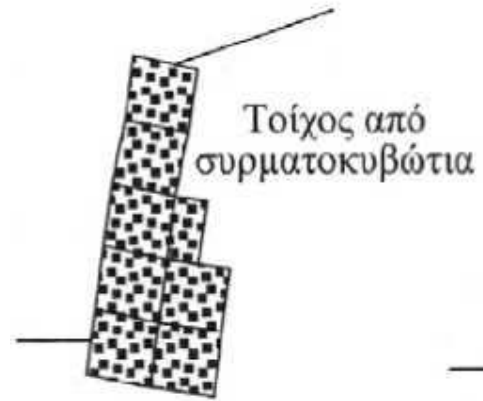
ΤΟΙΧΟΙ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

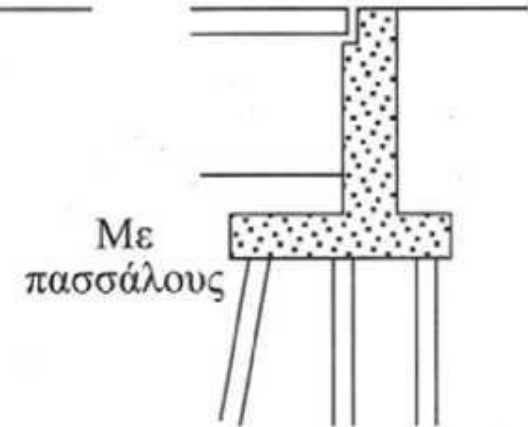


Οπλισμένο έδαφος

Βάθρα γεφυρών

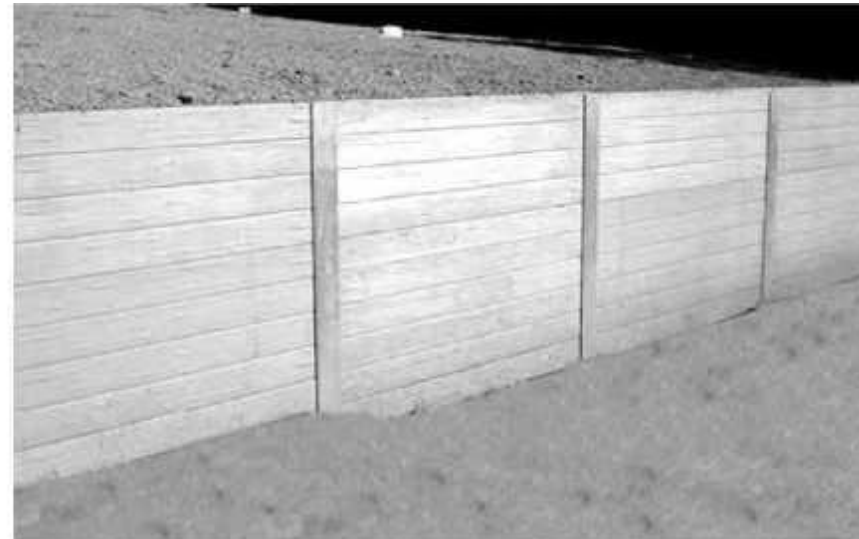


Σχήματος T



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Τυπικές κατασκευές αντιστήριξης



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Κατασκευή τοίχου οπλισμένου σκυροδέματος



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

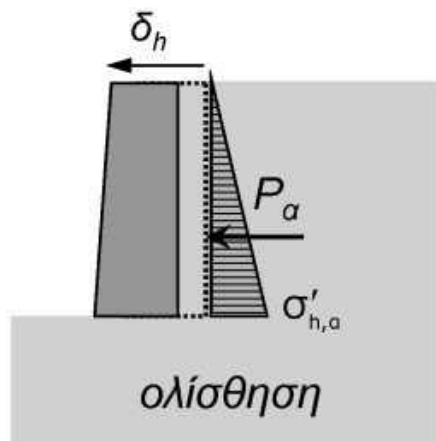
❖ Ανάπτυξη εδαφικών ωθήσεων

- Το ίδιο βάρος του εδάφους έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη κατακόρυφων γεωστατικών τάσεων οι οποίες αυξάνονται με το βάθος.
- Αν αφαιρεθεί η επιρροή της πίεσης του νερού των πόρων u_w , η ενεργός κατακόρυφη τάση συμβολίζεται κατά τα γνωστά ως σ'_v
- Η οριζόντια γεωστατική ενεργός τάση μπορεί να υπολογιστεί από την σ'_v και έναν συντελεστή K και συμβολίζεται ως σ'_m
- Η συνισταμένη των οριζόντιων εδαφικών τάσεων ονομάζεται εδαφική ώθηση και έχει μεγάλο ενδιαφέρον στην μελέτη έργων αντιστήριξης (συγκράτησης εδαφικών πρανών ή μαζών).
- Η τιμή των πλευρικών ωθήσεων δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται μεταξύ μιας μέγιστης και μιας ελάχιστης τιμής, ανάλογα με την σχετική μετακίνηση του έργου αντιστήριξης

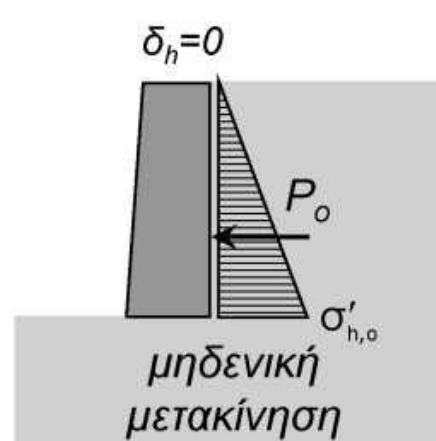
ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Μορφές κατάστασης τοίχων

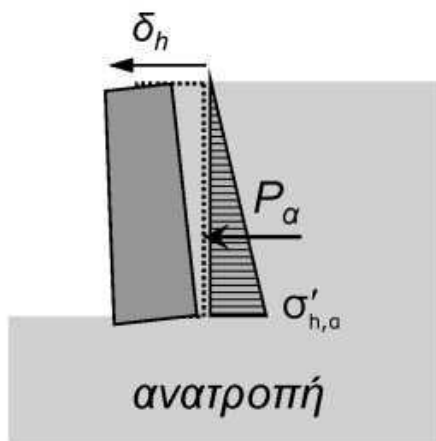
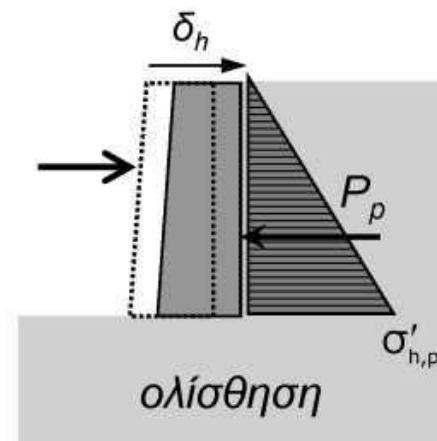
Ενεργητική κατάσταση



Κατάσταση ηρεμίας



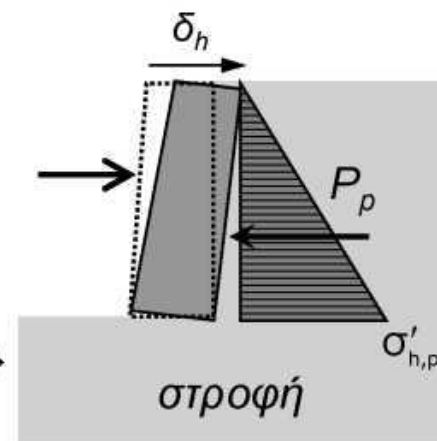
Παθητική κατάσταση



Ωθήσεις ηρεμίας P_o

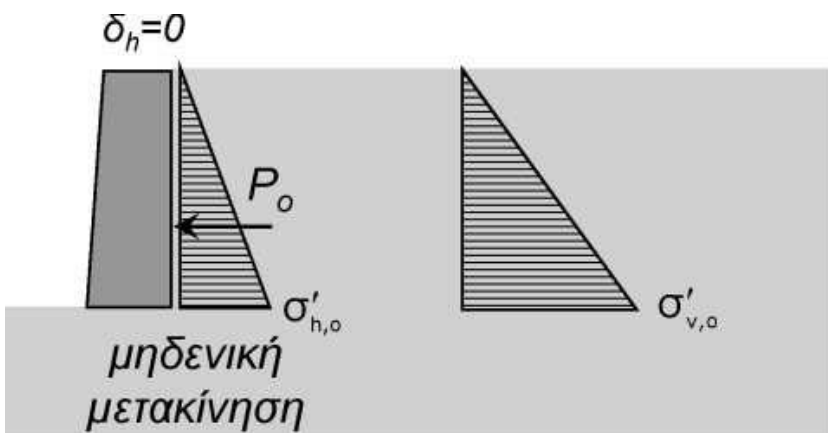
Ενεργητικές ωθήσεις P_α
(ελάχιστη τιμή πλευρικών τάσεων εδάφους)

Παθητικές ωθήσεις P_p
(μέγιστη τιμή πλευρικών τάσεων εδάφους)



