



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

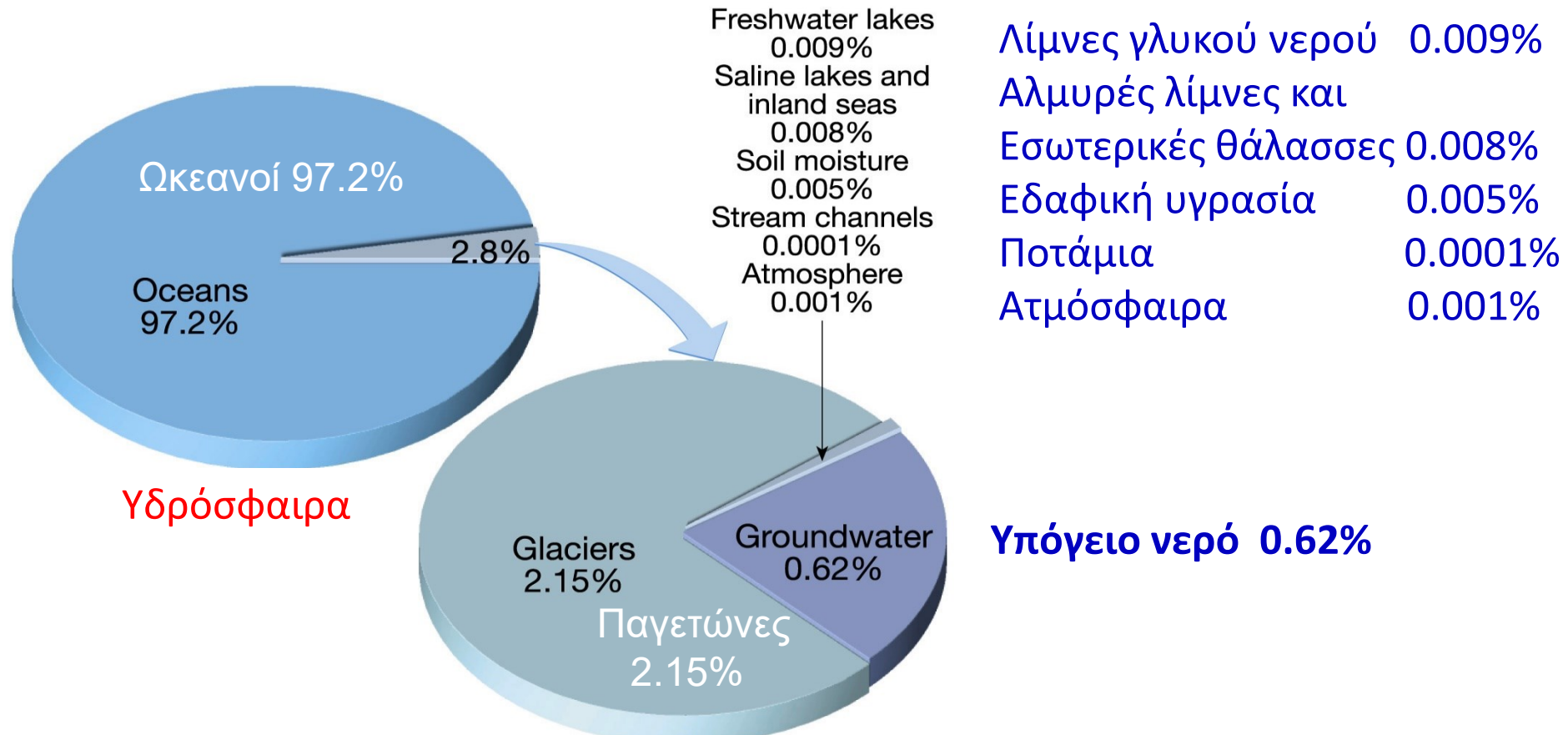
Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Γενικής, Θαλάσσιας Γεωλογίας &
Γεωδυναμικής (Γ.Θ.Γ.Γ.)

Πλανήτης Γη (Geol_002)

Υπόγειο νερό

Εισηγητής:
Δρ. Μπαθρέλλος Γιώργος
Αναπληρωτής Καθηγητής

Υπόγειο νερό



Το μη ωκεάνιο μέρος
(% της συνολικής υδρόσφαιρας)

Το «γλυκό» νερό της υδρόσφαιρας

Οι πηγές του νερού της γης

Τυπικοί χρόνοι παραμονής νερού στους ταμιευτήρες

| | |
|--------------------------|----------------------|
| Παγετώνες | 20 μέχρι 100 χρόνια |
| Εποχιακό κάλυμμα χιονιού | 2 μέχρι 6 μήνες |
| Εδαφική υγρασία | 1 μέχρι 2 μήνες |
| Υπόγειο νερό: ρηχό | 100 μέχρι 200 χρόνια |
| Υπόγειο νερό: βαθύ | 10.000 χρόνια |
| Ποταμοί | 2 μέχρι 6 μήνες |
| Λίμνες | 50 μέχρι 100 χρόνια |

Υπόγειο ή εδαφικό νερό

Το νερό που βρίσκεται κάτω από τη γήινη επιφάνεια μέσα στους πόρους του εδάφους, του **μανδύα αποσάθρωσης** και του **υποβάθρου** καλείται **υπόγειο** ή **εδαφικό** ή **υπεδαφικό νερό**.

Το περισσότερο από το 50% του συνολικού υπόγειου νερού, που προσφέρεται σε χρήση περιορίζεται σε ένα βάθος, το οποίο δεν ξεπερνά τα 750 μέτρα.

Ο όγκος του νερού σε αυτή τη ζώνη εκτιμάται ότι μπορεί να αντιστοιχιστεί με ένα συνεχές στρώμα νερού, πάχους 55 μέτρων.

Κάτω από το προαναφερθέν βάθος η ποσότητα του υπόγειου νερού μειώνεται κατά ακανόνιστο τρόπο.

- Τα **υπόγεια νερά** είναι πολυγενετικά και διαιρούνται στους ακόλουθους τύπους:
 1. Κατεισδύοντα
 2. Συμπυκνωμένα
 3. Σύμφυτα ή απολιθωμένα
 4. Νεαρά
 5. Αναμεμειγμένα

1. Κατεισδύοντα Νερά

- Σχηματίζονται από την κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων (βροχή, χιόνι, χαλάζι) και του νερού των ποταμών και των λιμνών.
- Το νερό αυτό συνιστά τον κύριο όγκο του υπόγειου νερού και σχηματίζει το διερχόμενο ή μετεωρικό υπόγειο νερό.

2. Συμπυκνωμένο Νερό

- Το συμπυκνωμένο νερό παράγεται από την **συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας**.
- Στις έρημους και ημιέρημους, οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις είναι ποσοτικά ασήμαντες, και αυτές που πέφτουν, τάχιστα εξατμίζονται. Όμως, υπάρχει υπόγειο νερό σε ένα ορισμένο βάθος κάτω από την επιφάνεια. Ο σχηματισμός του **εξηγείται με την υπόθεση της συμπύκνωσης** και το νερό αυτό καλείται συμπυκνωμένο.
- Ο υγρός αέρας στην επιφάνεια της γης, ειδικά το καλοκαίρι, είναι πάντοτε θερμότερος από τον αέρα του εδαφικού ορίζοντα. Έτσι, υπάρχει μια **διαφορά πίεσεως** μεταξύ των υδρατμών στην ατμόσφαιρα και στο έδαφος. Οι υδρατμοί, που διαπερνούν τα πετρώματα από τη ατμόσφαιρα, εξαιτίας της βαθμίδας πίεσεως, συμπυκνώνονται επειδή η θερμοκρασία πέφτει και μετατρέπονται σε νερό. Η υπόθεση αυτή εξηγεί την παρουσία του γλυκού νερού στις έρημους και τα ωκεάνια νησιά.
- Το συμπυκνωμένο νερό πιθανά σχηματίζεται και σε άλλες κλιματικές ζώνες, αλλά ο ρόλος του σε αυτές είναι λιγότερος σημαντικός, ως συμπληρωματικού ταμιευτήρα (ρεζερβουάρ) νερού, από ότι είναι αυτός σε ξηρές περιοχές.

3. Σύμφυτο ή Απολιθωμένο Νερό

Σχηματίζεται από το νερό, το οποίο **παγιδεύεται** μέσα στα **ιζήματα** στη **διάρκεια της απόθεσής** των και της πλήρωσης παλαιών λεκανών.

Τα περισσότερα ιζηματογενή πετρώματα σχηματίζονται από ιζήματα, που έχουν αποθεθεί μέσα σε ένα υγρό μέσο (περιβάλλον).

Το νερό αυτών των παλαιών θαλάσσιων ή λιμναίων λεκανών μπορεί να διατηρηθεί μέσα στα ιζήματα και στα πετρώματα, που σχηματίστηκαν από αυτά ή να διηθηθεί και να εμποτίσει τα περιβάλλοντα πετρώματα.

Διαιρείται σε δυο τύπους, με βάση του αν παραμένει “**in situ**” ή **μεταναστεύει** σε άλλες θέσεις.

1. Το **συνγενετικό υπόγειο νερό** είναι αυτό, που παγιδεύεται με το ίζημα, και διατηρείται μέσα σε αυτό. Ο σχηματισμός του συνγενετικού σύμφυτου νερού ευνοείται από την συνδεδεμένη απόθεση πορώδους ιζηματος κορεσμένου με νερό και του αδιαπέρατου στρώματος, που το απομονώνει. Το συνγενετικό σύμφυτο νερό συνιστά μόνο ένα τμήμα των ενταφιασμένων νερών.
2. Το **επιγενετικό υπόγειο νερό** αποβάλλεται στη διάρκεια της διαγένεσης δηλαδή με την μετατροπή των ιζημάτων σε ιζηματογενή πετρώματα και μετακινείται μέσα στις υπερκείμενες ή υποκείμενες σειρές.

4. Νεαρό νερό

- Έρχεται από τα **βαθύτερα τμήματα** του φλοιού. Η γένεση του συνοδεύεται με την **εισαγωγή (διείσδυση) λειωμένου μάγματος**. Όπως είναι γνωστό το μάγμα είναι ένα πυριτικό τήγμα κορεσμένο με αέρια διαφόρου συστάσεως.
- Όταν το μάγμα παγώνει (κρυσταλλώνεται) τα αέρια συστατικά και οι υδρατμοί το εγκαταλείπουν. Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε ένα **υπέρθερμο νερό**. Το θερμό αυτό νερό κινείται προς τα πάνω από θέσεις υψηλής πίεσης σε θέσεις χαμηλότερης πίεσης και εμπλουτίζεται σε άλατα και αέρια.
- Αυτό τελικώς φθάνει στους ανώτερους ορίζοντες του φλοιού και μπορεί να πληρώσει τους πόρους των ιζηματογενών πετρωμάτων, που θα βρει.
- Την “νεαρή γένεση” του υπόγειου νερού δεν την αναγνωρίζουν όλοι οι υδρογεωλόγοι. Πολλοί από αυτούς αποδίδουν στο νεαρό νερό έναν ασήμαντο ρόλο στο συνολικό ισοζύγιο του υπόγειου νερού.

5. Υπόγειο νερό από μείξη

Μπορεί να προκύψει όταν οι παραπάνω κατηγορίες υπόγειου νερού **συναντηθούν** και **αναμειχθούν**. Ιδιαίτερως, το μετεωρικό νερό τείνει να κινηθεί προς το εσωτερικό του φλοιού μέσα από τη δύναμη της βαρύτητας. Το νεαρό νερό, αντίθετα κινείται από το εσωτερικό του φλοιού προς τα εξωτερικά τμήματά του.

Έτσι, το **μετεωρικό** και το **νεαρό** νερό θα συναντηθούν και θα σχηματίσουν ένα τύπο από **μείξη**.

Το ίδιο πολλές φορές συμβαίνει με το απολιθωμένο και συμπυκνωμένο νερό.

Ταξινόμηση υπογείων υδάτων (σύμφωνα με την εμφάνισή τους)

Σύμφωνα με τις συνθήκες εμφάνισής τους τα υπόγεια νερά ταξινομούνται σε τέσσερις τύπους:

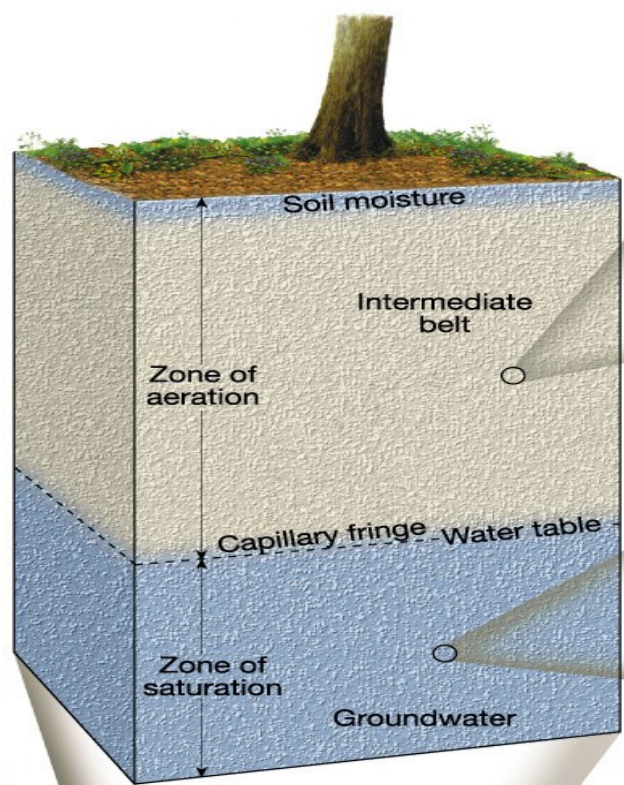
1. Εδαφικό νερό
2. Διερχόμενο νερό
3. Υπόγειο νερό
4. Πεπιεσμένο (αρτεσιανό) νερό

1. Εδαφικό Νερό

- Το νερό αυτό εδράζεται και γεμίζει τα **κενά** μέσα στο εδαφικό ορίζοντα.
- Επηρεάζεται σημαντικά από τις **εποχιακές κλιματικές μεταβολές**. Ιδιαίτερως, θερμαίνεται ισχυρά το καλοκαίρι και μερικές φορές εξατμίζεται εντελώς.
- Το χειμώνα παγώνει, και στις βροχερές περιόδους πλουσιοπάροχα γεμίζει τον εδαφικό ορίζοντα.
- Στις ξηρές περιοχές το νερό εμπλουτίζεται σε ορυκτές ενώσεις. Όταν μάλιστα αυτό εξατμιστεί πλήρως, θα αποβληθούν από αυτό κρύσταλλοι ορυκτών.

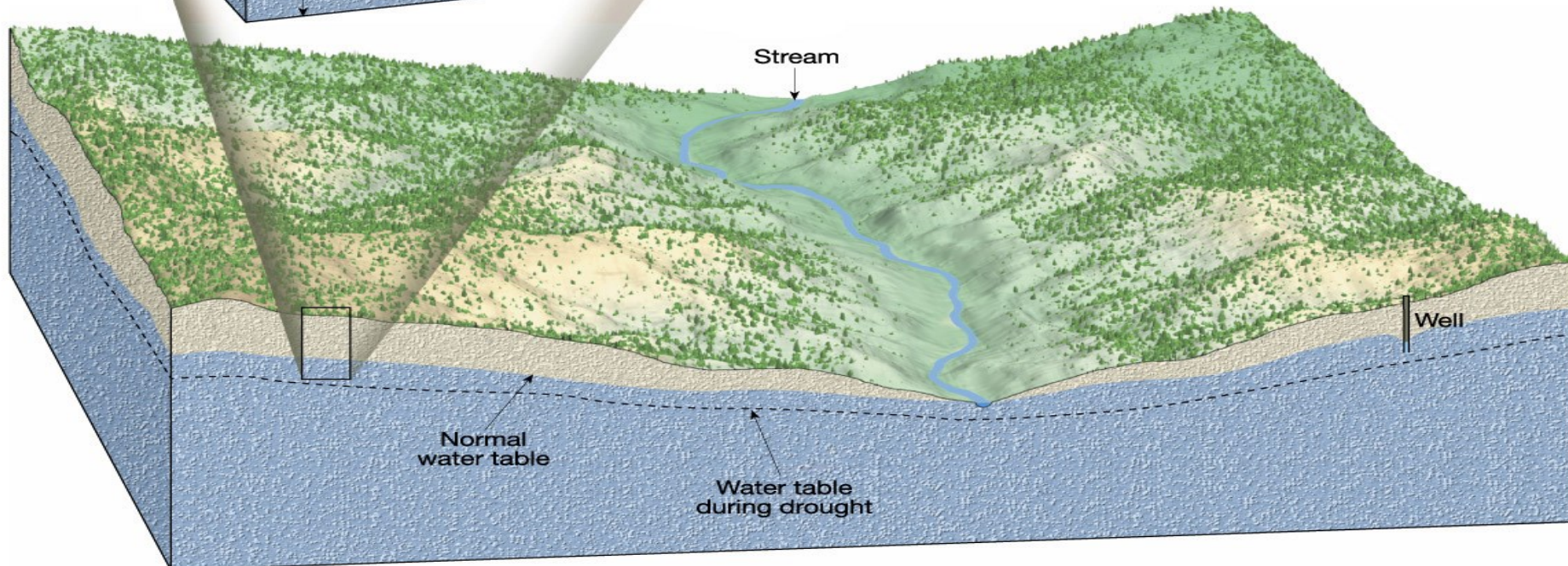
2. Διερχόμενο Νερό ή το νερό της μη εμποτισμένης ζώνης

