



# Εκμετάλλευση και Προστασία των Υπόγειων Υδατικών Πόρων

## Ενότητα 1: Εισαγωγή

Αναπληρωτής Καθηγητής Νικόλαος Θεοδοσίου  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





# Εισαγωγή



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Το νερό στη Γη

- Συνολική ποσότητα νερού στη γη:  $1.4 \times 10^{18} \text{m}^3$ 
  - 97.3% - αλμυρό νερό
  - 2.1 % - πάγοι ή υδρατμοί
  - 0.6 % - για χρήση ( $8.5 \times 10^{15} \text{m}^3$ )
    - 98% - υπόγειο νερό
      - Το μισό βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο από 800 m

Χρειάζονται 200 – 300 χρόνια για να ανανεωθούν τα αποθέματα πόσιμου νερού.



# Ο Υδρολογικός Κύκλος



Σχήμα 1: Ο Υδρολογικός Κύκλος.

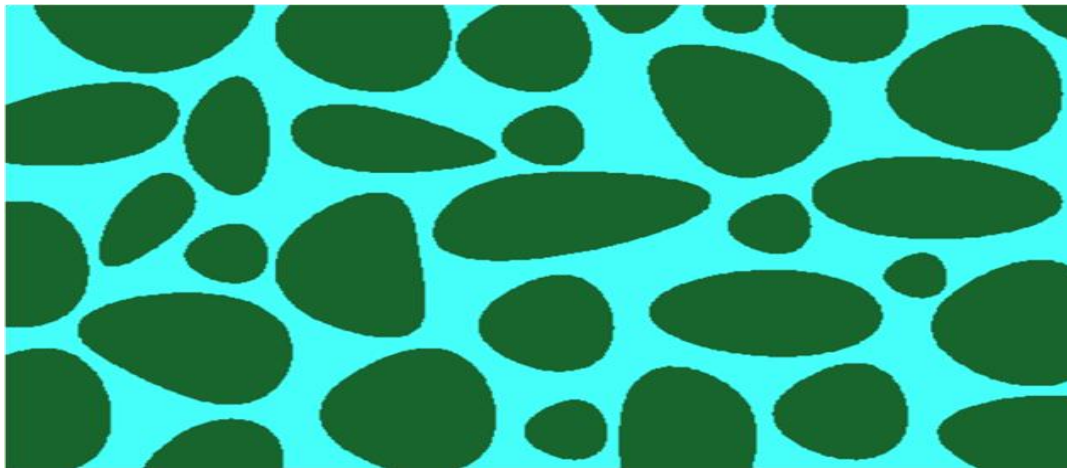
Πηγή: [http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8D%CE%BA%CE%BB%CE%BF%CF%82\\_%CF%84%CE%BF%CF%85\\_%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%8D](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8D%CE%BA%CE%BB%CE%BF%CF%82_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%BF%CF%8D) Ημ/νία τελευταίας επίσκεψης: 26/1/2015.





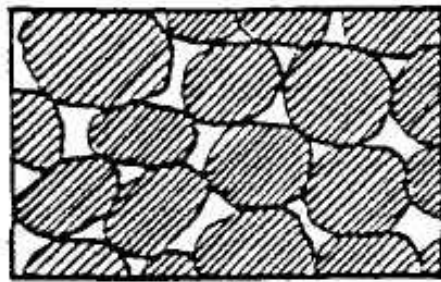
# Χαρακτηριστικά εδαφών (1/5)

Έδαφος: Συνεχές μέσο με αλληλοσυνδεόμενα διάκενα μικρού μεγέθους, όπου κινούνται ένα ή περισσότερα ρευστά.

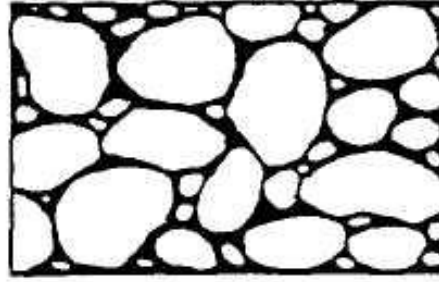


Σχήμα 2: Διάταξη εδαφικού σκελετού.