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Κατάσταση ηρεμίας

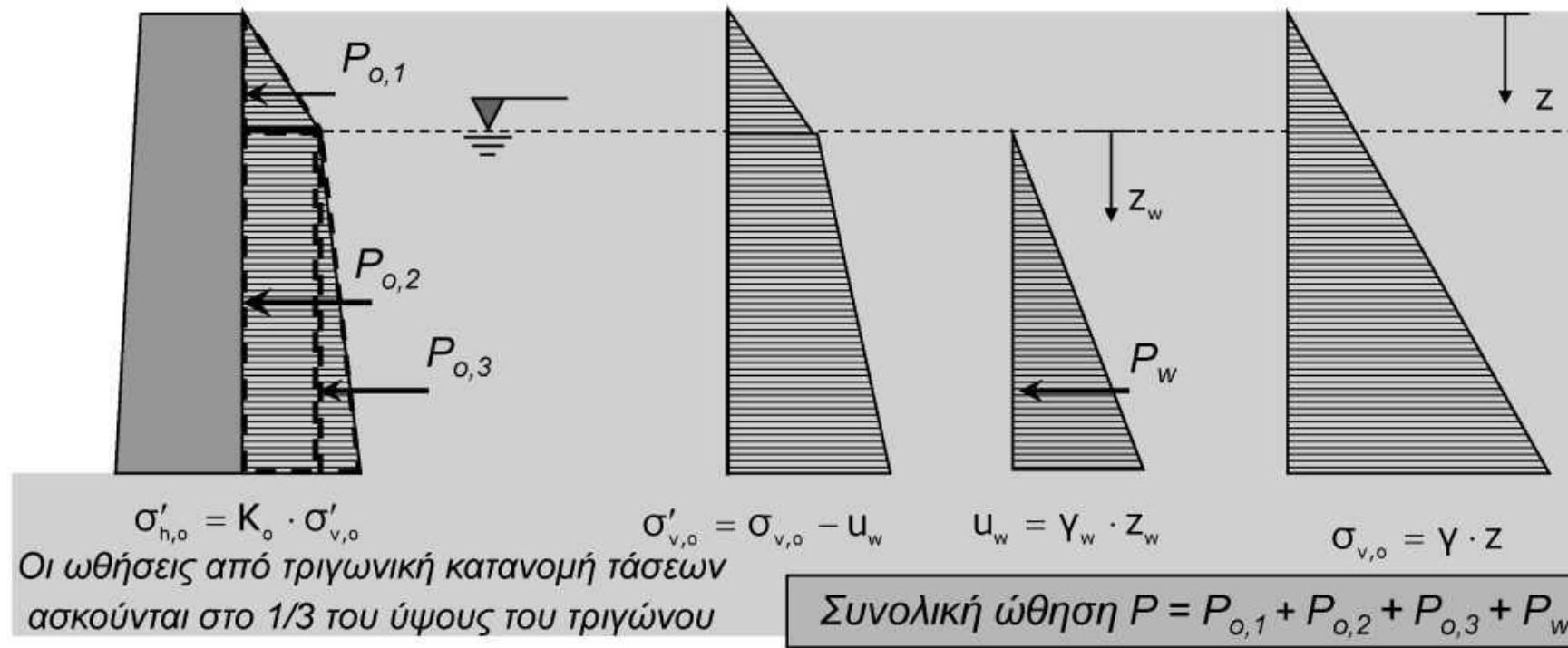


- Ο προσδιορισμός των εδαφικών ωθήσεων σε κατάσταση ηρεμίας (μηδενική μετακίνηση εδάφους-τοίχου) γίνεται ως εξής:
- 1) Υπολογίζονται οι κατακόρυφες ενεργές τάσεις στο έδαφος σ'_v
- 2) Προσδιορίζεται ο συντελεστής ωθήσεων σε ηρεμία K_o
- 3) Υπολογίζονται οι οριζόντιες εδαφικές τάσεις στο έδαφος σ'_h από τη σχέση:
 - $\sigma'_h = K_o \cdot \sigma'_v$
 - $K_o = \nu / (1 - \nu)$ για ισότροπο γραμμικά ελαστικό έδαφος (συνήθως δεν ισχύει)
 - $K_o = 1 - \sin \phi$ για κανονικά στερεοποιημένες άμμους-αργίλους (Jaky, 1944)
 - $K_o = (1 - \sin \phi) \cdot OCR^{0.5}$ για υπερστερεοποιημένα εδάφη (EC7, έδαφος δίχως κλίση)
- 4) Η συνισταμένη των οριζόντιων εδαφικών τάσεων δίνει την ώθηση ηρεμίας P_o

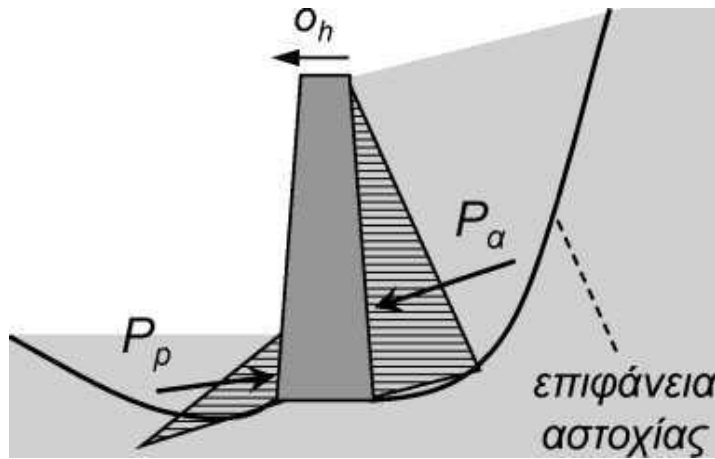
ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

□ Υπολογισμός ωθήσεων σε κατάσταση ηρεμίας

- Σε περίπτωση που υπάρχει υπόγειος υδάτινος ορίζοντας, πέραν της ώθησης του εδάφους στον τοίχο ασκείται και η υδροστατική πίεση, σύμφωνα με το σχήμα:
- Κατάσταση ηρεμίας (μηδενική μετακίνηση τοίχου-εδάφους)



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ



- Υπολογισμός ενεργητικών και παθητικών ωθήσεων
- Ο προσδιορισμός των εδαφικών ωθήσεων σε κατάσταση αστοχίας (ενεργητικών ή παθητικών) δεν είναι εύκολη διαδικασία καθώς εμπλέκεται σημαντικός αριθμός παραμέτρων όπως:
- Η ύπαρξη τριβής μεταξύ τοίχου-εδάφους
- Η ύπαρξη κλίσης στην επιφάνεια του εδαφικού πρανούς
- Η πολυπλοκότητα της κατανομής των τάσεων στο έδαφος πίσω από τον τοίχο
- Η πραγματική επιφάνεια αστοχίας στο έδαφος δεν είναι ευθεία αλλά καμπύλη, και δεν είναι πάντα απλός ο προσδιορισμός της
- Στη συνέχεια του Κεφαλαίου θα παρουσιαστεί ο προσδιορισμός των εδαφικών ωθήσεων με τη μέθοδο του Rankine (1857) που θεωρεί λεία επιφάνεια τοίχου και μηδενική κλίση του εδαφικού πρανούς που αντιστηρίζεται.

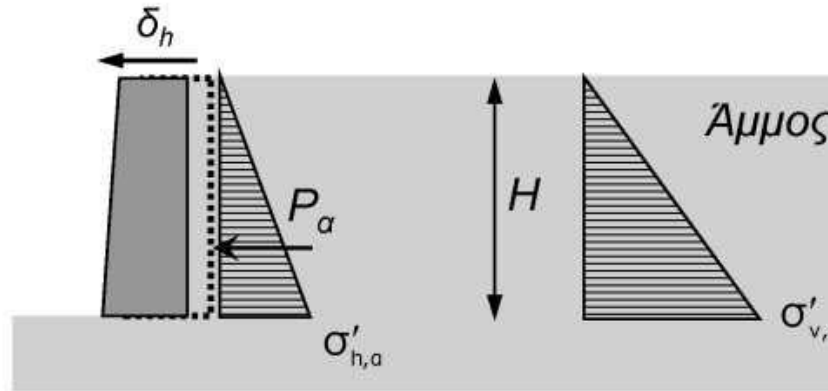
ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Αμμώδη εδάφη ($c=0$):

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad \text{Συντελεστής ενεργητικών ωθήσεων}$$

$$\sigma'_{h,a} = K_a \cdot \sigma'_{v,o}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \sigma'_{h,a} \cdot H \quad \text{Υπολογίζεται ανάλογα με τη μορφή των } \sigma'_h \text{ κάθε φορά}$$

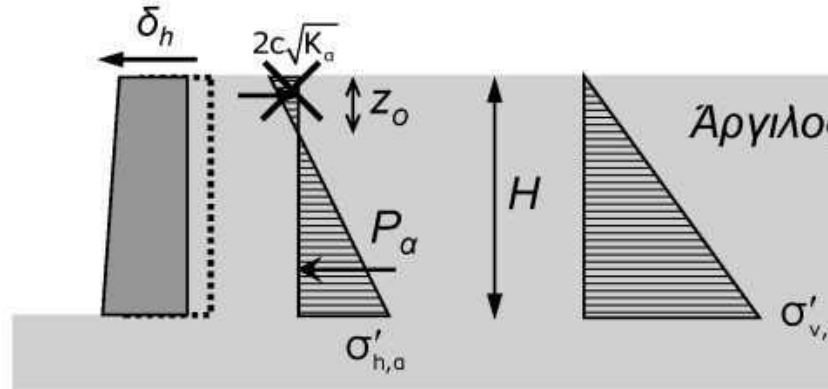


Αργιλικά εδάφη ($c \neq 0$):

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad \text{Συντελεστής ενεργητικών ωθήσεων}$$

$$\sigma'_{h,a} = K_a \cdot \sigma'_{v,o} - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \sigma'_{h,a} \cdot (H - z_o) \quad \text{Υπολογίζεται ανάλογα με τη μορφή των } \sigma'_h \text{ κάθε φορά}$$



- Υπολογισμός ενεργητικών ωθήσεων
- Ο προσδιορισμός των ενεργητικών εδαφικών ωθήσεων κατά Rankine συμβαίνει τη στιγμή που ο τοίχος κινείται προς την εκσκαφή και το έδαφος πίσω από τον τοίχο αστοχεί, άρα αναπτύσσεται η ελάχιστη οριζόντια τάση.

