

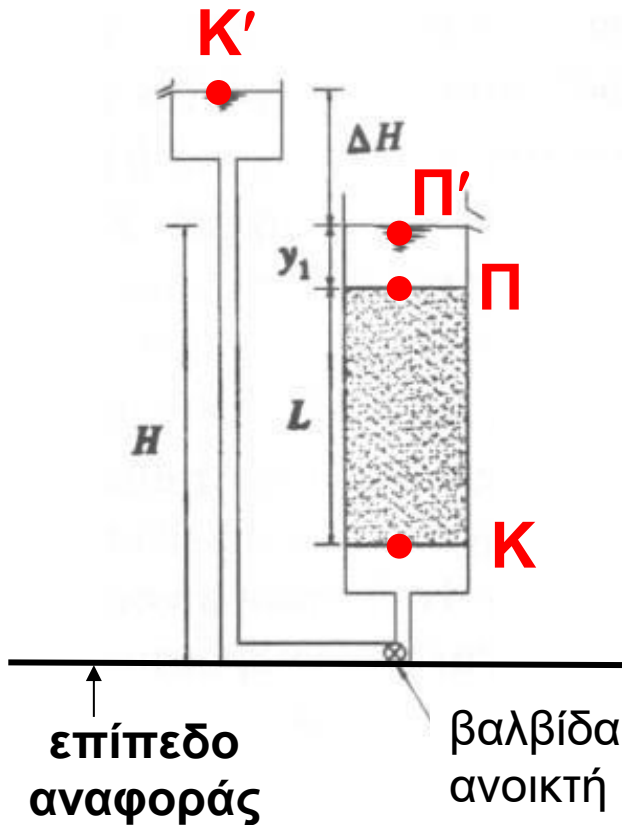
Υδατική ροή στο έδαφος

Εδαφομηχανική II

Μέρος Γ: Συμβουλές για ασκήσεις &
Τι νιώθει ο εδαφικός σκελετός

**Ο ρόλος του νερού σε συνθήκες μόνιμης ροής
(ροή σε εδαφικές στήλες και εδαφικές τομές)**

Εφαρμογή σε εδαφική στήλη με δύο δεξαμενές σταθερής στάθμης (Κ') και (Π') (1/2)



Διαλέγω βολικό επίπεδο αναφοράς

Καλή συνήθεια: ονοματίζω όλα τα σημεία στα οποία ξέρω το υδραυλικό φορτίο

Υπολογίζω υδραυλικό φορτίο στα σημεία της εδαφικής στήλης Π και Κ

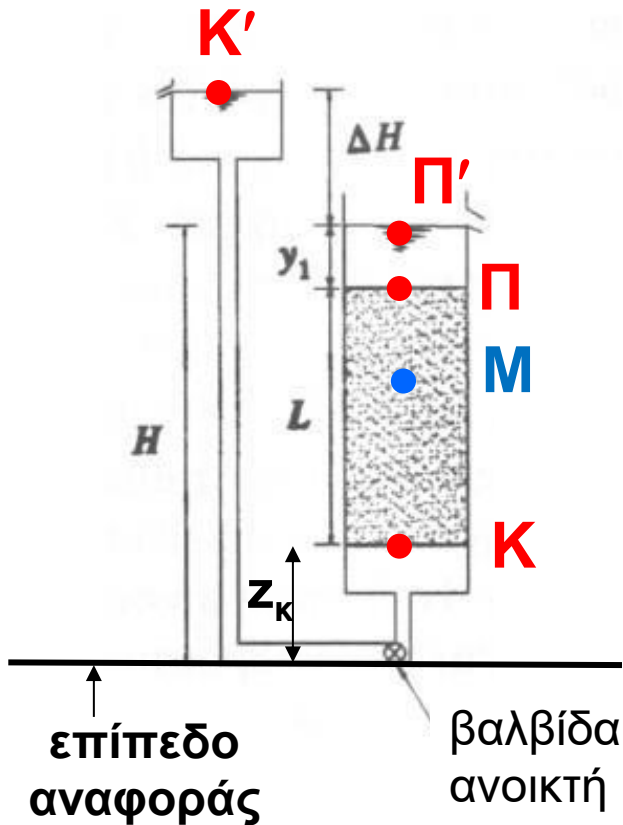
$$h_K = z_K + u_K/\gamma_w = h_{K'} = z_{K'} = H + \Delta H$$

$$h_{\Pi} = z_{\Pi} + u_{\Pi}/\gamma_w = h_{\Pi'} = z_{\Pi'} = H$$

Ε: Αφού έχω ροή μεταξύ Κ' και Κ, γιατί έχουν το ίδιο υδραυλικό φορτίο; Ίδια απορία και για Π και Π'.