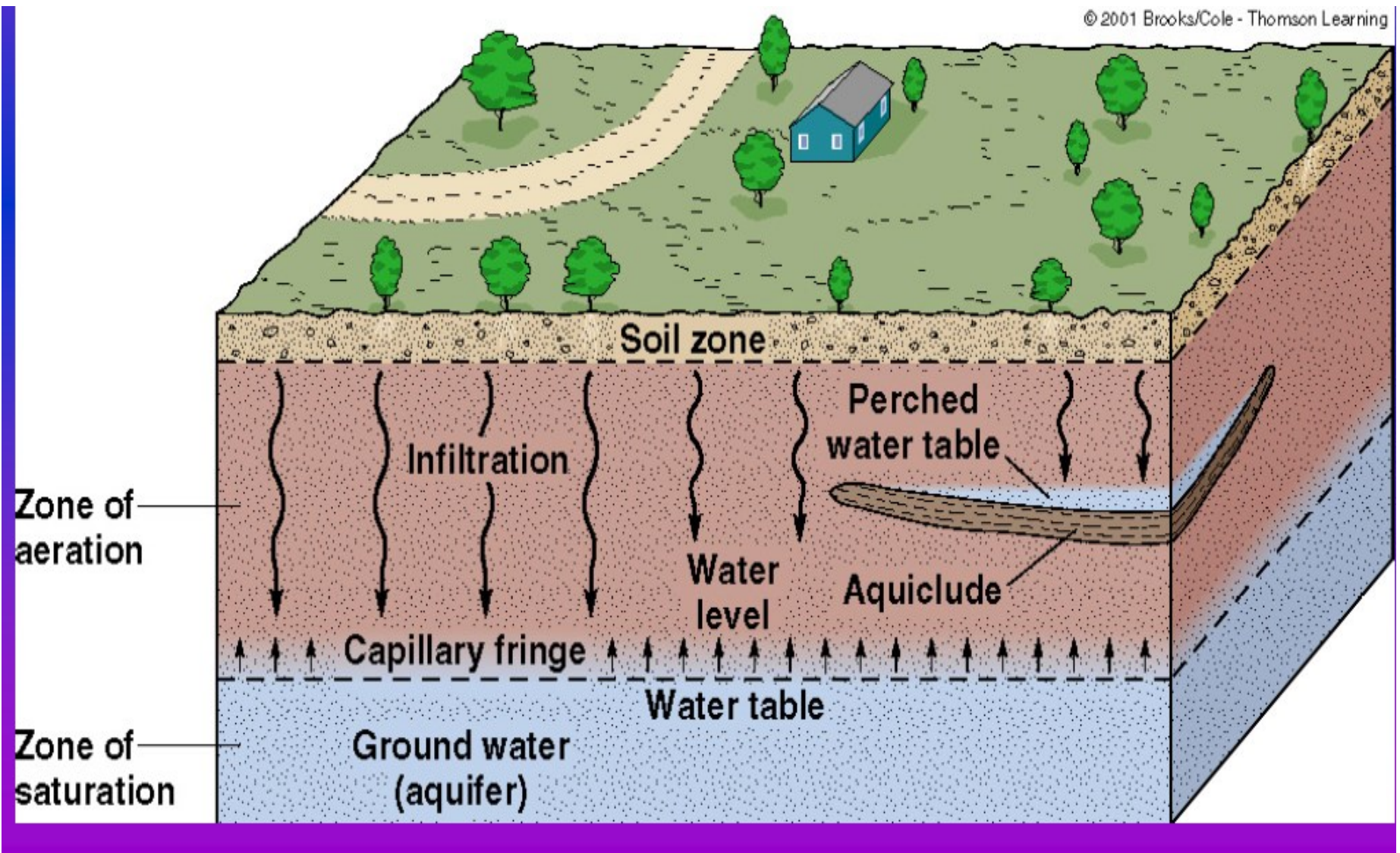
- Το υπόγειο νερό, που απαντάται σε ένα ρηχό διάστημα στη **ζώνη του αερισμού**, δηλαδή, μέσα στη ζώνη του υπεδάφους, όπου ο αέρας κινείται ελεύθερα.
- Το νερό αυτό **δεν** σχηματίζει γενικώς ένα **σταθερό υδροφόρο ορίζοντα**, αλλά απαντάται σε μορφή συγκριτικά μικρών φακών, που υπέρκεινται αδιαπεράτων στρωμάτων. Το πάχος των φακών κυμαίνεται από 30 cm μέχρι 1 m, αλλά καμία φορά φθάνει τα 2 m ή τα 3 m . Το επίπεδο του νερού στη μη εμποτισμένη ζώνη είναι αντικείμενο αξιοσημείωτων μεταβολών, που εξηγούν την εξαφάνιση του νερού στα φρέατα σε περιοχές ξηρού κλίματος.
- Τα χαρακτηριστικά του νερού στη **ζώνη αερισμού** είναι η **περιορισμένη έκταση** της εμφάνισής του, η σύμπτωση της περιοχής παροχής με τη θέση εμφάνισης και η απουσία αρτεσιανής πίεσης. Το νερό αυτό έχει μια πρακτική σπουδαιότητα σε ερημικές και ημι-ερημικές περιοχές, στις οποίες η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα απαντάται σχετικώς βαθιά, ώστε πολλά φρέατα να έχουν κτυπήσει στη μη εμποτισμένη ζώνη. Τα φρέατα αυτά είναι οι κύριες πηγές προσφοράς νερού, ειδικά την άνοιξη και τον χειμώνα.



Ζώνη αερισμού

Ζώνη κορεσμού





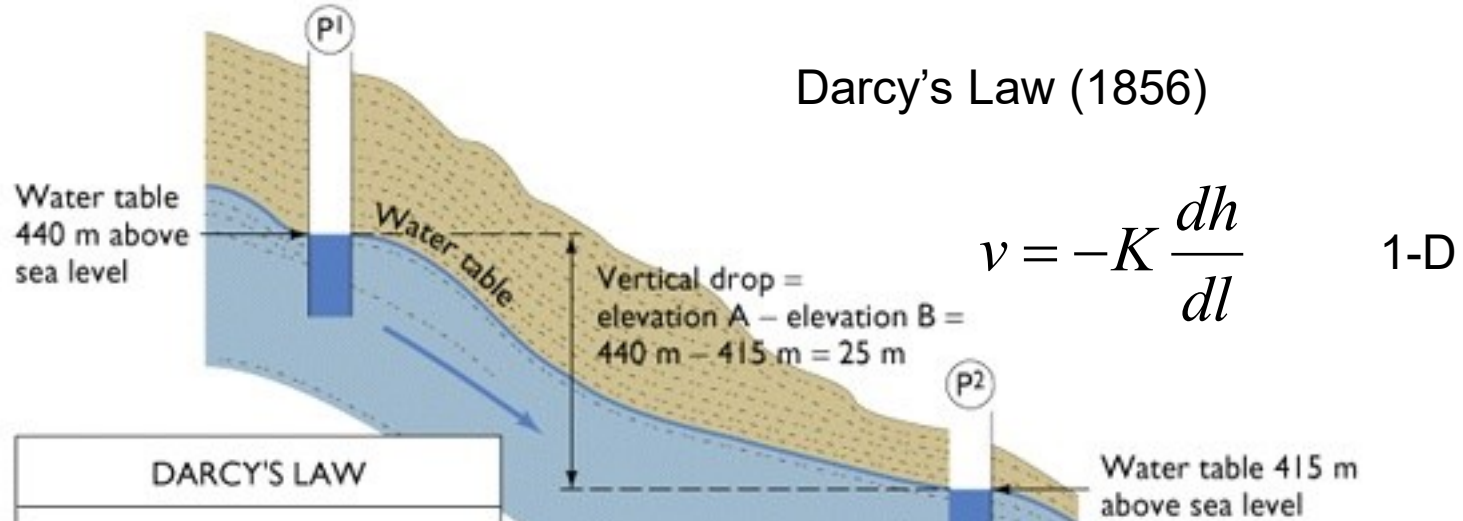
3. Υπόγειο νερό (χωρίς αρτεσιανή πίεση)

- Όλα τα πετρώματα, που έχουν πόρους και διαρρήξεις και βρίσκονται κάτω από την ζώνη αερισμού, γεμίζουν με νερό. Το μετεωρικό νερό (ατμοσφαιρική κατακρήμνιση) διαπερνά το φλοιό έως ότου φθάσει στην οροφή αδιαπεράτου στρώματος (υδατοστεγούς, ή αδιάβροχου, ή στεγανού πετρώματος), που γενικά συντίθεται από αργιλούχα πετρώματα. Όταν το διηθούμενο νερό φθάσει σε ένα τέτοιο στρώμα αρχίζει να απλώνεται οριζόντια στη μορφή λεπτών ρεμάτων παράλληλων το ένα με το άλλο.
- Η κίνηση αυτή του ελεύθερου υπόγειου νερού καλείται **στρωτή διήθηση** υπακούει στο νόμο του Darcy. Για τις πιο απλές συνθήκες της “στρωτής διήθησης”, ο νόμος του Darcy εκφράζεται ως εξής:

$$Q = K \times F \times I$$

όπου Q είναι ο ρυθμός της ροής, K είναι ο συντελεστής διαπερατότητας (μια σταθερά, η οποία εξαρτάται από την διαπερατότητα του πετρώματος και τις ιδιότητες του διηθούμενου ρευστού), F είναι η διατομή διαμέσου της οποίας κινείται το ρευστό, και I η υδραυλική βαθμίδα πίεσεως ή βαθμίδα πίεσεως.

Groundwater Movement



$$v = -K \frac{dh}{dl} \quad 1\text{-D}$$

| DARCY'S LAW | |
|---------------------------------------------------------------|--|
| Volume of water flowing in a certain time is proportional to: | |
| vertical drop ÷ flow distance | |
| or | |
| $\frac{Q}{A} = K \times \frac{h}{l}$ | |

- Q: Volume of water flowing in a given time
- A: Cross-sectional area through which water flows
- K: Hydraulic conductivity (a measure of permeability)

- h: Vertical drop between two points
- l: Distance the flow travels

$$v_x = -K_x \frac{dh}{dx}$$

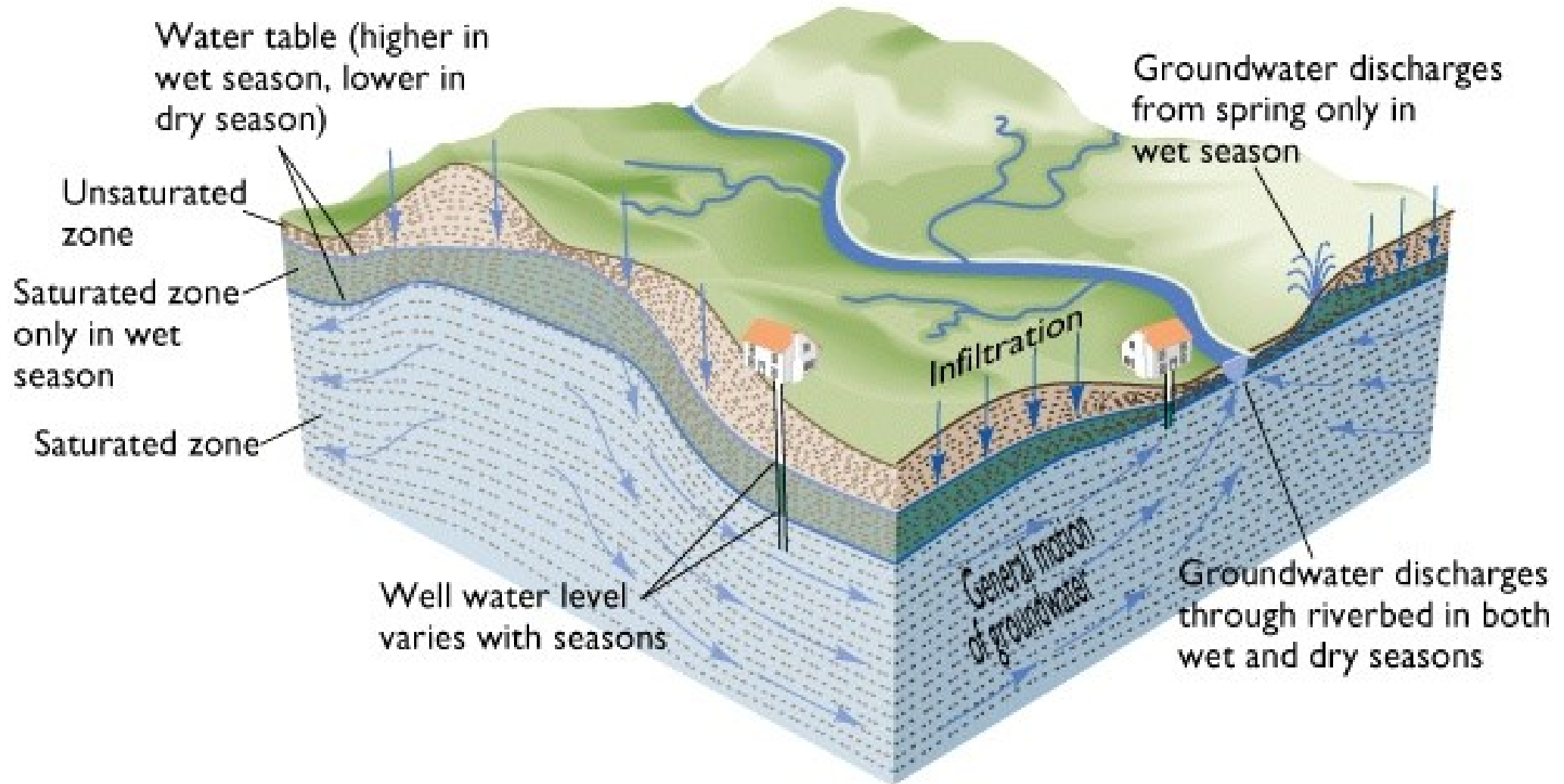
$$v_y = -K_y \frac{dh}{dy} \quad 3\text{-D}$$

$$v_z = -K_z \frac{dh}{dz}$$

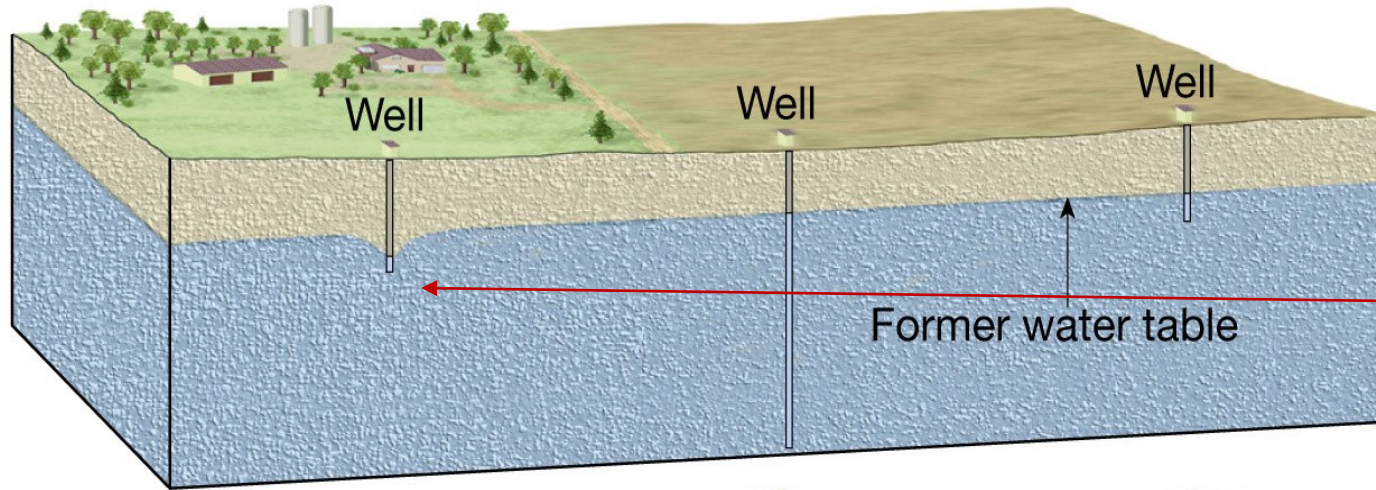
- Η ταχύτητα της ροής του υπόγειου νερού είναι σχετικώς χαμηλή αν συγκριθεί με τις ροές των ποταμών, και βαθμιαία γεμίζει όλους τους πόρους μέσα στα πετρώματα από τον πυθμένα και προς τα πάνω έως ότου φθάσει την χωρητικότητα της “πλήρους ύγρανσης” των πετρωμάτων. Έτσι, σχηματίζονται οι υδροφόροι ορίζοντες
- Η ανώτερη επιφάνεια του πρώτου υδροφόρου ορίζοντα (οροφή της ζώνης της μόνιμης εμπότισης), που συναντά κανείς χαρακτηρίζεται, ως στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα (groundwater table)
- Το νερό αυτό το χαρακτηρίζει η παρουσία μιας ελεύθερης επιφάνειας, δηλαδή η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, η παρουσία μόνο ενός υποκείμενου αδιαπέρατου στρώματος και η απουσία υδροστατικής (αρτεσιανής) πίεσης.