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Αμμώδη εδάφη ($c=0$):

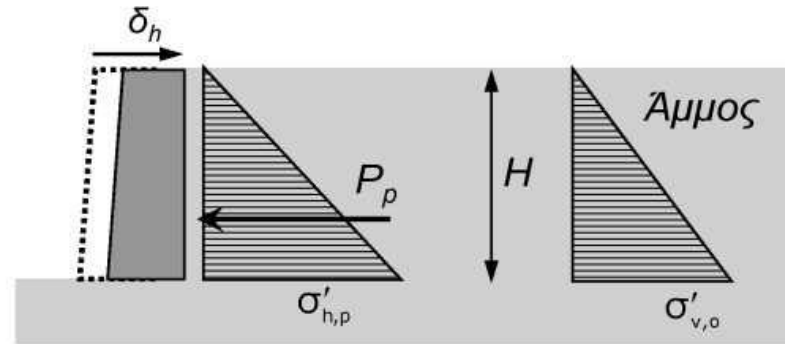
$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Συντελεστής
παθητικών ωθήσεων

$$\sigma'_{h,p} = K_p \cdot \sigma'_{v,o}$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot \sigma'_{h,p} \cdot H$$

Υπολογίζεται ανάλογα με τη
μορφή των σ'_h κάθε φορά



Αργιλικά εδάφη ($c \neq 0$):

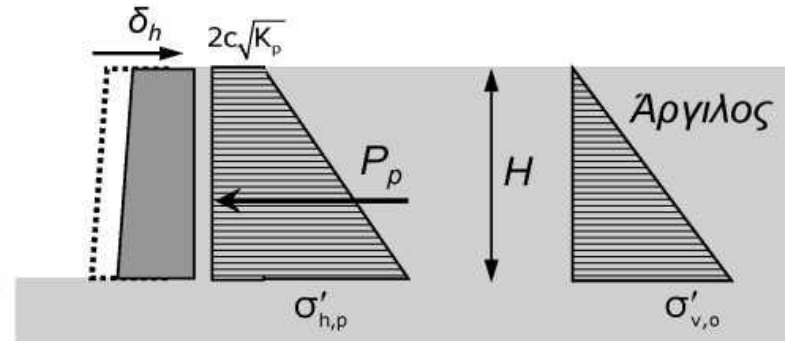
$$K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Συντελεστής
παθητικών ωθήσεων

$$\sigma'_{h,p} = K_p \cdot \sigma'_{v,o} + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p}$$

$$P_p = \frac{\sigma'_{h,p} + 2c\sqrt{K_p}}{2} \cdot H$$

Υπολογίζεται ανάλογα με τη
μορφή των σ'_h κάθε φορά

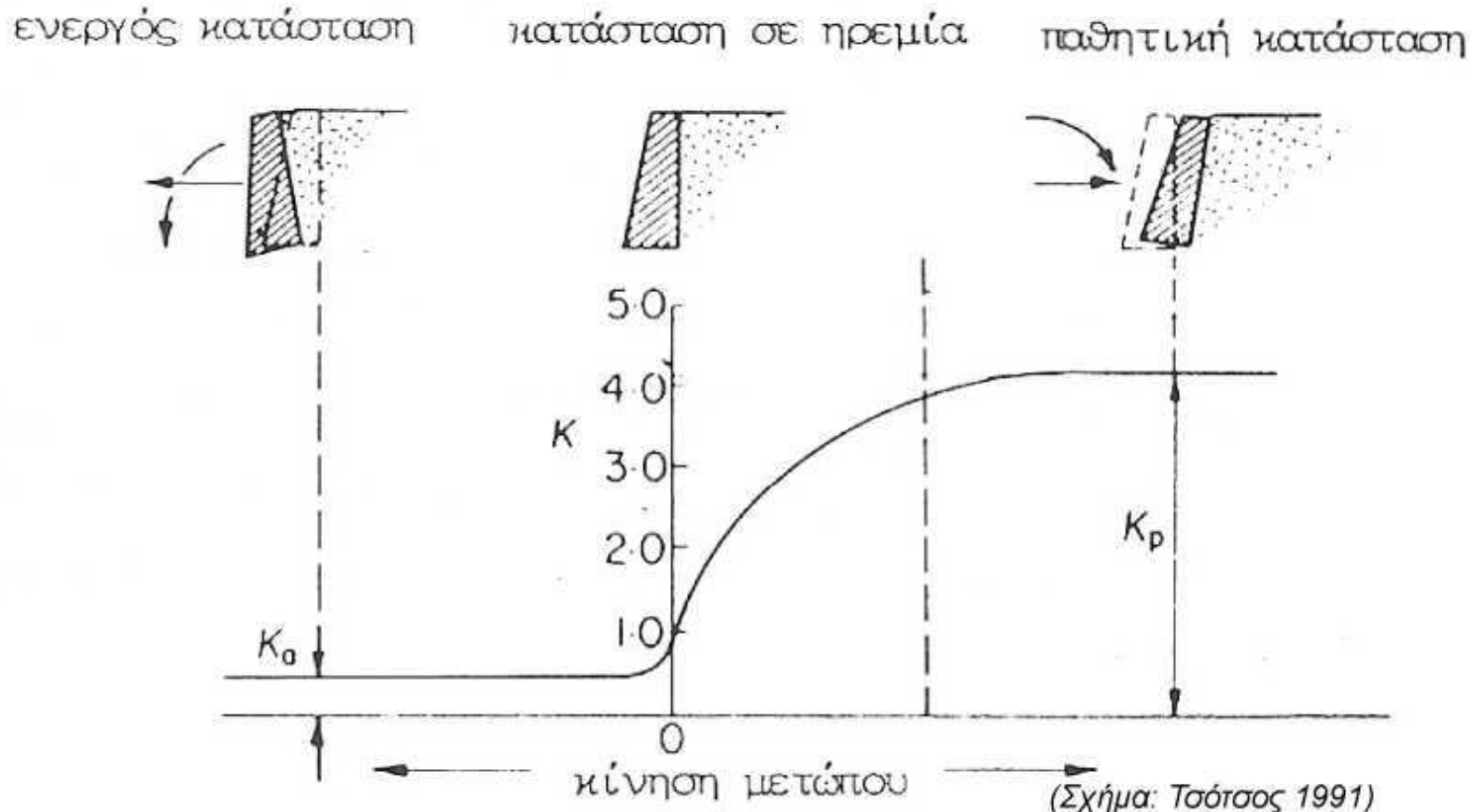


- Υπολογισμός παθητικών ωθήσεων

- Ο προσδιορισμός των παθητικών εδαφικών ωθήσεων κατά Rankine συμβαίνει τη στιγμή που ο τοίχος κινείται προς το έδαφος, το οποίο εξαντλεί την αντοχή του και αστοχεί, άρα αναπτύσσεται η μέγιστη οριζόντια τάση.

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Υπολογισμός ενεργητικών και παθητικών ωθήσεων
- Για την πλήρη ανάπτυξη της ενεργητικής ή της παθητικής ώθησης απαιτείται μετακίνηση του τοίχου, σαφώς σημαντικότερη στην περίπτωση της παθητικής κατάστασης. Προκύπτουν μεγάλη τιμή του K_p και μεγάλες τιμές παθητικών ωθήσεων.



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

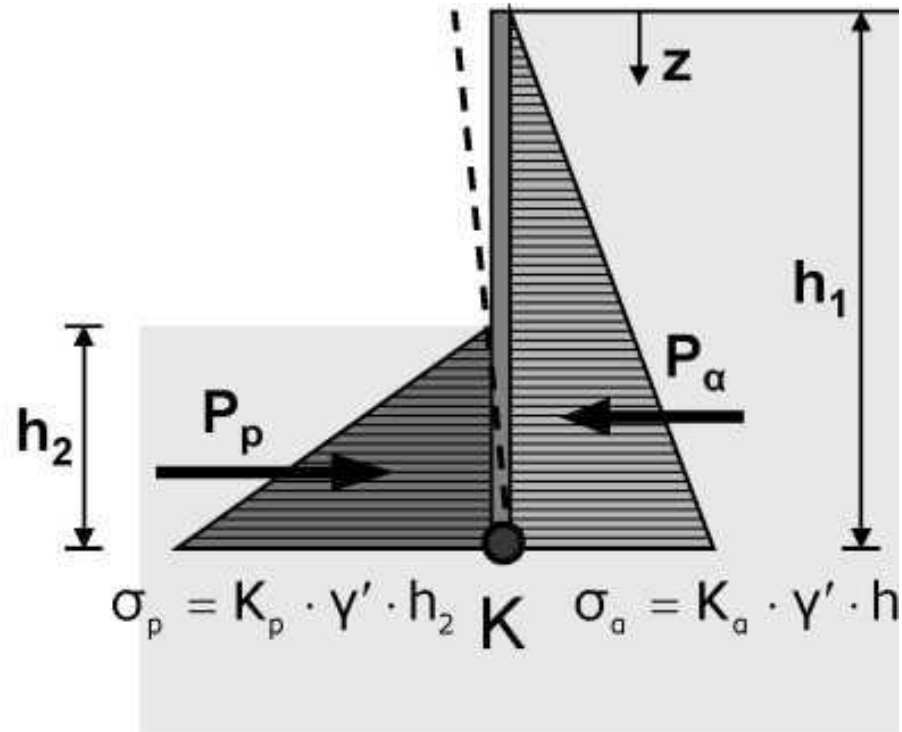
φ (°)	K_a	K_p		φ (°)	K_a	K_p
10	0.7041	1.4203		36	0.2596	3.8518
11	0.6795	1.4716		37	0.2486	4.0228
12	0.6558	1.5250		38	0.2379	4.2037
13	0.6327	1.5805		39	0.2275	4.3955
14	0.6104	1.6383		40	0.2174	4.5989
15	0.5888	1.6984		41	0.2077	4.8150
16	0.5678	1.7610		42	0.1982	5.0447
17	0.5475	1.8263		43	0.1891	5.2893
18	0.5279	1.8944		44	0.1802	5.5500
19	0.5088	1.9655		45	0.1716	5.8284
20	0.4903	2.0396		46	0.1632	6.1261
21	0.4724	2.1171		47	0.1552	6.4447
22	0.4550	2.1980		48	0.1474	6.7865
23	0.4381	2.2826		49	0.1398	7.1536
24	0.4217	2.3712		50	0.1325	7.5486
25	0.4059	2.4639		51	0.1254	7.9745
26	0.3905	2.5611		52	0.1186	8.4344
27	0.3755	2.6629		53	0.1120	8.9322
28	0.3610	2.7698		54	0.1056	9.4721
29	0.3470	2.8821		55	0.0994	10.0590
30	0.3333	3.0000		56	0.0935	10.6985
31	0.3201	3.1240		57	0.0877	11.3970
32	0.3073	3.2546		58	0.0822	12.1621
33	0.2948	3.3921		59	0.0769	13.0024
34	0.2827	3.5371		60	0.0718	13.9282
35	0.2710	3.6902				

Στον πίνακα δίνονται υπολογισμένες οι τιμές του συντελεστή ενεργητικών ωθήσεων K_a και του συντελεστή παθητικών ωθήσεων K_p κατά Rankine, για διάφορες γωνίες τριβής εδάφους

