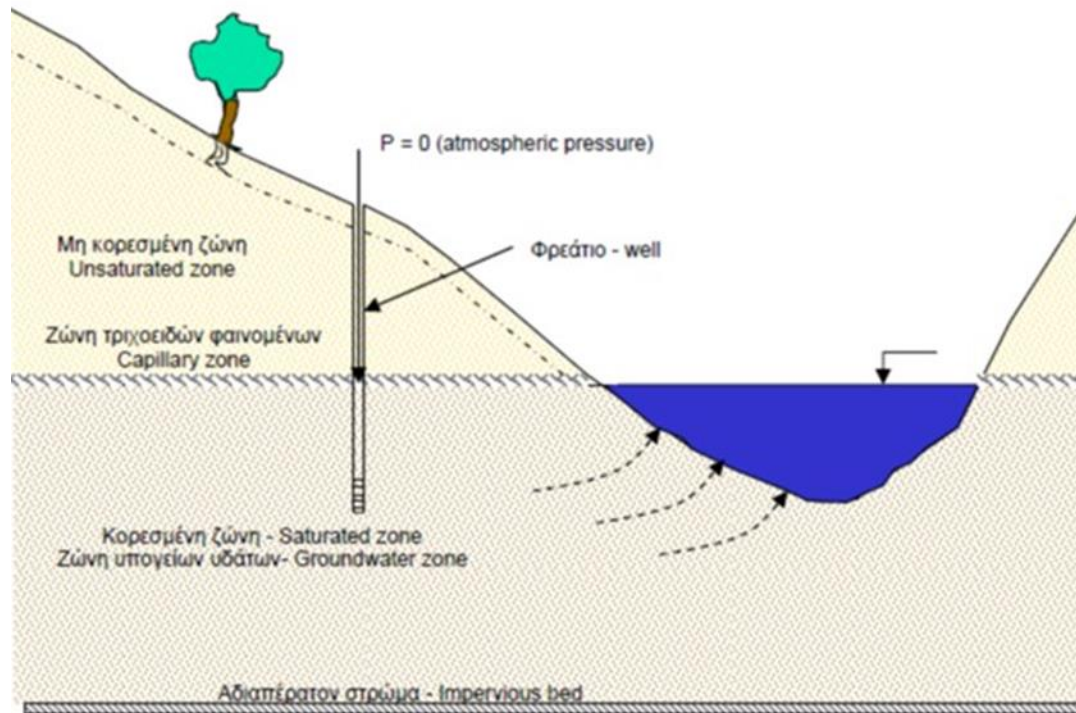


Υδραυλική II

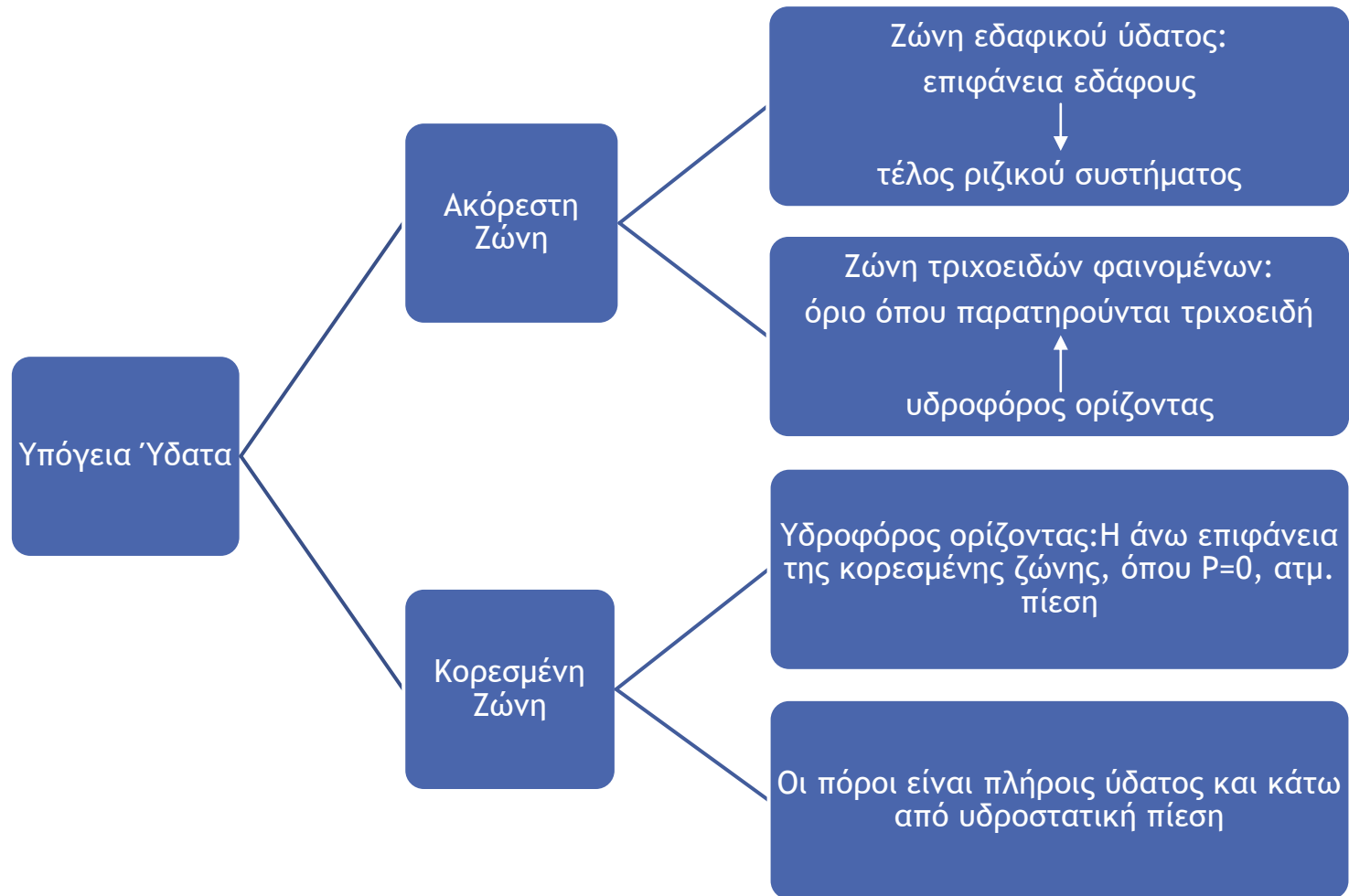
2^η Εργαστηριακή Ενότητα: Ροή Υπογείων Υδάτων
«Μεταβλητό Σύστημα Υδροφορέων»

