



# Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

Ενότητα 2: Ποιότητα υπόγειων νερών

Κώστας Βουδούρης  
Επίκουρος Καθηγητής Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



# 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.





# Ποιότητα υπόγειων νερών

Φυσικές ιδιότητες νερού, δειγματοληψία,  
προέλευση ιόντων, υδροχημικοί τύποι  
υπόγειου νερού, επεξεργασία νερού.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

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

# Περιεχόμενα ενότητας 1/2

1. Φυσικές ιδιότητες νερού.
2. Δειγματοληψία σε υπόγεια νερά.
3. Έλεγχος αναλύσεων.
4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών.
5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων.
6. Υδροχημικά διαγράμματα.



# Περιεχόμενα ενότητας 2/2

7. Υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών.
8. Προέλευση ιόντων.
9. Συσχέτιση ιόντων.
10. Επεξεργασία νερού.



# Σκοποί ενότητας

- Να κατανοηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του υπόγειου νερού.
- Να παρουσιασθούν οι φυσικοχημικές παράμετροι των νερών και η προέλευση των κύριων ιόντων στα νερά.
- Τρόποι παρουσίασης των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων.
- Να αναφερθούν οι κύριοι τύποι νερών από διάφορους υδροφορείς.





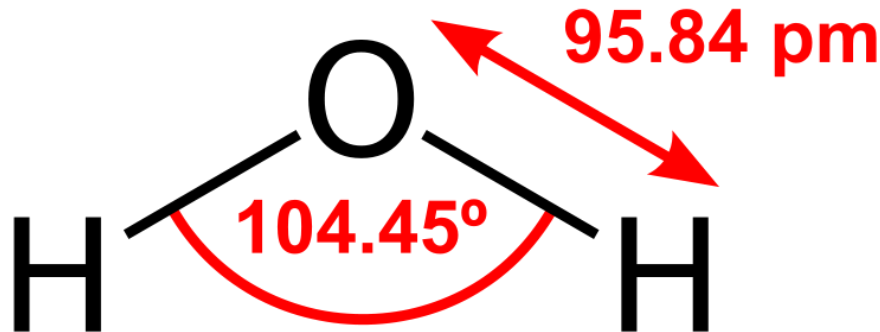
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Φυσικές ιδιότητες νερού



# Φυσικές ιδιότητες νερού 1/4



Εικ.2.1: Το μόριο του νερού.

Ουσία άχρωμη, άοσμη, άγευστη, το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη χημική ένωση στην επιφάνεια της Γης, καλύπτοντας το 70,9% του πλανήτη μας.

Το μόριο του νερού αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου (H) και ένα άτομο οξυγόνου (O), που συνδέονται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς. Στον δεσμό O-H, γωνία είναι 104,5° και η απόσταση 95,84pm.



# Φυσικές ιδιότητες νερού 2/4

Λόγω της γωνιακής διάταξης του δεσμού O-H, το μόριο του νερού είναι ασύμμετρο και έχει υψηλή **διπολική ροπή**. Η πολικότητα του μορίου εξηγεί τη μεγάλη του διηλεκτρική σταθερά (78 στους 25°C) και πολλές άλλες ιδιότητές του, όπως η μεγάλη διαλυτική του ικανότητα. Διαλύει από απλά άλατα μέχρι ορυκτά και πετρώματα. Το νερό είναι σημαντικό σε πολλές γεωλογικές διεργασίες όπως το φαινόμενο της αποσάθρωσης όπου μαζί με φυσικές και χημικές διεργασίες στην επιφάνεια της Γης, συμβάλλει στο σχηματισμό εδαφών.



# Φυσικές ιδιότητες νερού 3/4

Η πυκνότητα του νερού είναι διαφορετική σε διάφορες θερμοκρασίες, με μέγιστη στους 4°C. Στους 0°C το νερό έχει μικρότερη πυκνότητα σε στερεή κατάσταση (0,9170gr/cm<sup>3</sup>) απ' ότι στην υγρή (0,9998gr/cm<sup>3</sup>) με όλες τις ευεργετικές συνέπειες που έχει αυτό για τη ζωή στον πλανήτη μας. Το νερό έχει μεγάλη **θερμοχωρητικότητα**.

Για τη μεταβολή της θερμοκρασίας 1Kg νερού κατά 1°C απαιτείται θερμότητα 4200J.



# Φυσικές ιδιότητες νερού 4/4

Τέλος, το νερό:

- έχει μεγάλη επιφανειακή τάση.
- έχει μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οποία αυξάνει σημαντικά παρουσία διαλυμένων ιόντων.
- δεν έχει μαγνητικές ιδιότητες, εκτός και αν περιέχει μαγνητικές ουσίες.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

Υπόγεια νερά

# Δειγματοληψία

# Δειγματοληψία 1/3

Στην υπό μελέτη περιοχή θα πρέπει να καθορίζονται από πριν:

- ο αριθμός και η θέση των σημείων δειγματοληψίας.
- ο αριθμός των δειγμάτων (κατά βάθος).
- η πυκνότητα των θέσεων δειγματοληψίας.
- ο χρόνος και η συχνότητα δειγματοληψίας.