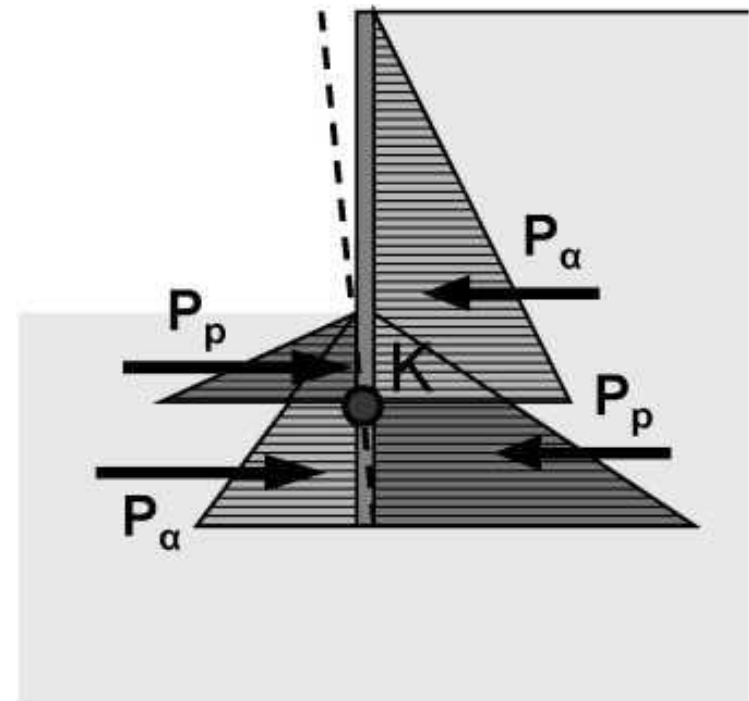
ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Ενδεικτικά η ανάπτυξη ενεργητικών και παθητικών ωθήσεων σε διάφραγμα για διαφορετική θέση του σημείου στροφής κατά την οριακή κατάσταση δίνεται στα παρακάτω σχήματα (Μαραγκός, 2009)

Το σημείο στροφής K βρίσκεται στη βάση του διαφράγματος



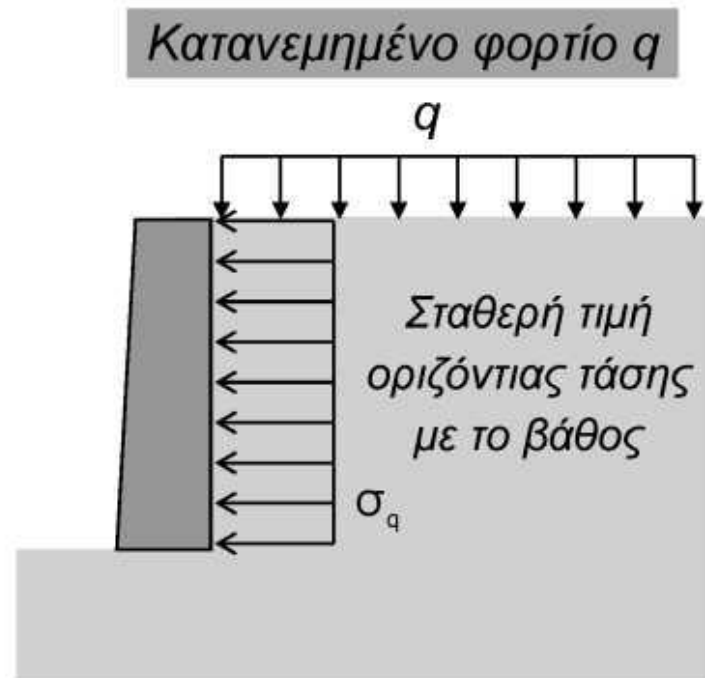
Το σημείο στροφής K βρίσκεται ψηλότερα από τη βάση του διαφράγματος



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Ωθήσεις λόγω επιφόρτισης

- Παρακάτω δίνονται οι πρόσθετες εδαφικές ωθήσεις λόγω επιφόρτισης είτε κατανεμημένης με άπειρο μήκος και πλάτος είτε λόγω σημειακού φορτίου. Περισσότερες περιπτώσεις δίνονται από τους Γραμματικόπουλο κ.α. (1994).



Ενεργητική τάση

$$\sigma_{a,q} = K_a \cdot q$$

Παθητική τάση

$$\sigma_{p,q} = K_p \cdot q$$



Ενεργητική τάση

$$\sigma_{a,Q} = K_a \cdot \frac{Q}{4 \cdot s^2}$$

Παθητική τάση

$$\sigma_{p,Q} = K_p \cdot \frac{Q}{4 \cdot s^2}$$

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

□ Υπολογισμός ωθήσεων σε τοίχο αντιστήριξης

- Ο υπολογισμός της ενεργητικής και της παθητικής ώθησης κατά Rankine είναι περισσότερο πολύπλοκος από τις απλές περιπτώσεις των προηγούμενων διαφανειών λόγω της ενδεχόμενης ταυτόχρονης:
- (α) ύπαρξης υπόγειου υδάτινου ορίζοντα
- (β) ύπαρξης διαφορετικών εδαφικών στρώσεων στο ύψος του τοίχου αντιστήριξης (γ) ύπαρξης επιφόρτισης στην επιφάνεια του εδάφους

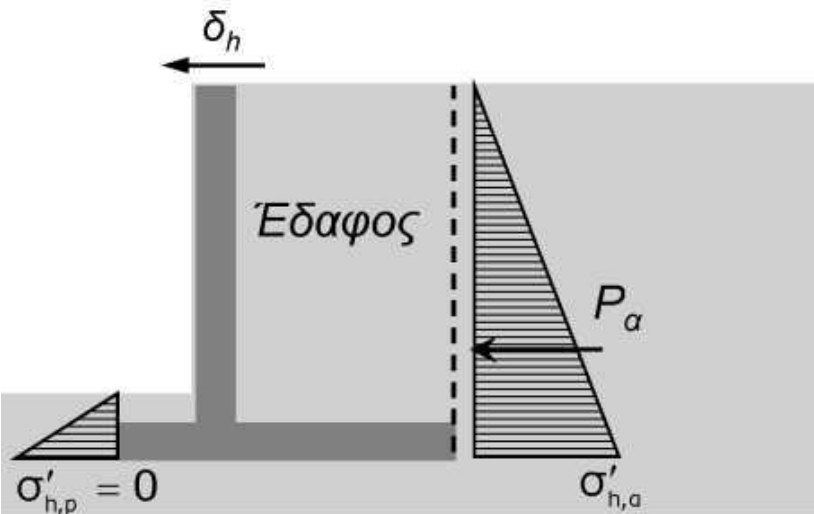
Η διαδικασία προσδιορισμού των ωθήσεων κατά Rankine μπορεί να περιγραφεί ως:

- 1) Υπολογισμός των κατακόρυφων ενεργών τάσεων λόγω ιδίου βάρους του εδάφους με το βάθος
- 2) Υπολογισμός των οριζόντιων τάσεων λόγω ιδίου βάρους του εδάφους με το βάθος
- 3) Υπολογισμός των οριζόντιων υδροστατικών τάσεων με το βάθος
- 4) Υπολογισμός των οριζόντιων τάσεων λόγω επιφόρτισης με το βάθος
- 5) Προσδιορισμός της τιμής και θέσης εφαρμογής της οριζόντιας ώθησης για κάθε ένα από τα (2) - (3) - (4) ως συνισταμένη των αντίστοιχων οριζόντιων τάσεων

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

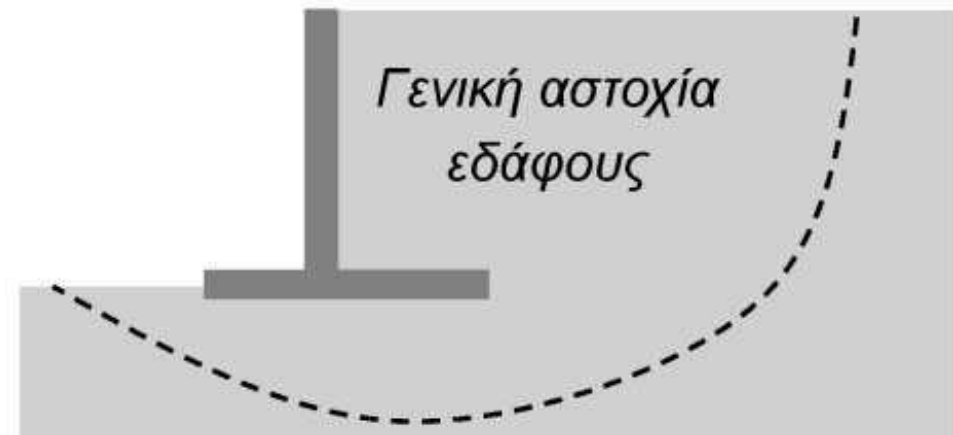
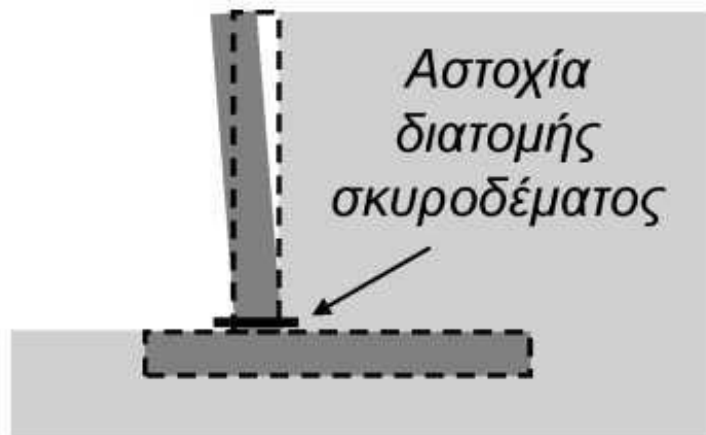
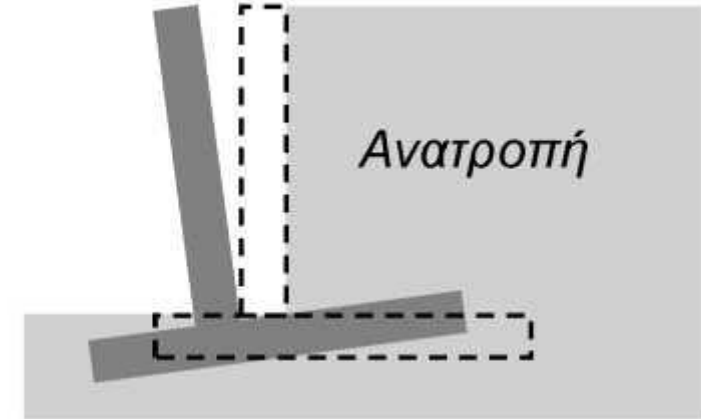
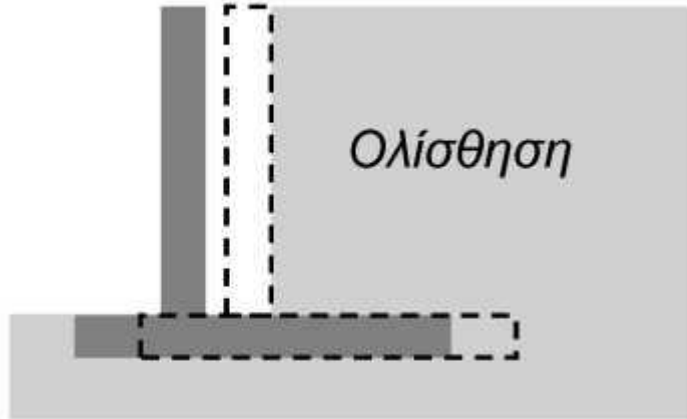
❖ *Τοίχοι οπλισμένου σκυροδέματος*