- Η στάθμη αυτή ανυψώνεται σε βροχερό καιρό και ταπεινώνεται σε ξηρές περιόδους και παράγει έτσι τη **ζώνη διακοπτόμενης εμπότισης**. Η ζώνη αυτή περιέχεται μεταξύ του ανώτατου επιπέδου, που φθάνει η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα σε μια παρατεταμένη περίοδο υγρασίας και του κατωτάτου επιπέδου, στο οποίο υποχωρεί η στάθμη αυτή μετά από ξηρασία. Από το κατώτατο αυτό επίπεδο μέχρι και του ορίου κάτω από το οποίο δεν απαντά το υπόγειο νερό καλείται **ζώνη μόνιμης εμπότισης**
- Η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα σχηματίζει τόξο κάτω από τα υψώματα και ακολουθεί κατά προσέγγιση, το **επιφανειακό ανάγλυφο**, αλλά με μια περισσότερο ομαλή επιφάνεια. Όταν η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους, ένα τμήμα του εδάφους μετατρέπεται σε έλος ή λίμνη. Όταν η ζώνη της διακοπτόμενης εμπότισης φθάσει προσωρινά στην επιφάνεια δημιουργούνται πλημμύρες και εμφανίζονται πηγές περιοδικής παροχής.
- Η μεταβολή της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα δεν εξαρτάται απλά μόνο από τις κλιματικές συνθήκες. Η στάθμη αυτή βυθίζεται στις θέσεις **όπου τα φρέατα κτυπούν τον υδροφόρο ορίζοντα** και παράγονται **κωνικές βυθίσεις**

Η κίνηση του υπόγειου νερού



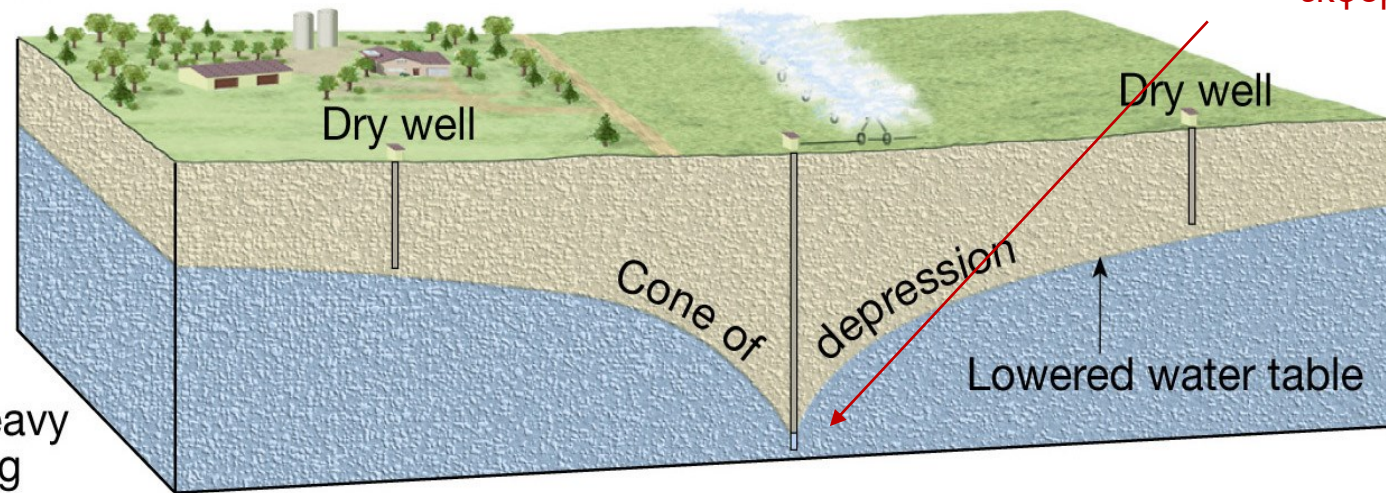
Σχηματισμός κώνου βύθισης στη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα



Πριν από έντονη εκφόρτιση

Before heavy pumping

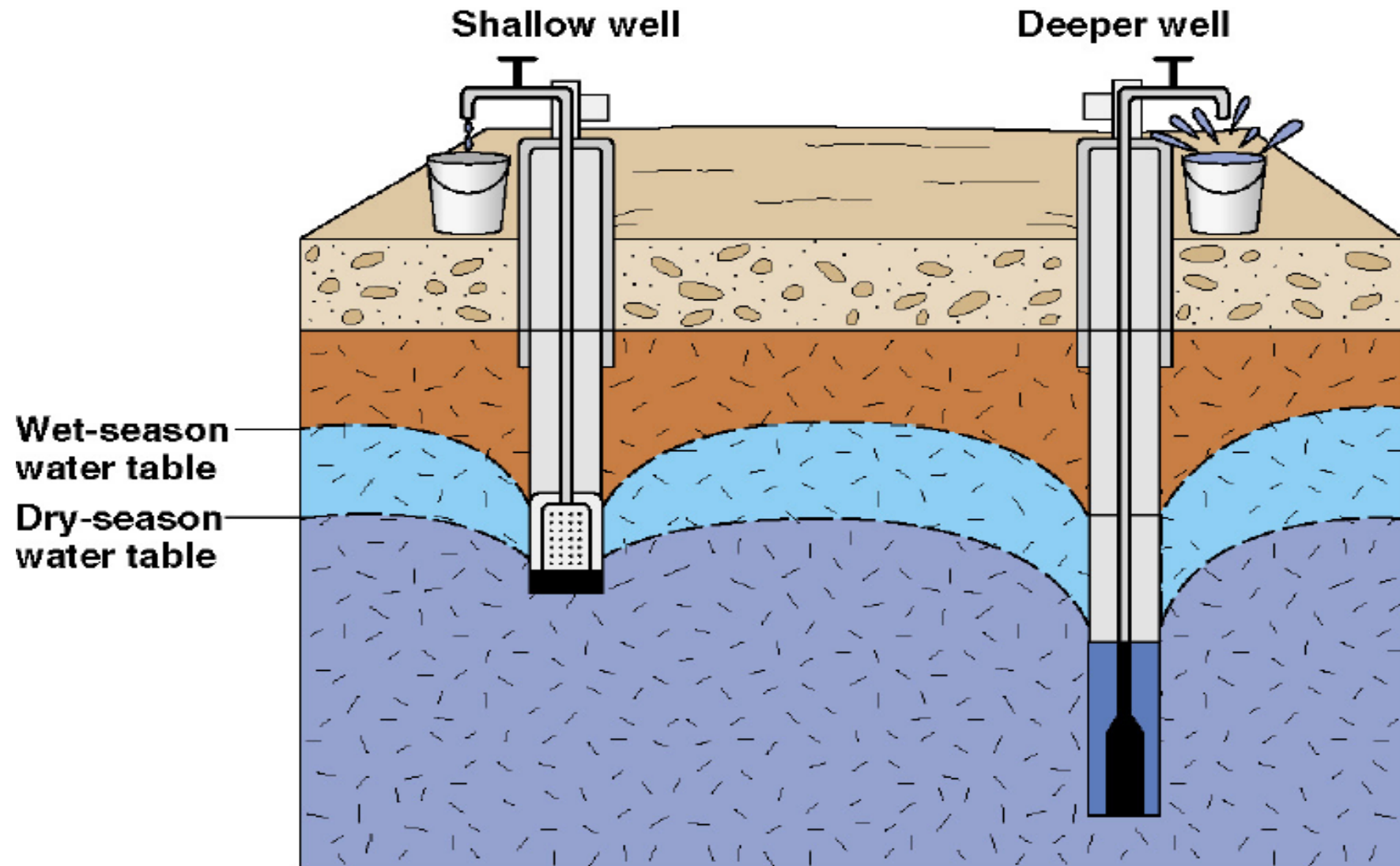
Η απόληψη ξεπερνά την παροχή που δίνει η περιοχή τροφοδοσίας.



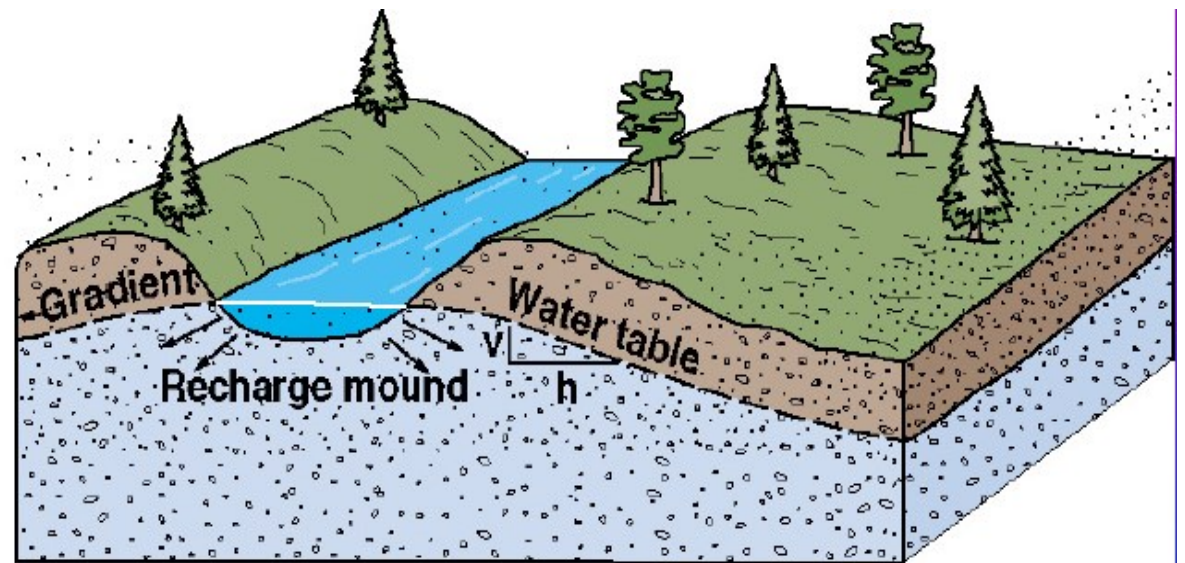
Μετά από έντονη εκφόρτιση

After heavy pumping

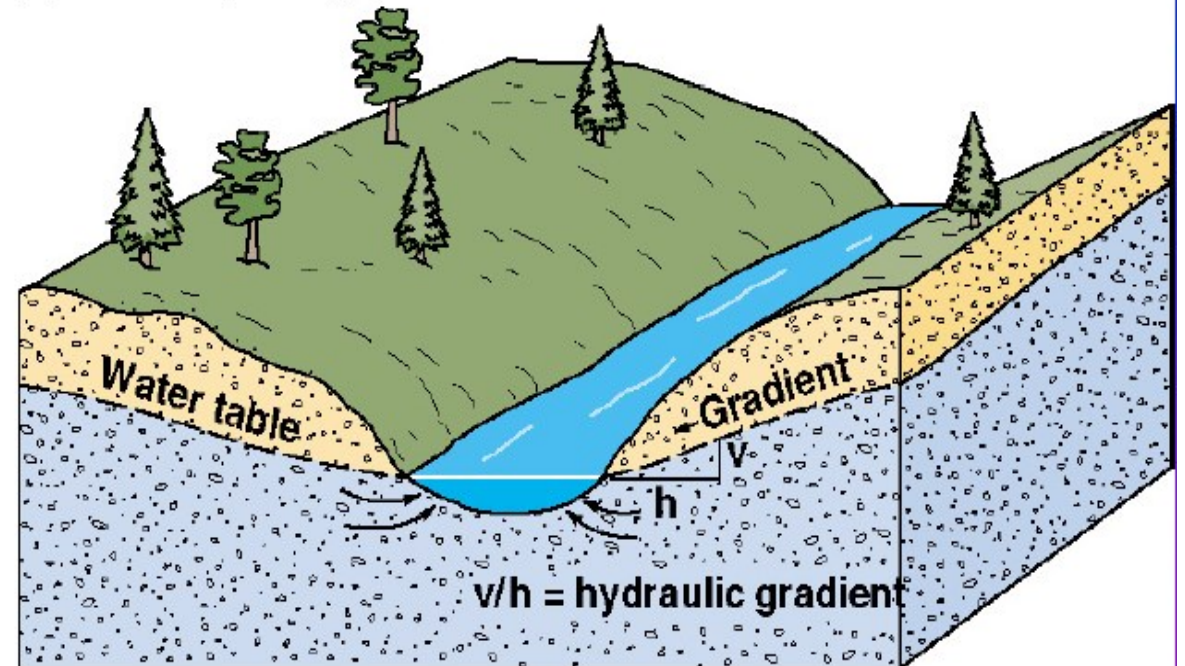
Ο κώνος βύθισης σε ένα βαθύτερο φρέαρ προκαλεί προβλήματα στα γειτονικά του ρηχότερα φρέατα



Ο υδροφόρος ορίζοντας εκφορτίζεται σε μια πηγή ή σε ένα ρέμα (εικ. b) ή σε μία λίμνη ή σε ένα έλος. Αν το ρέμα κινείται πάνω σε ένα υδροπερατό πέτρωμα τότε στη διάρκεια της ξηρής περιόδου η εκφόρτιση θα ακολουθήσει αντίστροφη πορεία και θα τροφοδοτηθεί από το ρέμα ο υδροφόρος ορίζοντας (εικ. a).

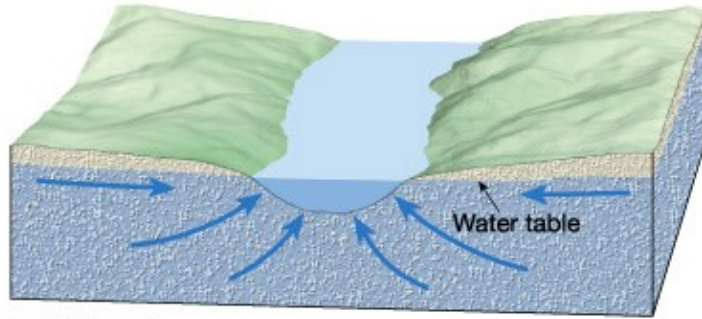


(a) Influent (losing) stream

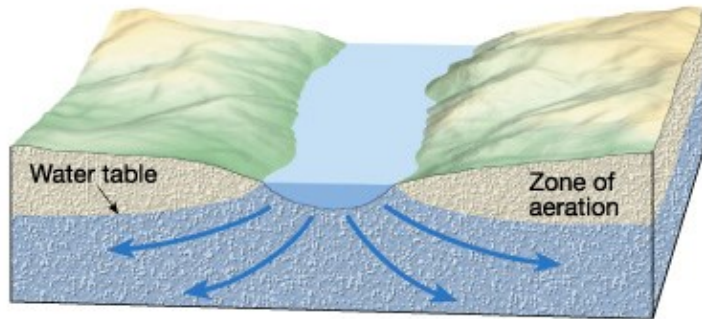


(b) Effluent (gaining) stream

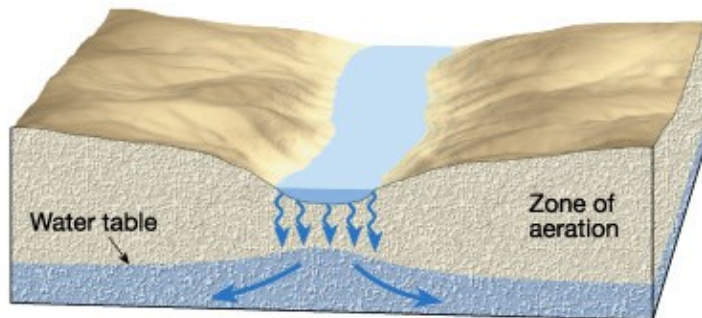
Η κίνηση του υπόγειου νερού



A. Gaining stream



B. Losing stream (connected)



C. Losing stream (disconnected)

A. Υδρόρεμα, που κερδίζει νερό.

Ροή από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα προς το υδρόρεμα.

B. Υδρόρεμα, που χάνει νερό.

Ροή από το υδρόρεμα στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.

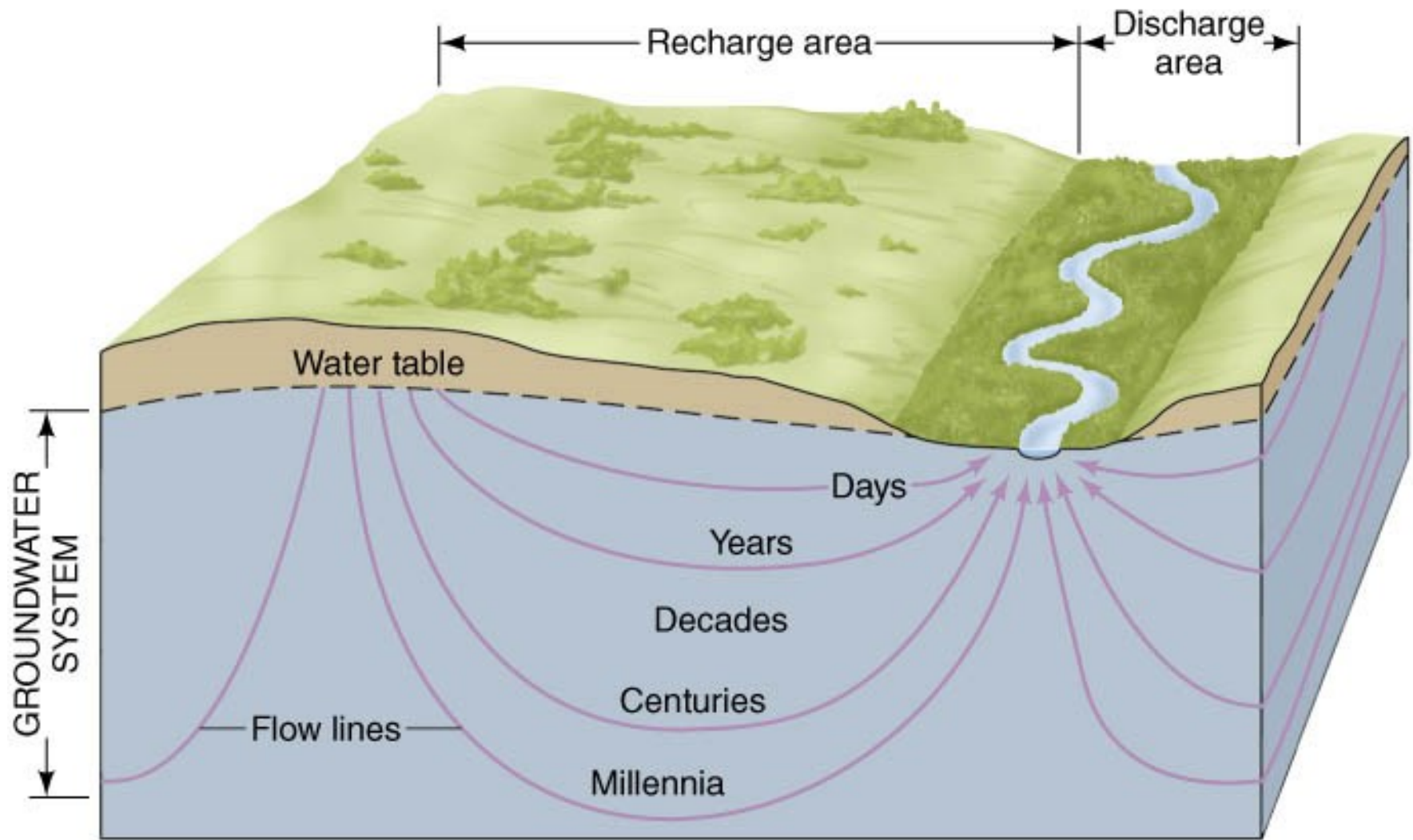
C. Αποσυνδεδεμένο Υδρόρεμα, που χάνει νερό.