Υπόγεια Ύδατα

- ▶ Ο όρος αναφέρεται στις ποσότητες ύδατος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, που βρίσκονται εντός κορεσμένων εδαφών ή γεωλογικών σχηματισμών



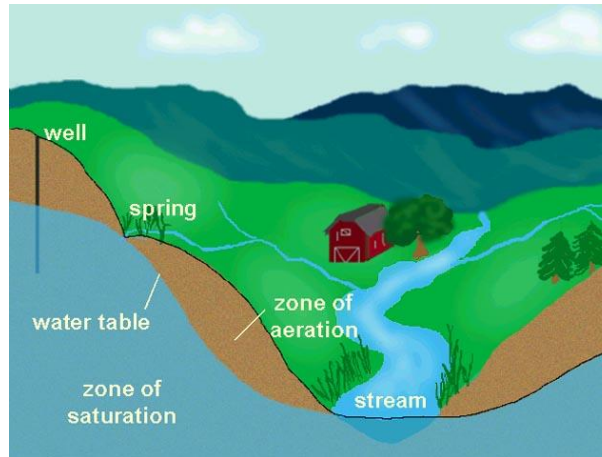
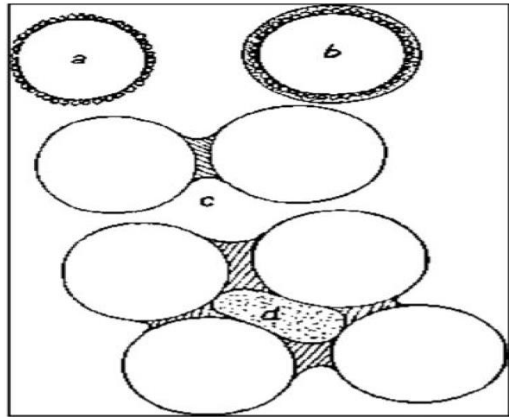
Υπόγεια Ύδατα: Ταξινόμηση



Ακόρεστη & Κορεσμένη Ζώνη

Η έννοια του
Υδροφορέα

Είδη υδάτων στην
ακόρεστη ζώνη

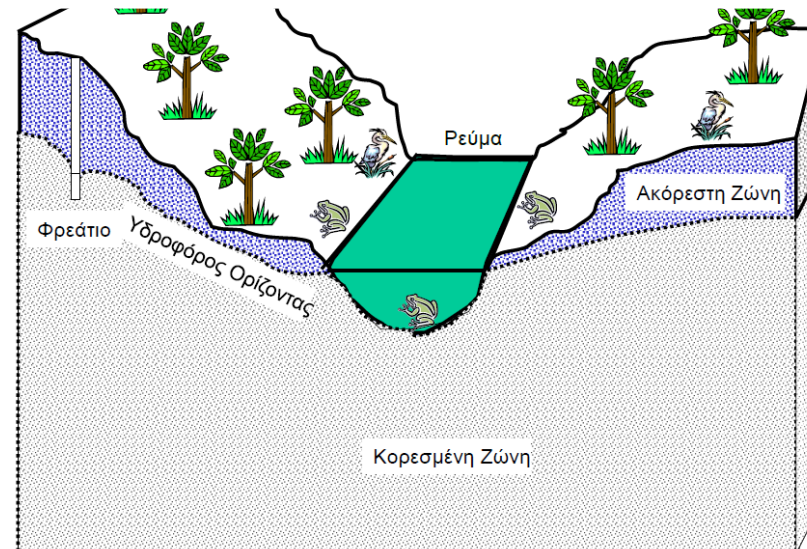


Υδροφορέας

- ▶ Είναι ένας υπεδάφιος σχηματισμός που περιέχει σημαντικές ποσότητες διαπερατών υλικών κορεσμένων με ύδωρ και τα οποία προμηθεύουν φρέατα και πηγές με υδατικές ποσότητες.
- ▶ Τυπικά παραδείγματα τέτοιων σχηματισμών συνίστανται από άμμο (sand) και χάλικες (gravels).
 - ▶ Άλλα παραδείγματα: πετρώματα με ρωγμές, ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, ηφαιστιογενή πετρώματα
- ▶ Οι περισσότεροι υδροφορείς εκτείνονται σε μεγάλη έκταση και μπορούν να θεωρηθούν σαν υπόγειες δεξαμενές.
- ▶ Ταξινομούνται σε ελεύθερους και περιορισμένους με βάση τη θέση του υδροφόρου ορίζοντα

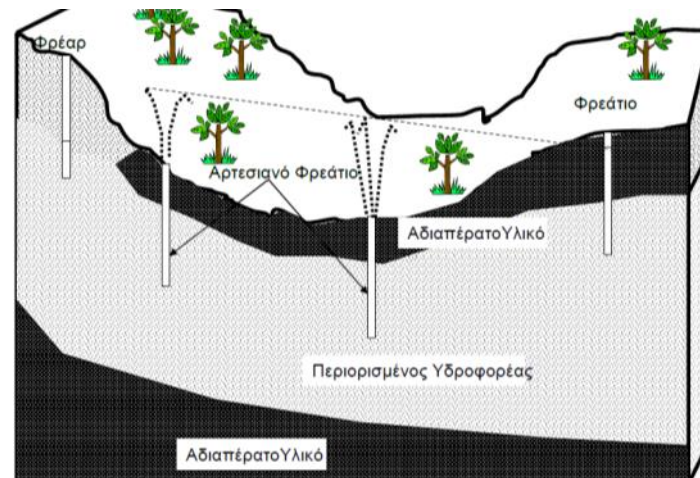
Ελεύθερος Υδροφόρας

- ▶ Η ανώτερη επιφάνεια του είναι ο υδροφόρος ορίζοντας
- ▶ Ανοιχτός αγωγός κατ' αντιστοιχία με τις έννοιες της ρευστομηχανικής