Τα σημεία δειγματοληψίας θα πρέπει να επιλέγονται με βάση την συλλογή αντιπροσωπευτικού δείγματος, καλύπτοντας όλους τους υδροφορείς. Όσο πιο πολλά τα σημεία δειγματοληψίας τόσο πιο πολλές οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται.



# Δειγματοληψία 2/3

Στους πορώδεις υδροφορείς η πυκνότητα των θέσεων δειγματοληψίας ποικίλει από 25-40 δείγματα ανά 100Km<sup>2</sup>. Η ελάχιστη πυκνότητα είναι 1 θέση παρακολούθησης ανά 20Km<sup>2</sup> υδροφορέα.

Υδροφορείς με υψηλό συντελεστή κατείσδυσης (καρστικοί) πρέπει να παρακολουθούνται συχνότερα, γιατί είναι πιο ευάλωτοι στην εξωτερική ρύπανση.

Η ελάχιστη συχνότητα για τα υπόγεια νερά είναι 2 δείγματα το έτος από κάθε θέση δειγματοληψίας, ένα όταν η στάθμη είναι χαμηλή και ένα όταν η στάθμη είναι υψηλή (Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009).



# Δειγματοληψία 3/3

Το δείγμα του νερού για να είναι αντιπροσωπευτικό πρέπει να είναι φρέσκο. Αυτό εξασφαλίζεται, με άντληση για τον καθαρισμό της γεώτρησης και μέτρηση σε τακτικά χρονικά διαστήματα του pH και της αγωγιμότητας του νερού μέχρις ότου να σταθεροποιηθούν οι τιμές. Η συλλογή γίνεται σε πλαστικούς δειγματολήπτες χωρητικότητας 1½lt, αφού ξεπλυθούν αρκετές φορές με το ίδιο νερό που θα αναλυθεί. Τα δείγματα φυλάσσονται σε θερμοκρασία 4°C στο ψυγείο και μεταφέρονται στο εργαστήριο για ανάλυση το συντομότερο δυνατόν για να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Στο εργαστήριο, πριν την χημική ανάλυση, προηγείται η διήθηση του δείγματος από ηθμό 0,45μ για να απομακρυνθούν τυχόν αιωρούμενα σωματίδια μη ορατά στο γυμνό μάτι. Προκειμένου να αναλυθούν μέταλλα, μέρος του δείγματος οξινίζεται με προσθήκη 5ml HCL (0.5N) για να κρατηθούν τα μέταλλα σε αιώρηση.





# Έλεγχος αναλύσεων

Για τον έλεγχο των χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού χρησιμοποιείται το σφάλμα ισοζυγίου ιόντων σε mg/L εκφρασμένο σε ποσοστό επί τοις εκατό.

$$\text{Σφάλμα ισοζυγίου ιόντων (\%)} = \frac{\sum_{\text{κατιόντων}} - \sum_{\text{ανιόντων}}}{\sum_{\text{κατιόντων}} + \sum_{\text{ανιόντων}}} \cdot 100$$

Αν είναι μεγαλύτερο από 5% η χημική ανάλυση επαναλαμβάνεται.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών

# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 1/12

Η ποιότητα των υπόγειων νερών, καθορίζεται από πολλούς παράγοντες:

- Αποσάθρωση και διάλυση των πετρωμάτων.
- Απόθεση ορυκτών.
- Οργανική ύλη (έκλυση  $\text{CO}_2$ , αναγωγή  $\text{Fe}$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , μεθανογένεση).
- Παρουσία βλάστησης (πρόσληψη καλίου, φωσφόρου, αερίων από την ατμόσφαιρα).
- Αντιδράσεις ιοντο-ανταλλαγής.
- Ανθρώπινες δραστηριότητες (χρήση φυτοφαρμάκων, εντομοκτόνων και λιπασμάτων στη γεωργία, διάθεση αστικών λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος, διαρροές από χωματερές, διαφυγές ρυπαντών).



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 2/12

Από τις κυριότερες παραμέτρους του υπόγειου νερού που εξετάζονται είναι:

## Φυσικές

- **Θερμοκρασία.** Καθορίζεται κυρίως από τη θερμοκρασία των πετρωμάτων που τα περιβάλλουν αλλά επηρεάζεται και από τις μεταβολές της πιεζομετρικής επιφάνειας του υδροφόρου. Η μέτρηση γίνεται σε °C.
- **Χρώμα.** Είναι ανεπιθύμητο όταν το νερό προορίζεται για πόσιμο. Μονάδες χρώματος σε κλίμακα Pt/Co.
- **Θολότητα.** Είναι η ιδιότητα του νερού να διαχέει και να απορροφάει το φως χωρίς να επιτρέπει την διέλευση του όταν περιέχει αιωρούμενα σωματίδια. Η μέτρηση γίνεται σε μονάδες θολότητας NTU (nephelometric turbidity unit).