Ροή από το υδρόρεμα προς το υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα μέσα από την ζώνη αερισμού

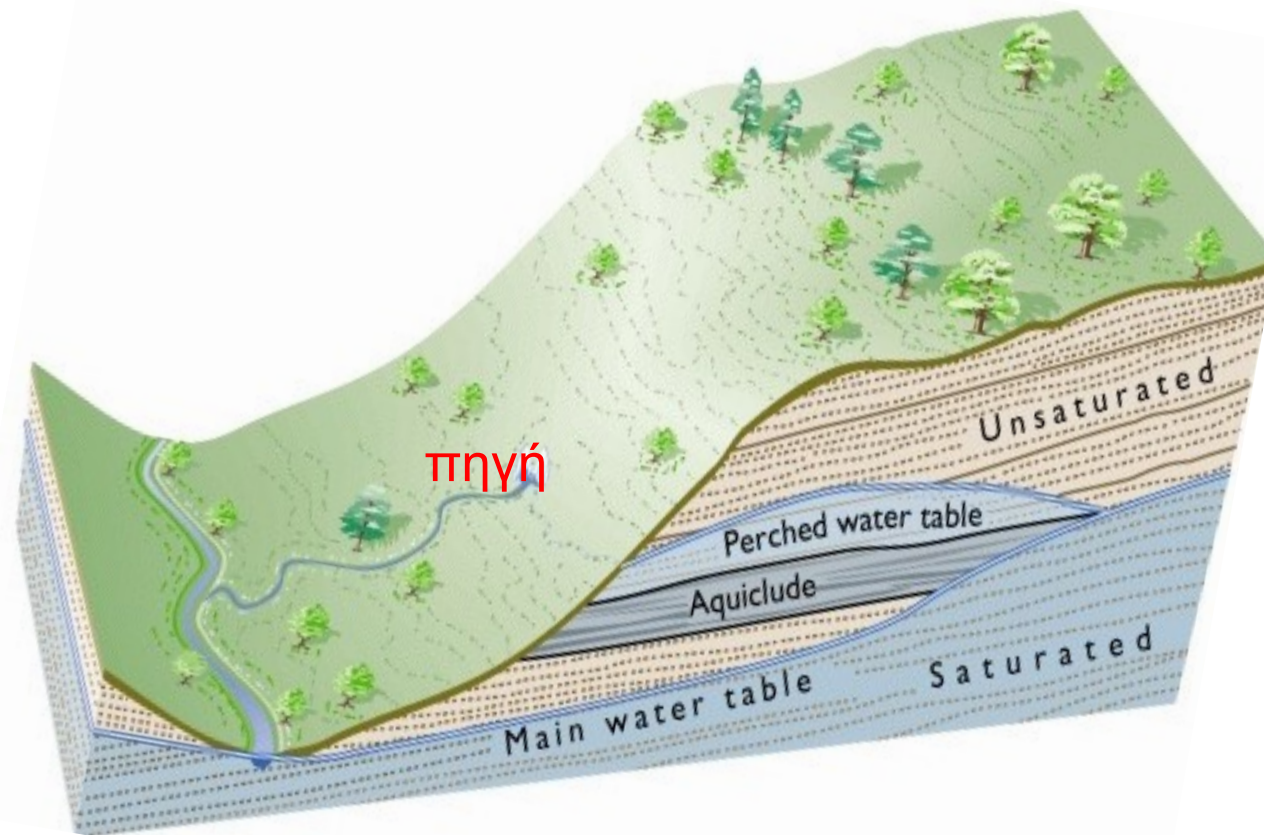
Συνδυασμοί

Θέσεις απώλειας ή κέρδους σε νερό του υδρορέματος.

Διακυμάνσεις με το χρόνο.



Υδροφόρος και μη υδροφόρος ορίζοντας: ελεύθεροι



Ένα στεγανό πέτρωμα παράγει ένα επικρεμάμενο υδροφόρο ορίζοντα στη ζώνη αερισμού.

Περιοχή **τροφοδοσίας** είναι το υπερκείμενο της κοιλάδας ανάγλυφο

Περιοχή **εκφόρτισης** η θέση της πηγής

4. Πεπιεσμένο (Αρτεσιανό νερό)

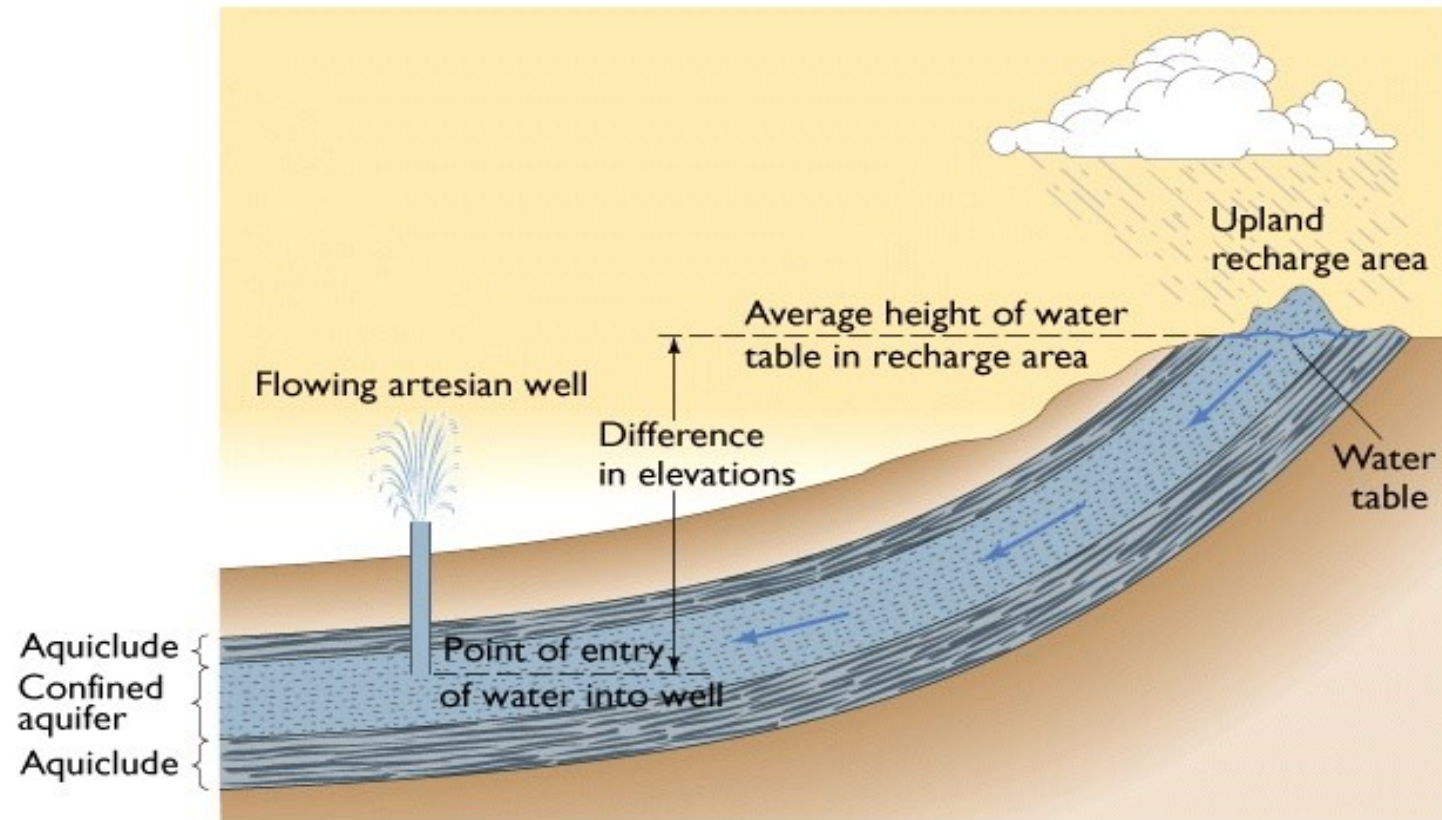
Όταν το νερό του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται σε επαρκή υδραυλική πίεση, ώστε να ωθείται προς την επιφάνεια, τότε το νερό καλείται **αρτεσιανό**. Απαραίτητες προϋποθέσεις για αρτεσιανό νερό είναι οι ακόλουθες:

1. κατάλληλη δομή είτε αυτή είναι μετάκλιση είτε είναι σύγκλινο.
2. το υδροπερατό στρώμα να βρίσκεται ανάμεσα σε δυο υδατοστεγή πετρώματα.
3. έκθεση του υδροφόρου στρώματος στην επιφάνεια σε επαρκές υψόμετρο για να υπάρξει υδραυλική πίεση.
4. σημαντικές βροχοπτώσεις.
5. η απουσία διαφυγής του νερού εκτός από αυτό των φρεάτων.

Το αρτεσιανό νερό δεν μπορεί αναπηδώντας να ξεπεράσει ένα επίπεδο, που καλείται **πιεζομετρική επιφάνεια**.

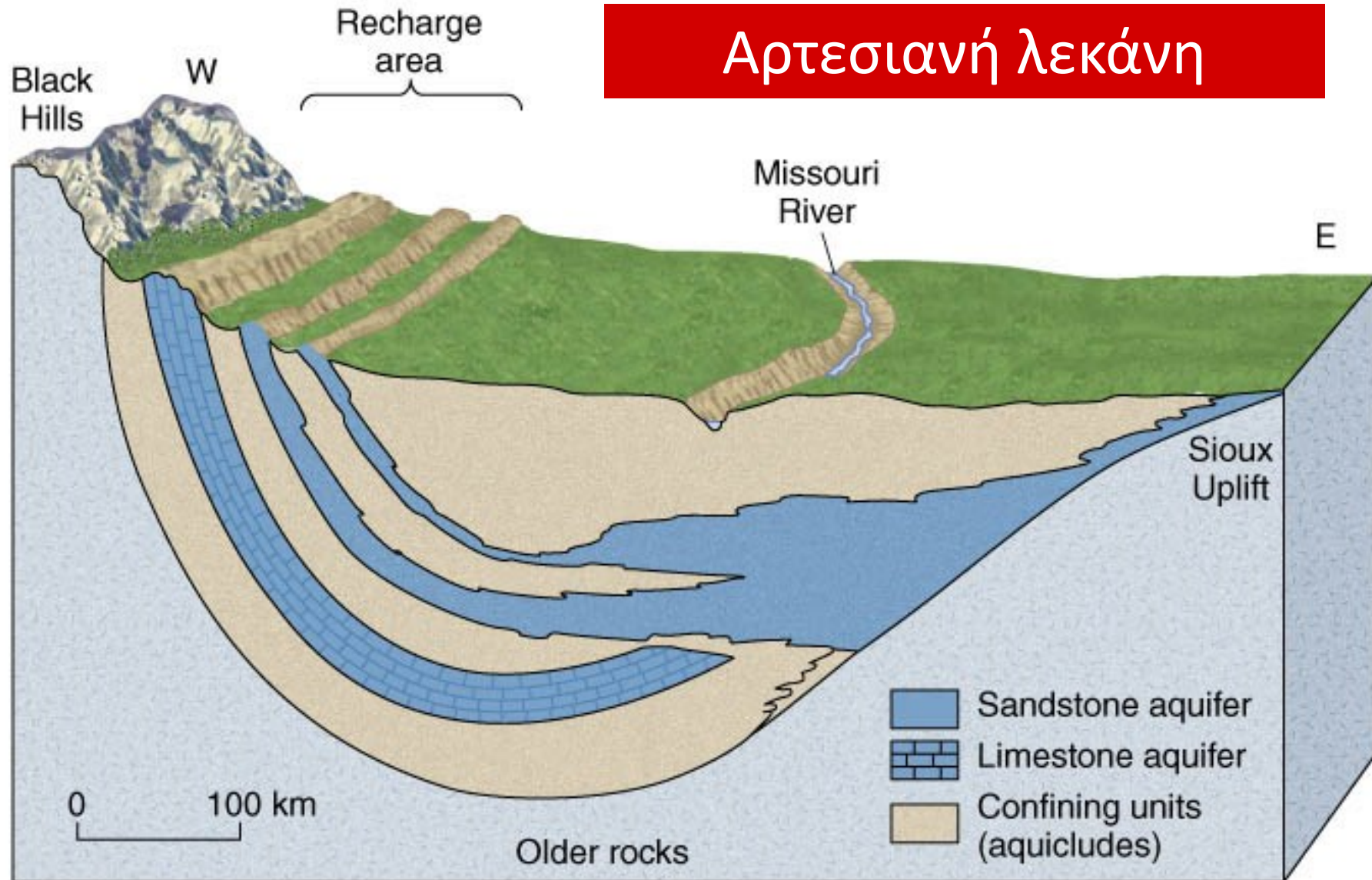
- Η **υδραυλική πίεση** (πιεζομετρική) σημαίνει το ύψος της στήλης νερού από την οροφή του υδροφόρου ορίζοντα ως την πιεζομετρική επιφάνεια και εκφράζεται σε μέτρα.
- Σε μια σειρά γεωλογικών δομών, που περιέχουν αρτεσιανό νερό, μπορεί να υπάρχουν μερικοί υδροφόροι ορίζοντες. Σε αυτήν την περίπτωση μιλάμε για μια αρτεσιανή λεκάνη. Σε κάθε **αρτεσιανή λεκάνη** μπορεί να διακρίνουμε:
 1. την **πηγή τροφοδοσίας**, που είναι η επιφανειακή εμφάνιση των υδροφόρων στρωμάτων.
 2. την **περιοχή εκφόρτισης**
 3. την **υπό πίεση περιοχή**, η οποία περιλαμβάνει όλη την περιοχή της λεκάνης ανάμεσα στις περιοχές τροφοδοσίας και εκφόρτισης.

Υδροφόρος και μη υδροφόροι ορίζοντες: Περιορισμένοι



Δυο στεγανά πετρώματα περιορίζουν ένα υδροφόρο ορίζοντα.
Περιοχή τροφοδοσίας κατά μήκος της ορεινής ζώνης.
Αρτεσιανά φρέατα κατά μήκος της κοιλάδας.