Περιορισμένος Υδροφόρας

- ▶ Ονομάζεται και αρτεσιανός
- ▶ Περιέχει νερό υπό πίεση, μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής
- ▶ Περιορίζεται στην άνω και κάτω επιφάνεια από αδιαπέραστα στρώματα
- ▶ Κλειστός αγωγός κατ' αντιστοιχία με τις έννοιες της ρευστομηχανικής

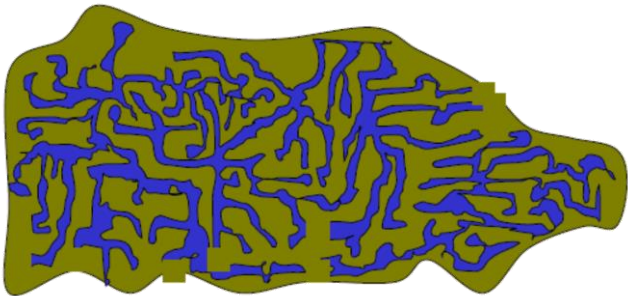


Παράμετροι υδροφορέων:

Πορώδες - Porosity, n ή ε (αδιάστατο μέγεθος)

Πορώδες

- ▶ $n = \frac{V_v}{V_o} = \frac{\text{όγκος των κενών}}{\text{συνολικός όγκος δειγματος}}$
- ▶ Χαρακτηριστικές τιμές:
 - ▶ Αμμόδη εδάφη: 0.45 - 0.55
 - ▶ Πηλός - Άργιλος: 0.40 - 0.60
 - ▶ Ασβεστολιθικά : 0.20



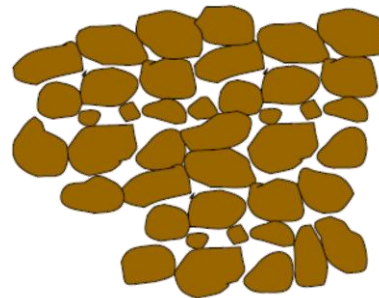
Ενεργό πορώδες

- ▶ $n_e = \frac{V_v}{V_o} \Rightarrow$
 $n_e = \frac{\text{όγκος νερού που στραγγ. υπό την επιδραση της βαρύτητας}}{\text{συνολικός όγκος δειγματος}}$

- ▶ Ανάλογα τον τύπο του εδάφους οι τιμές πορώδους και ενεργούν πορώδους μπορούν να έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους

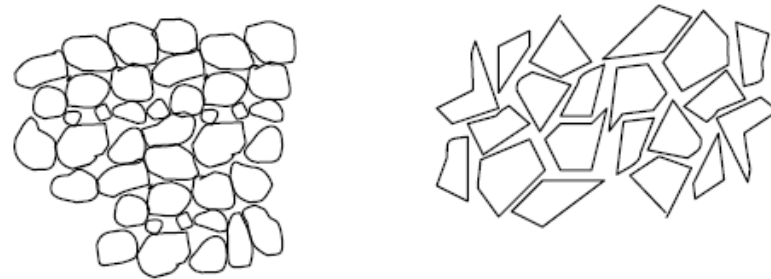
ιζηματογενή πετρώματα: δεν έχουν διαφορές μεταξύ n - n_e

αργιλώδη εδάφη: έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ n - n_e

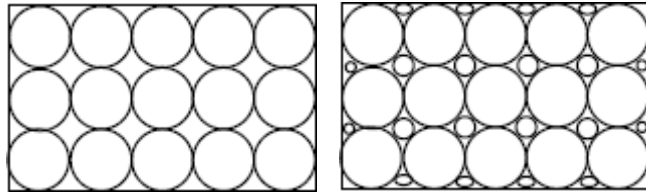


Πορώδες: Παράγοντες που το επηρεάζουν

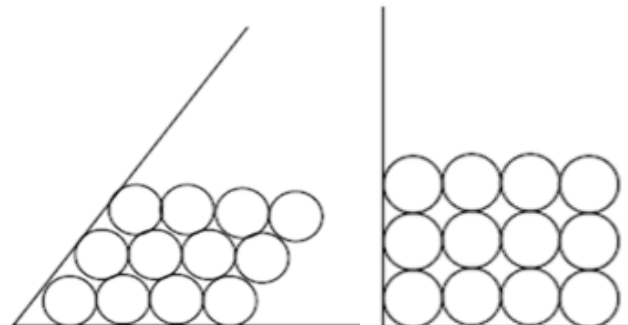
Σχήμα των κόκκων



Κοκκομετρική σύνθεση



Διάταξη των κόκκων



Παράμετροι υδροφορέων:

Υδραυλική Αγωγιμότητα -
Hydraulic Conductivity, K (L/T)

Ειδική Αποθηκευτικότητα-
Specific Storage, S (αδιάστατο μέγεθος)

Η κίνηση του Υπόγειου Νερού - Νόμος Darcy

$$\left. \begin{aligned} \blacktriangleright Q &\propto A \\ \blacktriangleright Q &\propto h_1 - h_2 \\ \blacktriangleright Q &= \frac{1}{\Delta L} \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