- Πρόκειται για πολύ συνηθισμένη μορφή τοίχου αντιστήριξης όπου ρόλο σταθεροποιητικής δύναμης λαμβάνει κατά ένα μέρος και το βάρος του εδάφους πάνω στο πέλμα του τοίχου.
- Στη μελέτη τοίχων αυτού του τύπου θεωρείται πως ο τοίχος και το έδαφος πάνω από τη βάση του αποτελούν μια ενιαία αντιστήριξη όπου ασκούνται οριζόντιες ενεργητικές τάσεις από το επίχωμα (Γεωργιάδης Κ & Μ, 2009)
- Τα σκέλη του τοίχου μελετώνται και διαστασιολογούνται ως πρόβολοι Ο/Σ
- Οι παθητικές ωθήσεις που αναπτύσσονται μπροστά από τη βάση του τοίχου συνήθως αγνοούνται λόγω μικρού βάθους σε έδαφος πιθανώς μη υγιές επιφανειακά.



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- Η αστοχία των τοίχων οπλισμένου σκυροδέματος μπορεί να οφείλεται σε:



ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

- **Τοίχοι οπλισμένου σκυροδέματος**

Η διαδικασία μελέτης των τοίχων οπλισμένου σκυροδέματος περιλαμβάνει:

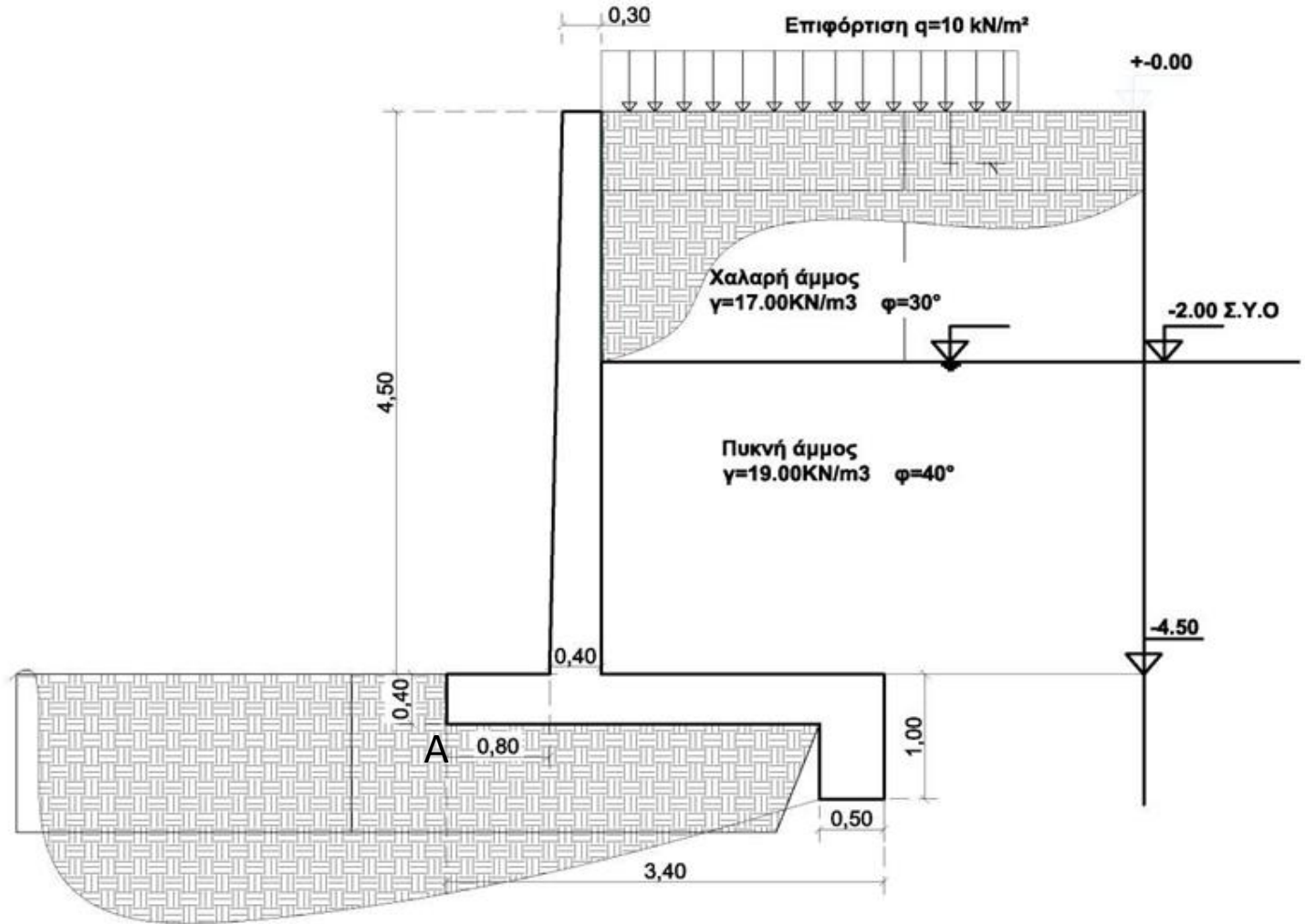
- 1) **Εκτίμηση των απαιτούμενων διαστάσεων του τοίχου (κυρίως του πλάτους B) βάσει του ελέγχου του τοίχου σε ανατροπή**
- 2) **Έλεγχος του τοίχου αντιστήριξης σε ολίσθηση**
- 3) **Έλεγχος φέρουσας ικανότητας του εδάφους κάτω από τον τοίχο (μετά από υπολογισμό των τάσεων στο έδαφος)**
- 4) **Διαστασιολόγηση του τοίχου (υπολογισμός οπλισμού) σε διάφορες κρίσιμες διατομές με έλεγχο σε κάμψη και εφόσον απαιτηθεί αύξηση της διατομής (πάχους του κορμού ή του πέλματος)**
- 5) **Έλεγχος σε διάτμηση και εφόσον απαιτηθεί αύξηση της διατομής (πάχους του κορμού ή του πέλματος)**

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

Δίνεται ο τοίχος στο σχήμα 1 και
ζητούνται οι έλεγχοι σε ευστάθεια -
ολίσθηση -φέρουσα ικανότητα
εδάφους και διαστασιολόγηση σε
κάμψη -διάτμηση των κρίσιμων
διατομών.

Η μέθοδος που θα ακολουθηθεί είναι
η RANKINE.

Στην παρούσα άσκηση δεν θα ληφθεί
υπ' όψιν η σεισμική επίδραση αλλά
θα αναφερθεί πως μπορεί να
εκτιμηθεί. $\sigma_{εδ,επ}=250$ kPa. C30/37- B500



Σχήμα 1

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

1. ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ (έλεγχος σε ανατροπή και ολίσθηση)

Ο έλεγχος ανατροπής θα γίνει στο σημείο A.

- Δυνάμεις ανατροπής οι εδαφικές ωθήσεις το νερό και η επιφόρτιση.
- Δυνάμεις ευστάθειας το ι.β. του τοίχου, το έδαφος και η επιφόρτιση
- ο Ο έλεγχος γίνεται ανά μ/μήκους του τοίχου.

❖  Ενεργητικές ωθήσεις από την εδαφική μάζα 1 (χαλαρή άμμος) $\phi=30^{\circ}$ $K_a=0,333$

$Z=-2,00 \text{ m}$: $\sigma_{v,o} = 17,00 \text{ kN/m}^3 * 2,00\text{m} = 34,00 \text{ kN/m}^2$

νερό $u_w=0$ $\sigma'_{v,o} = \sigma_{v,o} - u_w = 34,00 \text{ kN/m}^2$

$Z=-4,90\text{m}$: $\sigma_{v,o} = 17,00 \text{ kN/m}^3 * 2,00 + 19,00 \text{ kN/m}^3 * 2,90\text{m}$

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

- $Z=-4,90\text{m} : \sigma_{v,o} = 17,00 \text{ kN/m}^3 * 2,00 + 19,00 \text{ kN/m}^3 * 2,90\text{m} = 89,10 \text{ kN/m}^2$
- $u_w = 10,00 \text{ kN/m}^3 * 2,90\text{m} = 29,00 \text{ kN/m}^2$
- $\sigma'_{v,o} = \sigma_{v,o} - u_w = 89,10 \text{ kN/m}^2 - 29,00 \text{ kN/m}^2 = 60,10 \text{ kN/m}^2$

Οριζόντιες τάσεις εδάφους λόγω ι.β. εδάφους:

- $Z=\pm 0,00 \text{ m} : \phi=30^\circ \text{ Ka}=0,333$
- $\sigma'_{h,o} = \text{Ka} * \sigma'_{v,o} = 0,333 * 0,00 \text{ kN/m}^2 = 0,00$
- $Z=-2,00 \text{ m} : \sigma'_{h,o} = \text{Ka} * \sigma'_{v,o} = 0,333 * 34,00 \text{ kN/m}^2 = 11,322 \text{ kN/m}^2$
- **ΑΛΛΑΓΗ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ $\text{Ka}=0,2174 \text{ } \phi=40^\circ$ (πυκνή άμμος)**
- $Z=-2,00 \text{ m} : \sigma'_{h,o} = \text{Ka} * \sigma'_{v,o} = 0,2174 * 34,00 \text{ kN/m}^2 = 7,39 \text{ kN/m}^2$
- $Z=-4,90 \text{ m} : \sigma'_{h,o} = \text{Ka} * \sigma'_{v,o} = 0,2174 * 60,10 \text{ kN/m}^2 = 13,06 \text{ kN/m}^2$

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ (Υδροφόρος ορίζοντας -2,00m)

- Οι οριζόντιες υδροστατικές τάσεις είναι ίδιες με τις κατακόρυφες υδροστατικές τάσεις.