Αρτεσιανή λεκάνη



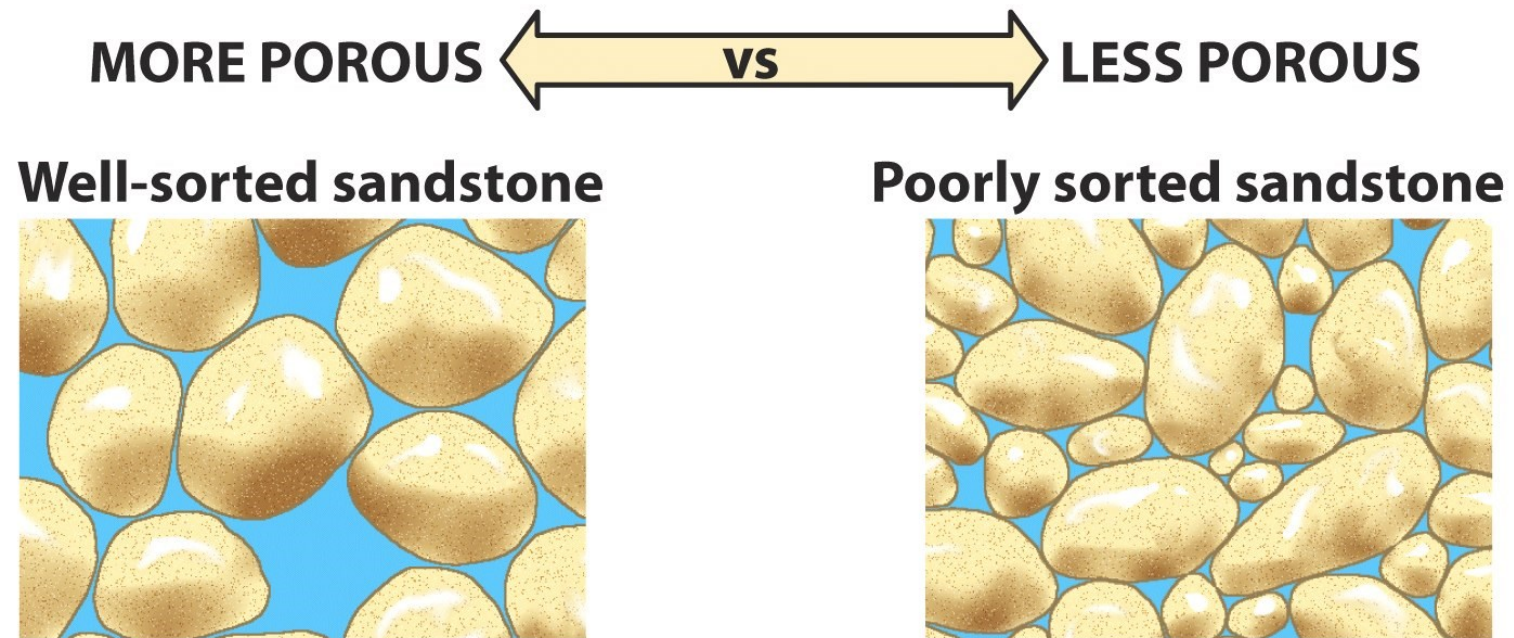
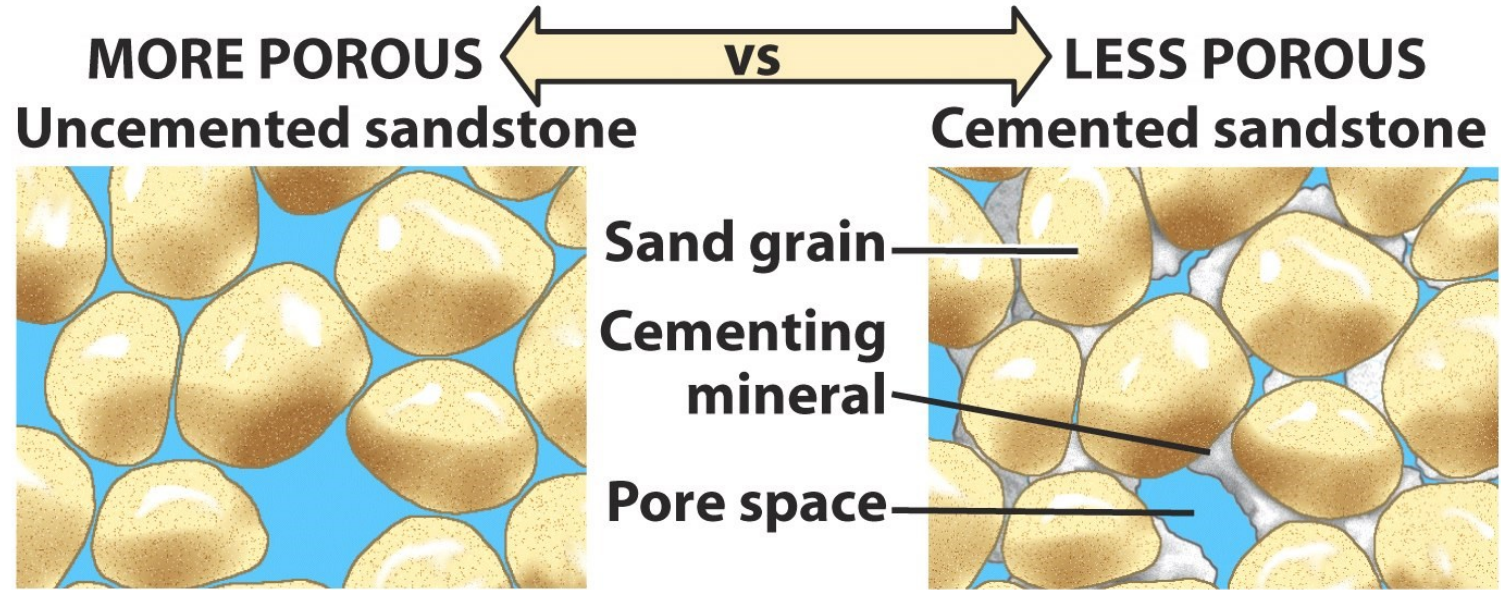
Πορώδες και Διαπερατότητα

- **Πορώδες** καλείται ο λόγος του όγκου των πόρων ή των κενών του πετρώματος προς το συνολικό όγκο του πετρώματος.

Χαλαρή άμμος ή κροκάλες έχουν πορώδες 35%, οι ψαμμίτες 15%, οι σχιστές άργιλοι 5%, οι αργιλικοί σχιστόλιθοι < 3% και η χαλαρή άργιλος > 45%.

- **Διαπερατότητα** είναι η ιδιότητα ενός πετρώματος να επιτρέπει να διέρχεται μέσα από αυτό ένα ρευστό χωρίς να μετακινούνται τμήματά του.

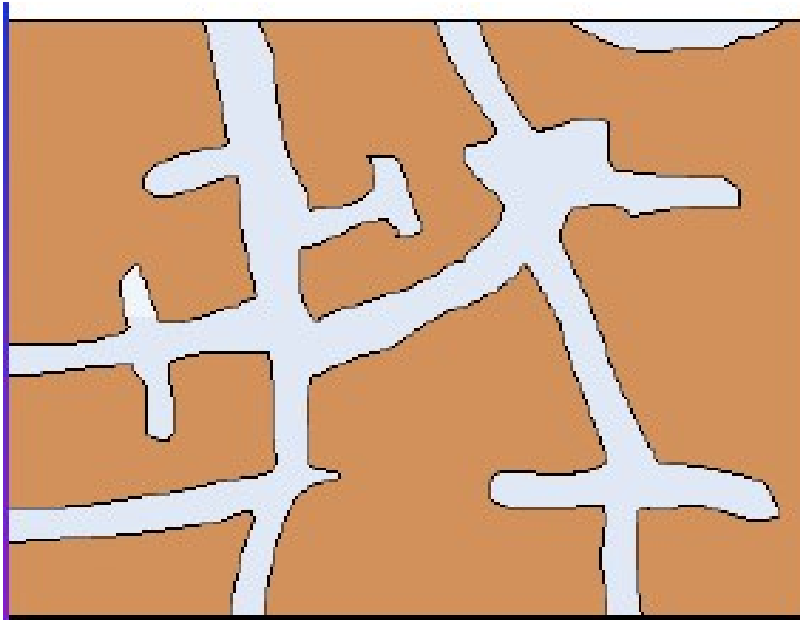
Porous Media Properties



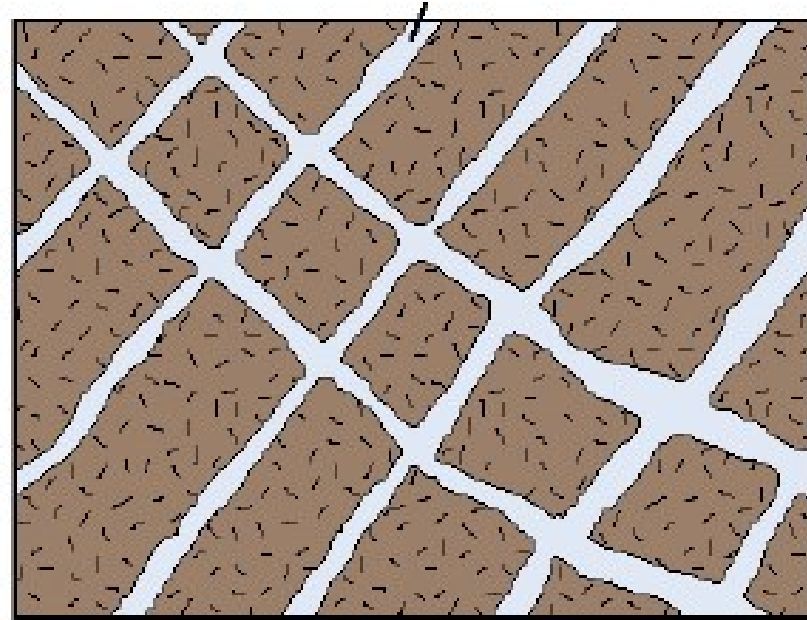
Υδατοστεγή και Υδροπερατά πετρώματα

- Τα πετρώματα, τα οποία δεν επιτρέπουν την κυκλοφορία του νερού μέσα από αυτά, καλούνται **υδατοστεγή** ή **αδιαπέρατα** ή **στεγανά**. Τα πετρώματα αυτά :
 - α. μπορεί να **μην έχουν πόρους**, όπως όλα τα κρυσταλλοσχιστώδη (μεταμορφωμένα) πετρώματα (πλην των μαρμάρων) και οι πλουτωνίτες (εφ' όσον δεν είναι αποσαθρωμένοι)
 - β. μπορεί να **έχουν πόρους και μάλιστα μεγάλο πορώδες** αλλά οι **διαστάσεις** των πόρων **δεν επιτρέπουν την κυκλοφορία του νερού**, όπως η άργιλος, ο αργιλικός σχιστόλιθος και η μάργα.
- Τα πετρώματα, τα οποία επιτρέπουν την κατείσδυση και την κυκλοφορία του νερού, καλούνται **υδατοπερατά** ή **υδροπερατά** και έχουν σημαντική διαπερατότητα και συχνά πορώδες. Τα πετρώματα αυτά διακρίνονται σε:
 - α. **Μικροδιαπερατά**, όπου η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσα από **πόρους** κατάλληλων διαστάσεων π.χ. η άμμος, ο ψαμμίτης, οι χάλικες, τα κροκαλοπαγή, τα ηφαιστειακά πετρώματα με πορώδη δομή.
 - β. **Μακροδιαπερατά**, όπου δίκτυο **ρωγμών**, διακένων και καρστικών εγκοίλων επιτρέπουν τη διέλευση νερού και αντικαθιστούν το δίκτυο των πόρων, τους οποίους πρακτικά στερούνται. Οι ασβεστόλιθοι, οι δολομίτες και τα μάρμαρα ανήκουν στην κατηγορία αυτή.

Διαρρήξεις σε μακροδιαπερατά πετρώματα



(c)



(d)

© 2001 Brooks/Cole - Thomson Learning

Μικροδιαπερατά & Μακροδιαπερατά πετρώματα

- Οι πιο σημαντικές διαφορές μεταξύ μικρο- και μακρο-διαπερατών πετρωμάτων είναι οι εξής:
 - α. Η ταχύτητα του νερού στα μικροδιαπερατά είναι μικρή σε σχέση με αυτή, που έχει το νερό στα μακροδιαπερατά και μετράται σε km ανά ώρα.
 - β. Το νερό καθαρίζεται καλύτερα στα μικροδιαπερατά παρά στα μακροδιαπερατά.
 - γ. Η πτώση στάθμης μέσα στα μακροδιαπερατά πετρώματα υφίστανται καμία φορά απότομες μεταβολές.
- Η ταχύτητα και η παροχή του νερού, που κυκλοφορεί μέσα στα διαπερατά πετρώματα υφίστανται καμία φορά απότομες μεταβολές.

Πηγές

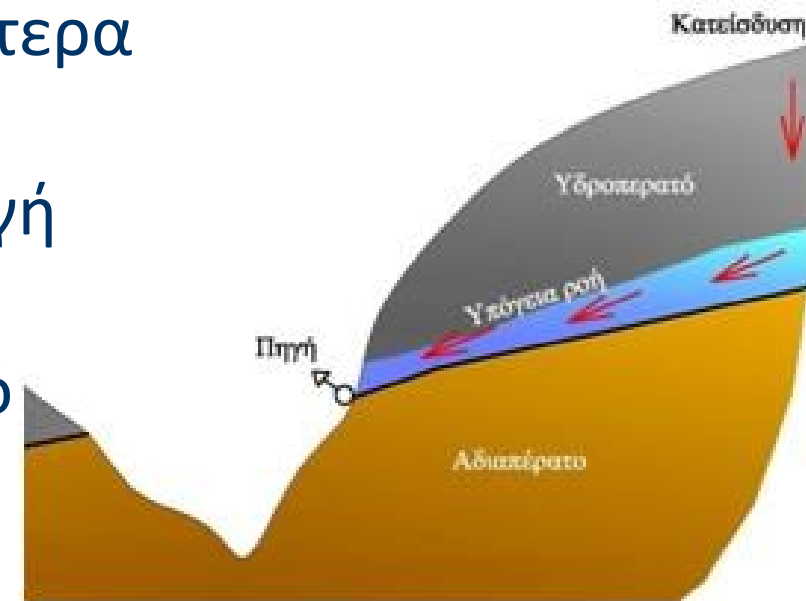
- **Πηγή** καλείται η επιφανειακή εκροή υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα εξαιτίας φυσικών αιτίων. Η παροχή των πηγών ποικίλει από λίγες σταγόνες μέχρι πολλά m^3/sec .
- Οι πηγές εμφανίζονται ως **συνεχείς** ή **παροδικές** και με βάση τον τρόπο γέννησή τους ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:
 1. Επαφής ή στρωματογενείς
 2. Υπερπλήρωσης
 3. Τεκτονικές ή ρηγματογενείς
 4. Καρστικές

Πηγές

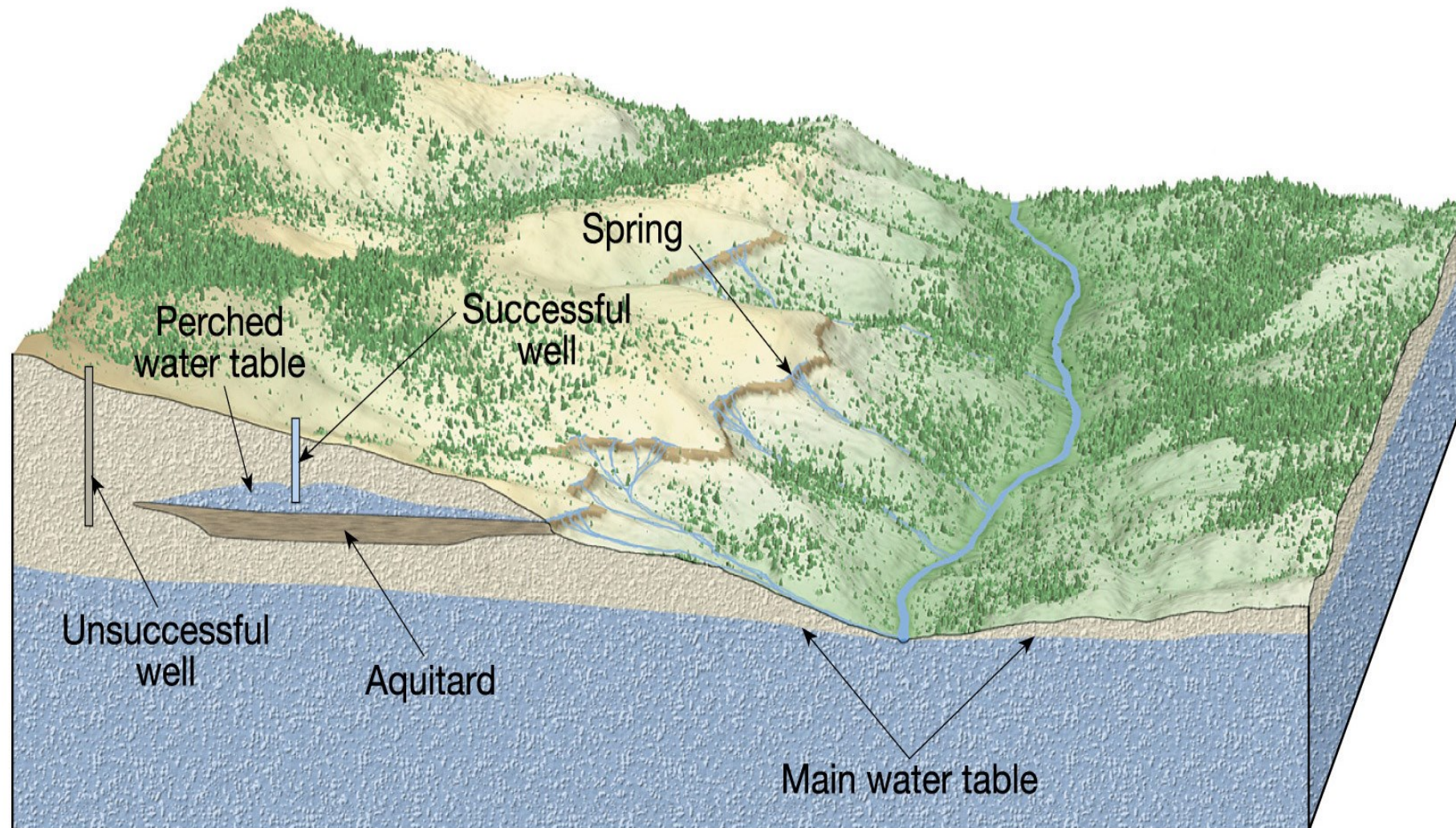


1. Πηγές επαφής ή στρωματογενείς

- Σχηματίζονται όταν τα μετεωρικά νερά διερχόμενα των διαπερατών πετρωμάτων φθάνουν μέχρι του υδατοστεγούς υποβάθρου και κινούνται κατά τη διεύθυνση της κλίσης του.
- Οι πηγές αυτές καλούνται ιδιαιτέρως **κοιλαδογενείς** όταν η επαφή υδροπερατού-υδατοστεγούς βρίσκεται υψηλότερα από τον πυθμένα μιας κοιλάδας, οπότε στην επαφή των στρωμάτων αυτών δημιουργείται πηγή επαφής.
- Όταν υπάρχουν **κορήματα κλιτύων** το μετεωρικό νερό διερχόμενο των κορημάτων σχηματίζει στη βάση τους πηγή επαφής.
- Με όμοιο τρόπο σχηματίζεται πηγή επαφής στη **βάση της ζώνης αποσάθρωσης** υδατοστεγούς πετρώματος

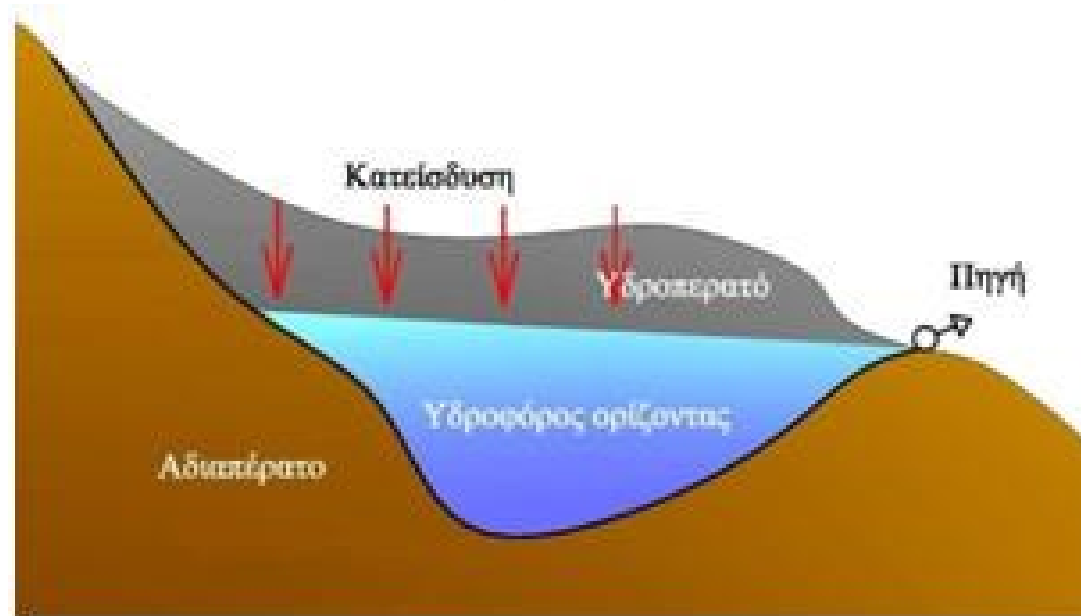


Πηγές που προκύπτουν από ένα επικρεμάμενο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα