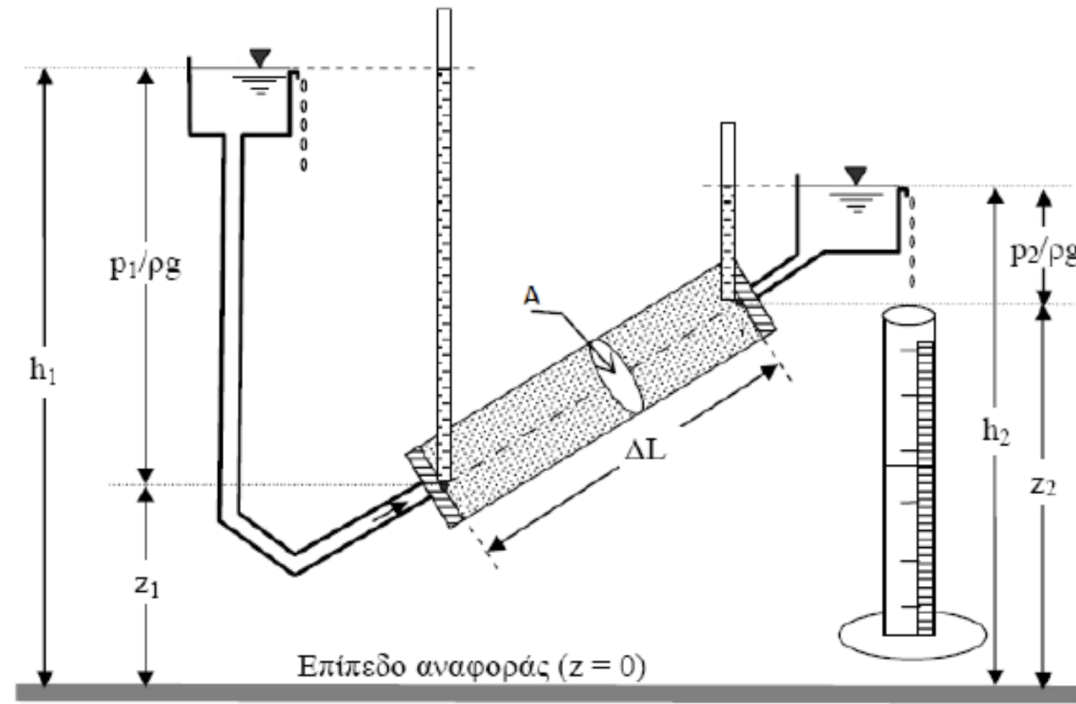
$$\rightarrow Q = KA \frac{h_1 - h_2}{\Delta L} \quad (L^3/T)$$

$$\rightarrow q = \frac{Q}{A}$$

$$\rightarrow q = -K \frac{dh}{dl} \quad (L/T) : \text{ταχ. Darcy}$$

K: υδραυλική αγωγιμότητα (L/T)

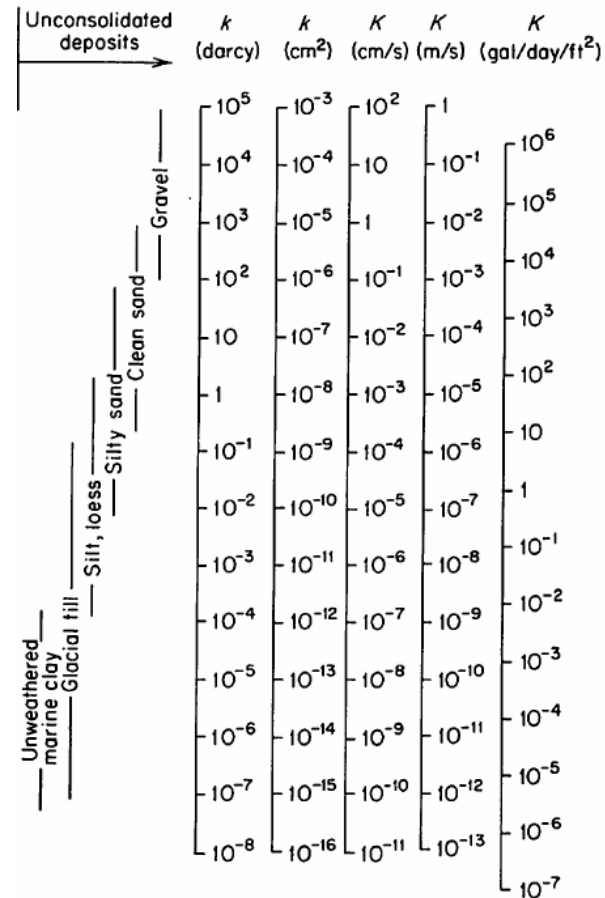
$-\frac{dh}{dl} = J$: υδραυλική κλίση (αδιάστατο)



$$h = \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + z$$

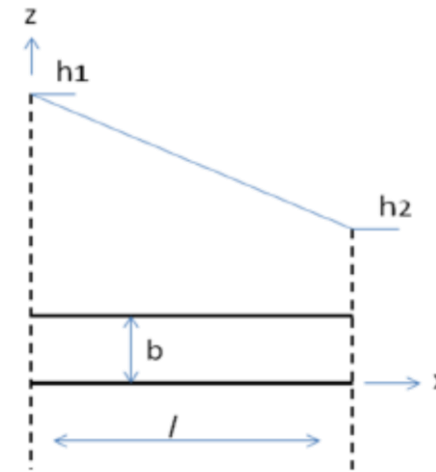
$$h = \frac{p}{\rho g} + z$$

Τυπικές τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας διάφορων εδαφικών σχηματισμών



