

# Πανεπιστήμιο Πατρών

## Τμήμα Γεωλογίας

### Εργαστήριο Υδρογεωλογίας



Μάθημα:

## Διαχείριση & Προστασία Υδατικών Πόρων

Ζ ΕΞΑΜΗΝΟ

Καζάκης Νεραντζής

Επίκουρος Καθηγητής Υδρογεωλογίας & Διαχείρισης Υδατικών Πόρων

# Πανεπιστήμιο Πατρών

## Τμήμα Γεωλογίας

### Εργαστήριο Υδρογεωλογίας



## Εισαγωγικές Έννοιες

### ΔΙΑΛΕΞΗ 1<sup>η</sup>

### Καζάκης Νεραντζής

Επίκουρος Καθηγητής Υδρογεωλογίας & Διαχείρισης Υδατικών Πόρων

# Διαδίκτυο

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ



ResearchGate

Home Questions Jobs

Search for research, journals, people, etc.



Add new



**Nerantzis Kazakis** [Edit](#)

Assistant Professor in Hydrogeology · *Position* · University of Patras

Greece | [Website](#)

*Current activity*

Research Interest Score 3,099

Citations 3,818

h-index 32

[Citations over time](#)

Profile Research (151) **Stats** Following Saved list

[+ Add research](#)

[View your latest weekly report >](#)

Overall publications stats

**3,099**

Research Interest Score

+10.1 last week

**58,163**

Reads

+190 last week

**3,818**

Citations

+26 last week

**568**

Recommendations

→ ---

Research Interest Score: **3,099** +10.10



Score breakdown

51.20% Citations

48.80% Recommendations

Compared to all ResearchGate members



Your Research Interest Score is higher than 98% of ResearchGate members.

Compared by date of first publication

<https://www.researchgate.net>

# Διαδίκτυο

## Διαδίκτυο



Ελληνική Επιτροπή Υδρογεωλογίας



Nerantzis

Αρχική σελίδα

Δημιουργία



Σελίδα

Εισερχόμενα

Ειδοποιήσεις **2**

Στατιστικά

Εργαλεία δημο...

Ρυθμίσεις

Βοήθεια ▾



Ελληνική Επιτροπή  
Υδρογεωλογίας

Δημιουργία ονόματος  
χρήστη Σελίδας

Αρχική σελίδα

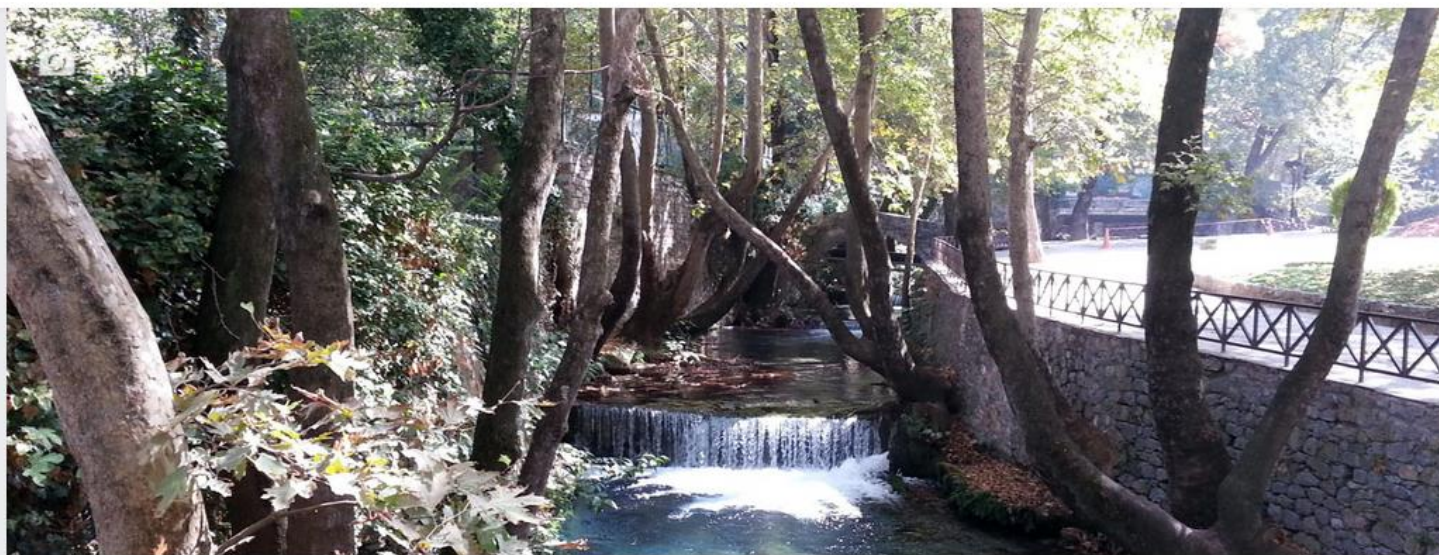
Δημοσιεύσεις

Κριτικές

Βίντεο

Φωτογραφίες

Εκδηλώσεις



👍 Σας αρέσει ▾

📡 Ακολουθείτε ▾

➦ Κοινοποίηση



+ Προσθέστε ένα κουμπι προτροπής



Δημιουργία δημοσίευσης  
📄 Θέση εργασίας



Live



Εκδήλωση



Προσφορά



▼ Γράψτε κάτι...

**Γνωρίζετε φίλους που μπορεί να τους αρέσει η Σελίδα σας;**

Βοηθήστε περισσότερα άτομα να ανακαλύψουν τη Σελίδα σας προσκαλώντας φίλους να δηλώσουν ότι τους αρέσει.



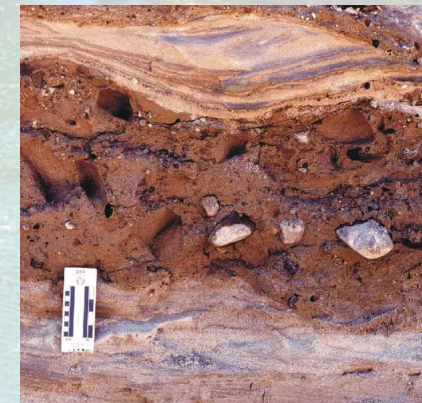
Αναζητήστε φίλους για να τους προσκαλέσετε

# Λέξεις Κλειδιά

## νεξείδ κγειογία



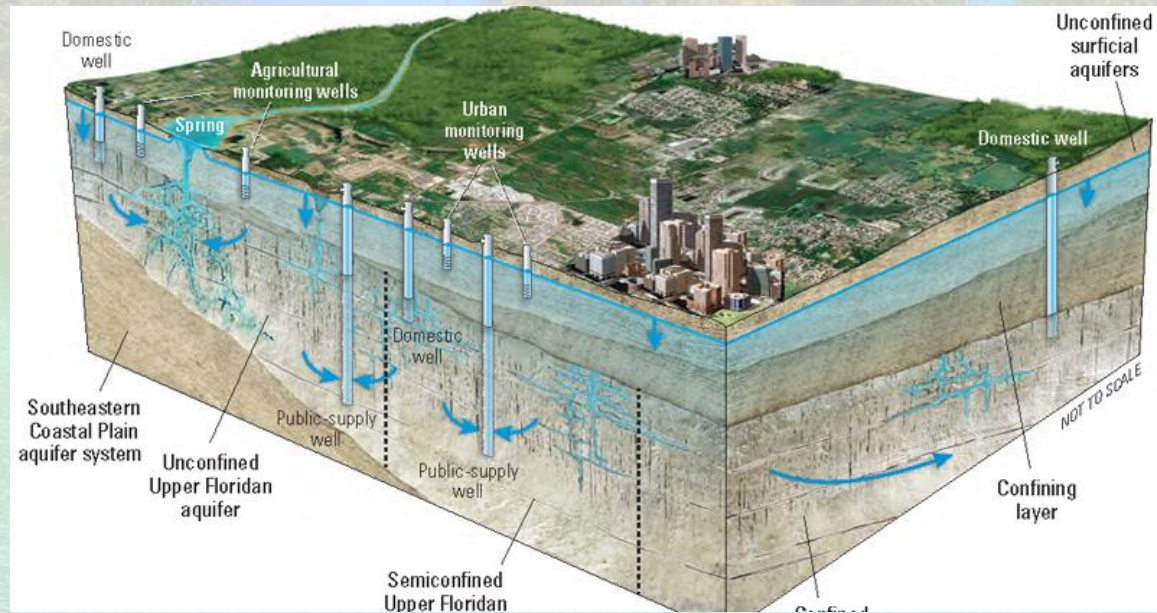
- Γεωπεριβάλλον
- Υδατικοί Πόροι
- Υδρολογικός κύκλος,
- Υδροφορείς
- Υδατικό δυναμικό
- Διαχείριση



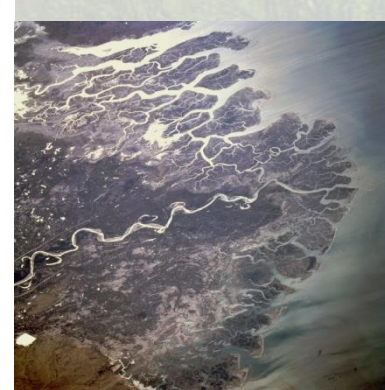
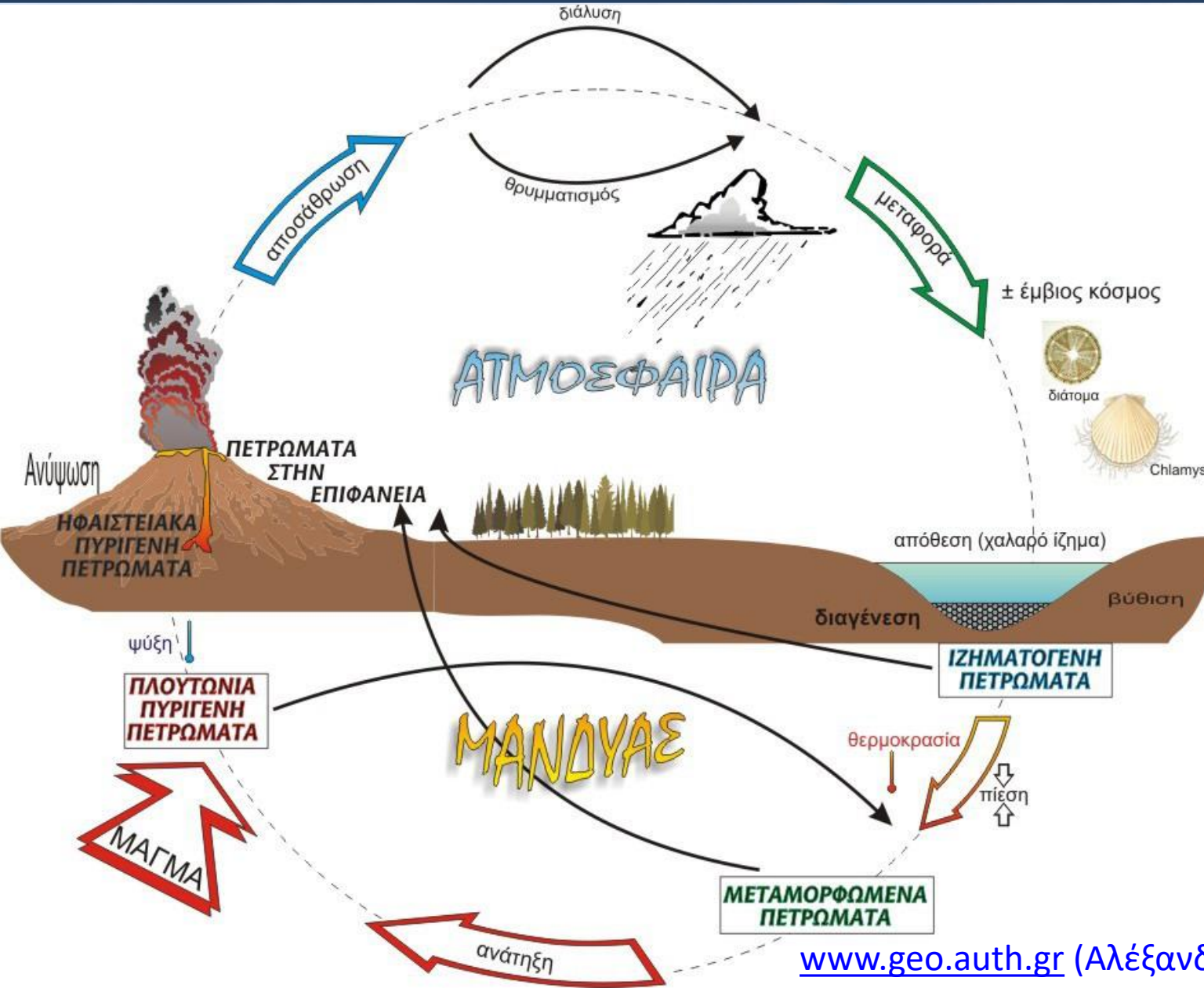
# Στόχοι του Μαθήματος



- ❖ Η υπενθύμιση των βασικών εννοιών της Υδρογεωλογίας-Υδρολογίας με την απαραίτητη ορολογία.
- ❖ Εισαγωγή στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων

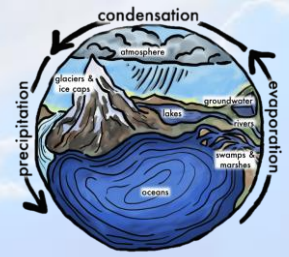


# Ο γεωλογικός κύκλος



# Ο κύκλος του νερού

## Ο κηκυος του λεβου





# Διαχείριση - Management

## Διαχειριστικές - Ψευδευσεις



**Διαχείριση** είναι η προσπάθεια καλύτερης οργάνωσης των διαθέσιμων πόρων (οικονομικών πόρων, ανθρώπινου δυναμικού, τεχνολογικών εργαλείων) για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.