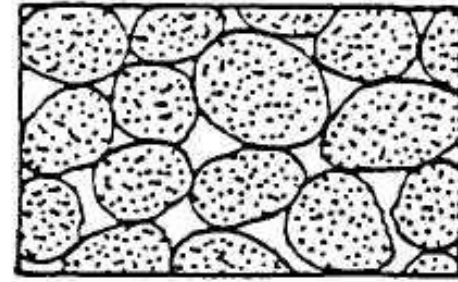
# Διάφοροι τύποι διάταξης στερεού σκελετού και διάκενων



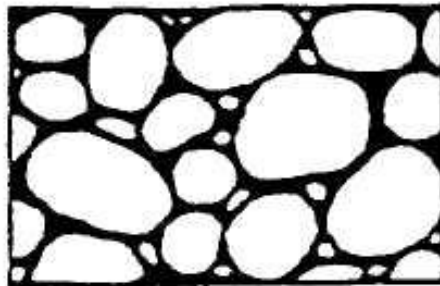
(α)



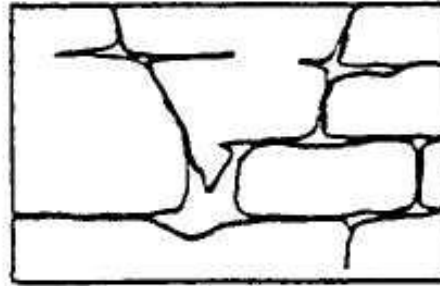
(β)



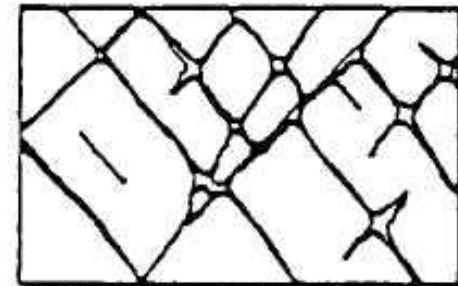
(γ)



(δ)



(ε)



(στ)

Σχήμα 3: Διάφοροι τύποι διάταξης κόκκων και διάκενων.

Πηγή: Π. Λατινόπουλος, Υδραυλική των Υπόγειων Ροών, Υπηρεσία Δημοσιευμάτων ΑΠΘ, 1986, σελ.14.





# Χαρακτηριστικά εδαφών (2/5)

- **Ιδιότητες αμμωδών εδαφών**
  - ❏ Έχουν μεγάλη διαπερατότητα.
  - ❏ Δεν διογκώνονται όταν διαβραχούν.
  - ❏ Δεν συστέλλονται όταν ξηραθούν.
  
- **Ιδιότητες αργιλωδών εδαφών**
  - ❏ Έχουν μικρή διαπερατότητα.
  - ❏ Διογκώνονται όταν διαβραχούν.
  
  - ❏ Συστέλλονται όταν ξηραθούν.



# Χαρακτηριστικά εδαφών (3/5)

Πορώδες: 
$$n = \frac{V_n}{V}$$

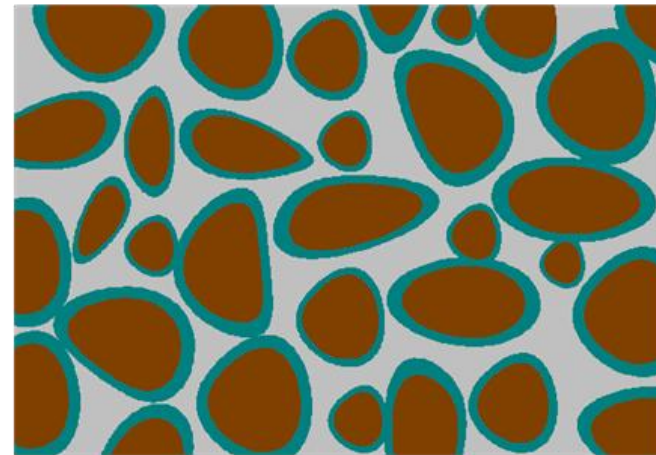
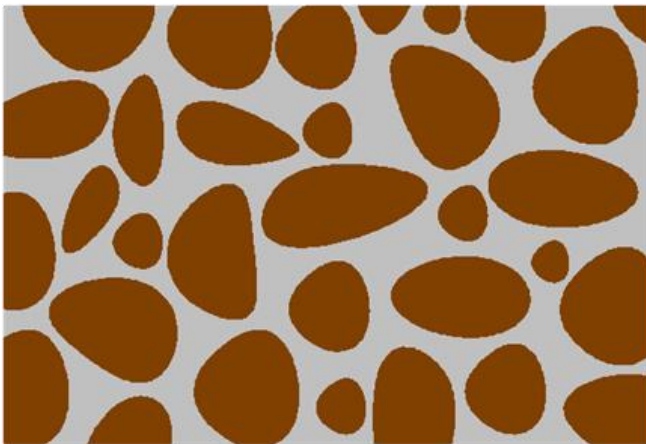
- $V_n$  = όγκος των διάκενων
- $V$  = συνολικός όγκος του εδάφους.
- Στα αμμώδη εδάφη το πορώδες κυμαίνεται από 0,35 ως 0,45.
- Στα αργιλώδη κυμαίνεται συνήθως από 0,40 ως 0,60, αλλά έχουν παρατηρηθεί και μεγαλύτερες τιμές από 0,85.