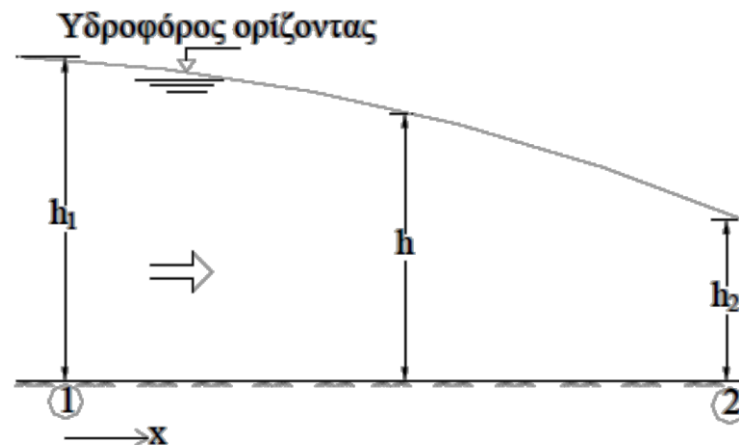
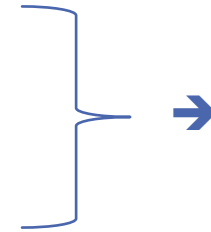
Περιορισμένος υδροφορέας

- ▶ Εάν υπάρχει σταθερή κίνηση του υπόγειου ύδατος προς μια κατεύθυνση, τότε υπάρχει κλίση της επιφάνειας δυναμικού
- ▶ Ο νόμος του Darcy εφαρμόζεται ως εξής:
- ▶ $\frac{Q}{A} = \frac{Q}{bw} = -K \frac{dh}{dl}$
- ▶ $q' = \frac{Q}{w} = -b K \frac{dh}{dl}$
 - ▶ b : το πάχος του υδροφορέα (L)
 - ▶ q' : η ροή ανά μονάδα πλάτους (L^2/T)



Ελεύθερος Υδροφορέας

- ▶ Ο υδροφόρος ορίζοντας είναι και το άνω όριο της περιοχής ροής
- ▶ Απουσία βροχόπτωσης ή εξατμισοδιαπνοής η ποσότητα του ύδατος που περνάει από κάθε θέση του υδροφορέα είναι σταθερή
- ▶ Η κορεσμένη (κατά πλάτος) επιφάνεια μειώνεται
 - ➔ Η υδραυλική κλίση είναι μεγαλύτερη στο τελικό σημείο από ότι στο αρχικό
- ▶ Η υδραυλική κλίση δεν παραμένει σταθερή



Η κίνηση του Υπόγειου Νερού - Παραδοχές Dupuit

- ▶ Η υδραυλική κλίση είναι ίση με την κλίση του υδροφόρου ορίζοντα
- ▶ Για υδροφόρους ορίζοντες με μικρή υδραυλική κλίση οι γραμμές ροής είναι οριζόντιες και οι ισοδυναμικές γραμμές κάθετες.
- ▶ Εξίσωση Dupuit:

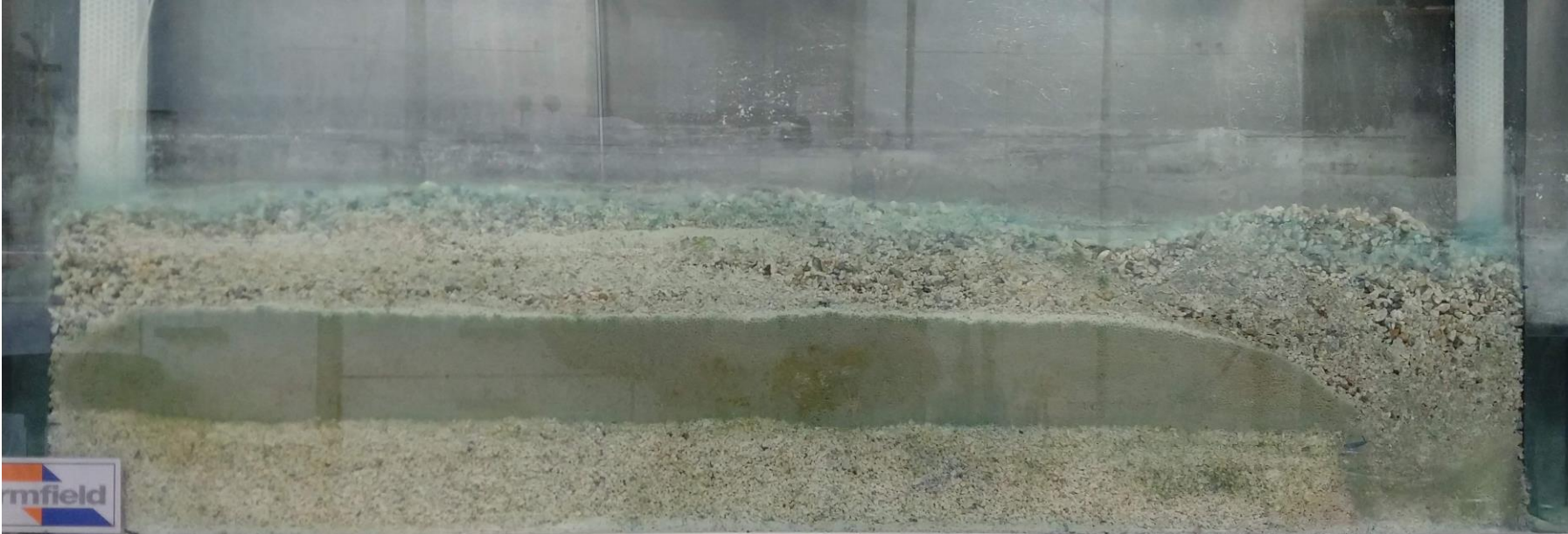
$$q' = \frac{1}{2} K \left(\frac{h_1^2 - h_2^2}{L} \right)$$

q' : η ροή ανά μονάδα πλάτους (L^2/T)