**Στρατηγική**



**Επιχειρησιακή**

ΑΝΑΘΕΣΗ  
ΕΡΓΟΥ

ΕΝΑΡΞΗ  
ΕΡΓΟΥ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ  
ΕΡΓΟΥ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ  
ΕΡΓΟΥ

SOFTACTS ΣΤΗΝ  
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ  
ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΚΑΘΟΔΗΓΗΣΗ  
ΕΡΓΟΥ

# Υδατικοί πόροι

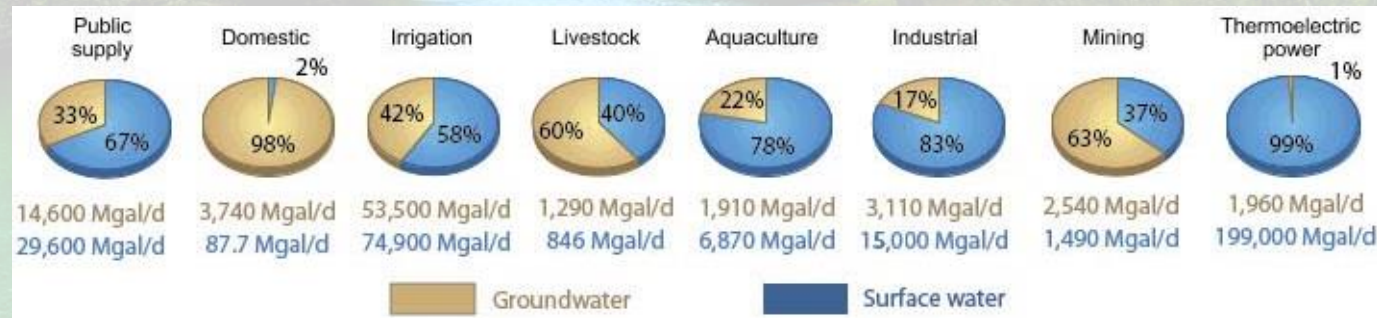
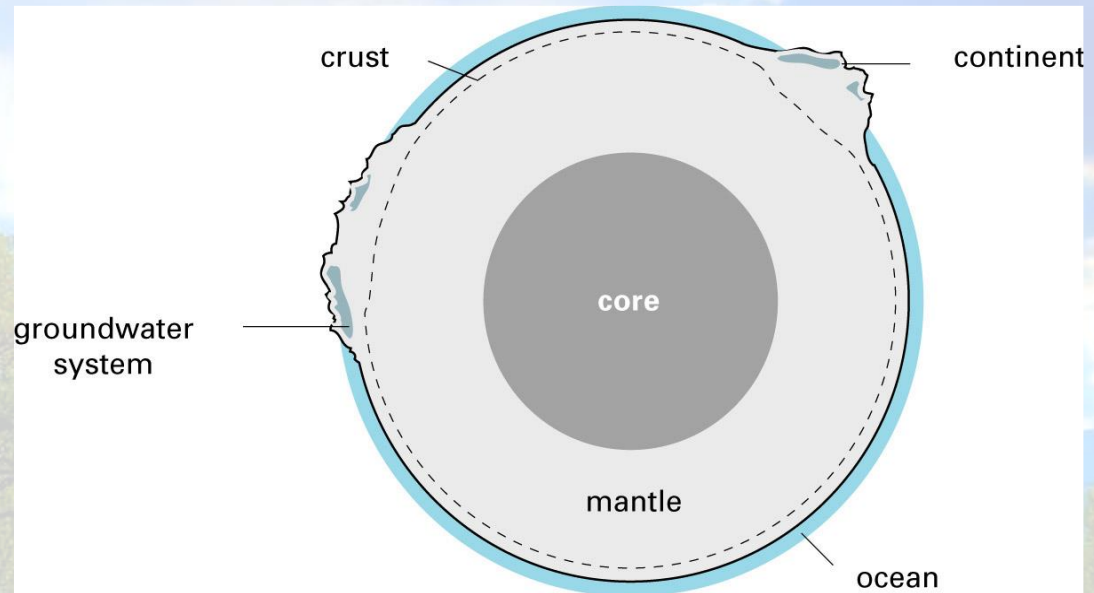
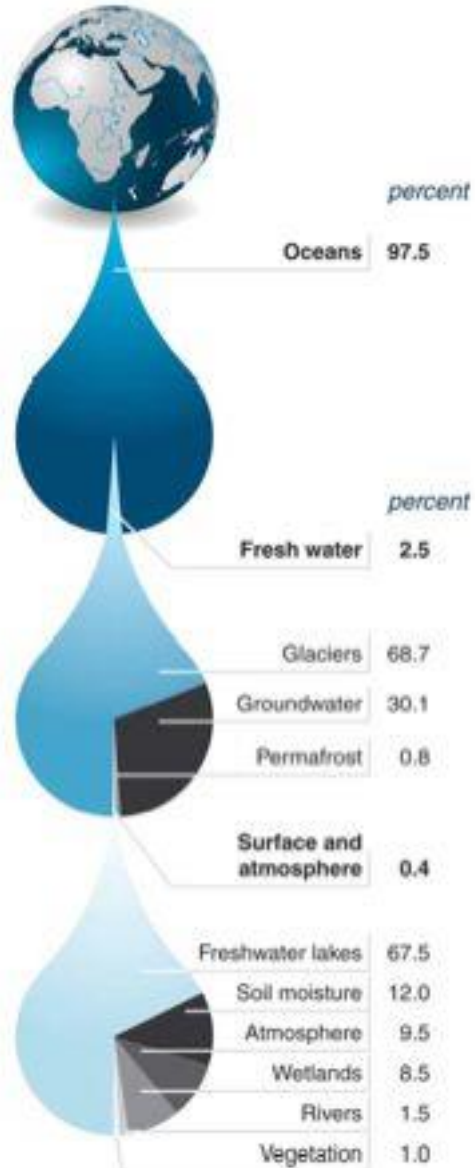
Το νερό είτε αντιμετωπίζεται ως «φυσικός πόρος», είτε ως «οικονομικό αγαθό», είτε ως «κοινωνικό αγαθό», είτε ως «περιβαλλοντικό στοιχείο» είναι βασικό και αναντικατάστατο στοιχείο, απαραίτητο όχι μόνο για την ανάπτυξη, αλλά και για την επιβίωση της ανθρωπότητας. Όμως είναι το πλέον «ευαίσθητο» και το πρώτο «θιγόμενο» περιβαλλοντικό συστατικό από τα δύο σύνδρομα της σύγχρονης κοινωνίας: την υπερκατανάλωση και τη ρύπανση.

Κατηγορίες των υδατικών πόρων είναι: **Κατακρημνίσματα, ποτάμια, λιμνοδεξαμενές, ταμιευτήρες, υδροφορείς, πηγές, θάλασσα (χρήση με αφαλάτωση), επεξεργασμένα λύματα.**



# Κατανομή του νερού και κατανάλωση

Water Distribution



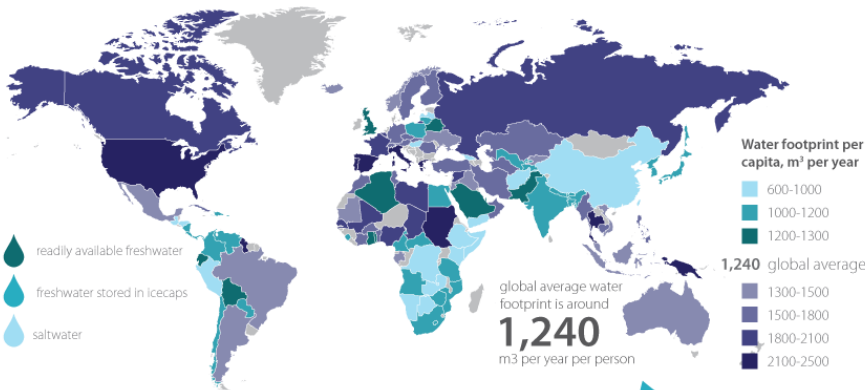
# Το νερό στη σύγχρονη κοινωνία

## the global water footprint

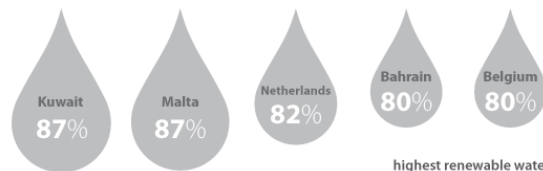


The 'water footprint' of a country is defined as the volume of water needed for the production of goods and services consumed by the inhabitants of the country.

### amount of freshwater available

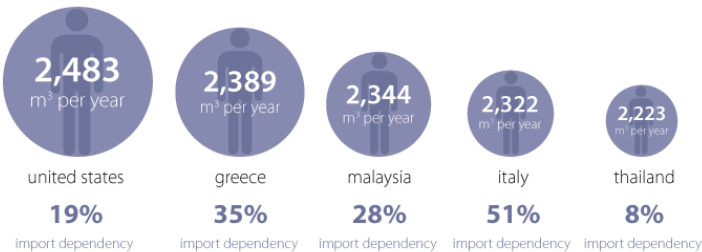


### countries most dependent on water imports

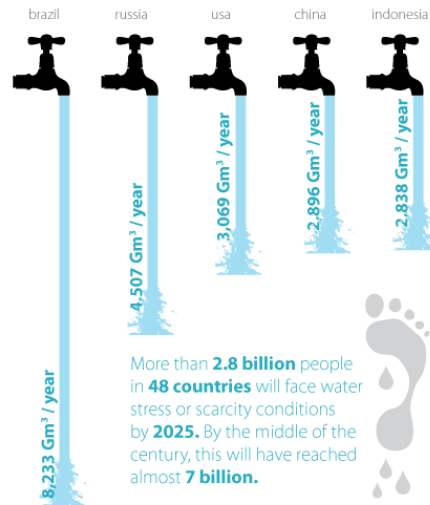


**70%** of existing freshwater is withdrawn for irrigation in agriculture

### the highest water footprints per capita



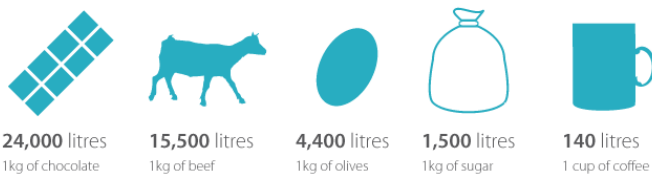
### highest renewable water resources



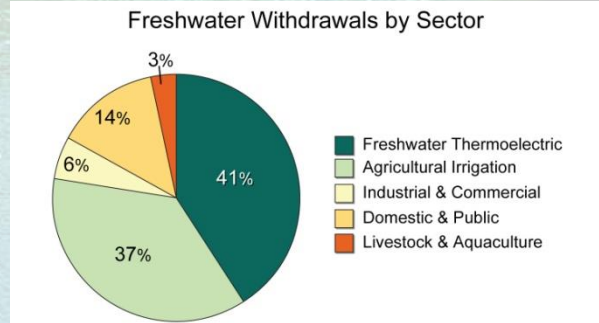
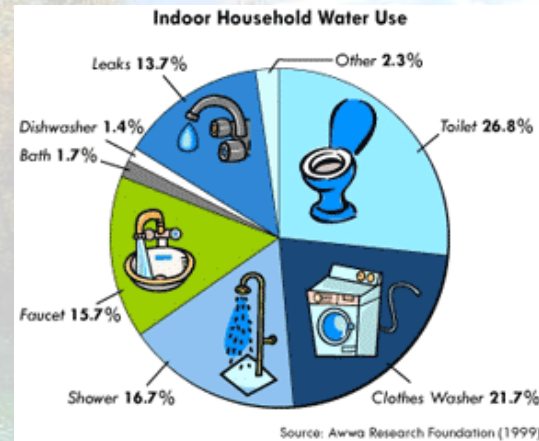
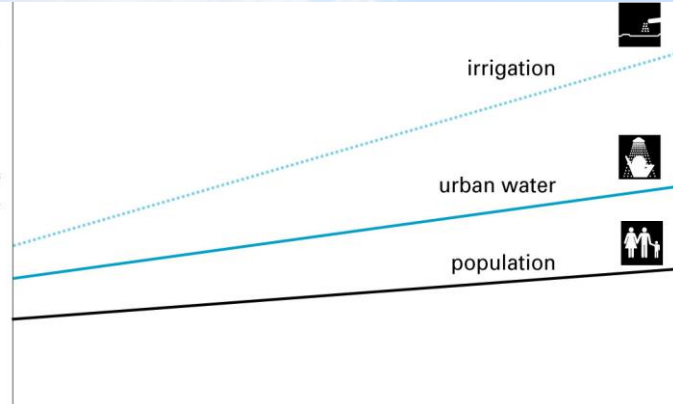
More than **2.8 billion** people in **48 countries** will face water stress or scarcity conditions by **2025**. By the middle of the century, this will have reached almost **7 billion**.

Source: WaterFootprint.org and WWF

### water footprint of different foods



water volume or population number



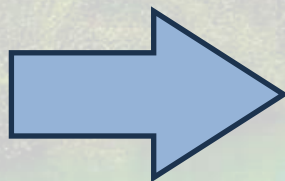
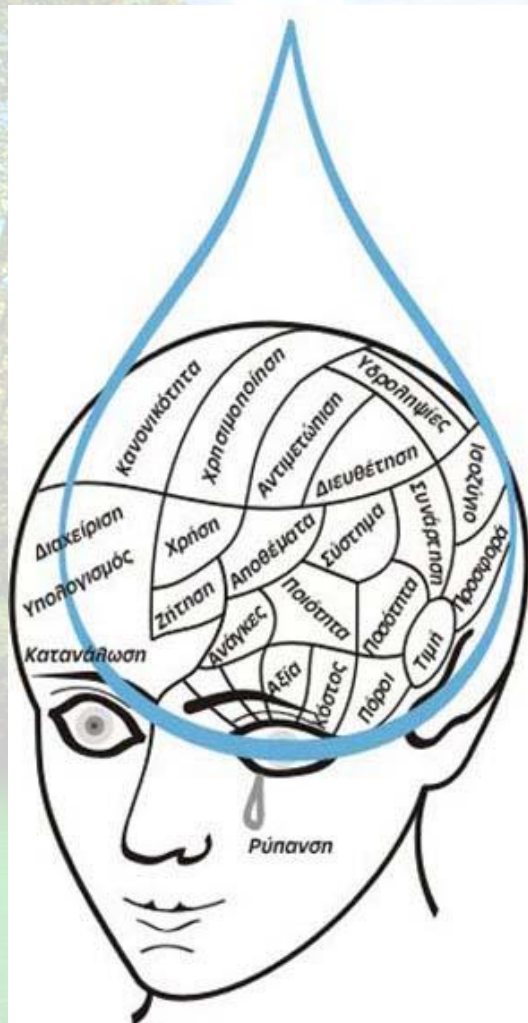
# Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Υδατικό Χρηματικό Πρόβλημα



**Διαχείριση υδατικών πόρων** αποτελεί το σύνολο των ενεργειών (έργα, κοστολόγηση, νομοθεσία, οδηγίες κτλ) για την επίτευξη της αρμονίας στο παρόν και το μέλλον μεταξύ:

- Υδατικών Πόρων
- Κατανάλωσης
- Περιβάλλοντος

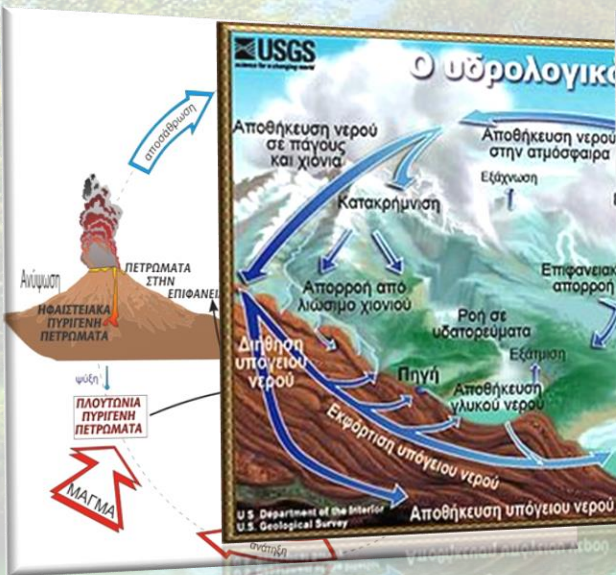


# Διαχείριση Υδατικών Πόρων

για χειρισμό υδατικών πόρων

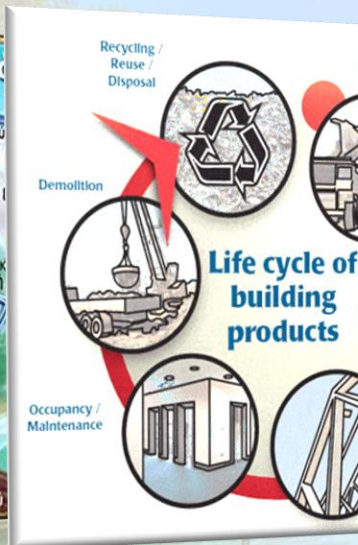


## Γεωλογικός Κύκλος



## Υδρολογικός Κύκλος

## Έργα - Κατασκευές



## Περιβαλλοντική Αειφορία



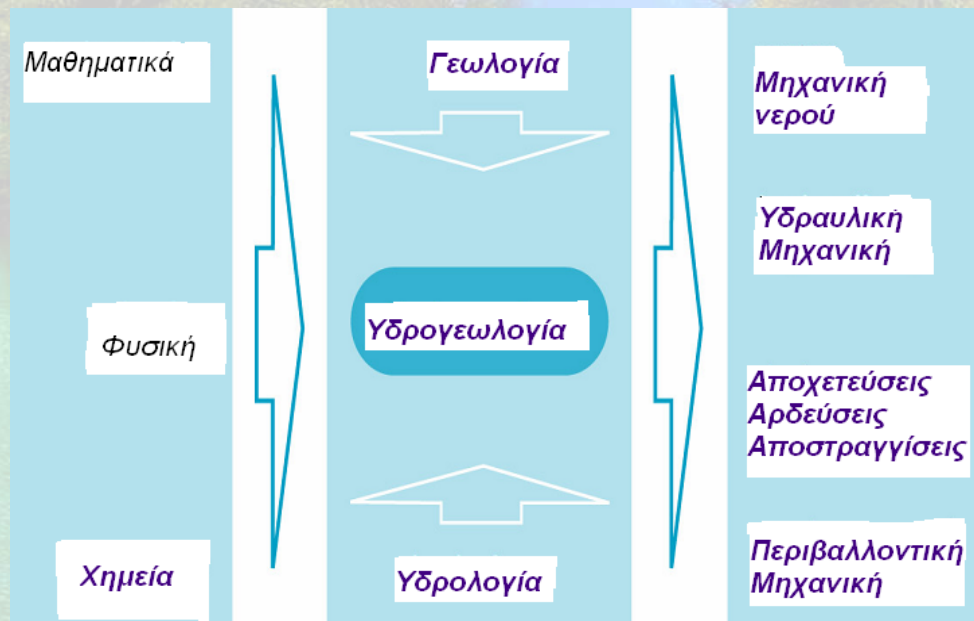
## Κατανάλωση

# Υδρογεωλογία

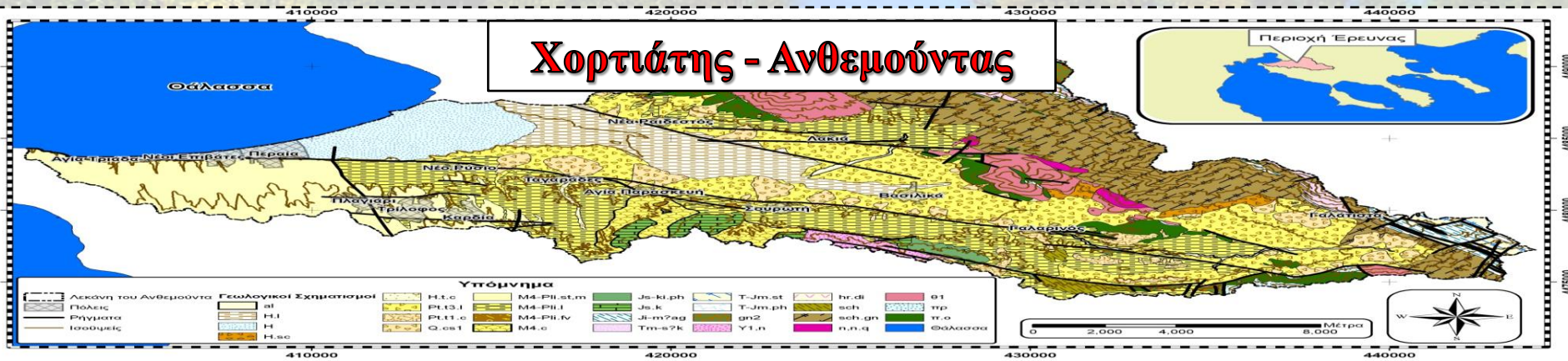
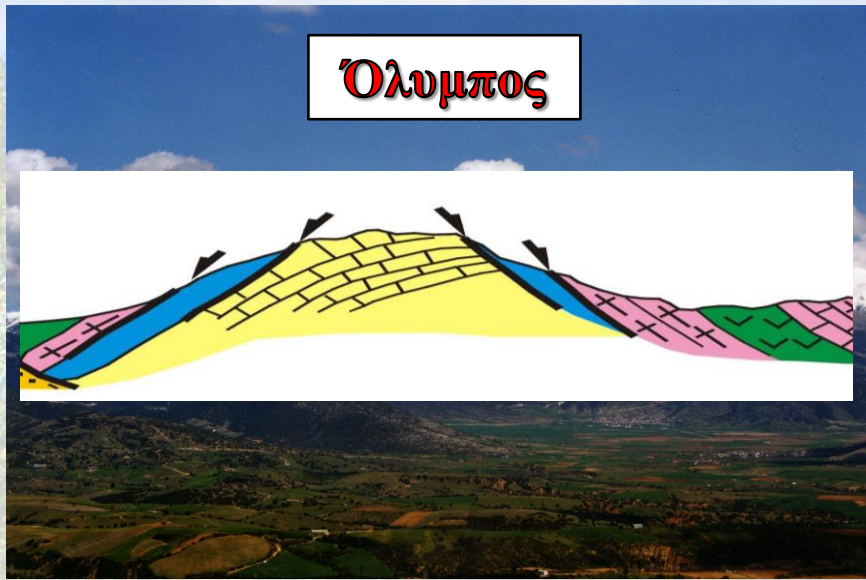
Η **Υδρογεωλογία** (Hydrogeology στα Αγγλικά και Hydrogeologie στα Γαλλικά) είναι η γεωεπιστήμη που μελετά ουσιαστικά το **υπόγειο νερό**. Είναι δηλ. τμήμα της Γενικής Υδρολογίας που πραγματεύεται τα υπόγεια νερά.

Υπάρχει μια διαφοροποίηση στη επιστήμη των υπόγειων νερών:

- 1) **Υδρολογία των υπόγειων νερών ή Γεωϋδρολογία** (Groundwater Hydrology ή Geohydrology) που πραγματεύεται την προέλευση και κίνηση των υπόγειων νερών,
- 2) **Υδρογεωλογία (Hydrogeology)** που είναι κλάδος της Εφαρμοσμένης Γεωλογίας και μελετά τα γεωλογικά προβλήματα που σχετίζονται με τα υπόγεια νερά.



# Οι γεωλογικοί σχηματισμοί



Γεωλογικός σχηματισμός ονομάζεται η θεμελιώδης τυπική λιθοστρωματική ενότητα μιας γεωγραφικής περιοχής, που αποτελείται από ένα σύνολο γεωλογικών στρωμάτων.



# Οι γεωλογικοί σχηματισμοί ως υδροφορείς

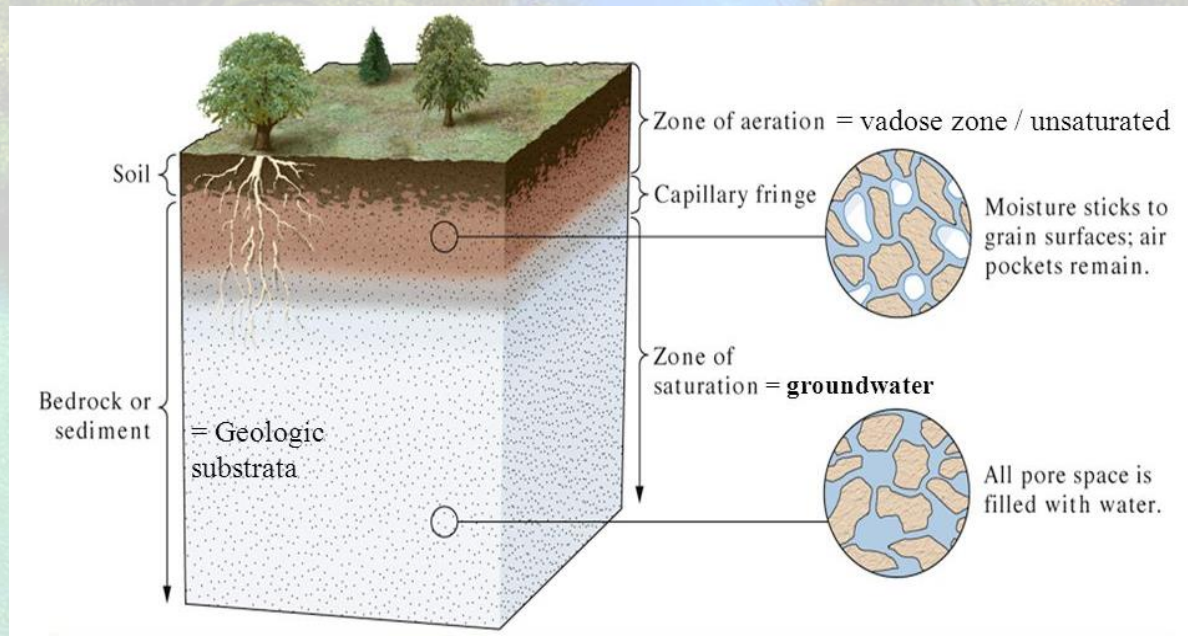


# Ακόρεστη Ζώνη

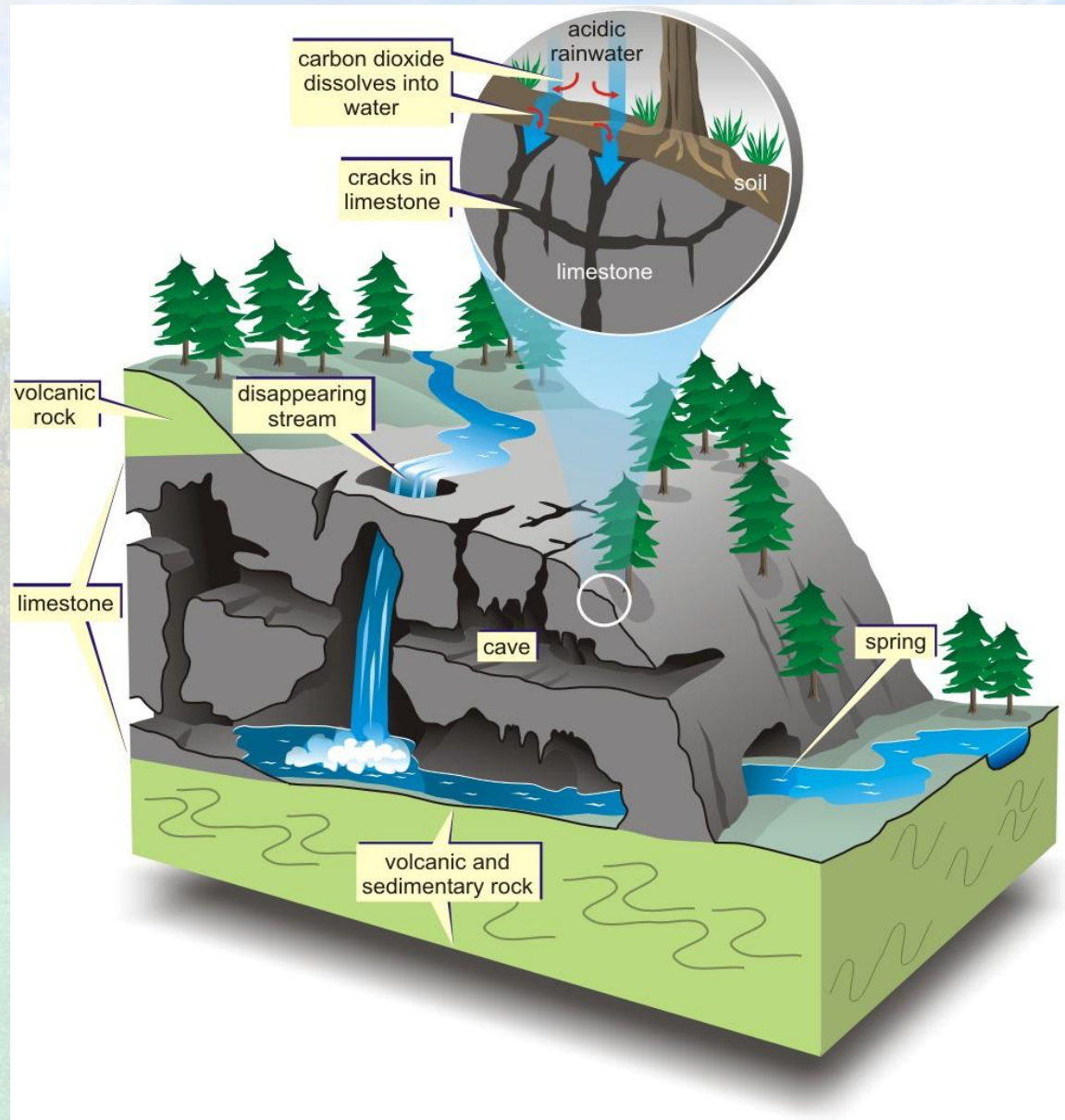
- Η **ακόρεστη ζώνη** (unsaturated ή vadose) ή μερικά κορεσμένη ζώνη (partially saturated zone) καταλαμβάνει το τμήμα μεταξύ της στάθμης του υπόγειου νερού και της επιφάνειας του εδάφους (ζώνη αερισμού). Με εξαίρεση τμημάτων των τριχοειδών κροσσών, στους πόρους συνυπάρχουν νερό και αέρας.
- Η ποσότητα του νερού σε ένα μερικώς κορεσμένο μέσο εκφράζεται με την **περιεκτικότητα κατ' όγκο σε νερό** ( $\theta$ ), που ορίζεται ως:

$$\theta = V_w / V_T$$

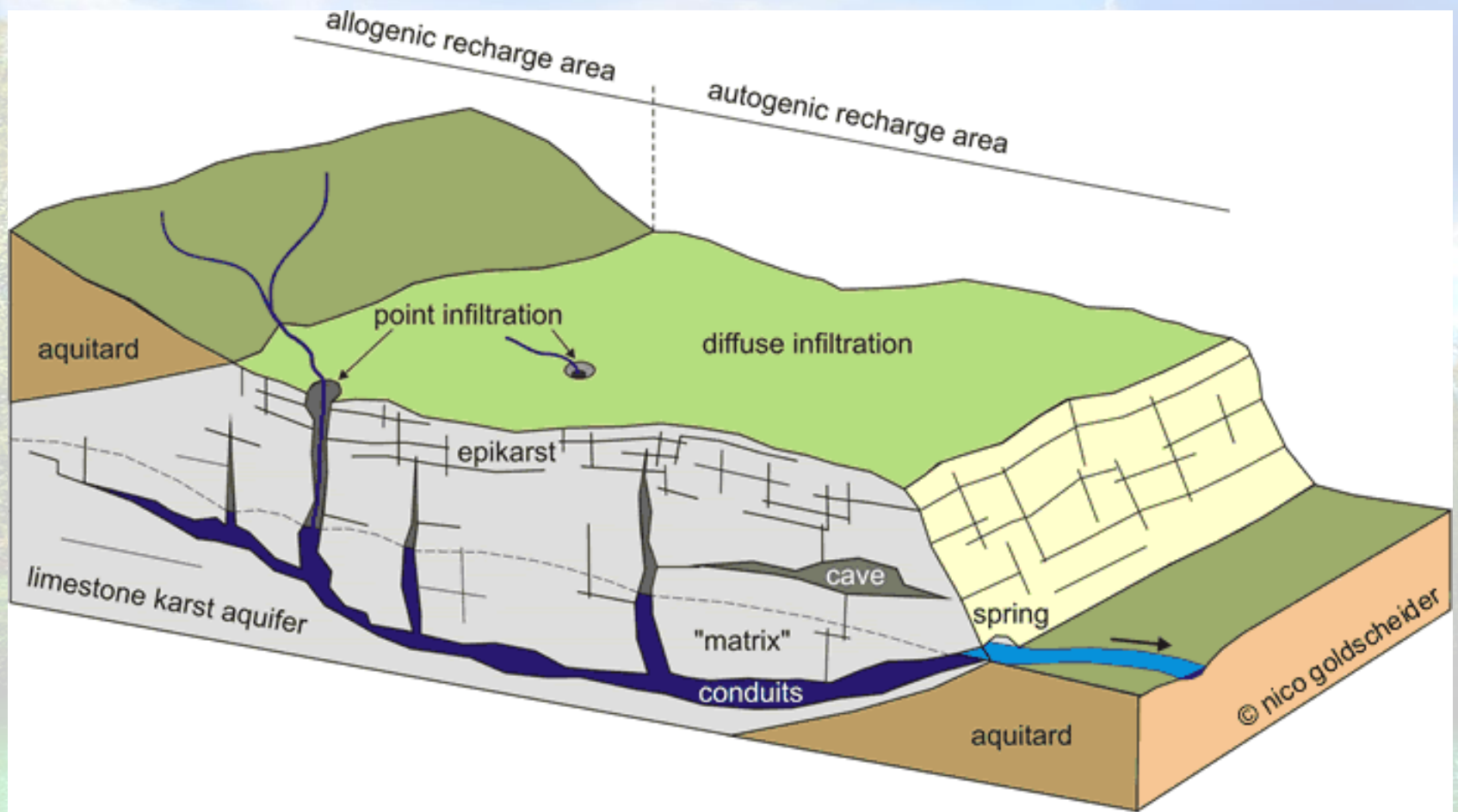
όπου  $V_w$  είναι ο όγκος του νερού και  $V_T$  ο όγκος του μέσου.