Α: Επειδή οι απώλειες ενέργειας μεταξύ Κ' και Κ καθώς και μεταξύ Π και Π' είναι αμελητέες σε σχέση με τις απώλειες ενέργειας μεταξύ Κ και Π. Είτε δεξαμενές έχω στα άκρα της εδαφικής στήλης (ή στα σύνορα μιας εδαφικής τομής) είτε πιεζόμετρα, για τους υπολογισμούς δεν έχει διαφορά.

Εφαρμογή σε εδαφική στήλη: Προσοχή στον υπολογισμό της πίεσης του νερού (2/2)



Υπολογισμός πίεσης σε διάφορα σημεία της εδαφικής στήλης

$$\text{Πίεση στο } \Pi: u_{\Pi} = y_1 \gamma_w$$

~~$$\text{Πίεση στο } K: u_K = (L + y_1) \gamma_w$$~~

$$\text{Πίεση στο } K: u_K = (L + y_1 + \Delta H) \gamma_w$$

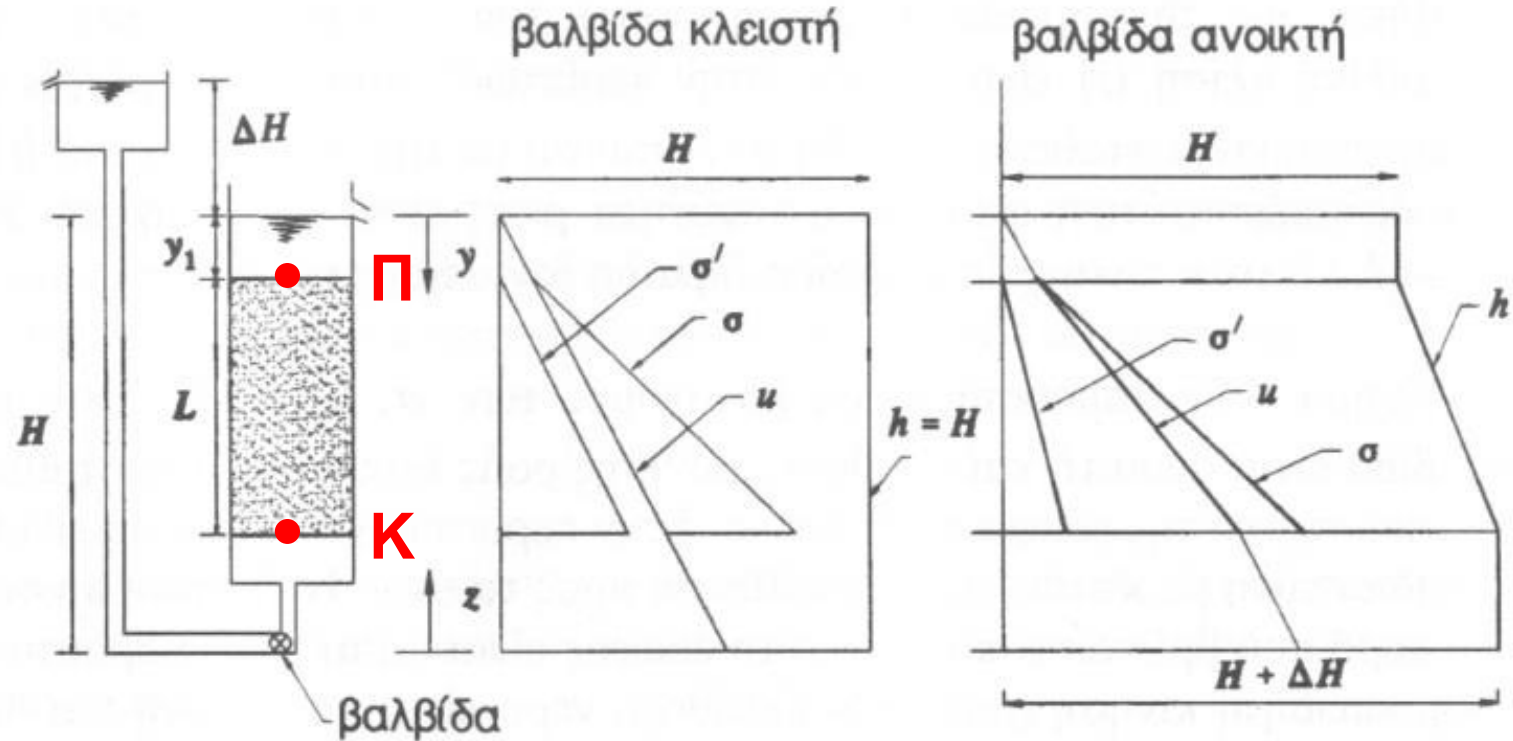
$$(h_K = z_K + u_K / \gamma_w = h_{K'} = z_{K'} = H + \Delta H)$$

Πίεση σε **σημείο M**; πρέπει να λύσω το πρόβλημα ροής, να βρω το υδραυλικό φορτίο στο M και στην συνέχεια πίεση στο M (Άσκηση 6.1)

Περίληψη: Πώς υπολογίζω πίεση σε σημείο M στο έδαφος;