Έτσι : $u_w = 2,90\text{m} * 10,00 \text{ kN/m}^2 = 29,00 \text{ kN/m}^2$

- Οριζόντιες τάσεις λόγω επιφόρτισης q :

Για επιφόρτιση με οριζόντιο κατανεμημένο φορτίο $q=10,00 \text{ kN/m}^2$

- $Z=-2,00 \text{ m}$: $\sigma'_{a,q} = K_a * q = 0,333 * 10,00 \text{ kN/m}^2 = 3,33 \text{ kN/m}^2$

- $Z=-4,90 \text{ m}$: $\sigma'_{a,q} = K_a * q = 0,2174 * 10,00 \text{ kN/m}^2 = 2,17 \text{ kN/m}^2$

υπολογίζονται οι θέσεις και οι τιμές εφαρμογής (συνιστάμενες) ενεργητικών ωθήσεων γαιών:

- $P_{a,1} = \frac{1}{2} * 11,322 * 2 = 11,322 \text{ KN}$ απέχει από A: $\frac{1}{3} * 2 + 2,90 = 3,566 \text{ m}$

- $P_{a,2} = 7,39 * 2,90 = 21,43 \text{ KN}$ απέχει από A: $\frac{1}{2} * 2,90 = 1,45 \text{ m}$

- $P_{a,3} = \frac{1}{2} * (13,06 - 7,39) * 2,90 = 8,22 \text{ KN}$ απέχει από A: $\frac{1}{3} * 2,90 = 0,966 \text{ m}$

- υπολογίζονται οι θέσεις και οι τιμές εφαρμογής (συνιστάμενες) υδροστατικών πιέσεων:

- $P_w = \frac{1}{2} * 2,90 * 29 = 42,05 \text{ KN}$ απέχει από A: $\frac{1}{3} * 2,90 = 0,966 \text{ m}$

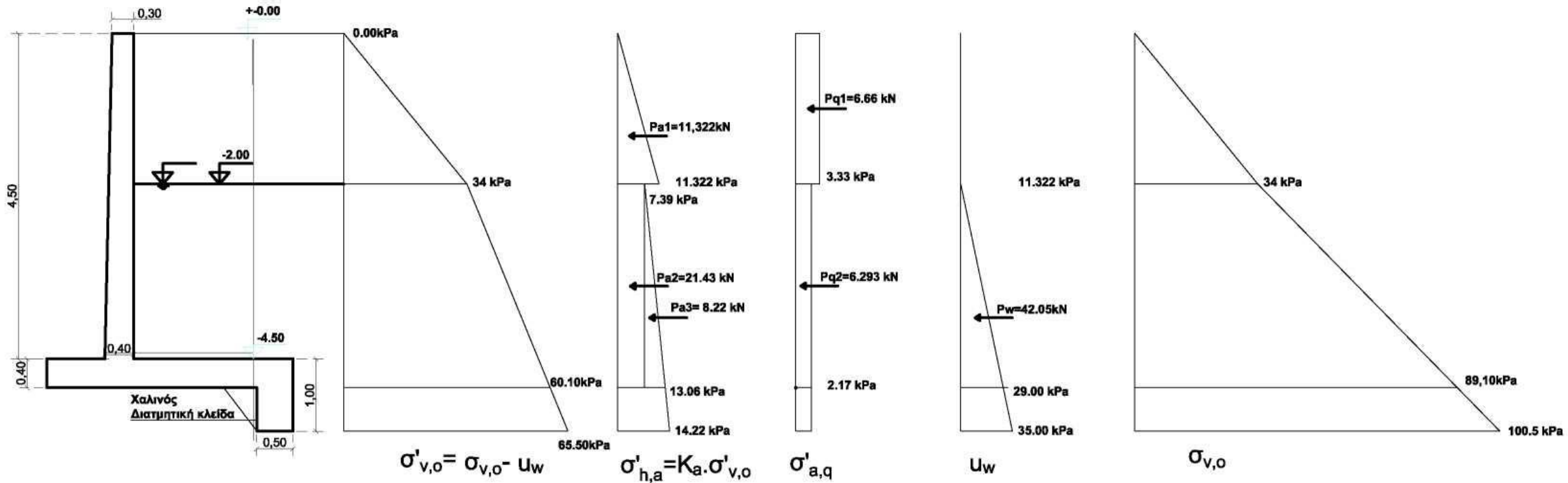
υπολογίζονται οι θέσεις και οι τιμές εφαρμογής (συνιστάμενες) της επιφόρτισης:

- $P_{q,1} = 3,33 * 2,00 = 6,66 \text{ KN}$ απέχει από A: $1 + 2,90 = 3,90 \text{ m}$

- $P_{q,2} = 2,17 * 2,90 = 6,293 \text{ KN}$ απέχει από A: $2,90 / 2 = 1,45 \text{ m}$

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ Σχηματικά διαγράμματα τάσεων



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΩΝ ΩΘΗΣΕΩΝ

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

▪ ΒΑΡΗ ΤΟΙΧΟΥ- ΓΑΙΩΝ- ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗΣ:

- Κορμός G_1 : $\frac{1}{2}(0,40+0,30)*4,50*25=39,38$ KN απέχει από A $0,20+0,80=1,00$ m
- Βάση G_2 : $0,40*3,40*25=34,00$ KN απέχει από A $3,40/2=1,70$ m ,
- Έδαφος₁ G_{e1} : $2,00*17*2,20=74,80$ KN απέχει από A $1,1+1,20=2,30$ m
- Έδαφος₂ G_{e2} : $2,50*19*2,20=104,50$ KN απέχει από A $1,1+1,20=2,30$ m
- Επιφόρτιση G_Q : $10,00*2,20= 22,00$ KN απέχει από A $1,1+1,20=2,30$ m

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

✓ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ (ως προς σημείο A),

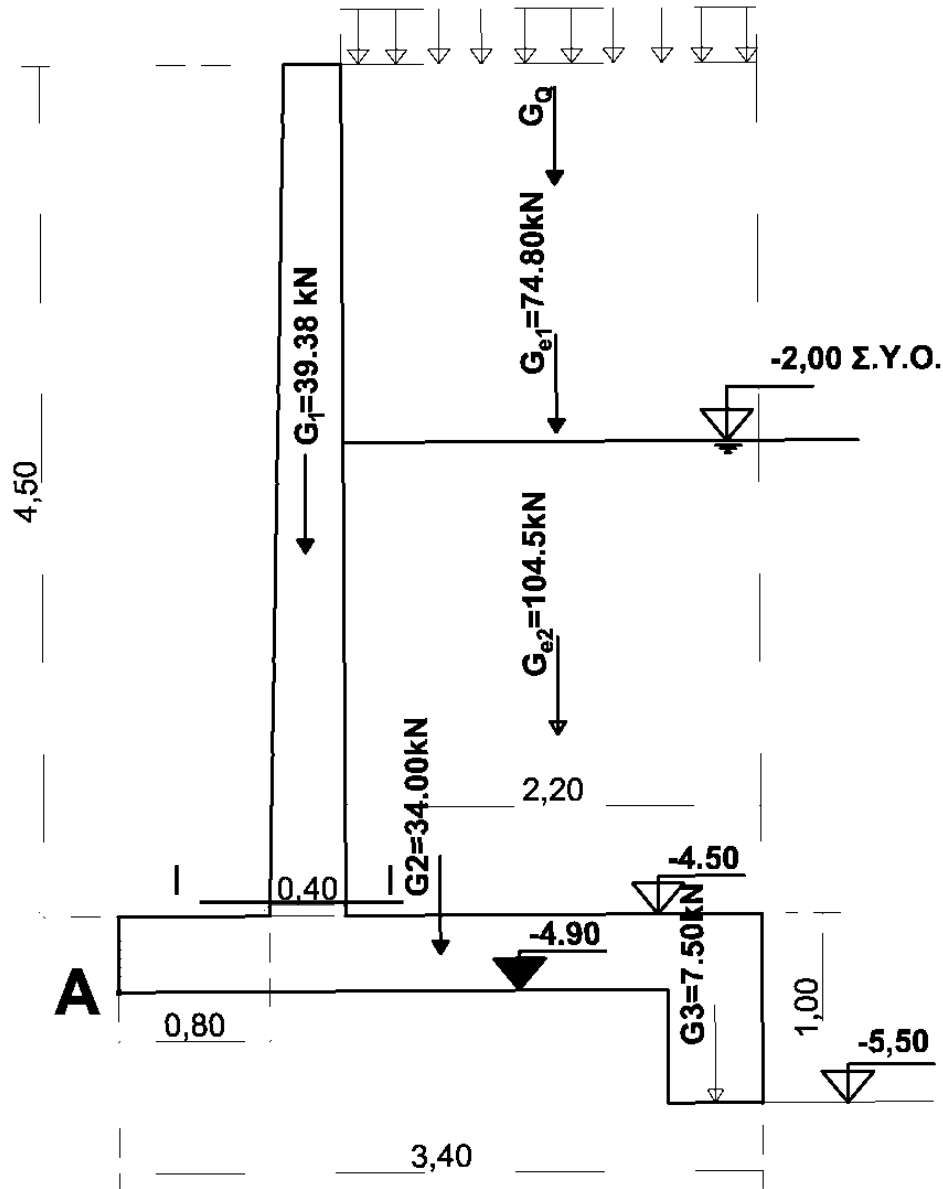
- $M_{\epsilon\upsilon\sigma\tau} = G_1 * 1,00 + G_2 * 1,70 + G_{e1} * 2,30 + G_{e2} * 2,30 + G_Q * 2,20 = 39,38 * 1,00 + 34 * 1,70 + 74,80 * 2,30 + 104,50 * 2,30 + 22 * 2,30 = \underline{560,17 \text{ kN}}$
- $M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho} = P_{a,1} * 3,566 + P_{a,2} * 1,45 + P_{a,3} * 0,966 + P_w * 0,966 + P_{q,1} * 3,90 + P_{q,2} * 1,45 = 11,322 * 3,566 + 21,43 * 1,45 + 8,22 * 0,966 + 42,05 * 0,966 + 6,66 * 3,90 + 6,293 * 1,45 = \underline{155,10 \text{ Kv}}$
- Έλεγχος συντελεστή Ανατροπής $SF_{\alpha\nu\alpha\tau\rho} = \frac{M_{\epsilon\upsilon\sigma\tau}}{M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho}} = \frac{560,19}{155,10} = 3,61 > 2,50 = SF_{\epsilon\pi}$
- ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ
- Συνολικό φορτίο $\Sigma(G+Q) = 274,68 \text{ kN}$
- Θεωρώ γωνία τριβής την γωνία του τελευταίου εδαφικού στρώματος ($\phi = 40^\circ$)