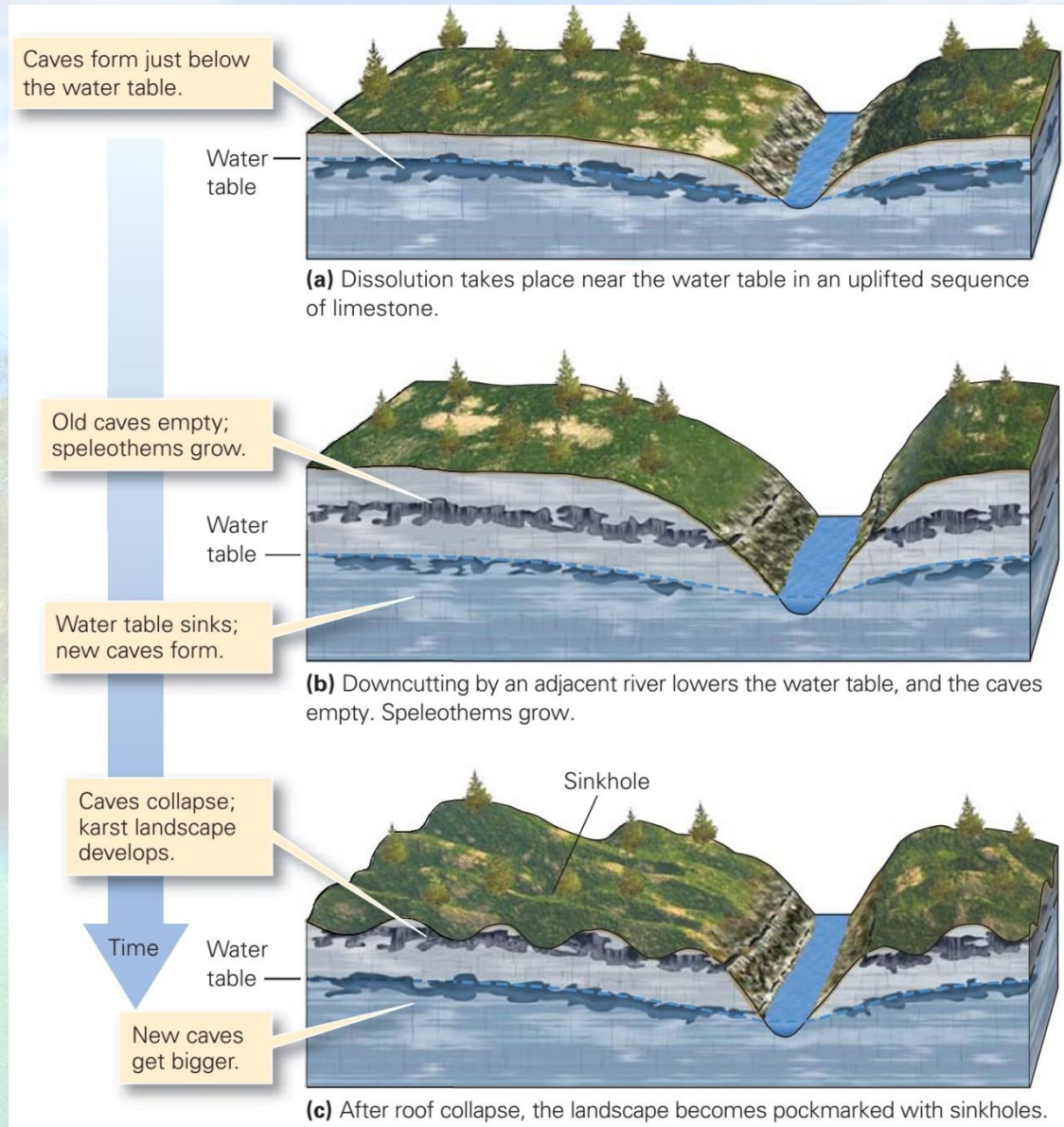
# Καρστικός υδροφορέας



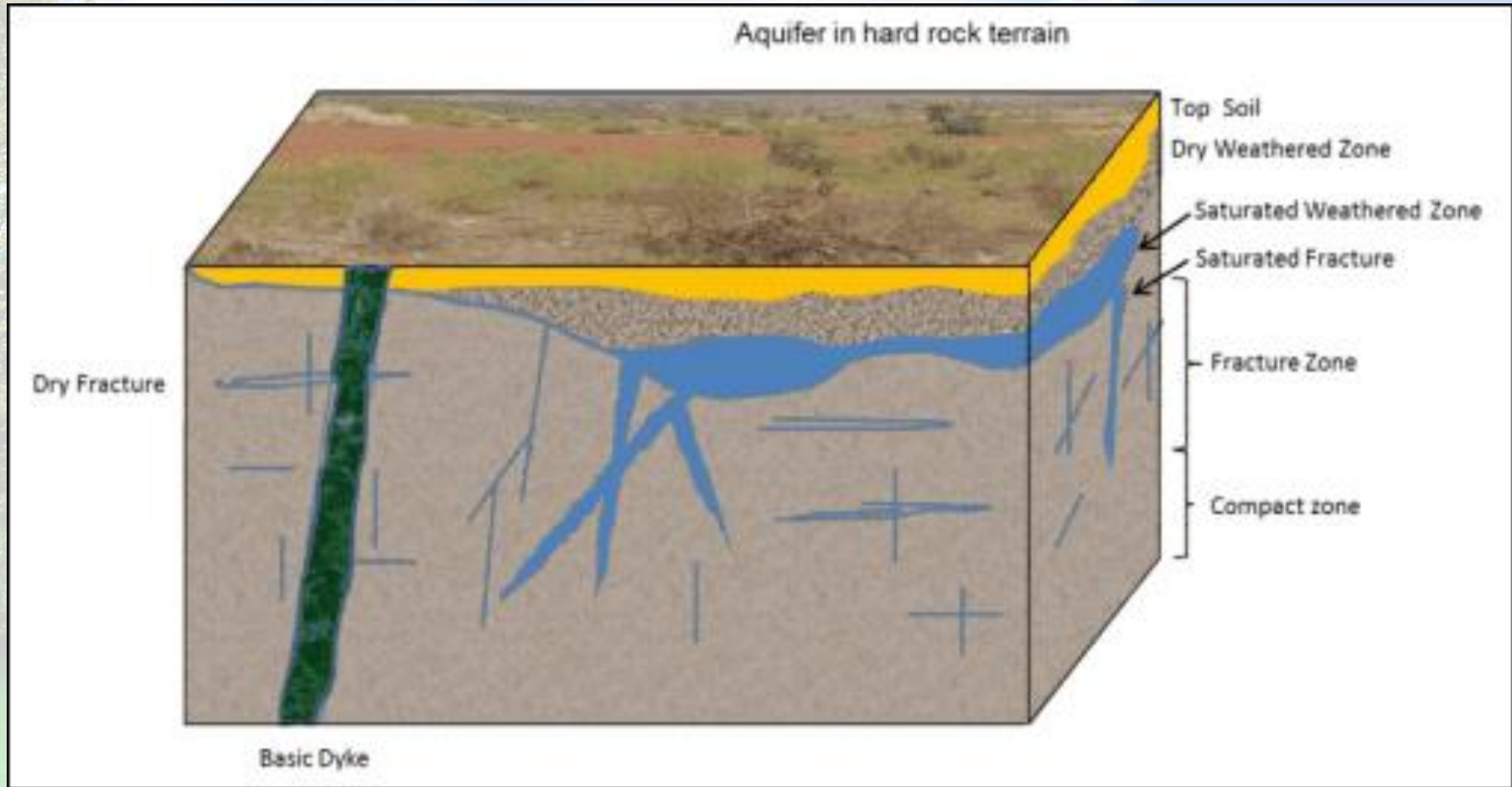
# Καρστικός υδροφορέας



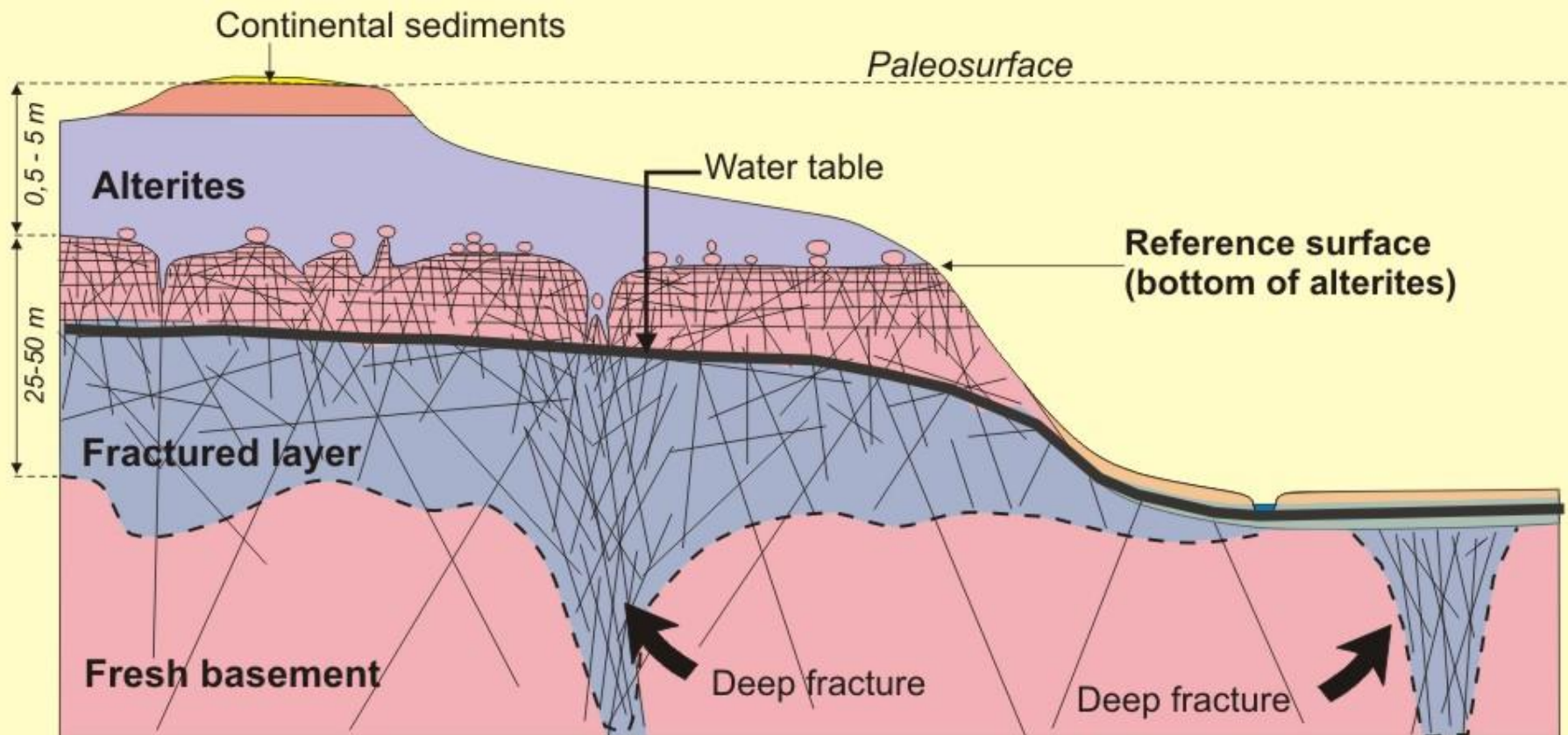
# Καρστικός υδροφορέας



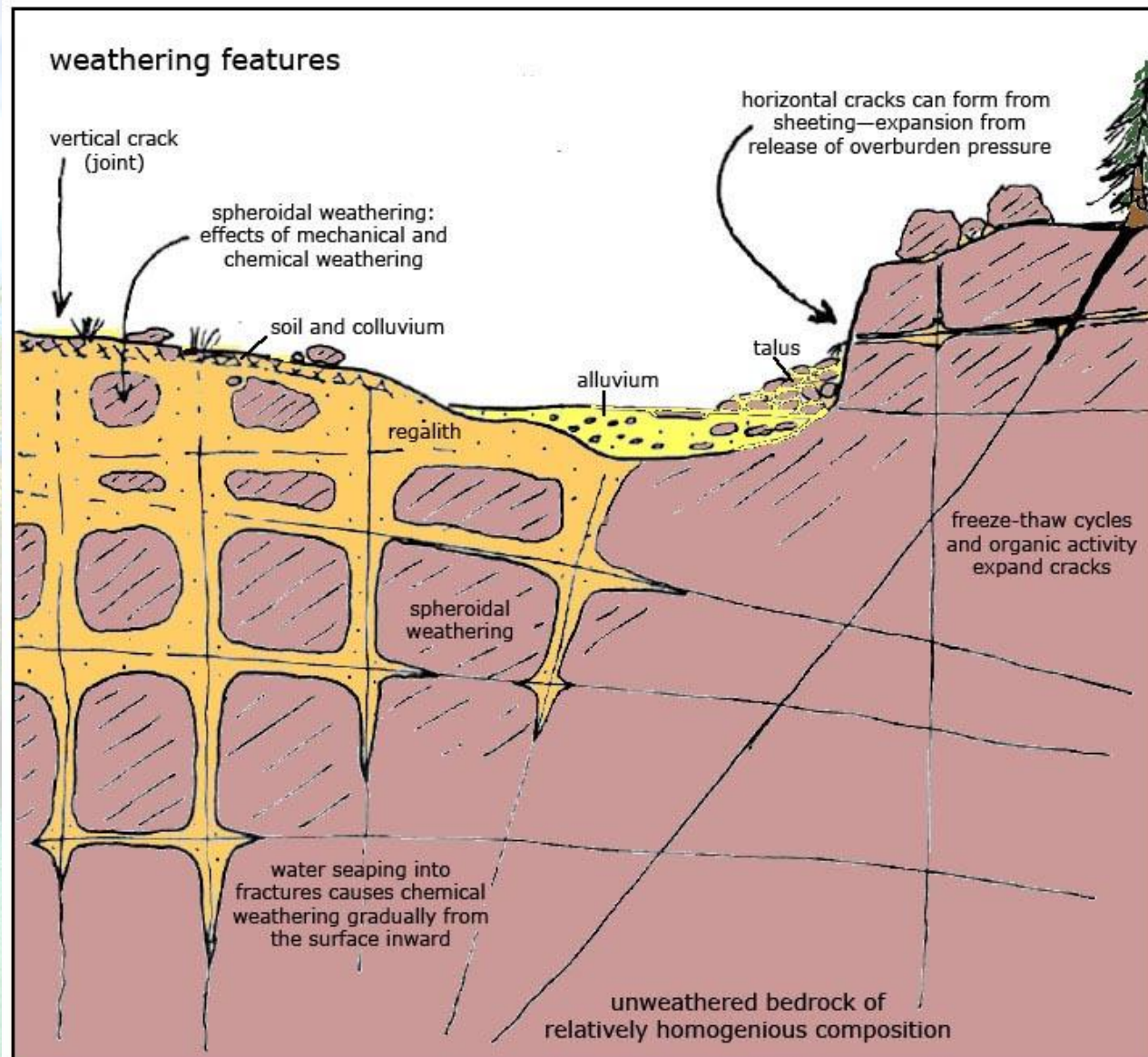
# Διεργηγμένοι Υδροφορείς



# Διεργημένοι Υδροφορείς

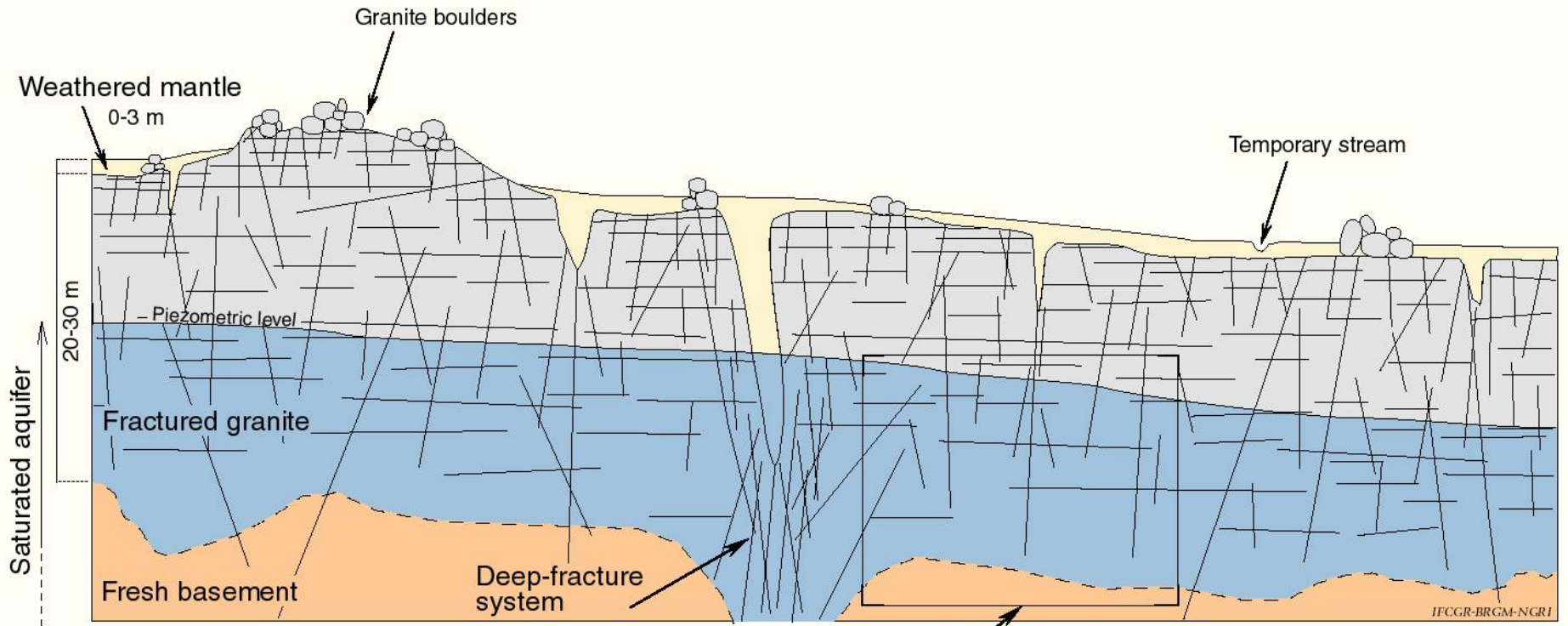


# Διεργηγμένοι Υδροφορείς



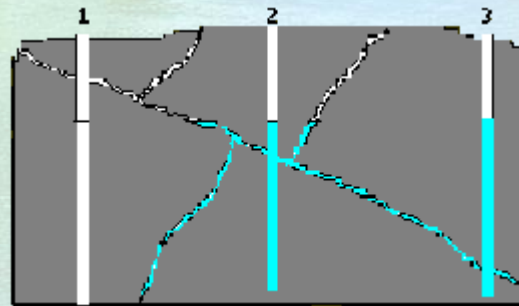


# Διεργημένοι Υδροφορείς



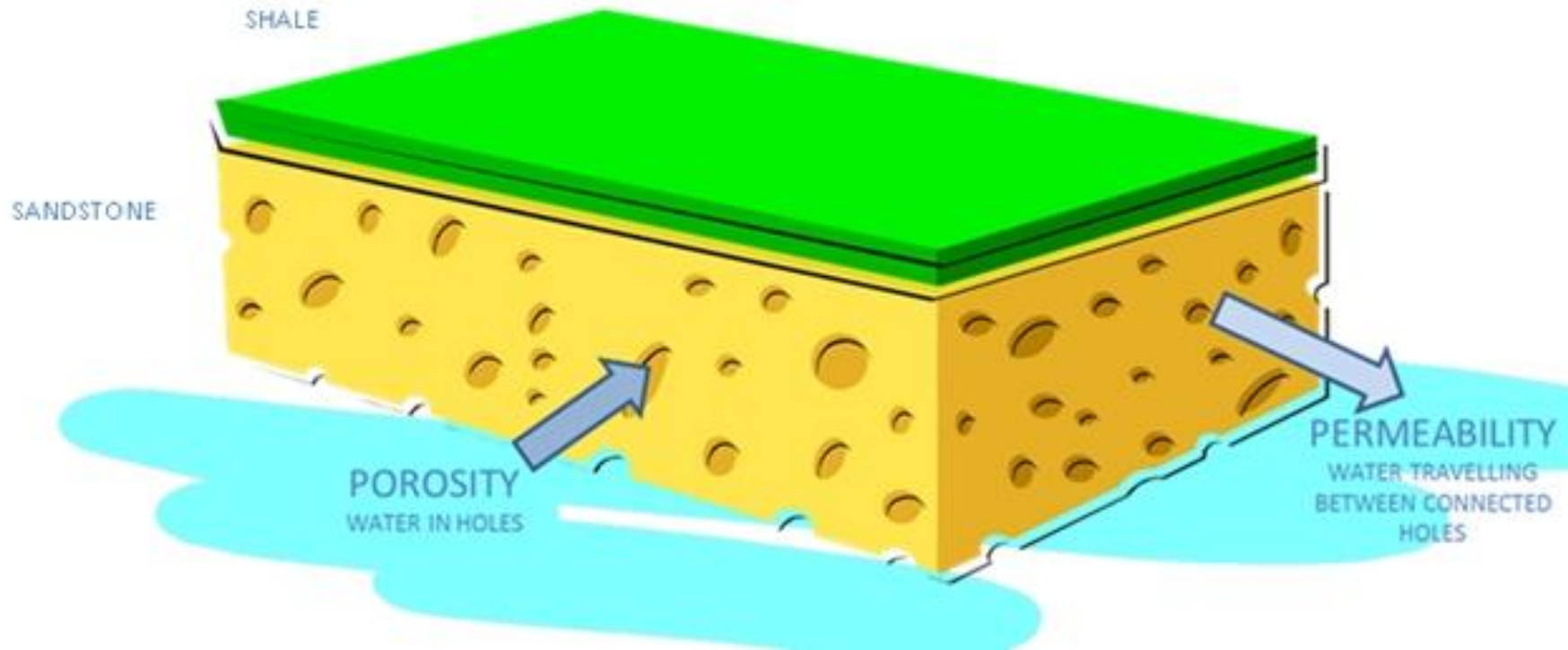
Not to scale

See Figure 10

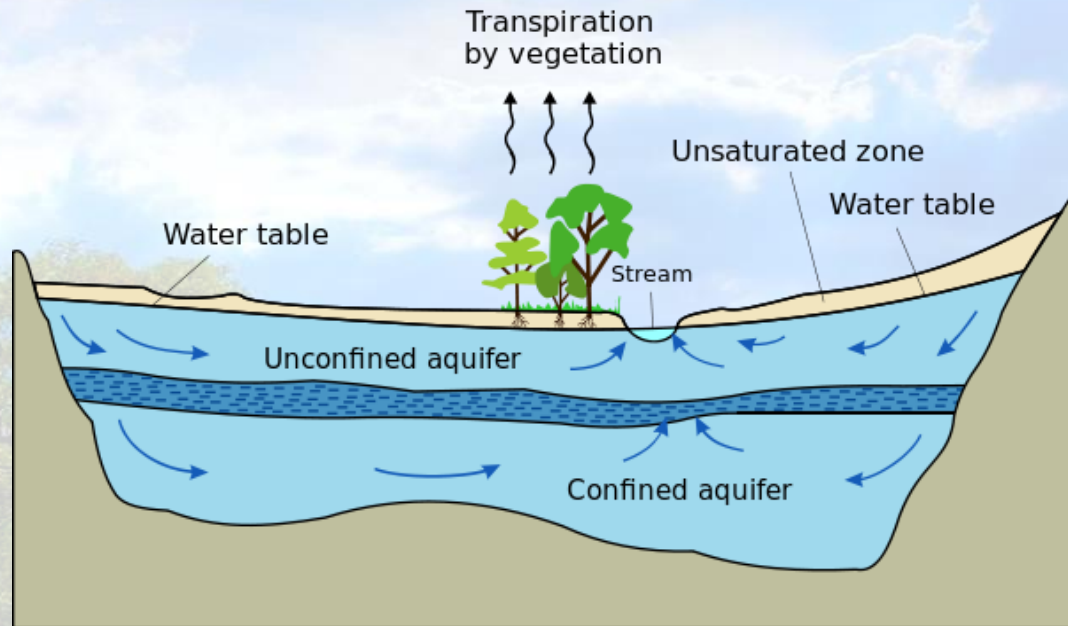


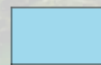
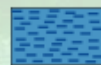