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ	ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
<ul style="list-style-type: none"> • Αν το σημείο M είναι σε επαφή με την ατμόσφαιρα (είτε ρέει το νερό, είτε όχι) 	$u_M = 0$ (κατά σύμβαση, λαμβάνουμε την ατμοσφαιρική πίεση ίση με το μηδέν)
<ul style="list-style-type: none"> • Νερό δεν ρέει 	$u_M = (\text{στήλη νερού πάνω από M}) \times \gamma_w$
<ul style="list-style-type: none"> • Έχω εγκαταστήσει πιεζόμετρο στο σημείο M 	$u_M = (\text{στήλη νερού στο πιεζόμετρο}) \times \gamma_w$
<ul style="list-style-type: none"> • Αμελητέες απώλειες ενέργειας ($\Delta h = 0$) μεταξύ του σημείου M και κάποιου σημείου Σ γνωστού υδραυλικού φορτίου, h_Σ 	$h_\Sigma = h_M = z_M + (u_M/\gamma_w) \rightarrow u_M = (h_\Sigma - z_M) \times \gamma_w$
<ul style="list-style-type: none"> • Όλες οι άλλες περιπτώσεις 	βρίσκω u_M από πρόβλημα ροής

Εφαρμογή: συγκρίνουμε υδροστατικές συνθήκες & ροή προς τα πάνω



(α)

(β)

(γ)

υδροστατικές συνθήκες

ροή προς τα πάνω

Εφαρμογή: σύγκριση ενεργών τάσεων

Προσοχή!
αυτές οι
σχέσεις δεν
είναι «τύπτοι» –
έχουν νόημα
μόνο για τα y ,
 y_1 του
σχήματος της
διαφάνειας 5

(β) Υδροστατικές συνθήκες: ενεργός τάση στην
εδαφική στήλη

$$\sigma' = \gamma(y - y_1) - \gamma_w(y - y_1)$$

(γ) Ροή προς τα πάνω: ενεργός τάση στην
εδαφική στήλη

$$\sigma' = \gamma(y - y_1) - \gamma_w(y - y_1) - \frac{\Delta H}{L} \gamma_w(y - y_1)$$

Παρατήρηση: η ενεργός τάση για ροή προς τα πάνω είναι πάντα μικρότερη από την ενεργό τάση στο ίδιο σημείο για υδροστατικές συνθήκες.

Ερώτηση: Είναι καλό που μικραίνει η ενεργός τάση;

Tip: Βοηθάει στην κατανόηση των μεγεθών να αναρωτιέμαι: «τι θέλω, μεγάλες τιμές ή μικρές;»

Κρίσιμη υδραυλική κλίση

Ροή προς τα πάνω: ενεργός τάση στην εδαφική στήλη

$$\sigma' = \gamma(y - y_1) - \gamma_w(y - y_1) - \frac{\Delta H}{L} \gamma_w(y - y_1)$$

Σημαντική παρατήρηση: όσο μεγαλώνει η υδραυλική κλίση, $i = \Delta H/L$, τόσο μικραίνει η ενεργός τάση σ' και εν τέλει μηδενίζεται για μια κρίσιμη τιμή i_{cr} , οπότε χάνεται η επαφή μεταξύ των κόκκων και η άμμος ρέει:

$$i_{cr} = \frac{\gamma - \gamma_w}{\gamma_w}$$

περίπου ίσο με 1

Προβλήματα με το νερό: Πιθανές περιπτώσεις

- **Ροή προς τα πάνω:** απώλεια επαφής μεταξύ εδαφικών κόκκων λόγω μηδενισμού της ενεργού τάσης (η αύξηση της πίεσης οφείλεται στις συνθήκες του πεδίου ροής = οριακή υδραυλική κλίση)
 - όρος: υδραυλική υποσκαφή (hydraulic uplift) ← Εδαφομηχ. II
- Ροή σε εδάφη συγκεκριμένης κοκκομετρίας & δομής – **σημαντική ταχύτητα ροής:** απομάκρυνση κόκκων εδάφους λόγω «συρτικής δύναμης» νερού με αποτέλεσμα δημιουργία αγωγών (σωλήνων) που σταδιακά διευρύνονται
 - όρος: διασωλήνωση λόγω διάπλυσης, εσωτερική υδραυλική διάβρωση (ripping)
- **Σεισμός** σε χαλαρά κοκκώδη εδάφη: απώλεια επαφής μεταξύ εδαφικών κόκκων λόγω μηδενισμού της ενεργού τάσης υπό πρακτικώς αστράγγιστες συνθήκες (η αύξηση της πίεσης οφείλεται στη συστολικότητα του χαλαρού εδάφους)
 - όρος: ρευστοποίηση (liquefaction)

Πηγή υλικού διαφανειών

- Σχήματα στις διαφάνειες 2-3, 5: Καββαδάς, Μ. 2009, Στοιχεία Εδαφομηχανικής, Εκδόσεις Συμεών.