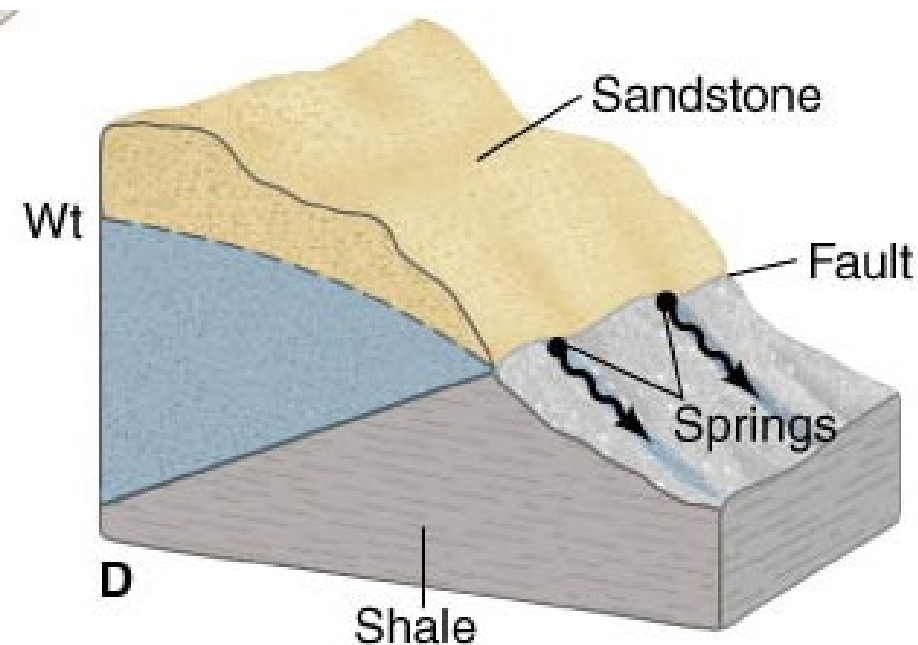
2. Πηγές υπερπλήρωσης

- Στις πηγές αυτές, η επιφάνεια του αδιαπεράτου πετρώματος επί της οποίας επικάθεται το διαπερατό πέτρωμα, είναι πτυχωμένη και σχηματίζει έτσι, ένα είδος **υπόγειας λεκάνης**.
- Όταν το νερό γεμίσει τη λεκάνη, τότε εξέρχεται το νερό στη θέση επαφής και σχηματίζει πηγή.
- Οι πηγές υπερπλήρωσης είναι περιοδικές λόγω πτώσης της επιφάνειας του υδροφόρου ορίζοντα κατά την ξηρή εποχή.

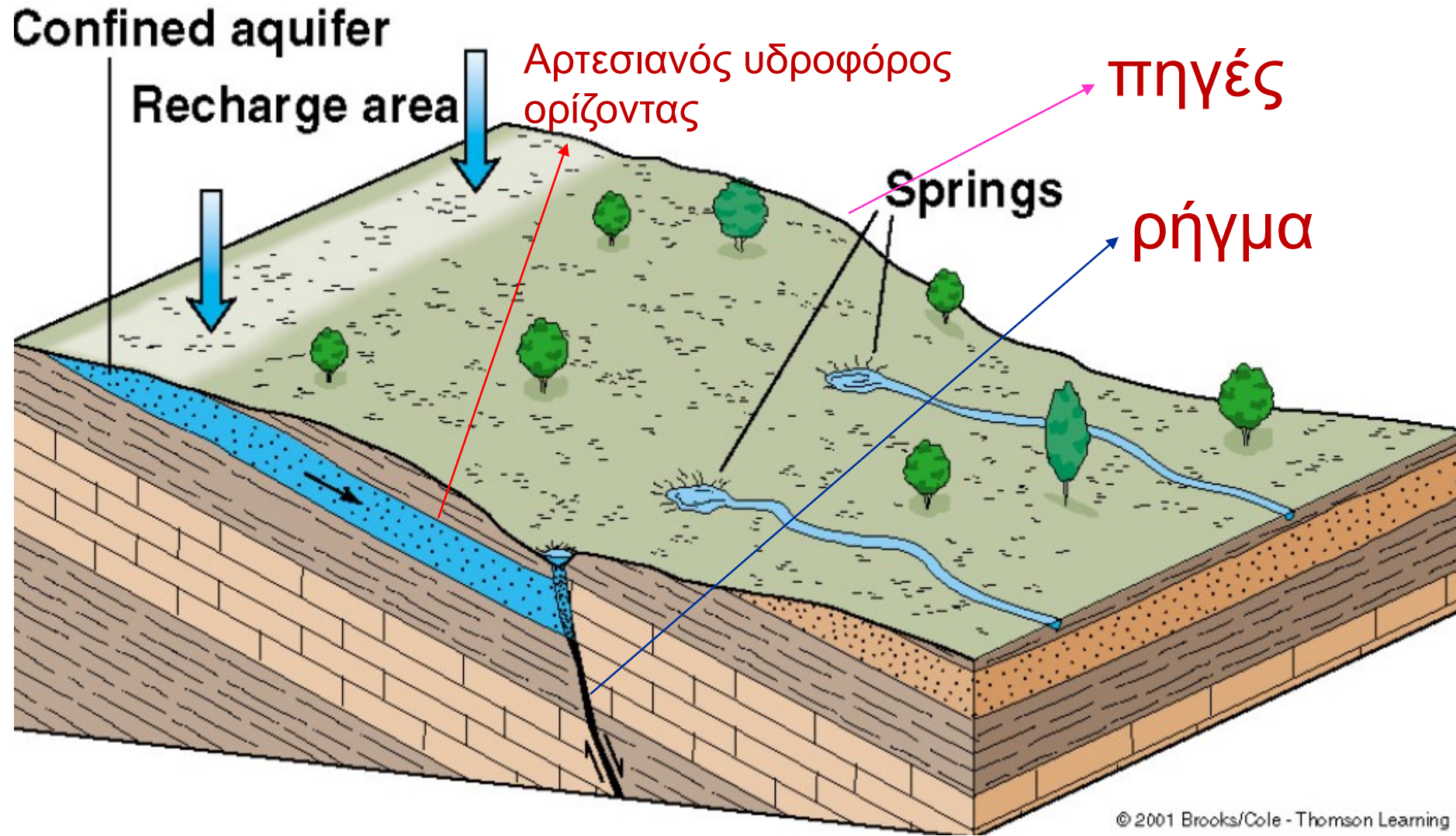


3. Πηγές τεκτονικές ή ρηγματογενείς

- Ο σχηματισμός αυτών των πηγών οφείλεται στην παρουσία ρηγμάτων.
- Το νερό το ευρισκόμενο στο βάθος και υπό πίεση συναντώντας ένα ρήγμα, θα κινηθεί κατά μήκος της επιφάνειας του προς τα πάνω, φθάνοντας έτσι, στην επιφάνεια.
- Οι τεκτονικές πηγές είναι ανιούσες ή κατιούσες.

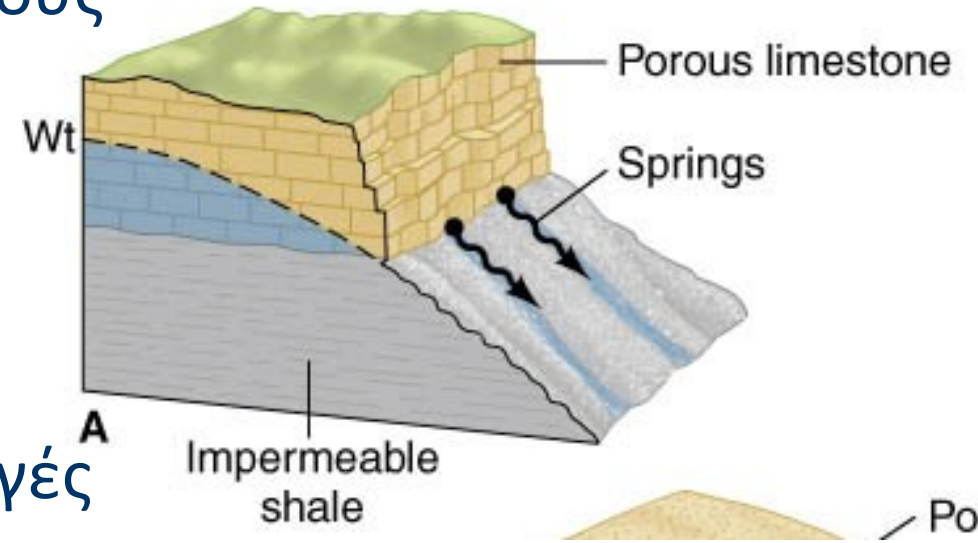


Αρτεσιανή τεκτονική πηγή

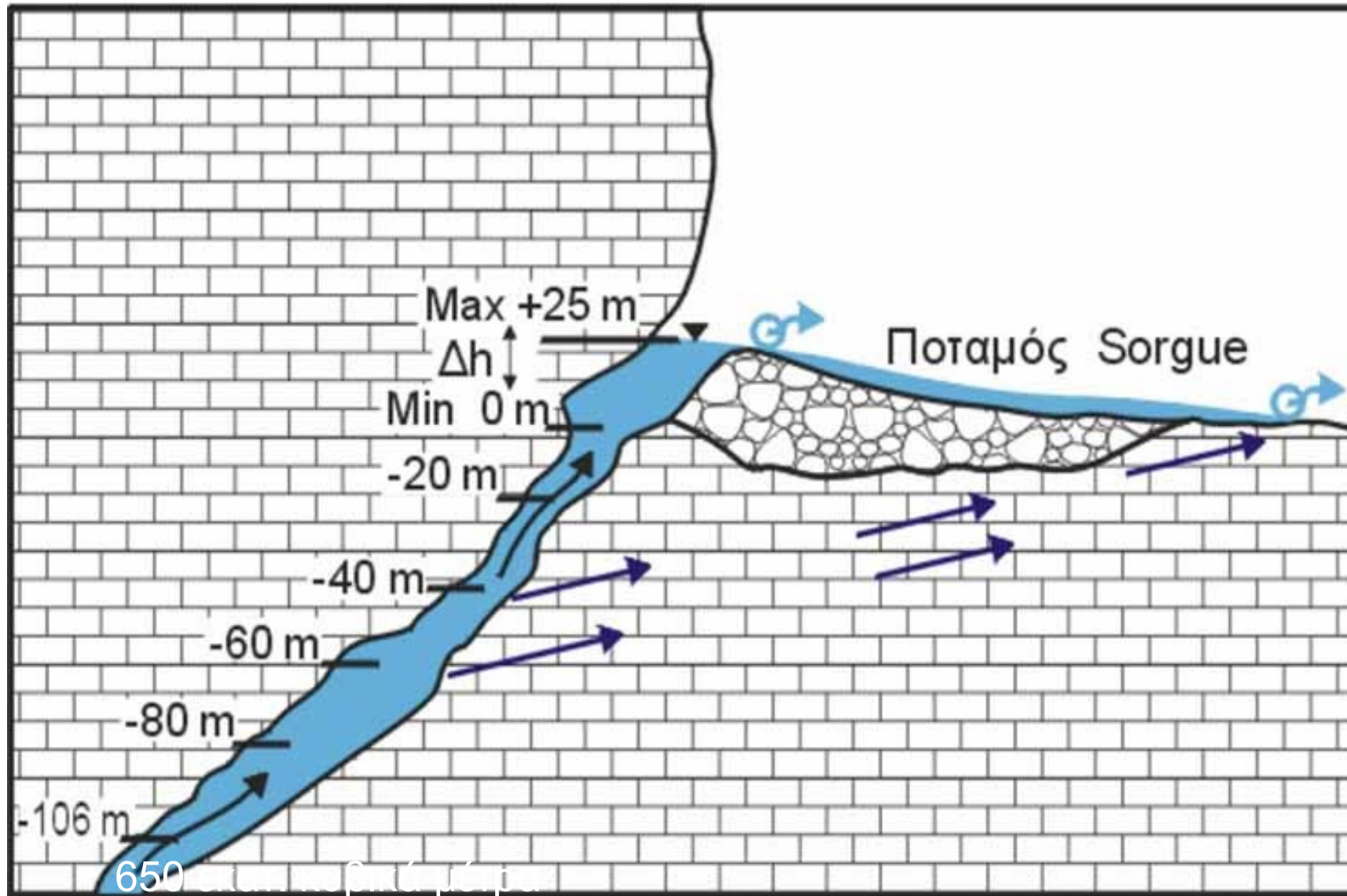


4. Καρστικές Πηγές

- Σχηματίζονται σε περιοχές με καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους.
- Τα νερά κινούνται διαμέσου δικτύου υπόγειων αγωγών σπηλαίων κλπ. εντός των ασβεστολιθικών πετρωμάτων.
- Όταν οι αναβλύσεις νερών είναι μεγάλες, οι πηγές ονομάζονται **κεφαλάρια**.
- Οι Καρστικές πηγές μπορεί να είναι ανερχόμενες ή κατερχόμενες. Ανερχόμενες Καρστικές πηγές με μεγάλη πίεση καλούνται **βωκλιζιανές**