# Πορώδεις υδροφορείς

## THE AQUIFER AS A SPONGE

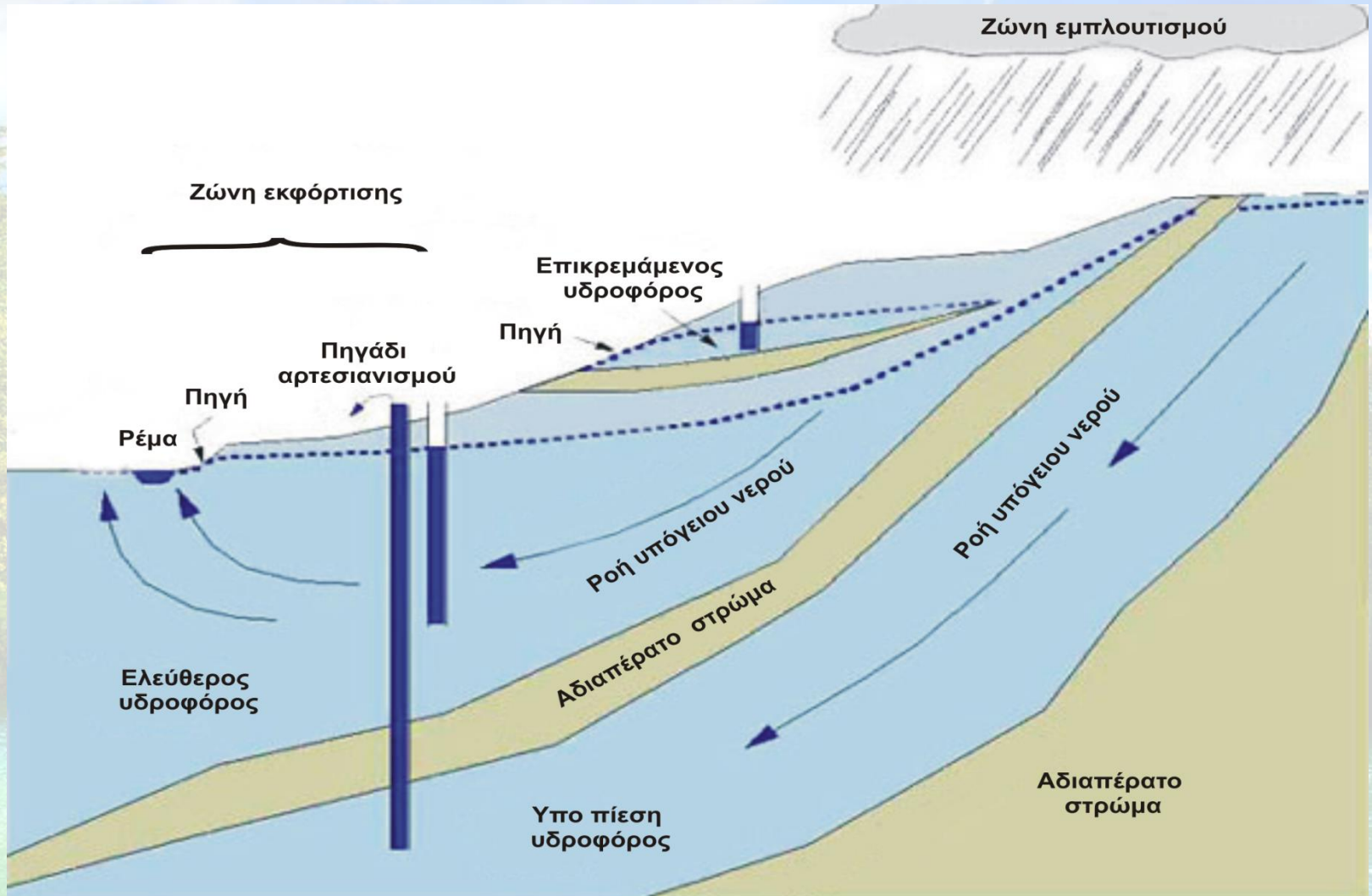


# Πορώδεις υδροφορείς

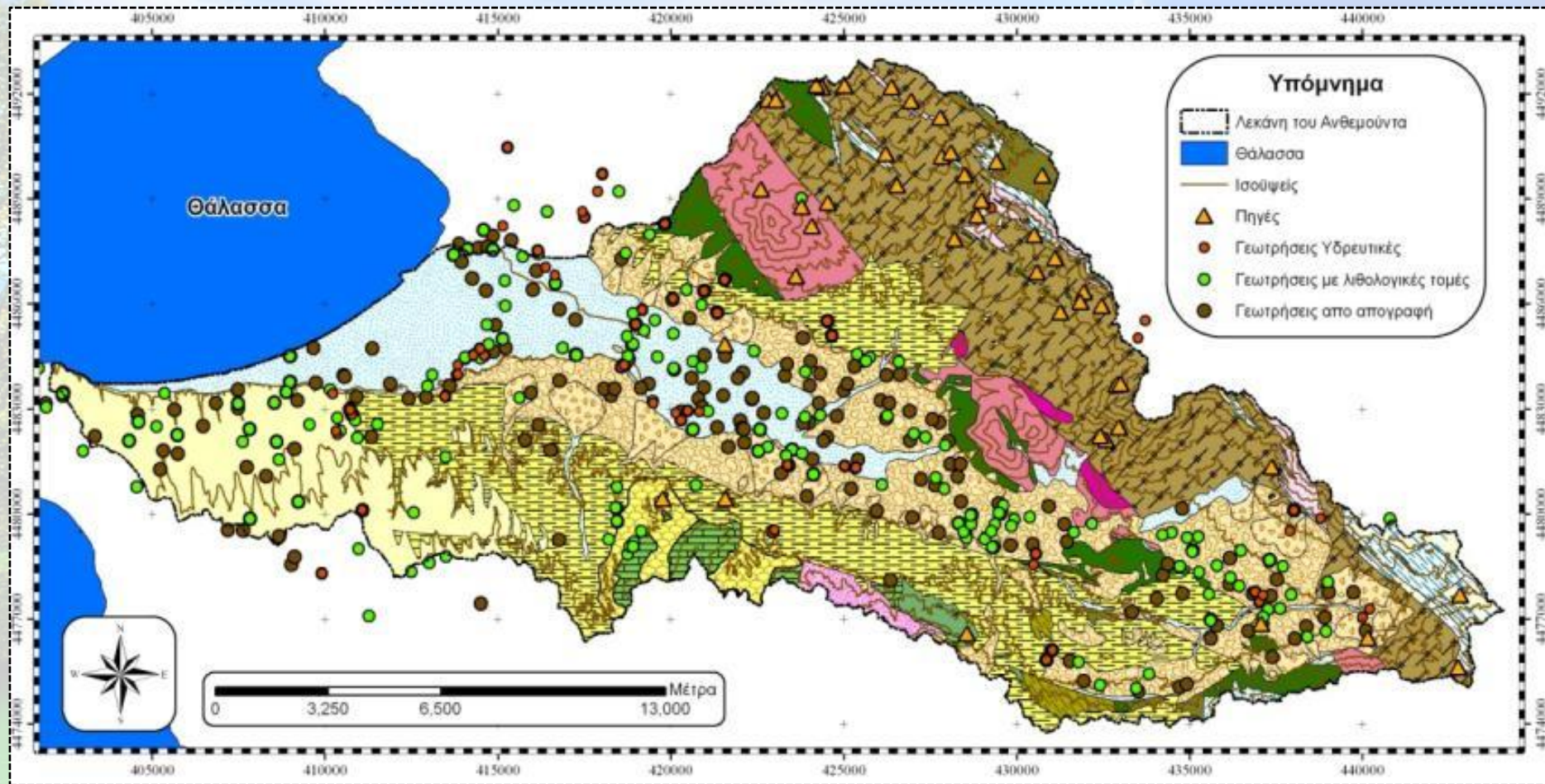


-  High hydraulic-conductivity aquifer
-  Low hydraulic-conductivity confining unit
-  Very low hydraulic-conductivity bedrock
-  Direction of ground-water flow

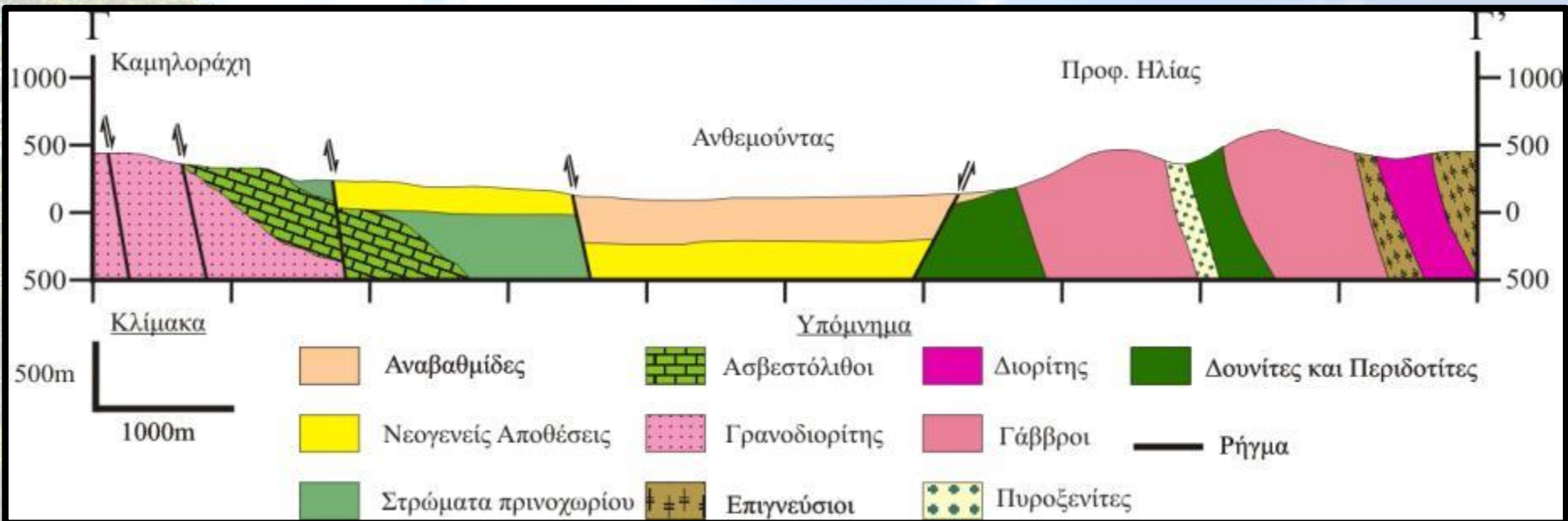
# Σχηματική Απεικόνιση



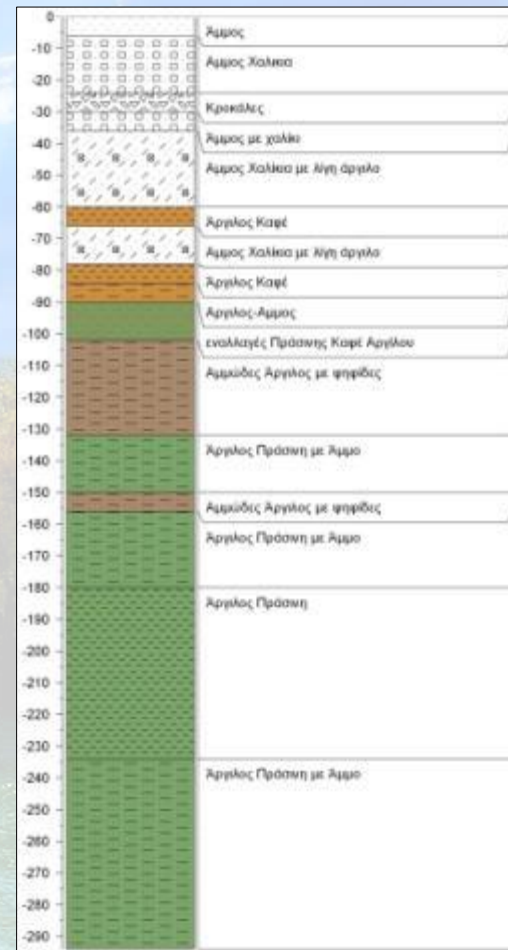
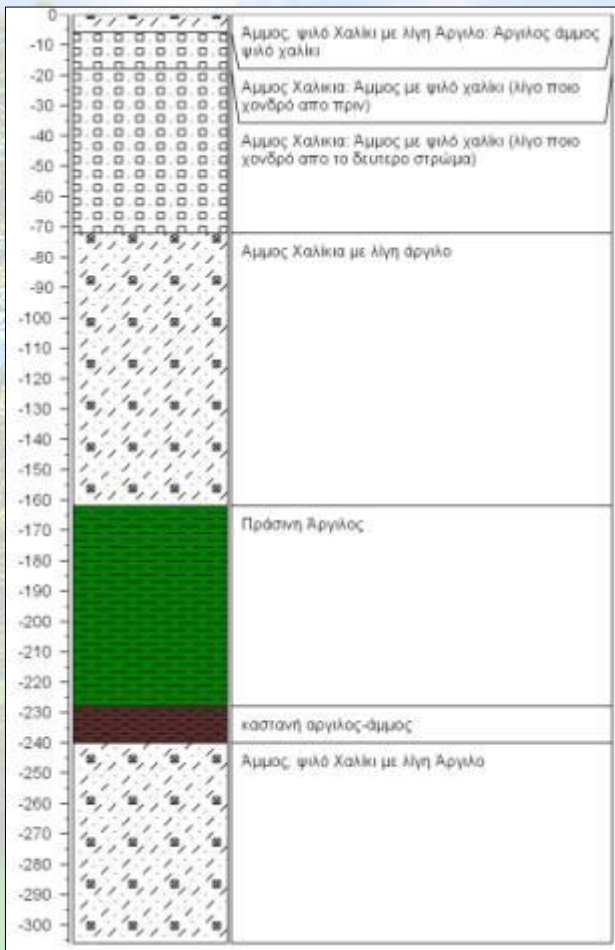
# Υλικά και μεθοδολογία – Χάρτες - Γεωτρήσεις