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

✓ ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ (ως προς σημείο A),

- $M_{\epsilon\upsilon\sigma\tau} = G_1 * 1,00 + G_2 * 1,70 + G_{e1} * 2,30 + G_{e2} * 2,30 + G_Q * 2,20 = 39,38 * 1,00 + 34 * 1,70 + 74,80 * 2,30 + 104,50 * 2,30 + 22 * 2,30 = \underline{560,17 \text{ kN}}$
- $M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho} = P_{a,1} * 3,566 + P_{a,2} * 1,45 + P_{a,3} * 0,966 + P_w * 0,966 + P_{q,1} * 3,90 + P_{q,2} * 1,45 = 11,322 * 3,566 + 21,43 * 1,45 + 8,22 * 0,966 + 42,05 * 0,966 + 6,66 * 3,90 + 6,293 * 1,45 = \underline{155,10 \text{ kN}}$
- Έλεγχος συντελεστή Ανατροπής $SF_{\alpha\nu\alpha\tau\rho} = \frac{M_{\epsilon\upsilon\sigma\tau}}{M_{\alpha\nu\alpha\tau\rho}} = \frac{560,17}{155,10} = 3,61 > 2,50 = SF_{\epsilon\pi}$
- ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ
- Συνολικό φορτίο $\Sigma(G+Q) = 274,68 \text{ kN}$
- Θεωρώ γωνία τριβής την γωνία του τελευταίου εδαφικού στρώματος ($\phi = 40^\circ$)

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ



- Συνολικό φορτίο $\Sigma(G+Q)=274,68 \text{ kN}$
- Ο χαλινός δεν προσμετράται στα φορτία (δυσμενής περίπτωση)

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

ΡΟΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- $F_{\epsilon\upsilon\sigma\tau} = \Sigma(G+Q)\tan\phi = 274,68 * \tan 40 = 274,68 * 0,8391 = \underline{230,48 \text{ kN}}$
- $F_{\alpha\nu\alpha\tau\rho} = P_{a,1} + P_{a,2} + P_{a,3} + P_w + P_{q,1} + P_{q,2} = 11,32 + 21,43 + 8,22 + 42,05 + 6,66 + 6,293 = \underline{95,97 \text{ kN}}$
- Έλεγχος συντελεστή Ολίσθησης $SF_{ολισθ} = \frac{F_{\epsilon\upsilon\sigma\tau}}{F_{ολισθ}} = \frac{230,48}{95,97} = 2,40 > 1,50 = SF_{\epsilon\pi}$
- Σε οριακές περιπτώσεις στον έλεγχο ολίσθησης συμμετέχει και η διατμητική κλείδα(χαλινός)
- Στο παράδειγμα $\sigma'_{h,p} = 0,60 * 19 * 3 = 34,20 \text{ kPa}$ ($K_p = 3$ για $\phi = 40^\circ$)
- Άρα $P_{κλ} = 0,60 * 34,20 / 2 = 10,62 \text{ kN}$ που συμμετέχει στα συνολικά φορτία ευστάθειας!!!

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

- ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

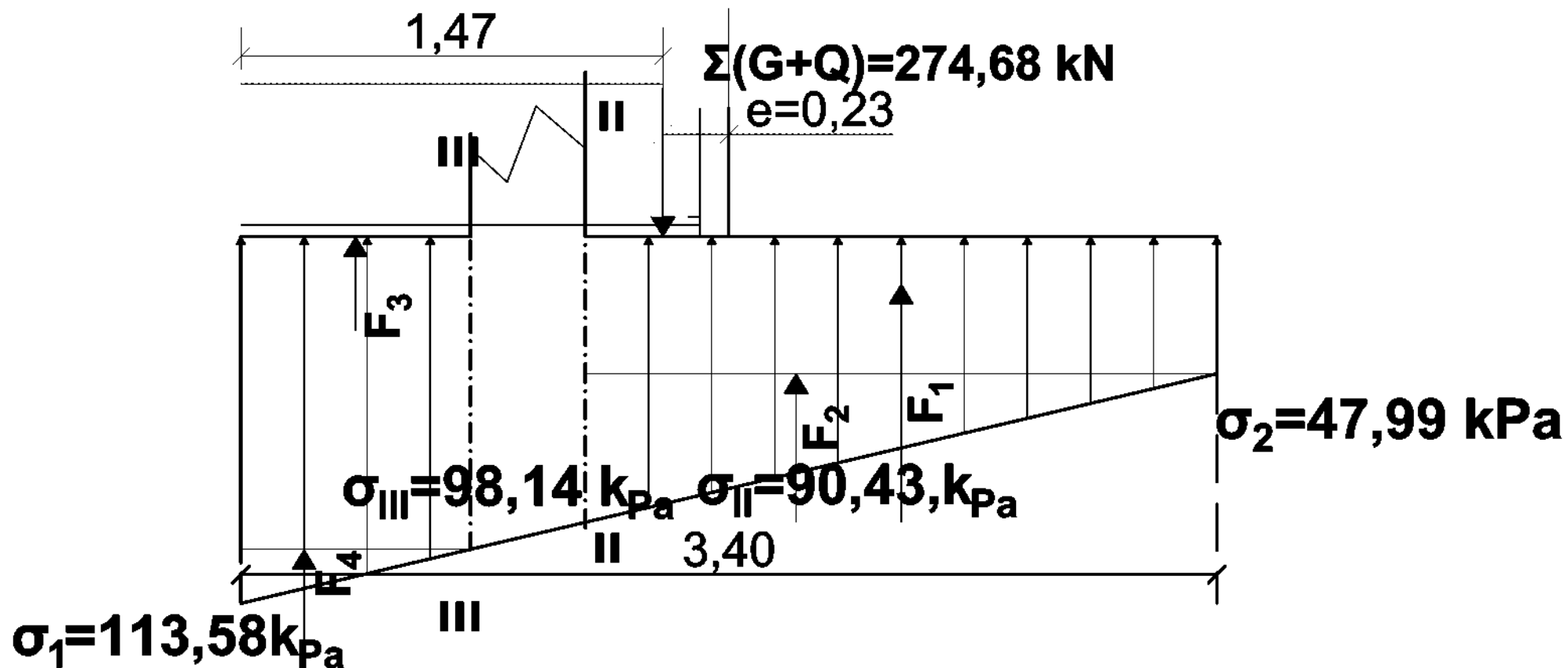
- Εκκεντρότητα= $e=P/2-x$ (βλέπε σχήμα 4.1)

- $$x = \frac{M_A}{\Sigma(G+Q)} = \frac{M_{A\text{ευστ}} - M_{A\text{αναρ}}}{\Sigma(G+Q)} = \frac{560,19 - 155,10}{274,68} = 1,47m$$

- $e=b/2-1,47=3,40/2-1,47=0,23 < b/6=3,40/6=0,56$ αρά η συνισταμένη εντός πυρήνα

- $$\sigma_{1,2} = \frac{\Sigma(G+Q)}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right) = \frac{274,48}{3,40 \cdot 1,00} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,23}{3,40} \right) \rightarrow \sigma_1 = 113,58kPa - \sigma_2 = 47,99kPa$$

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ



Σ5. ΕΛΕΓΧΟΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (I-I,II-II,III-III) ΤΟΙΧΟΥ

➤ Διατομή I-I : $z=-2,00\text{m}$ $\sigma'_{h,a}=11,322 \text{ kPa}$ ($\phi=30^\circ$ χαλαρή άμμος)

• $z=-2,00\text{m}$ $\sigma'_{h,a}=7,39 \text{ kPa}$ ($\phi=40^\circ$ πυκνή άμμος)

• $z=-4,50\text{m}$ $\sigma'_{h,a}=12,28 \text{ kPa}$ ($\phi=40^\circ$ πυκνή άμμος)

και προκύπτουν : $P_{a,1}=2,0*11,32/2=11,32 \text{ kN}$ -----Σημείο εφαρμογής : $2/3+2,50=3,166\text{m}$

• $P_{a,2}=2,5*7,39=18,475 \text{ kN}$ -----Σημείο εφαρμογής : $2,5/2=1,25\text{m}$

• $P_{a,3}=2,5*(12,28-7,39/2=6,73 \text{ kN}$ -----Σημείο εφαρμογής : $2,5/3=0,833\text{m}$

• $P_{q,1}=2,0*10,00*0,333=6,66 \text{ kN}$ -----Σημείο εφαρμογής : $2/2+2,50=3,50\text{m}$

• $P_{q,2}=2,5*10,00*0,2174=5,43 \text{ kN}$ -----Σημείο εφαρμογής : $2,50/2=1,25\text{m}$

• $P_w=2,5*10/2=12,50\text{kN}$ -----Σημείο εφαρμογής : $2,5/3=0,833\text{m}$

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

□ Ροπή κάμψης I-I:

$$M_I = 11,32 * 3,166 + 18,475 * 1,25 + 6,73 * 0,833 + 6,66 * 3,50 + 5,43 * 1,25 + 12,5 * 0,833 = 105,05 \text{ kN}$$

• Αξονικό φορτίο στο μέσον της I-I : $-G_1 = -39,38 \text{ kN}$

• Τέμνουσα στην I-I: $V_I = -11,32 - 18,475 - 6,73 - 6,46 - 5,43 - 12,5 = 61,115 \text{ kN}$

• $M_{sd-I} = M_I - N * t_{\text{κορ}} / 2 = 105,05 - (-39,38) * 0,40 / 2 = 112,92 \text{ kNm}$

• Υπολογισμός οπλισμού κάμψης: $K = \frac{M_{sd}}{b * d^2 * f_{ck}} = \frac{112,92 * 10^6}{1000 * 330^2 * 30} = 0,034$ άρα $I_a = 0,95$ (πιν. 4.5)

$$A_s = \frac{112,92 * 10^6}{0,95 * 330 * 0,87 * 500} = 828 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} = \text{cm}^2/\text{m}$$

✓ *Τίθεται στατικό ύψος $d = 330 \text{ mm}$ (λαμβάνεται δυσμενής επικάλυψη 7 mm λόγω εδαφικών συνθηκών -υδροφόρος)*

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ Ελάχιστος οπλισμός για κύριο οπλισμό και διανομή

- $A_{smin} = 0,15 * b * d / 100 = 0,0015 * 1000 * 330 = 495 \text{ mm}^2 = 4,95 \text{ cm}^2$

❖ Μέγιστος οπλισμός για κύριο οπλισμό

- $A_{smin} = 4\% * b * d = 0,04 * 100 * 33 = 132 \text{ cm}^2$

- Τοποθετείται: $\Phi 14/40 + \Phi 16/40 = 7,69/2 + 10,05/2 = 8,87 \text{ cm}^2 / \text{m} > 8,28 \text{ cm}^2 / \text{m}$

και $\Phi 10/20 / \text{m}$ Οριζόντιος

✓ Επίσης τοποθετείται $\Phi 10/20 / \text{m}$ σχάρα σαν θλιβόμενος στην παρειά του τοίχου για την αποφυγή ρηγματώσης.