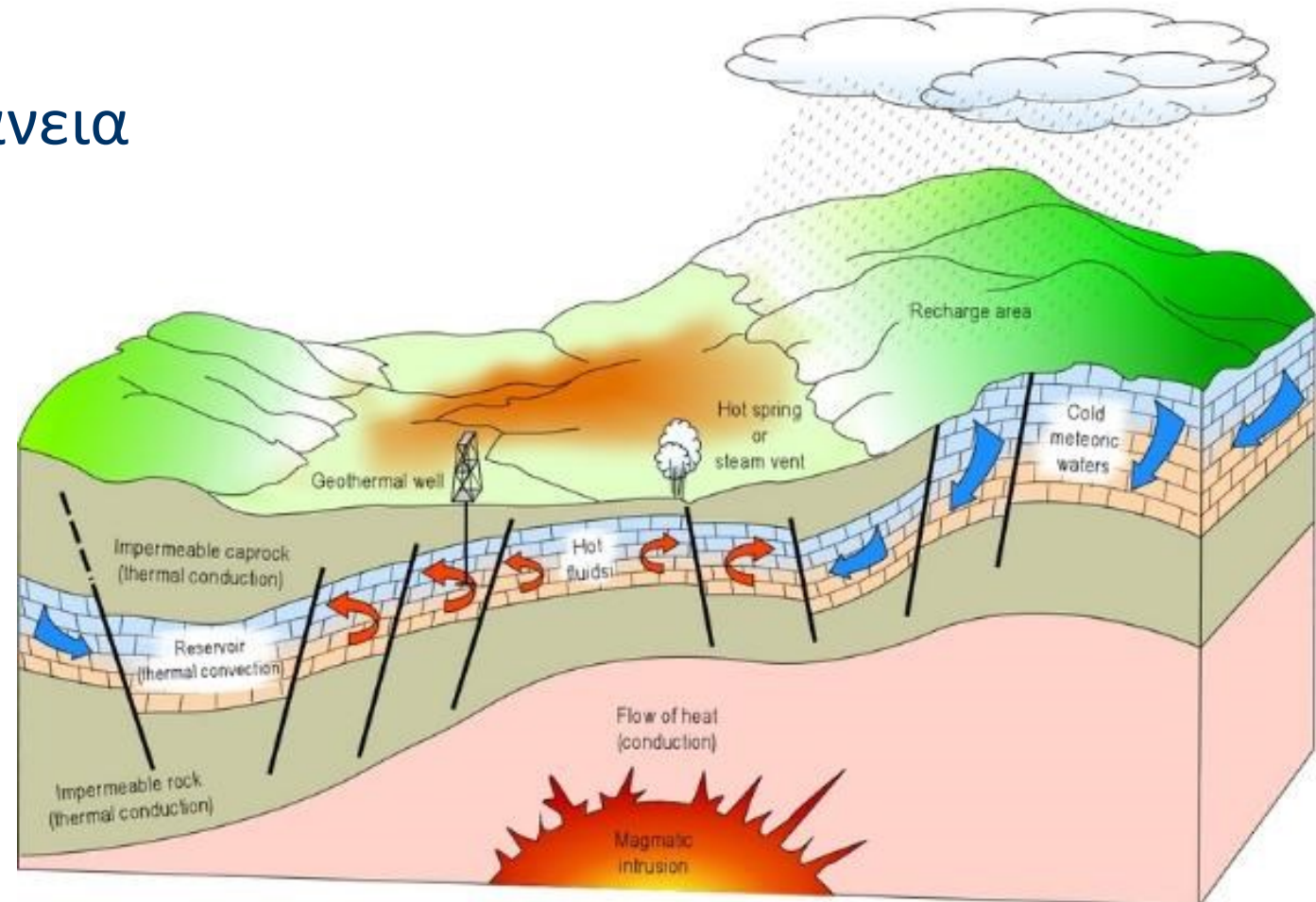
Βωκλυζιανή πηγή

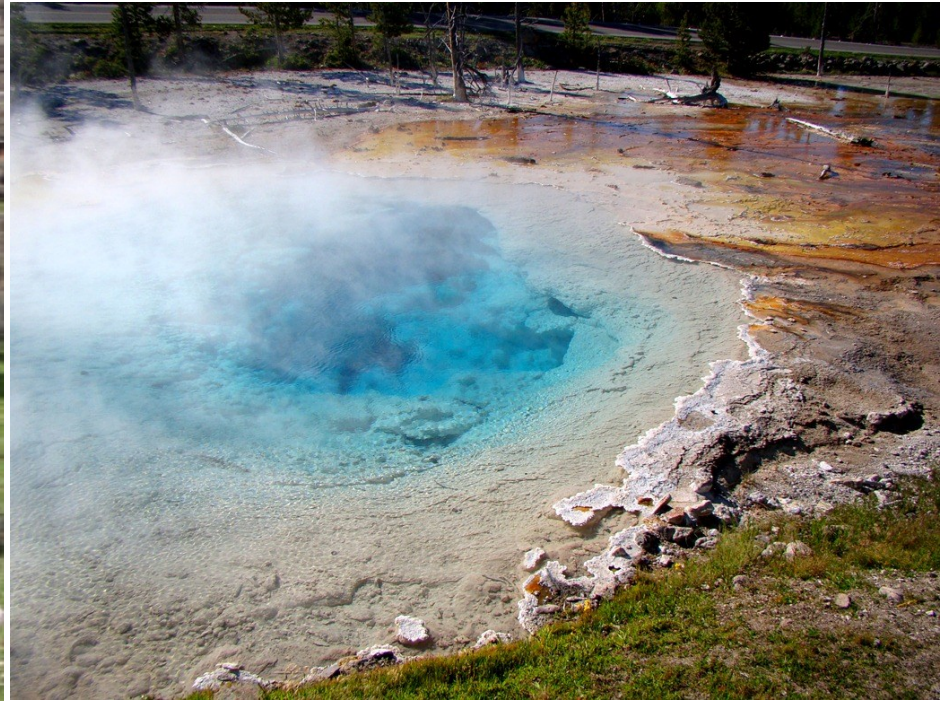




Θερμές πηγές

- Σε περιοχές, όπου έχουμε **γεωθερμία** (συνήθως λόγω ηφαιστειότητας), το νερό, που κατεισδύει, συναντά θερμά πετρώματα, θερμαίνεται και παράλληλα εμπλουτίζεται σε διάφορα ιόντα από τα ορυκτά των πετρωμάτων με τα οποία έρχεται σε επαφή.
- Στη συνέχεια ανεβαίνει στην επιφάνεια και εξέρχεται σαν πηγή με έναν από τους μηχανισμούς, που αναφέρθηκαν.





Ανθρωπογενής παράγωγων: Πηγές, Υδροφόρος ορίζοντας

Ρύπανση - Μόλυνση υπόγειου νερού

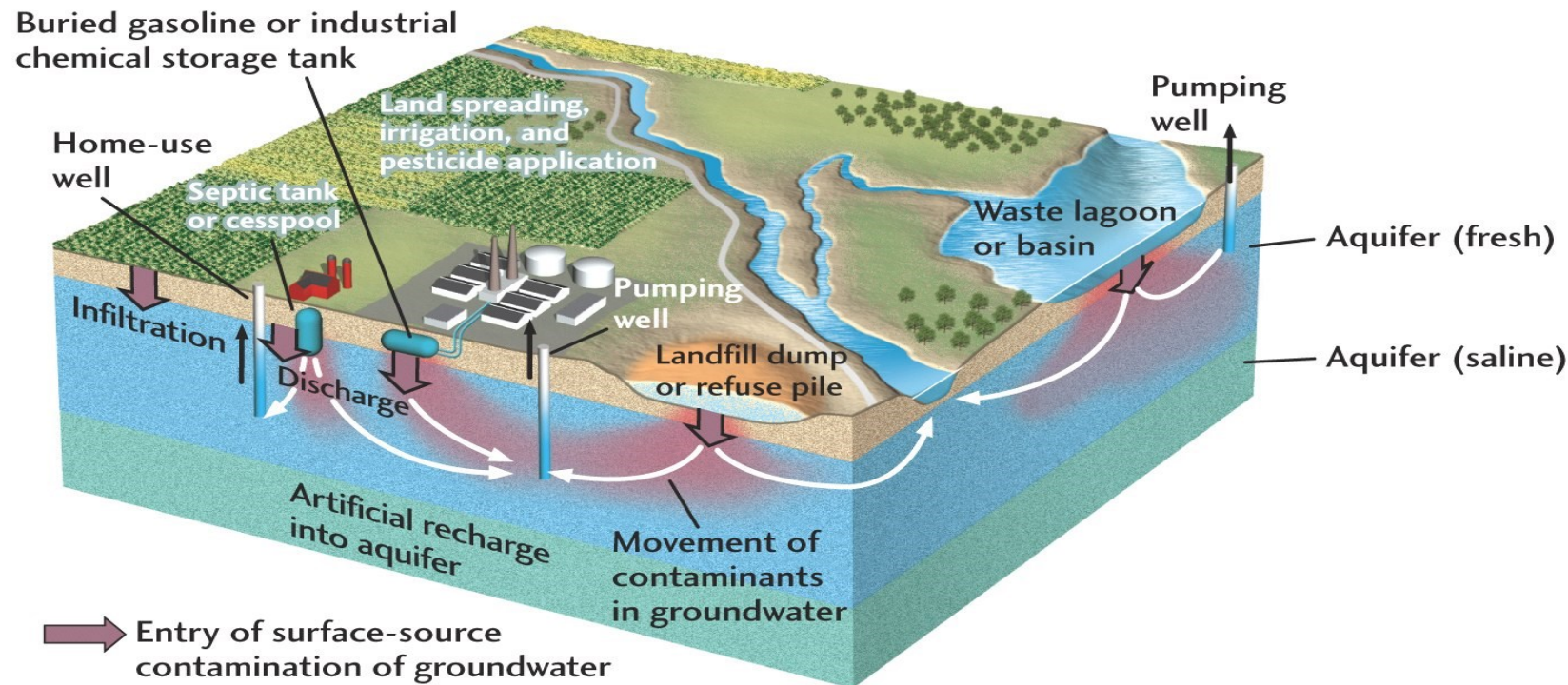
Ρύποι και μικροβιακό φορτίο

Γεωργικά - Κτηνοτροφικά απόβλητα

Πυρηνικά απόβλητα

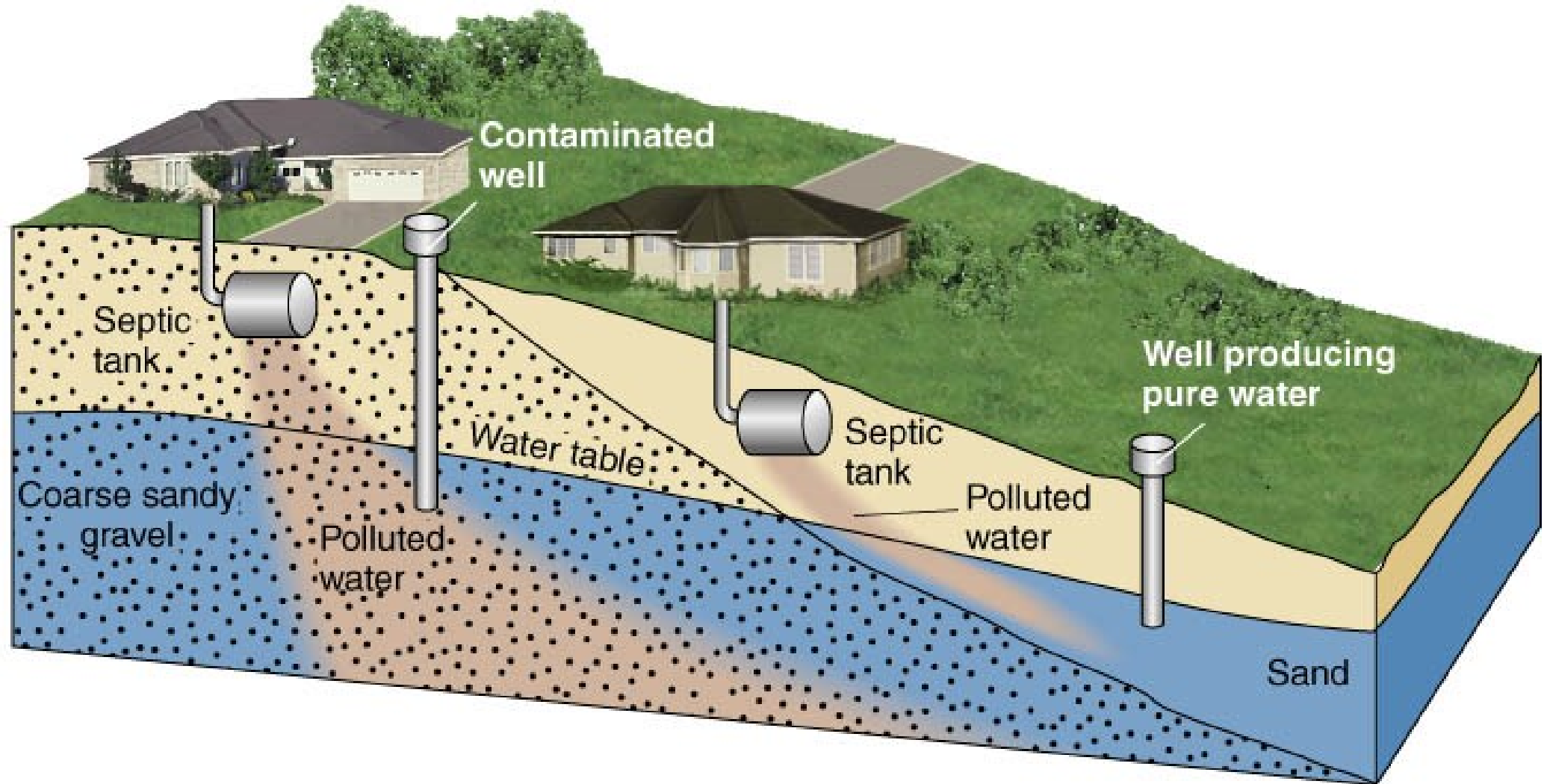
Αποχέτευση – Απορρίμματα – Ταφές Νεκρών

Βιομηχανικά και Πετρελαϊκά απόβλητα- Εξορυκτική διαδικασία

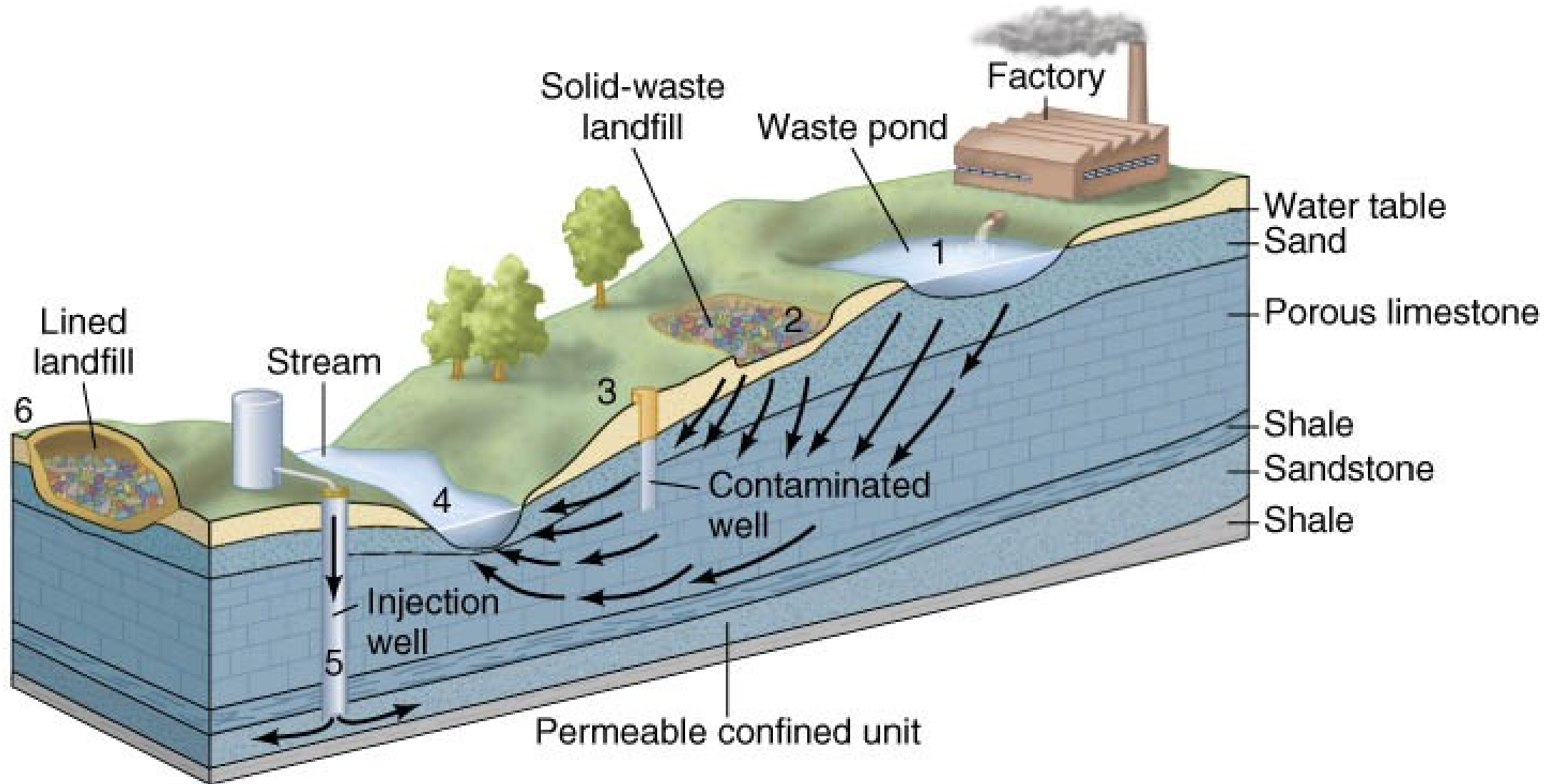


Μόλυνση υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα

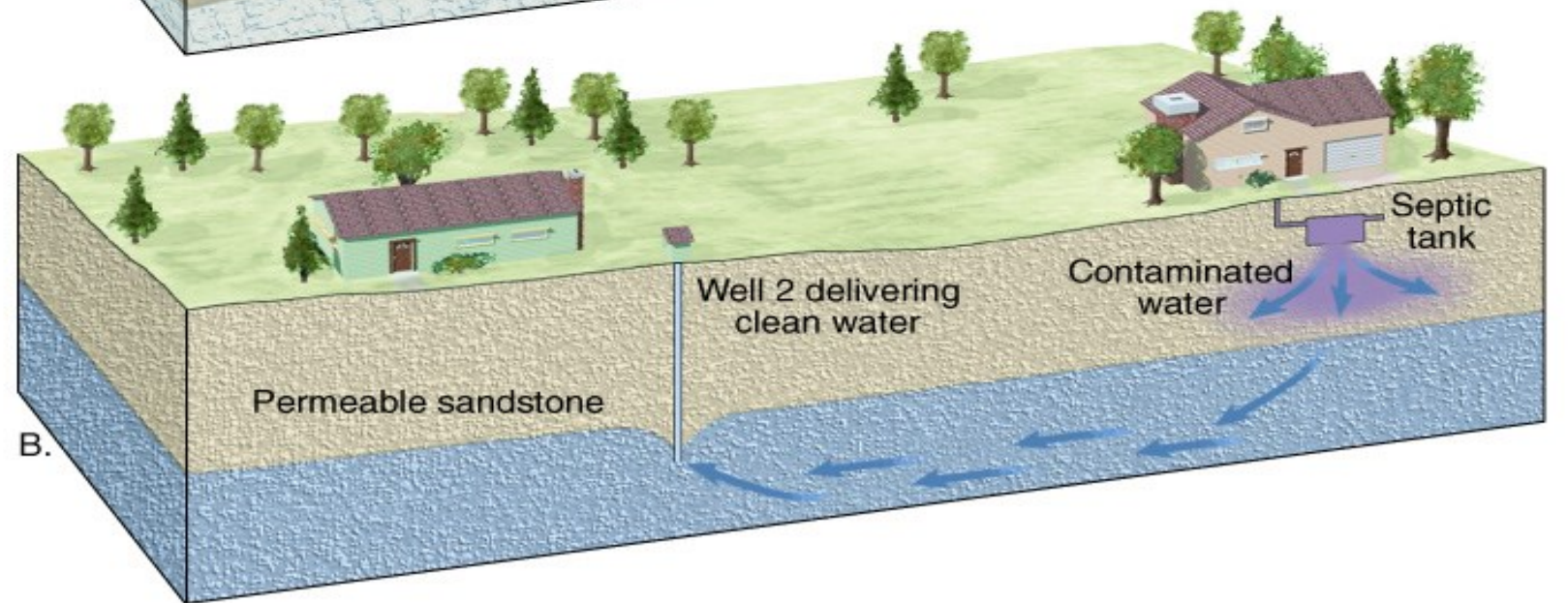
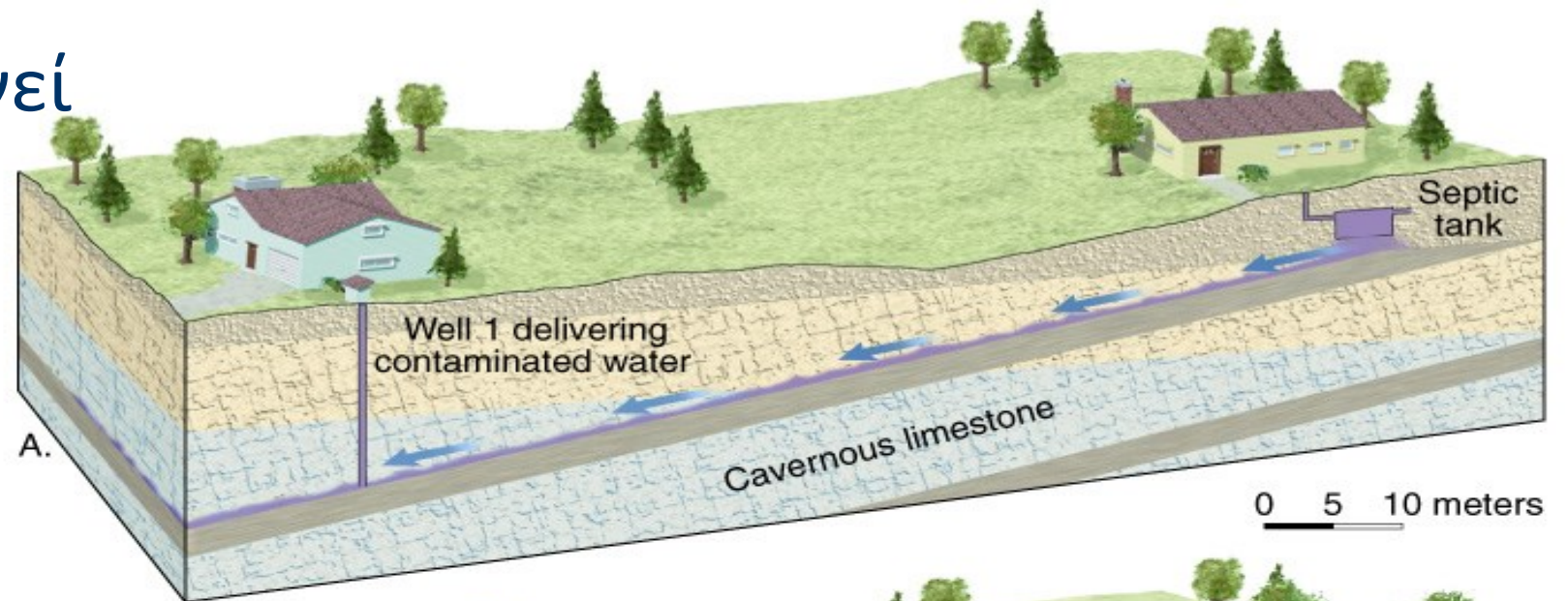
Η άμμος προκαλεί αυτοκαθαρισμό. Εντούτοις απαγορεύεται η υδροληψία σε μια απόσταση 50 m μέχρι 1 km γύρω από την εστία της μόλυνσης.