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 3/12

## Χημικές

- Ενεργός οξύτητα (pH). Είναι τρόπος έκφρασης της συγκέντρωσης των κατιόντων  $\text{H}_3\text{O}^+$  στο υδατικό διάλυμα. Είναι καθαρός αριθμός και προσδιορίζεται είτε χρωματομετρικά (χρήση δεικτών) είτε ηλεκτρομετρικά.
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC). Συνδέεται άμεσα με την ποσότητα των διαλυμένων αλάτων (T.D.S), η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με την θερμοκρασία, γι' αυτό και η μέτρησή της πρέπει να γίνεται στους  $25^\circ\text{C}$  (ή ανάγεται σε αυτή). Η ενδεικτική τιμή της αγωγιμότητας του πόσιμου νερού είναι  $400\mu\text{S}/\text{cm}$ . Μετρώντας την αγωγιμότητα του νερού μπορούμε να γνωρίζουμε κατά προσέγγιση την σκληρότητα του νερού.
- Αλκαλικότητα. Αποτελεί μέτρο της ικανότητας του νερού να εξουδετερώνει υδρογονοκατιόντα εξαιτίας της παρουσίας ιόντων  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  και  $\text{HCO}_3^-$ . Ισχύει  $\text{Alk} = 0,81967\text{HCO}_3^-$  (mg/L).



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 4/12

- Σκληρότητα. Η παρουσία ιόντων  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$  είναι η αιτία της σκληρότητας του νερού. Διακρίνεται σε:

## Παροδική ή ανθρακική

Οφείλεται στη διάλυση του ανθρακικού ασβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ) και του ανθρακικού μαγνησίου ( $\text{MgCO}_3$ ), που υπάρχουν στα διάφορα πετρώματα ή στο έδαφος μέσα από τα οποία διέρχεται το νερό.

## Μόνιμη ή μη ανθρακική

Προέρχεται από την παρουσία αλκαλικών γαιών, ενωμένων με το θειϊκό ιόν, το ιόν χλωρίου και το νιτρικό ιόν. Η κύρια πηγή των θειϊκών ιόντων είναι η οξείδωση του σιδηροπυρίτη, εκτός και αν συμβαίνει απόθεση εβαποριτών.

## Ολική

Είναι το άθροισμα ανθρακικής και μόνιμης σκληρότητας. Εκφράζεται σε  $\text{mg/L CaCO}_3$ ,  $\text{meq/L}$  και σε βαθμούς σκληρότητας. Ένας γαλλικός βαθμός ( $^\circ\text{f}$ ) ισούται με  $10\text{mg/L CaCO}_3$  και 1 γερμανικός βαθμός ( $^\circ\text{d}$ ) με  $17,9\text{mg/L Ca(HCO}_3)_2$ .



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 5/12

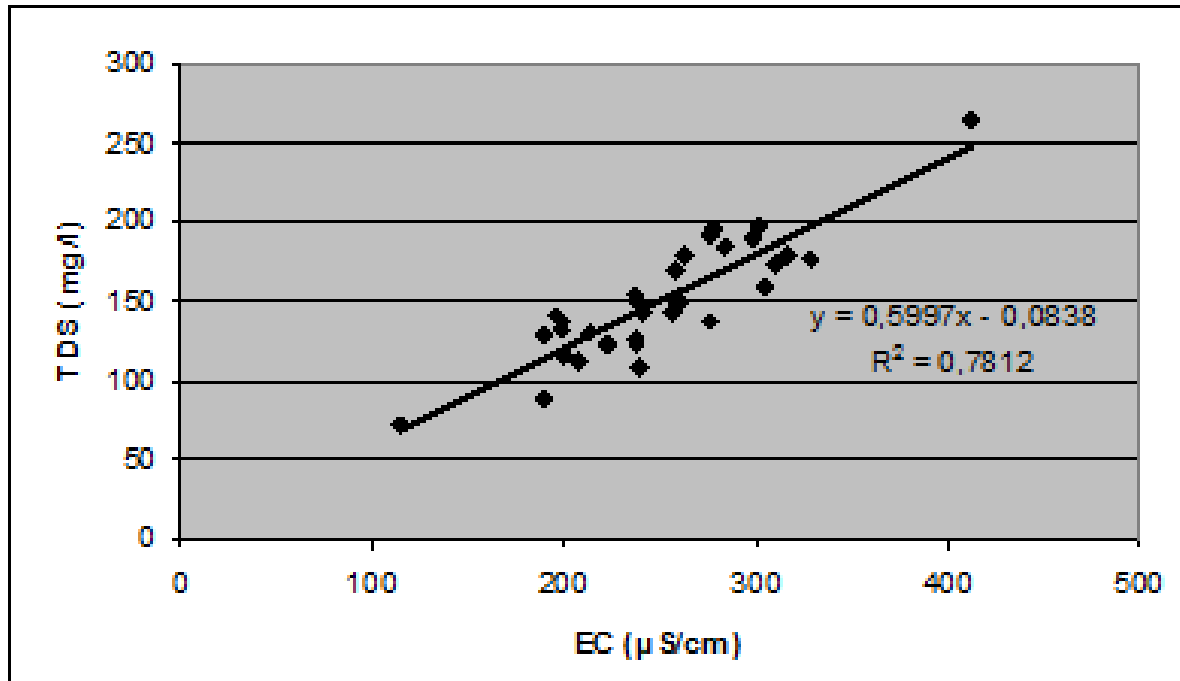
Όταν η αλκαλικότητα είναι μεγαλύτερη από την ολική σκληρότητα, η μόνιμη είναι μηδενική και η παροδική είναι με την ολική. Όταν είναι μικρότερη, η παροδική ισούται με την αλκαλικότητα και η μόνιμη με την διαφορά της παροδικής από την ολική.