h_1, h_2 : το υδραυλικό ύψος στο αρχικό και τελικό σημείο
αντίστοιχα

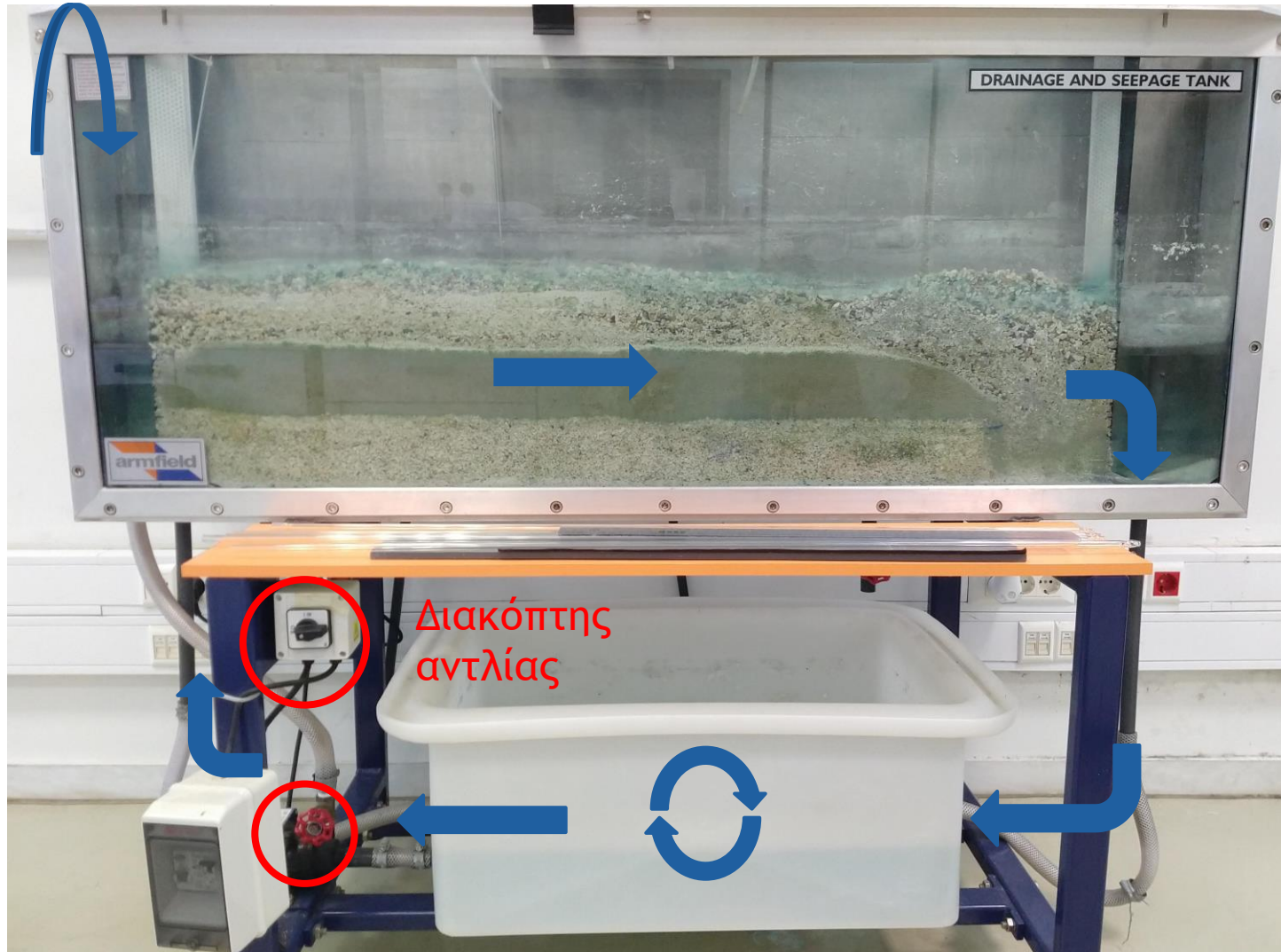
L : η απόσταση μεταξύ των δύο σημείων

Περιγραφή της Πειραματικής Διάταξης



Ελεύθερος Υδροφορέας από Χονδρόκοκκο υλικό, K_2	Ελεύθερος Υδροφορέας από Ανάμεικτο λεπτόκοκκο και χονδρόκοκκο υλικό, K_3
Αδιαπέρατο στρώμα	
Περιορισμένος Υδροφορέας από Λεπτόκοκκο υλικό, K_1	