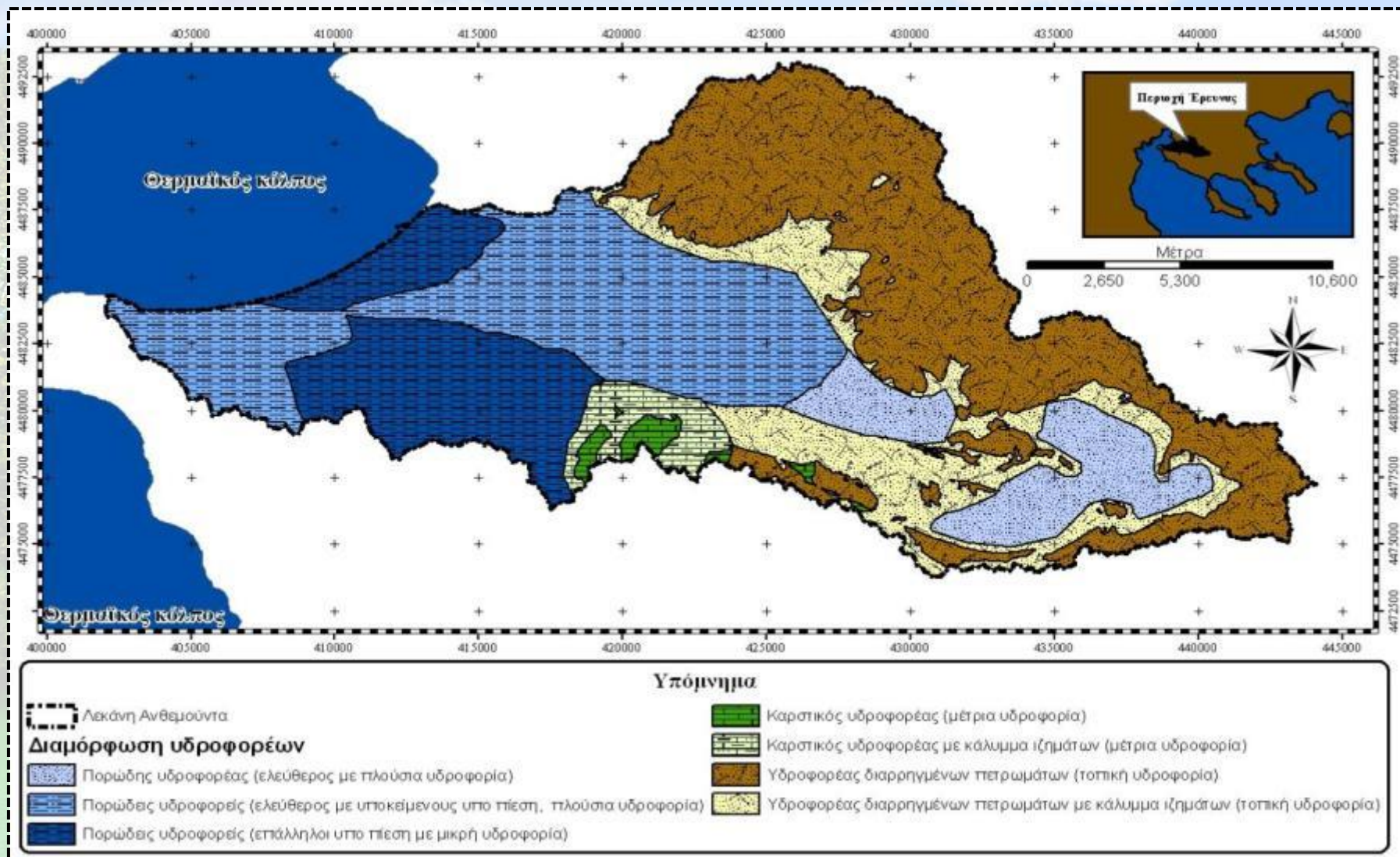
# Γεωλογική Τομή



# Υλικά και μεθοδολογία – Λιθολογικές τομές



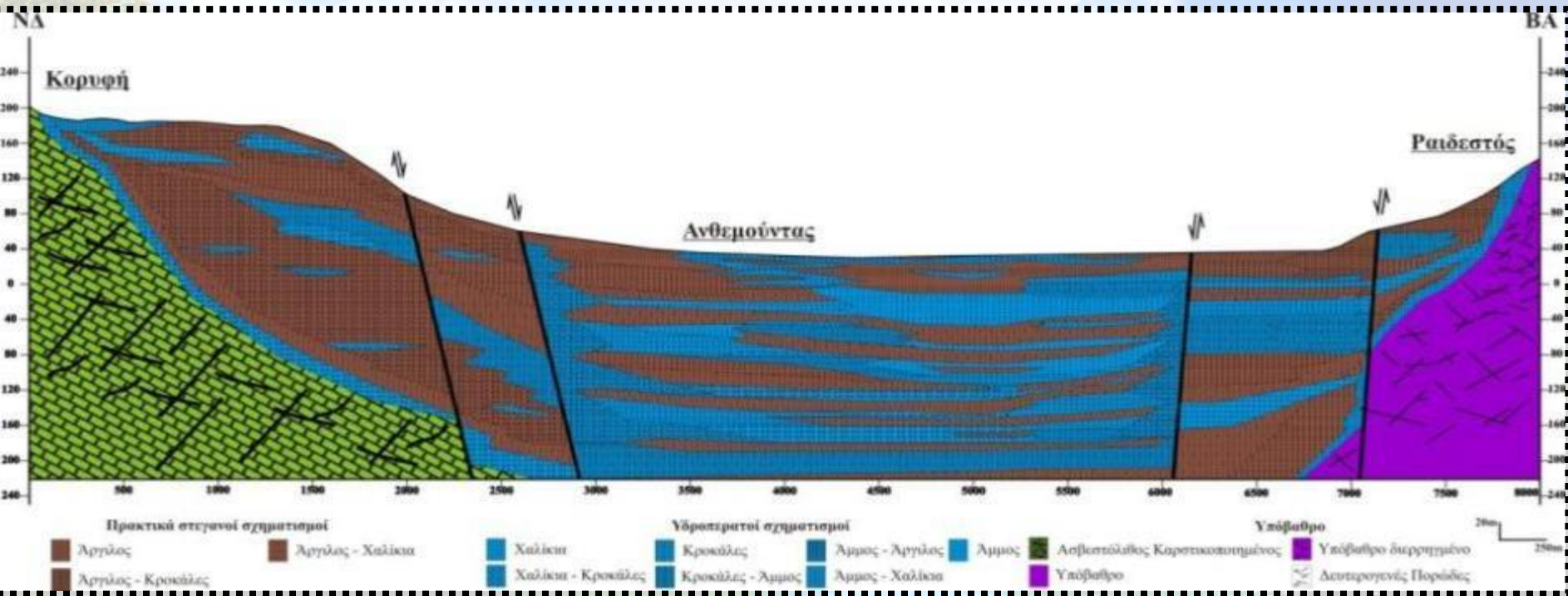
# Διαμόρφωση Υδροφορέων



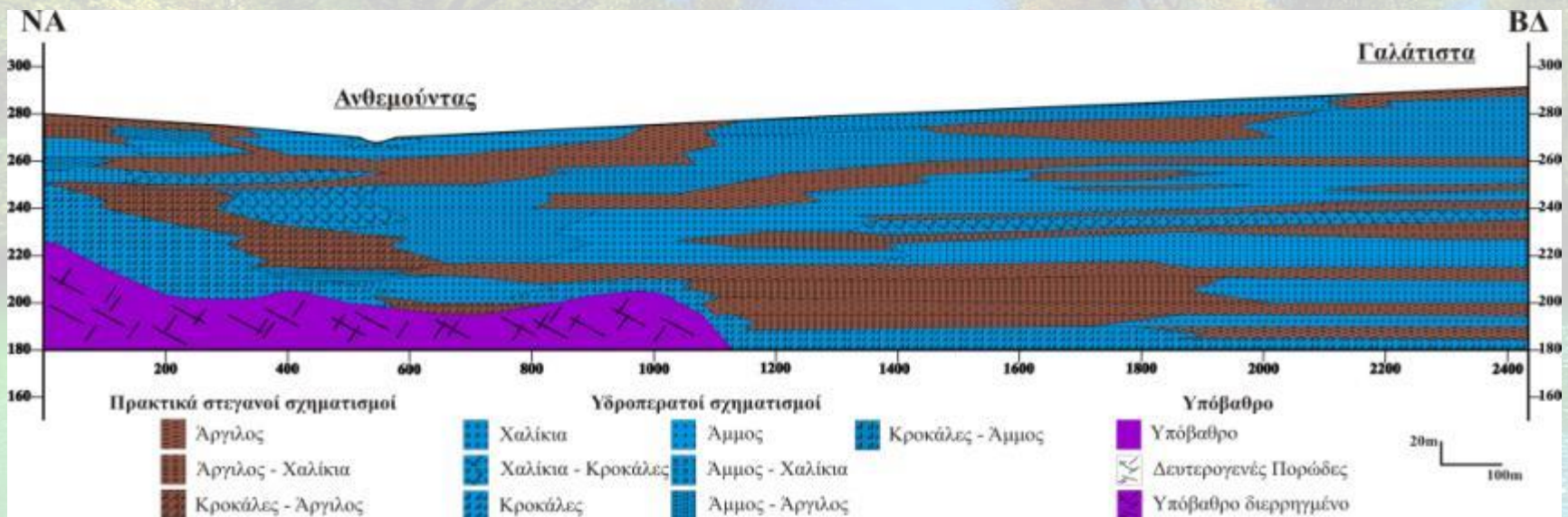
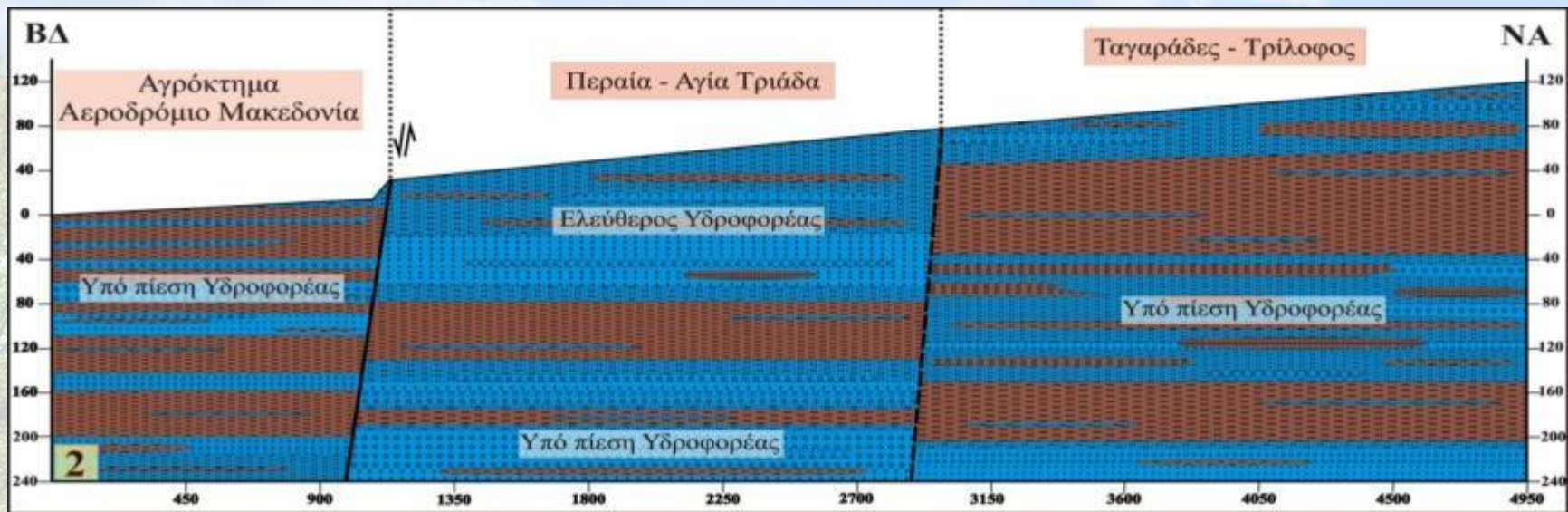




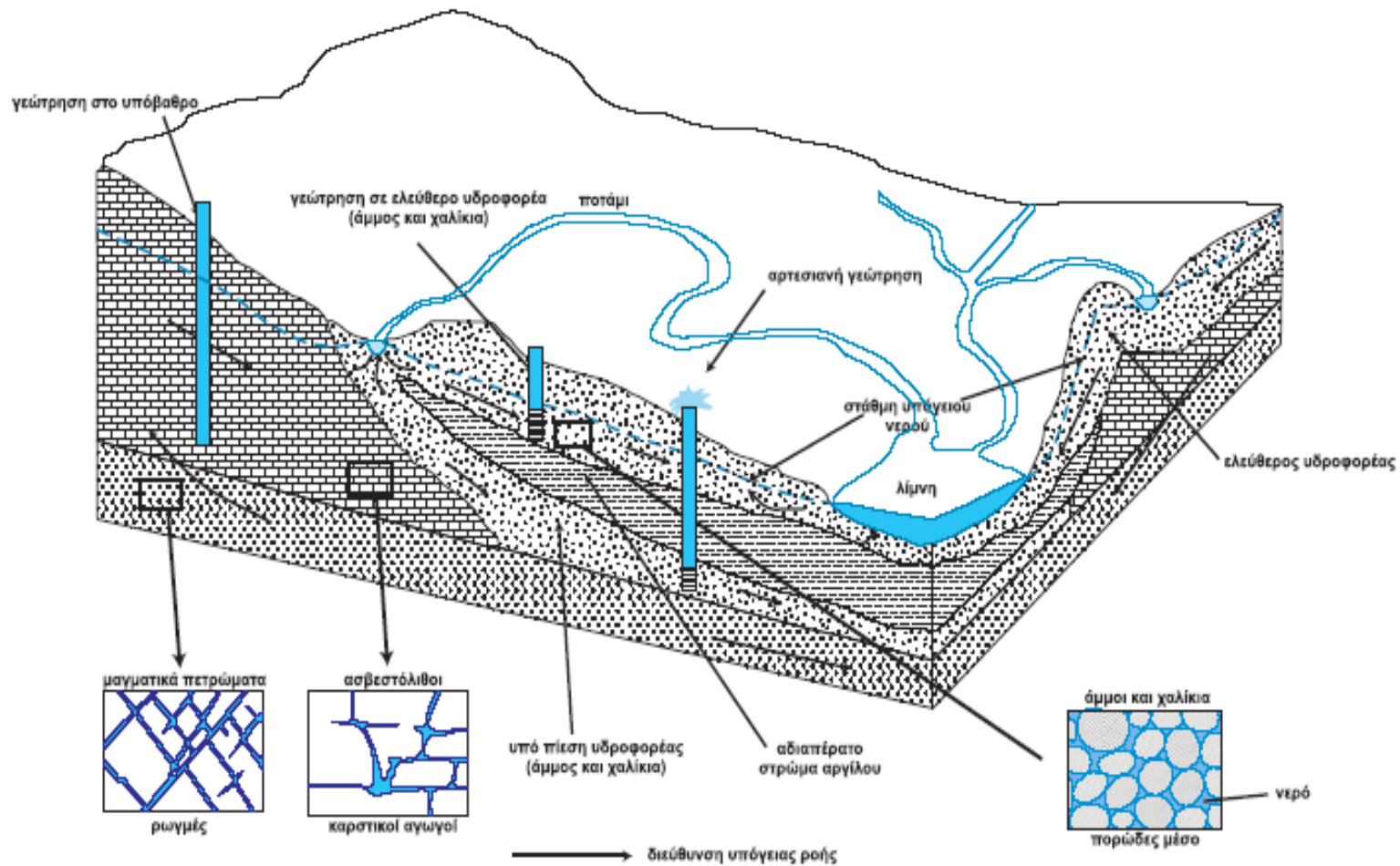
# Υδρολιθολογικές τομές



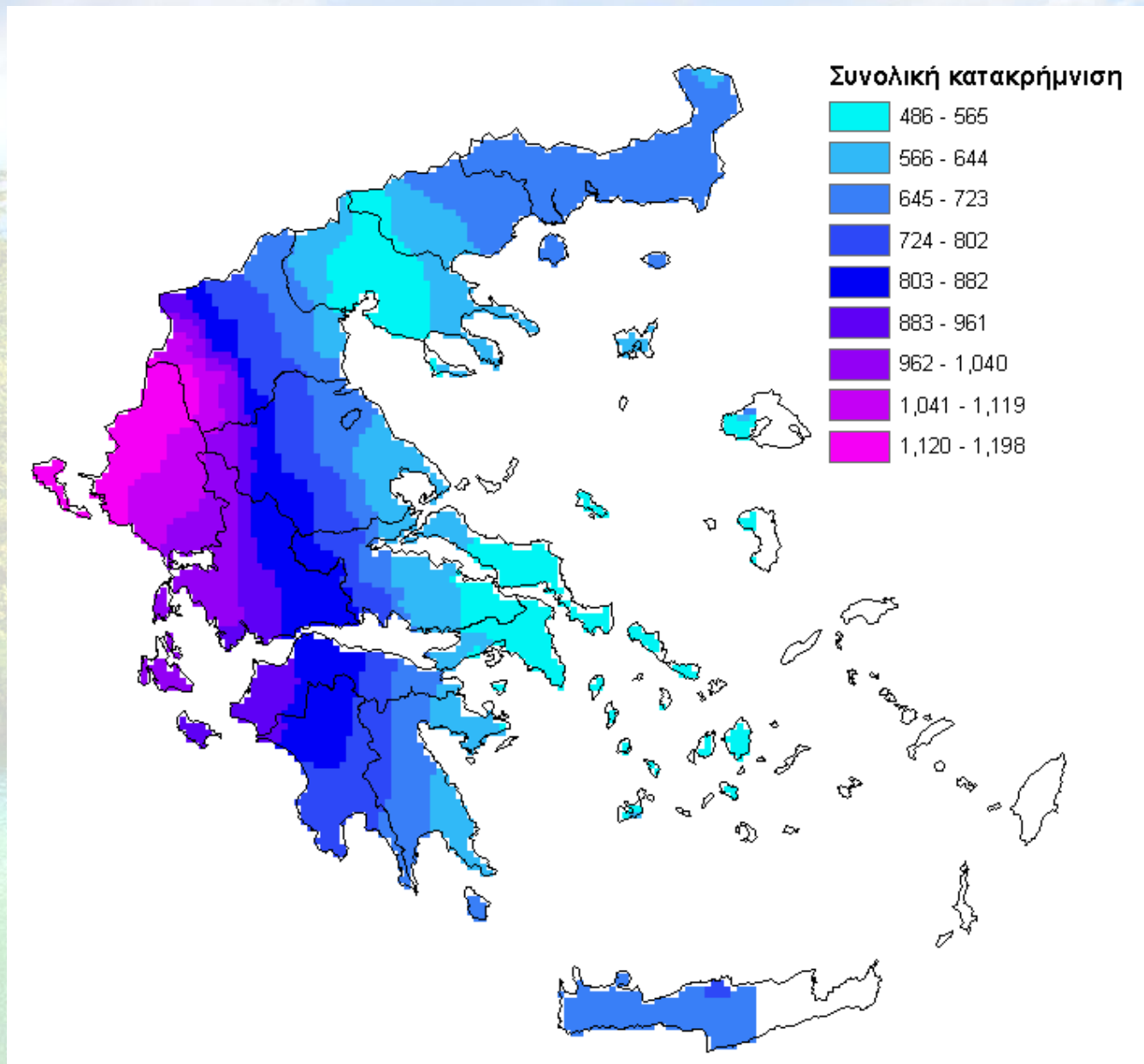
# Υδρολιθολογικές τομές



# Συνδυασμός



# Κατακρημνίσματα



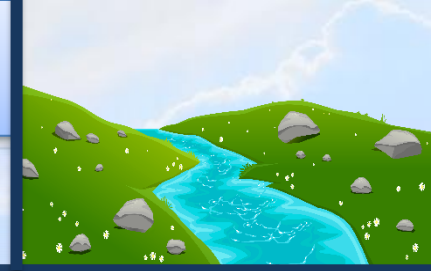
# Κατακρημνίσματα

Τα **ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα** αποτελούν το νερό που φτάνει από την ατμόσφαιρα στο έδαφος με οποιαδήποτε μορφή, είτε είναι υγρή (βροχή, δροσιά, βροχοομίχλη) είτε στερεή (χαλάζι, χιόνι, πάχνη) και αέρια (υδρατμοί).