# Χαρακτηριστικά εδαφών (4/5)

- Αποτελεσματικό πορώδες:  $\varepsilon = \frac{V_{\varepsilon}}{V}$

- $V_{\varepsilon}$  = όγκος των διάκενων, όπου το ρευστό μπορεί να κινηθεί μόνο υπό την επίδραση δυνάμεων βαρύτητας ή διαφορών πιέσεων.
- Το αποτελεσματικό πορώδες στα αμμώδη και στα αργιλώδη εδάφη.



Σχήμα 4: Το αποτελεσματικό πορώδες στα αμμώδη και στα αργιλώδη εδάφη.



# Χαρακτηριστικά εδαφών (5/5)

- Δείκτης πόρων: 
$$e = \frac{V_n}{V_\sigma}$$

$V_\sigma =$  όγκος της στερεάς φάσης του εδάφους

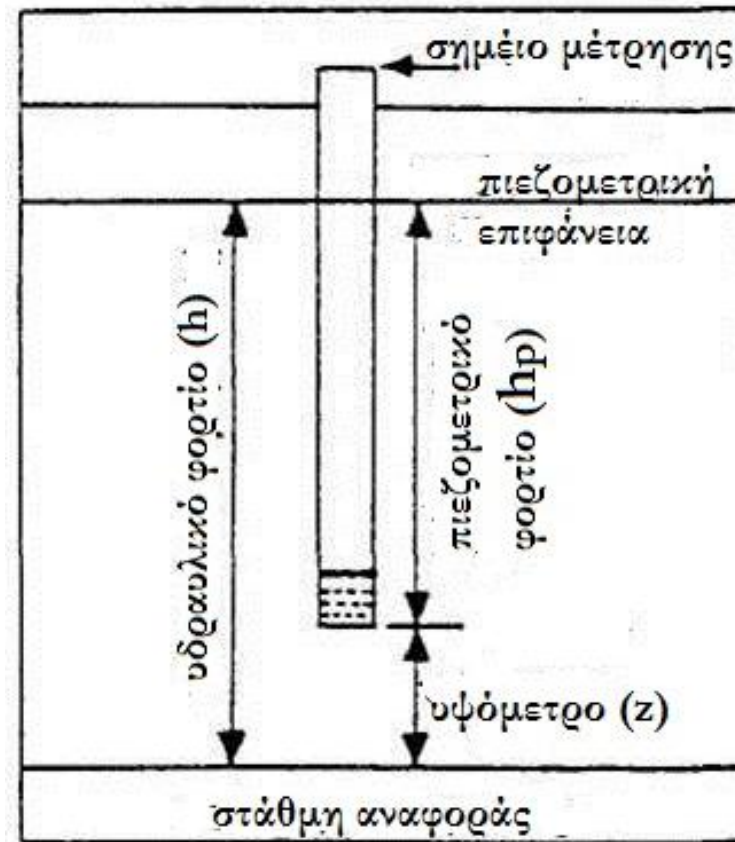
- Σχέση μεταξύ πορώδους και δείκτη πόρων.

$$e = \frac{n}{1 - n}$$

$$n = \frac{e}{1 + e}$$



# Το υδραυλικό φορτίο και οι συνιστώσες του



Σχήμα 5: Το υδραυλικό φορτίο και οι συνιστώσες του.

$$h = p/\rho g + z$$





# Η κίνηση του νερού στους υδροφορείς

## Νόμος του Darcy

$$Q = K A J$$

- $Q$  [ $L^3/T$ ] παροχή υπόγειας ροής
- $J$  υδραυλική κλίση
- $K$  [ $L/T$ ] διαπερατότητα του πορώδους μέσου
- $A$  [ $L^2$ ] είναι το εμβαδόν της διατομής του υδροφορέα μέσα από την οποία γίνεται η ροή
- $T$  [ $L^2/T$ ] μεταφορικότητα, η ικανότητα ενός υδροφορέα να μεταφέρει νερό ( $T = K \times \{b \text{ ή } h\}$ )
- $S$ , αποθηκευτικότητα, η ποσότητα του νερού που απομακρύνεται ή προστίθεται στον αποθηκευμένο όγκο νερού ανά μονάδα επιφάνειας του υδροφορέα εξαιτίας μιας μοναδιαίας αύξησης στο φορτίο.



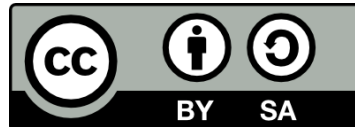
# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νικόλαος Θεοδοσίου.  
«Εκμετάλλευση και Προστασία των Υπόγειων Υδατικών Πόρων. Εισαγωγή».  
Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS373/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

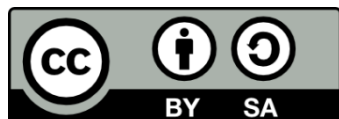
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: <Γιάννης Αυγολούπης>  
Θεσσαλονίκη, <Χειμερινό Εξάμηνο 2014-2015>



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