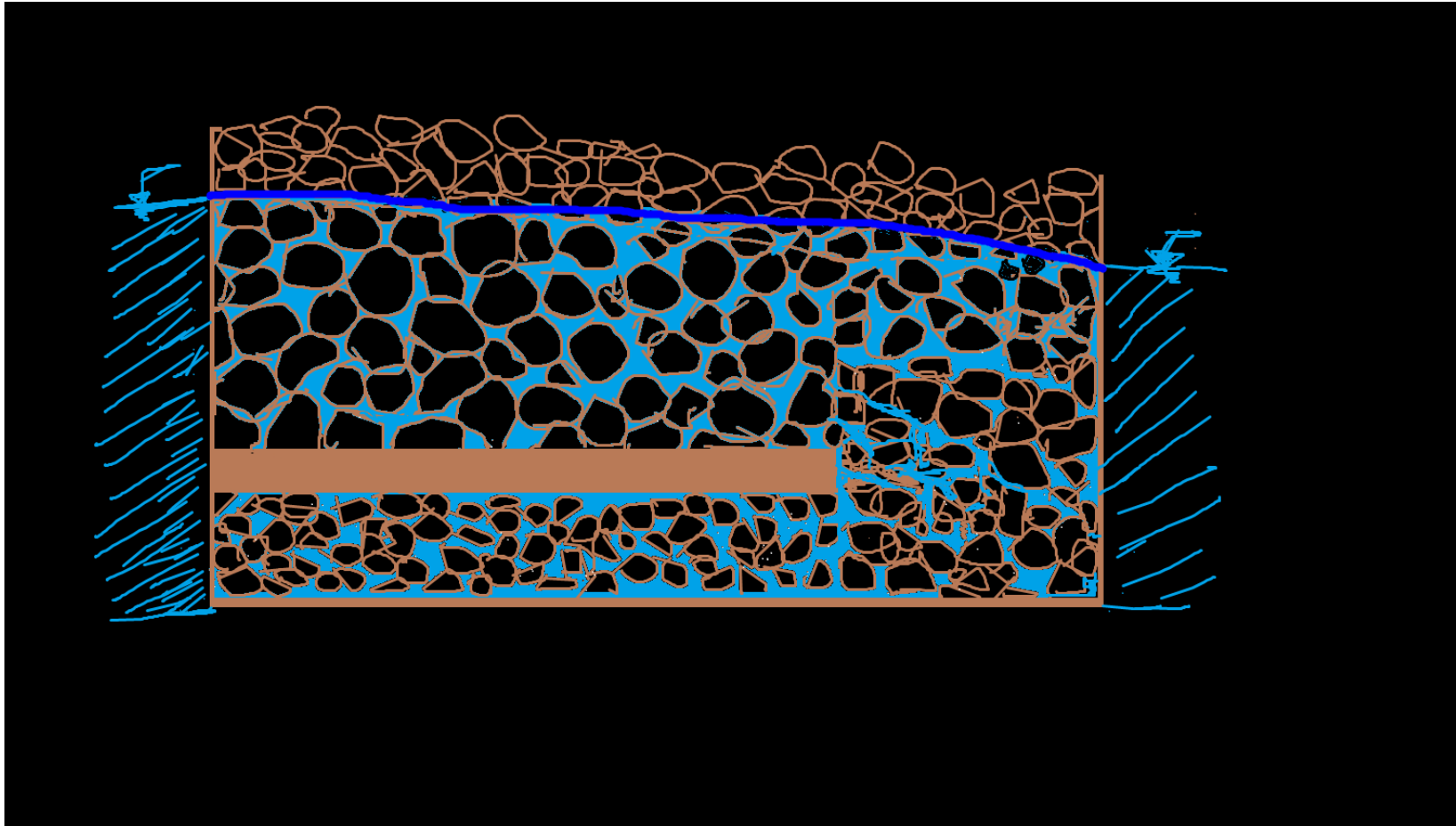
Περιγραφή της Πειραματικής Διάταξης



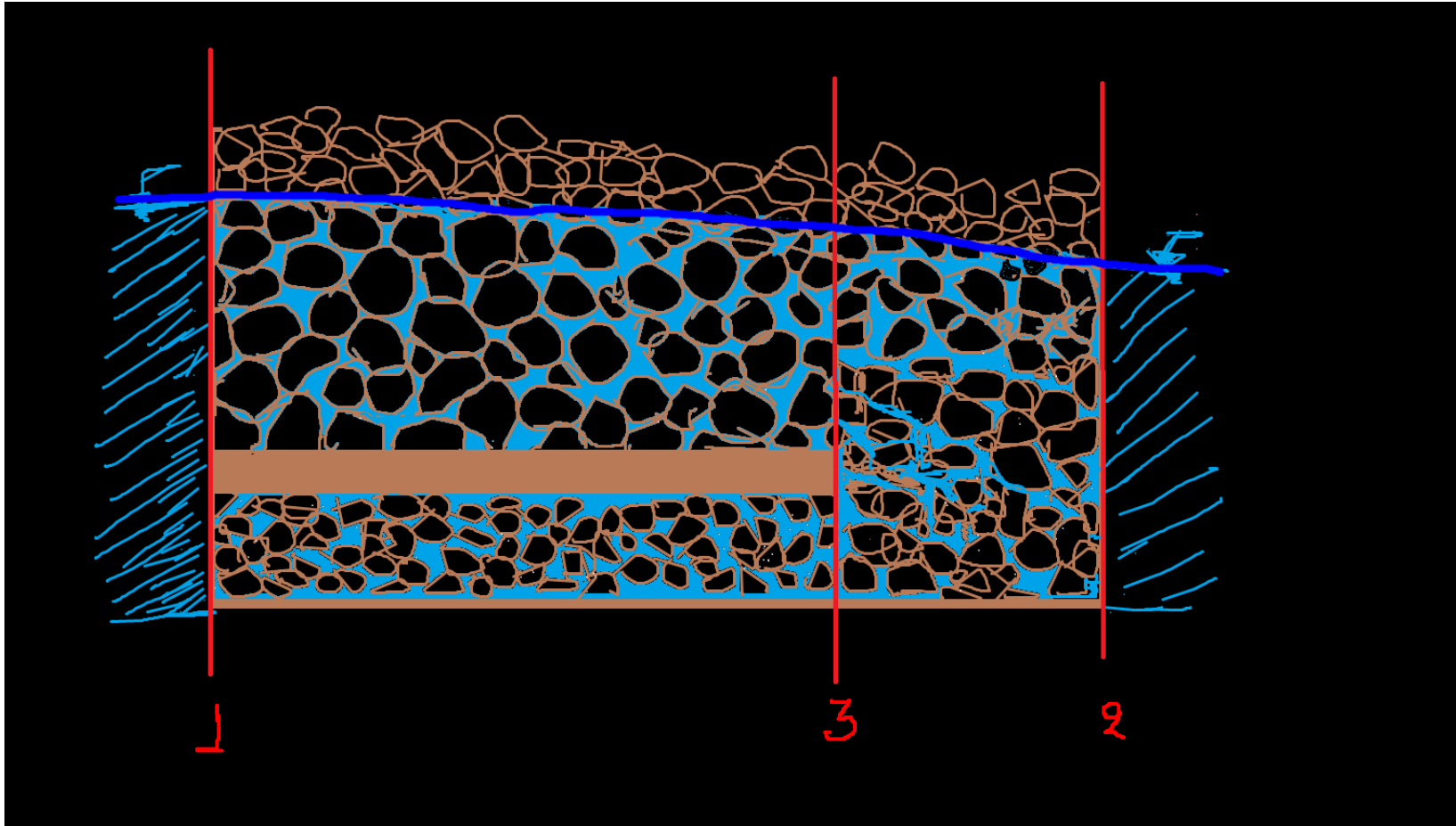
Λεπτομέρειες της Διάταξης



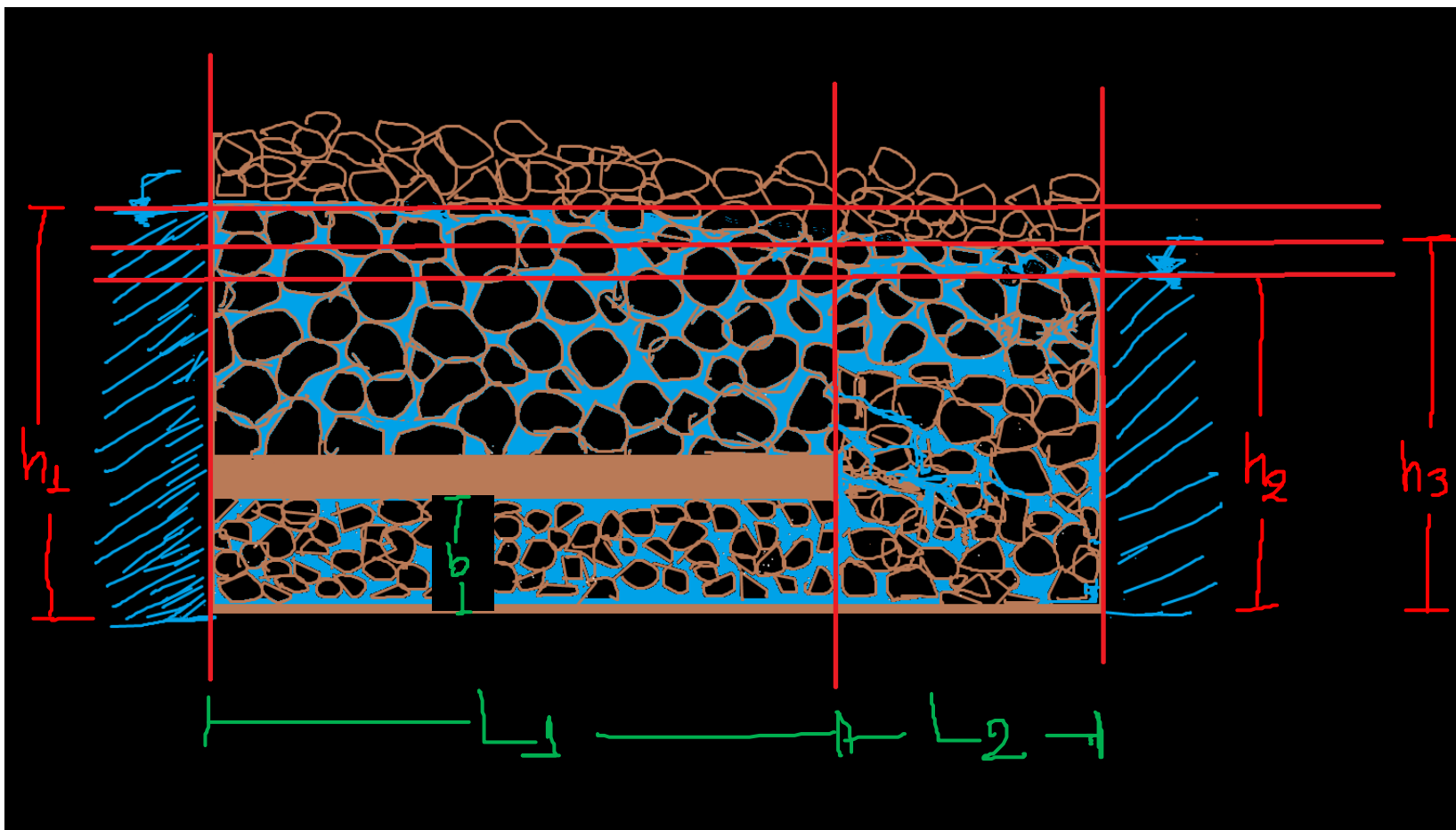
Πειραματική διαδικασία



Πειραματική διαδικασία



Πειραματική διαδικασία



Μετρήσεις

Ομάδες			Μετρήσεις		
			h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)
9	10	11	22,5	21	22
12	13	14	24,5	22	22,5
15	16	17	25,5	22,5	23

Ερωτήσεις Εργαστηριακής Αναφοράς

1. Αποδείξτε την εξίσωση Dupuit.
2. Υπολογίστε (παρουσιάζοντας αναλυτικά σκέψεις, εξισώσεις και πράξεις) τις παροχές λαμβάνοντας υπόψιν τις υδραυλικές αγωγιμότητες $K1=0.0015\text{m/s}$, $K2=0.15\text{m/s}$ και υπολογίστε το $K3= ???\text{m/s}$.
3. Στη συνέχεια από τον πίνακα που σας δίνετε χαρακτηρίστε το πορώδες υλικό των υδροφορέων.
4. Σχεδιάστε σε μία διάσταση τις ισοπιεζομετρικές γραμμές μεταβολής του υπόγειου ύδατος και τις γραμμές ροής.
5. Αν η ολική παροχή της υπόγειας ροής που εισέρχεται στον ελεύθερο και στον περιορισμένο υδροφορέα είναι $Q = 3.6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sec}$ δώστε τις αντίστοιχες υδραυλικές αγωγιμότητες και συγκρίνετε τα αποτελέσματα με αυτά της ερώτησης 2.

Παράδοση Εργαστηριακής Αναφοράς

- ▶ Η εργασία γίνεται ομαδικά, με ΜΕΓΙΣΤΟ αριθμό συμμετεχόντων τα ΤΡΙΑ άτομα
- ▶ Παραδίδεται μέσω eclass ΚΑΙ ΜΟΝΟ ΕΚΕΙ
- ▶ Η προθεσμία παράδοσης είναι 2 εβδομάδες, δηλ. ΜΕΧΡΙ 14/12/2020
- ▶ E-mail επικοινωνίας: ianyfanti1@isc.tuc.gr