Μόλυνση υπόγειου νερού



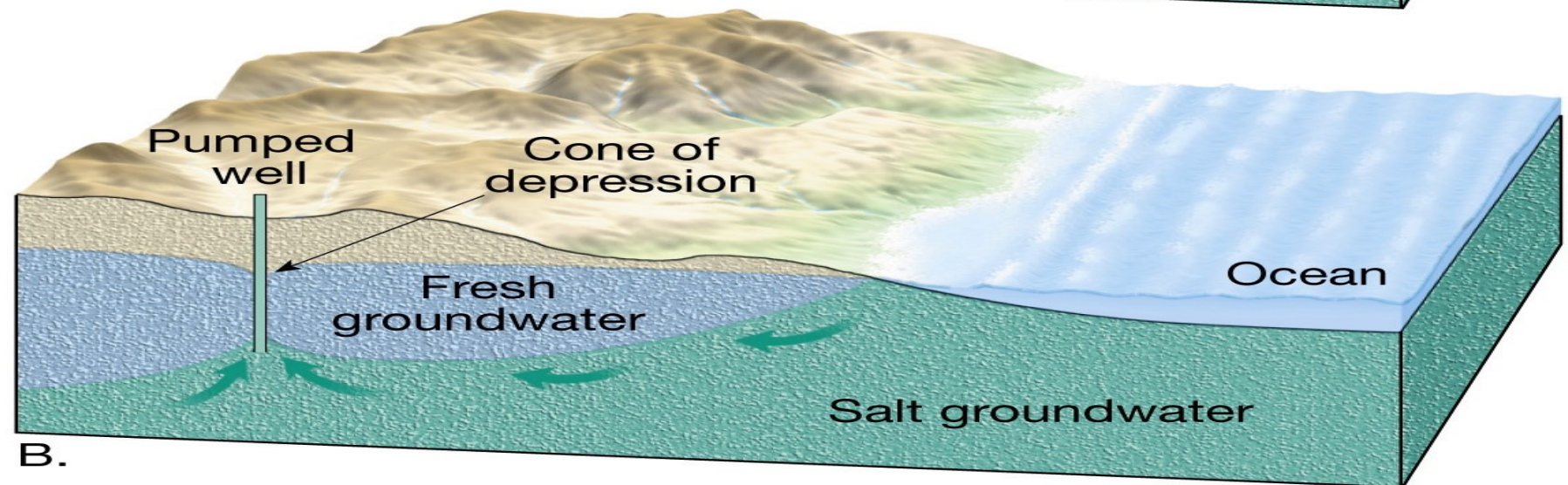
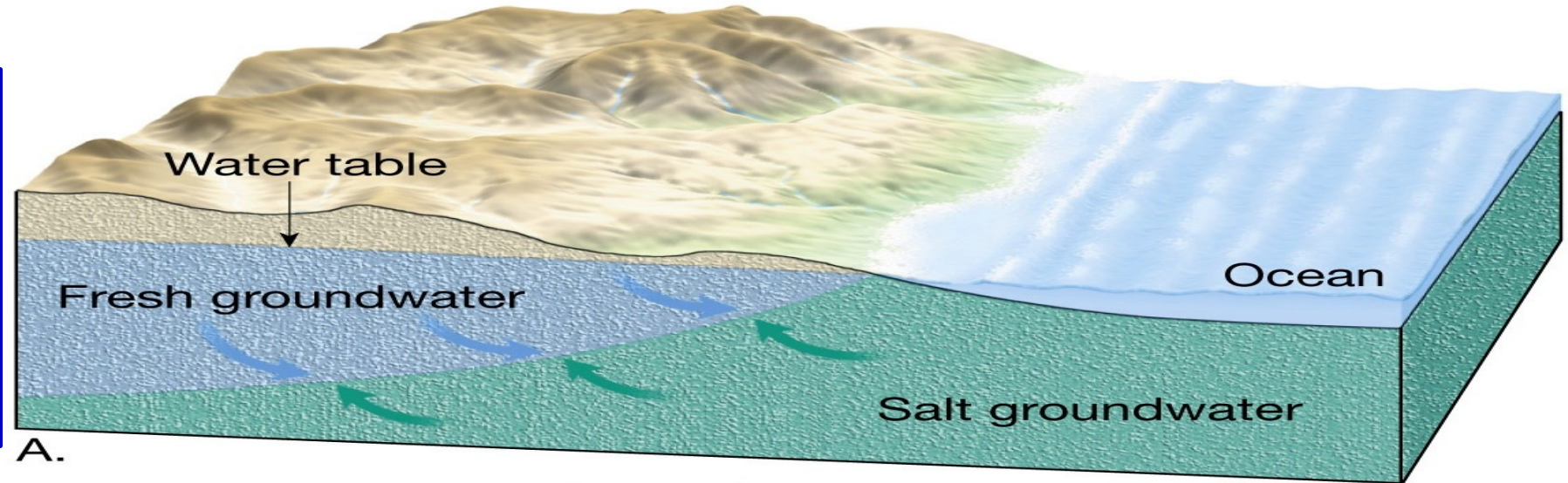
Η τοπική γεωλογία και όχι η μηχανική αιτιολογεί μολυσμένο φρέαρ.



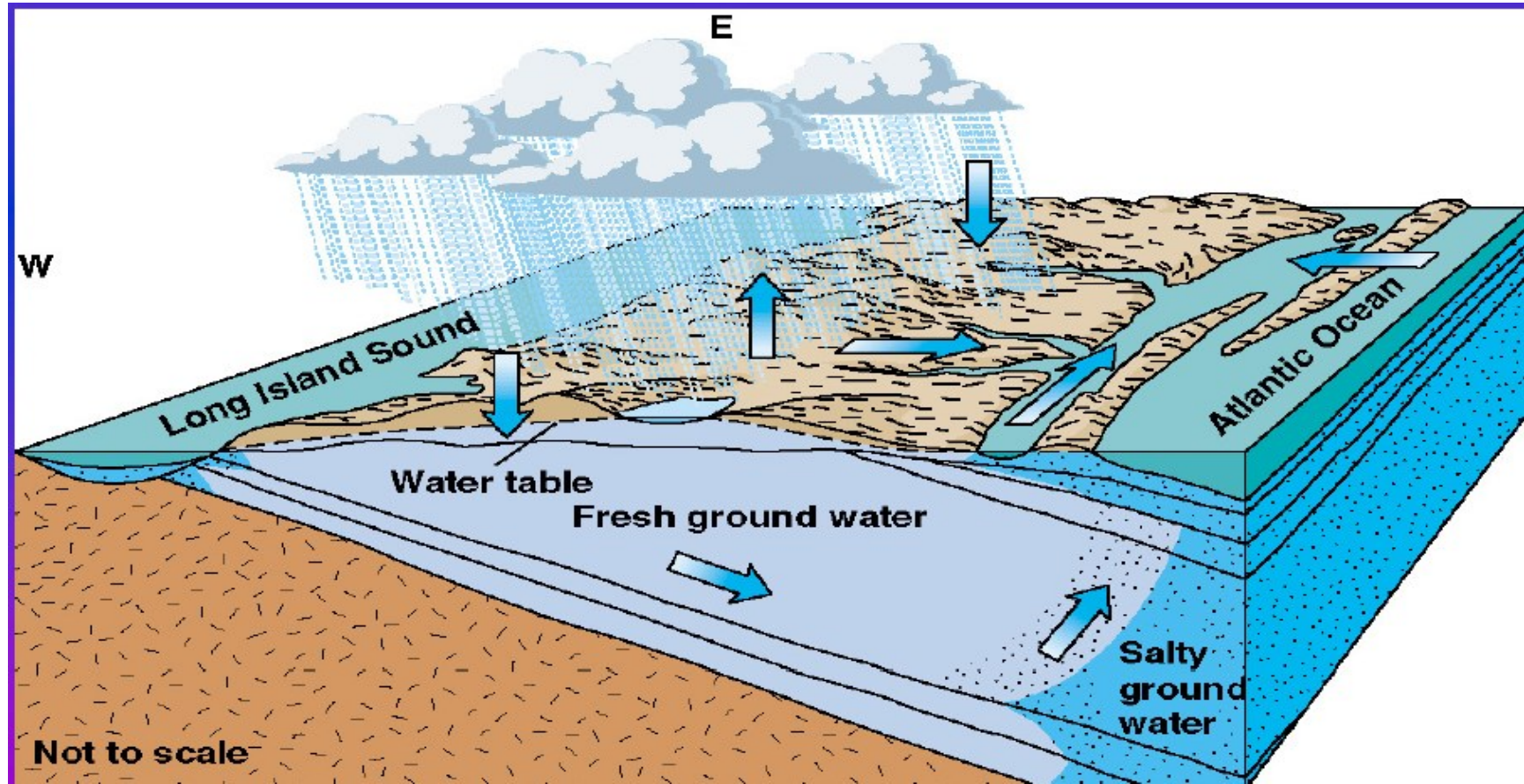
Οι άμμοι είναι ένα καλό βακτηριακό φίλτρο

Υφαλμύριση παράκτιων υδροφορέων λόγω υπεράντλησης

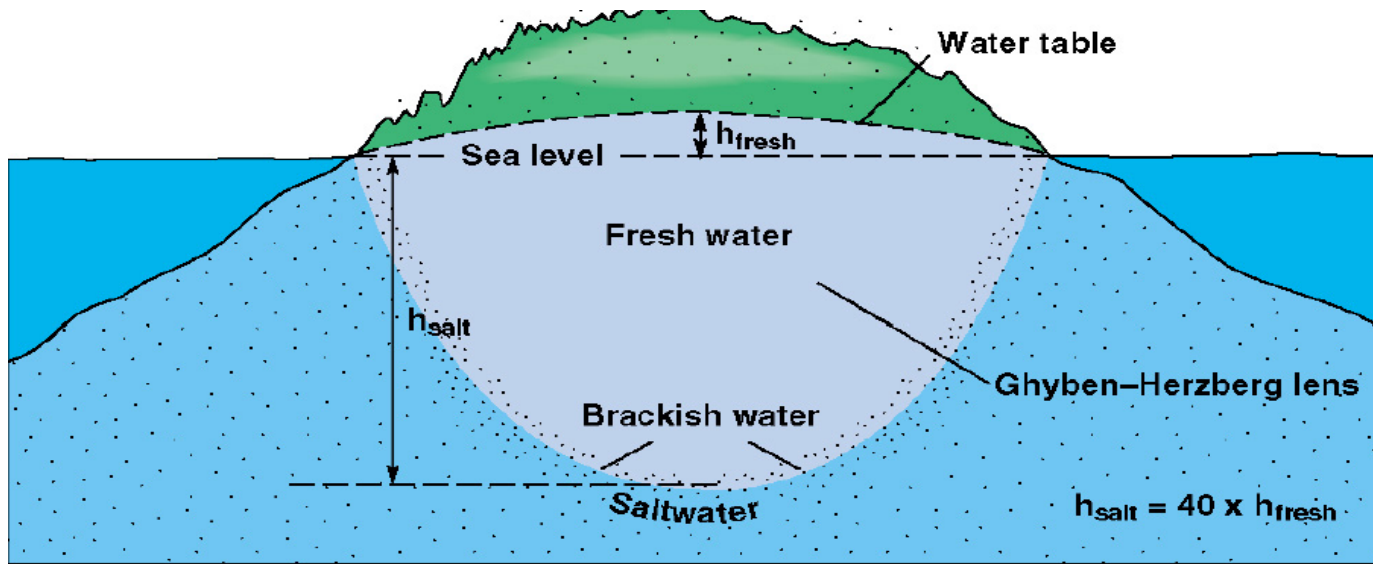
Saltwater
contamination
due to excessive
well pumping



Παράκτιοι υδροφόροι συχνά υφίστανται αλμύριση του υπόγειου νερού από υπεράντληση. Επειδή το γλυκό νερό είναι ελαφρότερο από το αλμυρό νερό σχηματίζει στις παράκτιες περιοχές ή στα νησιά φακοειδή σώματα που εκτείνονται σε σημαντικό βάθος κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Το βάθος της επιφάνειας που διαχωρίζει τα δύο είδη νερού δίνεται από την σχέση των Ghyben-Herzberg $H_s=40H_f$ όπου H_s το βάθος του γλυκού νερού από το επίπεδο της θάλασσας και H_f το ύψος του νερού πάνω από αυτό. Αυτό σημαίνει ότι αν πχ. συμβεί πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα κατά 1m το αλμυρό νερό θα ανέβει κατά 40m.



Η σχέση Ghyben-Herzberg

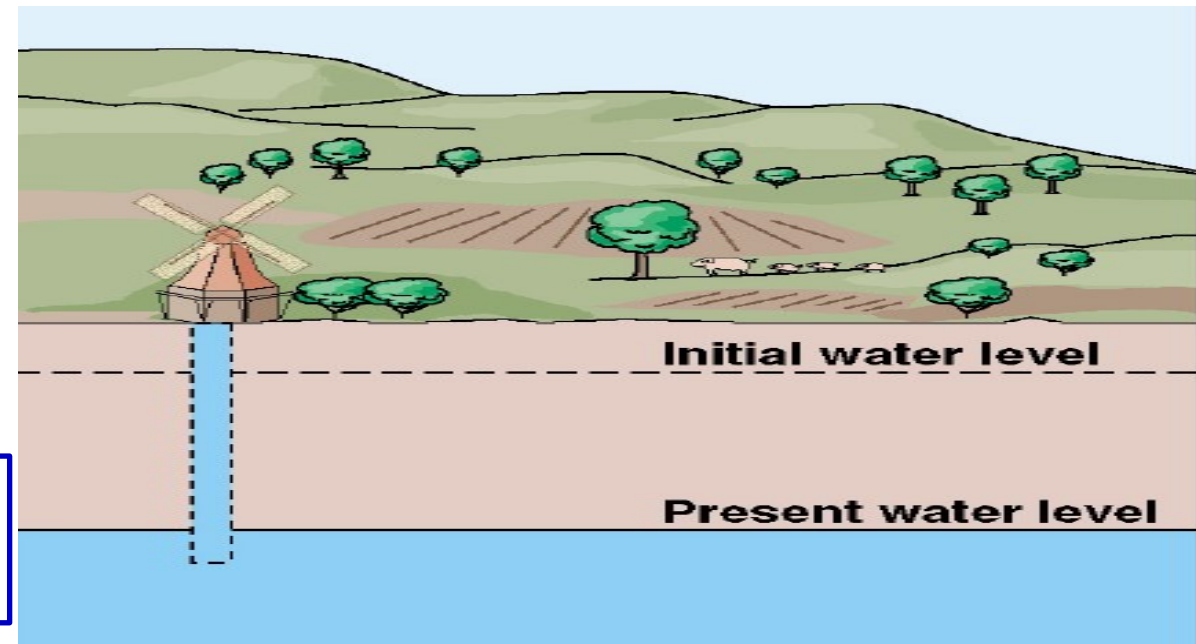


$$h_{\text{salt}} = h_{\text{fresh}} / (r_{\text{salt}} - r_{\text{fresh}})$$
$$r_{\text{salt}} = 1.025 \text{ gr/cm}$$
$$r_{\text{fresh}} = 1 \text{ gr/cm}$$

Άρα $h_{\text{salt}} = 40 \times h_{\text{fresh}}$

(b)

© 2001 Brooks/Cole - Thomson Learning



Πτώση στάθμης από υπεράντληση