# Ποτάμια της Ελλάδος

## Ποταμια ως Εγγαρος



1. Αλιάκμονας – Μήκος 297 Km
2. Αχελώος - Μήκος 220 Km
3. Πηνειός - Μήκος 205 Km
4. Έβρος - Μήκος 530 Km
5. Νέστος – Μήκος 243 Km
6. Στρυμόνας – Μήκος 392 Km
7. Αώος – Μήκος 115 Km
8. Άραχθος – Μήκος 110 Km



# Λίμνες της Ελλάδος

## νηλεδ τιδ Εγγαροδ



**Υλίκη**



**Τριχωνίδα**



**Βόλβη**



**Ιωαννίνων**



**Βεγορίτιδα**



**Κερκίνη**



**Βιστωνίδα**

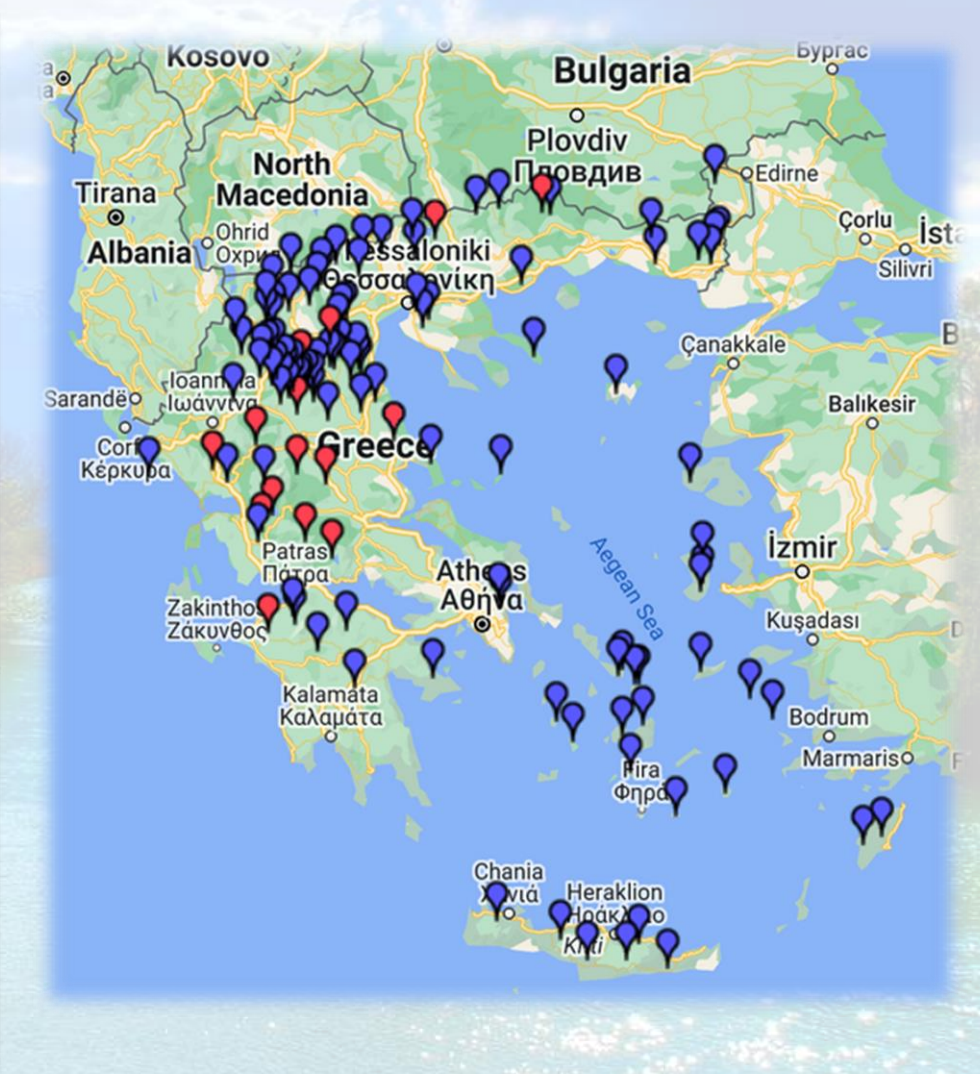
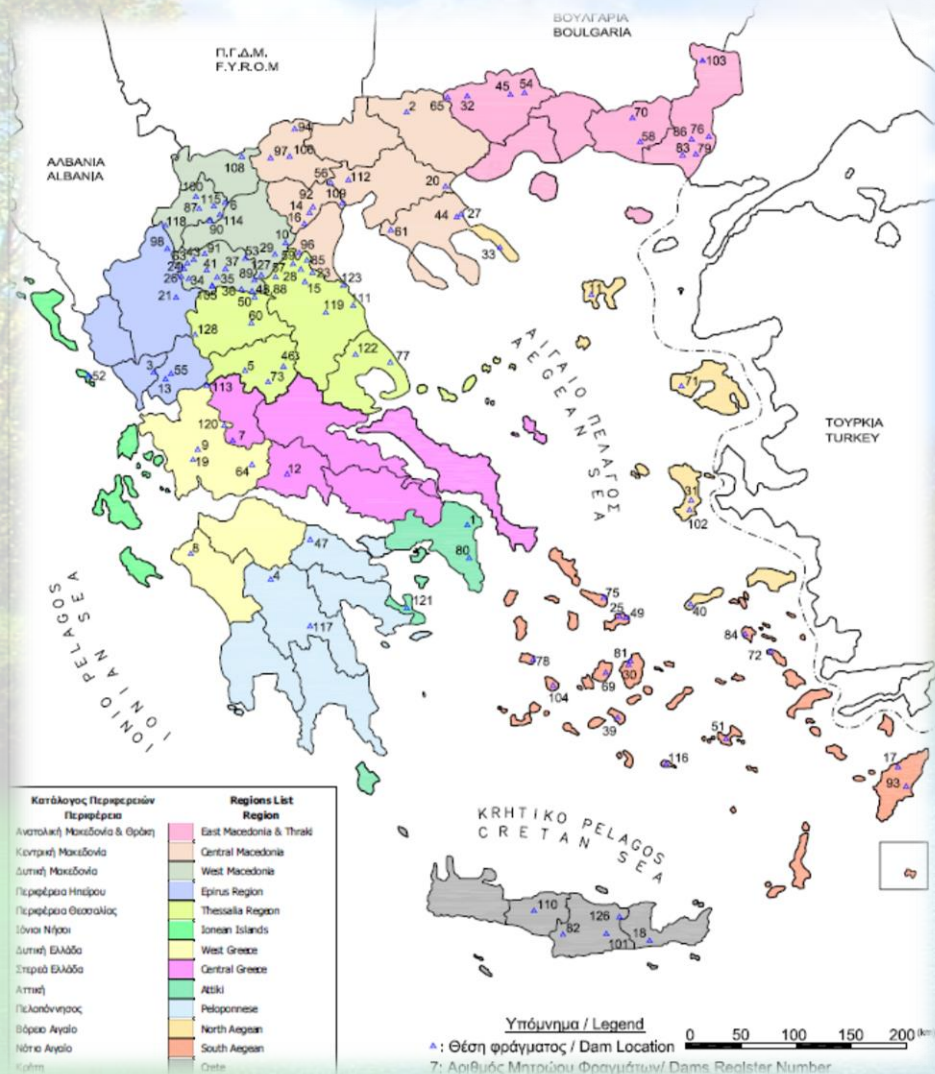


**Πρεσπών**



# Φράγματα

## Φβαλταα

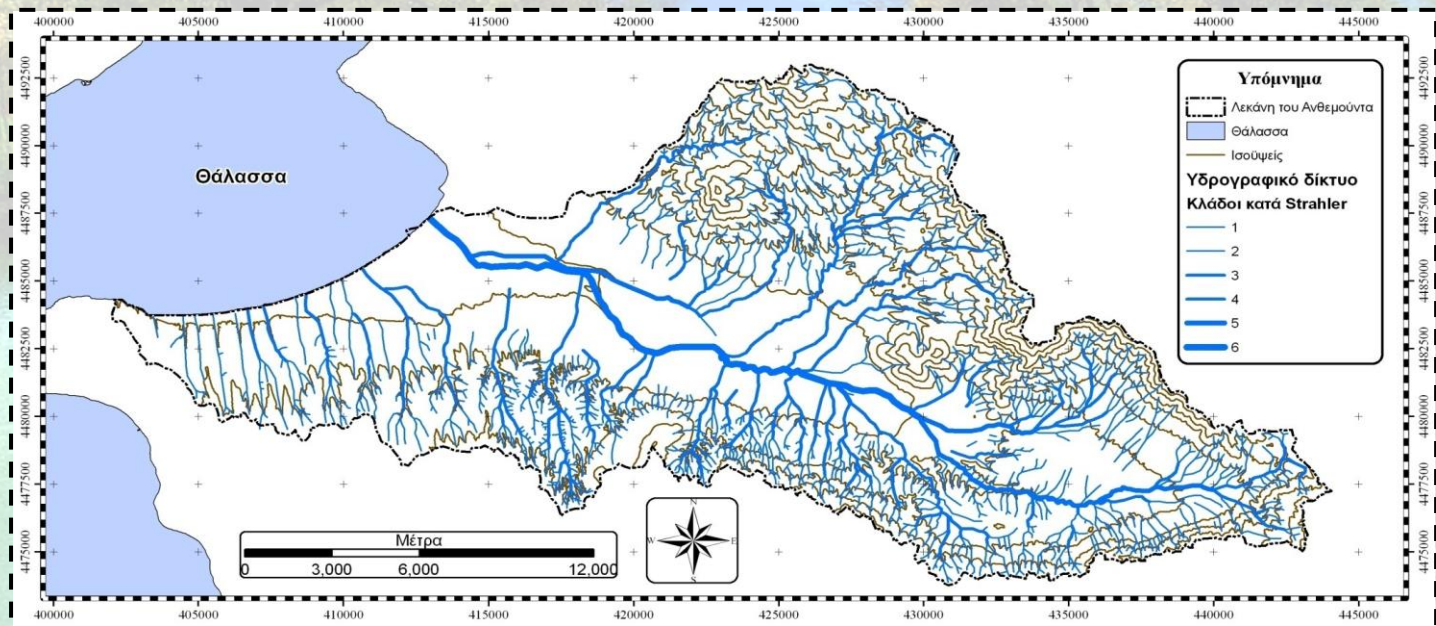


# Βασικές έννοιες

**Λεκάνη απορροής** ποταμού ή **υδρολογική λεκάνη** (river basin, watershed, catchment, drainage basin) είναι η εδαφική έκταση από την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής, μέσω χειμάρρων και παροχετεύεται στη θάλασσα ή λίμνη με ενιαίο στόμιο ποταμού, εκβολές ή δέλτα.

**Υδροκρίτης ή υδροκριτική γραμμή** (watershed limit, water divide) είναι η νοητή γραμμή που αποτελεί το όριο της λεκάνης απορροής. **Θεωρητικά μια σταγόνα βροχής πέφτοντας στον υδροκρίτη, «μοιράζεται» στα δύο και κινείται προς αντίθετες κατευθύνσεις.**

Η χάραξη του υδροκρίτη μιας λεκάνης γίνεται προχωρώντας κάθετα προς τις ισοϋψείς, χωρίς να τμήσουμε ποτέ κανένα υδρόρευμα.



# Επόμενα μαθήματα..

Επιβεβαίωση μαθημάτων



- Έργα υδροληψίας
- Οδηγία πλαίσιο για τους υδατικούς πόρους
- Προστασία των υδατικών πόρων
- Τεχνητός εμπλουτισμός
- Πλημμύρες
- Το μοντέλο DPSIR
- Λογισμικά διαχείρισης των υδατικών πόρων
- Κλιματική Κρίση
- Υδροδιπλωματία – Διασυνοριακά νερά
- Παρακολούθηση των υδατικών πόρων



Καζάκης (2013) Εκτίμηση της Διακινδύνευσης της εξωτερικής ρύπανσης των υπόγειων νερών. Εφαρμογή στη λεκάνη του Ανθεμούντα. ΑΠΘ

Kazakis et al. (2015). Geogenic Cr oxidation on the surface of mafic minerals and the hydrogeological conditions influencing hexavalent chromium concentrations in groundwater. *Sci Total Environ*, 514: 224-238.

Kazakis et al (2016). Seawater intrusion mapping using electrical resistivity tomography and hydrochemical data. An application in the coastal area of eastern Thermaikos Gulf, Greece. *Sci Total Environ*, 543: 373-387

Kazakis et al (2017) Multivariate statistical analysis for the assessment of groundwater quality under different hydrogeological regimes. *Environmental Earth Science*. 76: 349.

Kazakis Nerantzis (2018) Delineation of suitable zones for the Application of Managed Aquifer Recharge (MAR) in coastal aquifers prone to salinization using quantitative parameters and Analytical Hierarchy Process. *Water*. 10, 804.

Kazakis et al (2019) GALDIT-SUSI a modified method to account for surface water bodies in the assessment of aquifer vulnerability to seawater intrusion. *Journal of Environmental Management*, 235: 257-265.

Kazakis et al (2020) Origin, implications and management strategies for nitrate pollution in surface and ground waters based on a  $\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3^-$  and  $\delta^{18}\text{O}-\text{NO}_3^-$  isotope approach. *Science of the Total Environment*. 724, 138211.

.....  
Ntona M.M. Busico G., Mastrocicco M., (2023) Coupling SWAT and DPSIR models for groundwater management in Mediterranean catchments. *Journal of Environmental Management* 344, 118543

Science of the Total Environment 724 (2020) 138211

Contents lists available at ScienceDirect



ELSEVIER

Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



Origin, implications and management strategies for nitrate pollution in surface and ground waters of Anthemountas basin based on a  $\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3^-$  and  $\delta^{18}\text{O}-\text{NO}_3^-$  isotope approach



Nerantzis Kazakis<sup>a,\*</sup>, Ioannis Matiatos<sup>b</sup>, Maria-Margarita Ntona<sup>a</sup>, Matthias Bannenber<sup>a</sup>, Kyriaki Kalaitzidou<sup>c</sup>, Efthimia Kaprara<sup>c</sup>, Manassis Mitrakas<sup>c</sup>, Alexandra Ioannidou<sup>d</sup>, George Vargemezis<sup>e</sup>, Konstantinos Voudouris<sup>a</sup>

Journal of Environmental Management 344 (2023) 118543

Contents lists available at ScienceDirect



ELSEVIER

Journal of Environmental Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jenvman](http://www.elsevier.com/locate/jenvman)



Research article

Coupling SWAT and DPSIR models for groundwater management in Mediterranean catchments



Ευχαριστώ για την  
ΠΡΟΣΟΧΗ σας!!