❖ Διάτμηση θέση I-I

- $V_{RdI} = \tau_{Rd} * k_l (1,2 + 40 \rho_{l,I}) d_l * b$ Για σκυρόδεμα C30 : $\tau_{Rd} = 0,34 \text{ MPa}$ - $k_l = 1,60$ - $d_l = 1,60 - 0,33 = 1,27 > 1$

- $\rho_{l,I} = \frac{A_{sl,I}}{l * d_l} \leq 0,02 \rightarrow \rho_{l,I} = \frac{8,87}{100 * 33} = 0,00268 \leq 0,02$

- $V_{RdI} = 0,34 * 10^3 * 1,27 (1,2 + 40 * 0,00268) 0,33 * 1,0 = 170,99 \text{ kN} < 61,115 \text{ kN} = V_l$

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

✓ Η διατομή επαρκεί έναντι διάτμησης

❖ Διατομή II-II : Αυτή αφορά την παρειά του θεμελίου και καταπονείται από τις τάσεις εδάφους σ_1 και σ_2 .

▪ Τάσεις εδάφους στις θέσεις II και III

- $\sigma_{II} = 47,99 + (113,58 - 47,99) * 2,20 / 3,40 = 90,43 \text{ kPa}$

- $\sigma_{III} = 47,99 + (113,58 - 47,99) * 2,60 / 3,40 = 98,14 \text{ kPa}$

□ Εντατικά μεγέθη στην II-II:

- $F_1 = 47,99 * 2,20 = 105,58 \text{ kN}$

- $F_2 = 1/2(90,43 - 47,99) * 2,20 = 46,68 \text{ kN}$

- $M_{II} = F_1 * 2,20 / 2 + F_2 * 2,20 / 3 - 1,1(G_{\epsilon\delta 1} + G_{\epsilon\delta 1} + Q) = 105,58 * 2,2 / 2 + 46,68 * 2,2 / 3 - 1,1(104,5 + 74,8 + 22) = 69,59 \text{ kNm}$

- $V_{II} = (104,5 + 74,8 + 22) - 105,58 - 46,68 = 49,04 \text{ kN}$

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΙΙ-ΙΙ

$$\bullet K = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{ck}} = \frac{69,59 \cdot 10^6}{1000 \cdot 330^2 \cdot 30} = 0,021 \quad \text{άρα } I_a = 0,95 \text{ (πιν. 4.5)}$$

$$\bullet A_{sII} = \frac{69,59 \cdot 10^6}{0,95 \cdot 330 \cdot 0,87 \cdot 500} = 511 \frac{mm^2}{m} = 5,11 cm^2/m$$

✓ Ελάχιστος οπλισμός για κύριο οπλισμό και διανομή

$$\bullet A_{smin} = 0,15 \cdot b \cdot d / 100 = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 330 = 495 mm^2$$

✓ Μέγιστος οπλισμός για κύριο οπλισμό

$$\bullet A_{smin} = 4\% \cdot b \cdot d = 0,04 \cdot 100 \cdot 33 = 132 cm^2$$

• Τοποθετείται οπλισμός $\Phi 12/20/m$ ($A_s = 5,66 cm^2 > 5,11 cm^2$) σε διπλή σχάρα (άνω και κάτω και διανομής αντίστοιχα άνω και κάτω (κατά το μήκος l)

❖ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$$\bullet V_{RdII} = \tau_{Rd} \cdot k_{II} (1,2 + 40 \rho_{l,II}) d_{II} \cdot b \quad \rho_{l,II} = 5,66 / 100 \cdot 33 = 0,0017 < 0,02$$

$$\bullet V_{RdII} = 0,34 \cdot 103 \cdot 1,27 (1,2 + 40 \cdot 0,0017) \cdot 0,33 \cdot 1,00 = 134,71 kN > 49,04 kN = V_{II}$$

✓ Η διατομή επαρκεί έναντι διάτμησης

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΙΙΙ-ΙΙΙ

- Εντατικά μεγέθη στην ΙΙΙ-ΙΙΙ:
- $F_3 = 98,14 * 0,80 = 78,51 \text{ kN}$
- $F_4 = 1/2(113,58 - 98,54) * 0,80 = 6,176 \text{ kN}$
- $M_{III} = F_3 * 2,20/2 + F_4 * 0,80 * 2/3 = 78,51 * 0,4 + 6,176 * 0,8 * 2,00/3 = 34,69 \text{ kNm}$
- $V_{III} = F_3 + F_4 = 78,51 + 6,176 = 84,68 \text{ kN}$
- ✓ Επειδή η ροπή στην ΙΙΙ-ΙΙΙ είναι σημαντικά μικρότερη από ότι στην ΙΙ-ΙΙ Τίθεται ο ίδιος οπλισμός $\Phi 12/20 / \text{m}$
- Η τέμνουσα $V_{III} = 84,68 \text{ kN} < V_{Rd,II} = V_{Rd,III} = 134,71 \text{ kN}$
- ✓ Η διατομή επαρκεί έναντι διάτμησης

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

❖ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΚΛΕΙΔΑΣ (ΧΑΛΙΝΟΣ)

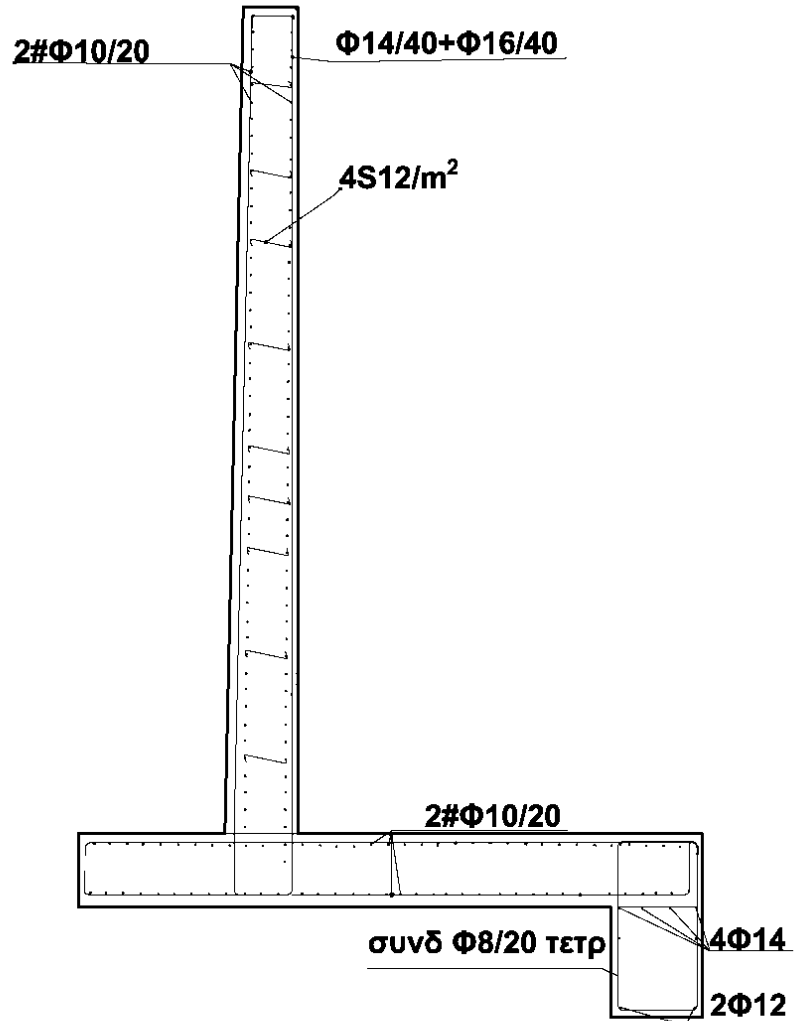
- $z = -5,50\text{m}$ $\sigma'_{v,a} = 17 \cdot 2,00 + 19 \cdot 3,50 - 10 \cdot 3,50 = 65,50 \text{ kPa}$
- $\sigma_{h,a} = 0,2174 \cdot 65,5 = 14,22 \text{ kPa}$
- $\sigma'_{v,p} = 0,60 \cdot 19 - 0,60 \cdot 10 = 5,40 \text{ kPa}$ $\sigma_{h,p} = 3 \cdot 5,40 = 16,20 \text{ kPa}$

□ ΕΝΤΑΤΙΚΑ

- $F_1 = (14,22 - 13,06) \cdot 0,60 / 2 = 0,348 \text{ kN}$ $F_2 = 13,06 \cdot 0,60 = 7,83 \text{ kN}$ $F_3 = 16,20 \cdot 0,60 / 2 = 4,86 \text{ kN}$
- Ροπή στο Π.:
- $M_{\Pi} = 0, F_1 \cdot 0,6 \cdot 2/3 + F_2 \cdot 0,6/2 - F_3 \cdot 0,60 \cdot 2/3 = 0,348 \cdot 0,40 + 7,83 \cdot 0,30 - 4,86 \cdot 0,40 = 0,5442 \text{ kNm}$
- Τέμνουσα στο Π : $V_{\Pi} = F_1 + F_2 - F_3 = 0,348 + 7,83 - 4,86 = 3,32 \text{ kN}$
- ✓ ΟΠΛΙΣΜΟΣ: Λόγω των μικρών τιμών τίθεται ελάχιστος οπλισμός 4Φ14ανω +4Φ12 κάτω και συνδετήρες Φ8/20

ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

- ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΙΟΥ



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