- Συνολικά διαλυμένα στερεά (T.D.S). Εκφράζει τη συνολική συγκέντρωση διαλυμένων αλάτων στο νερό. Εξαιρούνται τα αιωρούμενα ιζήματα, τα κολλοειδή και τα διαλυμένα αέρια. Το T.D.S αποτελεί δείκτη αλατότητας. Τιμές T.D.S από 0-1000mg/L χαρακτηρίζουν το νερό γλυκό, 1000-10000mg/L υφάλμυρο, 10000-100000mg/L αλμυρό και πάνω από 100000mg/L υπεραλμυρό. Η αλατότητα αυξάνει με το βάθος, έτσι τα υπόγεια νερά είναι περισσότερο αλμυρά από τα επιφανειακά. Το αποσταγμένο νερό δεν περιέχει καθόλου διαλυμένα άλατα.



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 6/12

Το T.D.S συνδέεται με την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC).



Εικ.2.2: Γραφική παράσταση T.D.S. σε συνάρτηση με την EC από δείγματα νερού.





# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 7/12

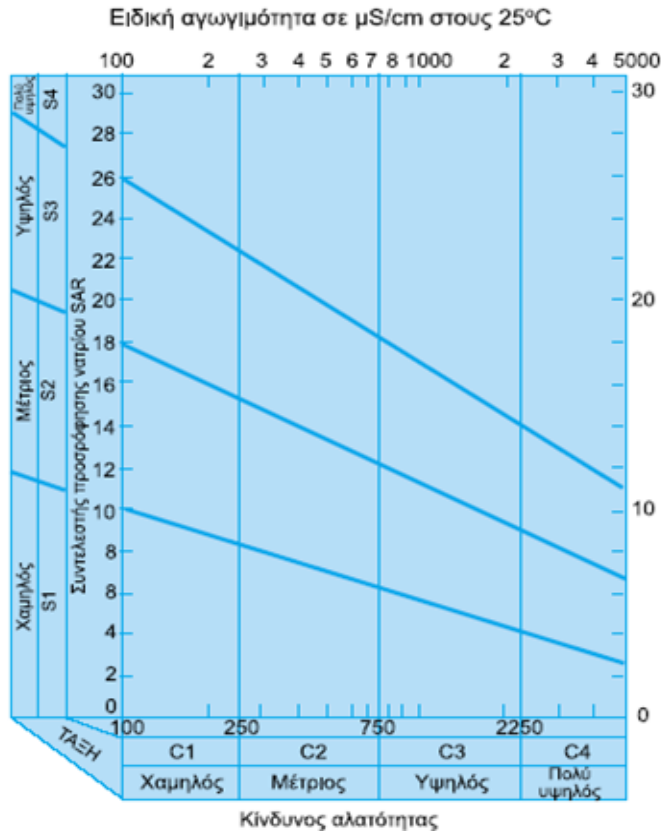
- Συντελεστής προσρόφησης Na ή κίνδυνος Na (SAR). Αποτελεί βασικό κριτήριο για την καταλληλότητα ενός νερού για άρδευση.

Ισούται με:

$$SAR = Na / [(Ca+Mg)/2]^{1/2}$$
(συγκεντρώσεις ιόντων σε meq/L). Για EC ίσο με 750 $\mu$ S/cm και SAR<6, ο κίνδυνος Na είναι μικρός, 6-12 μέσος, 12-18 μεγάλος και >18 πολύ μεγάλος.



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 8/12



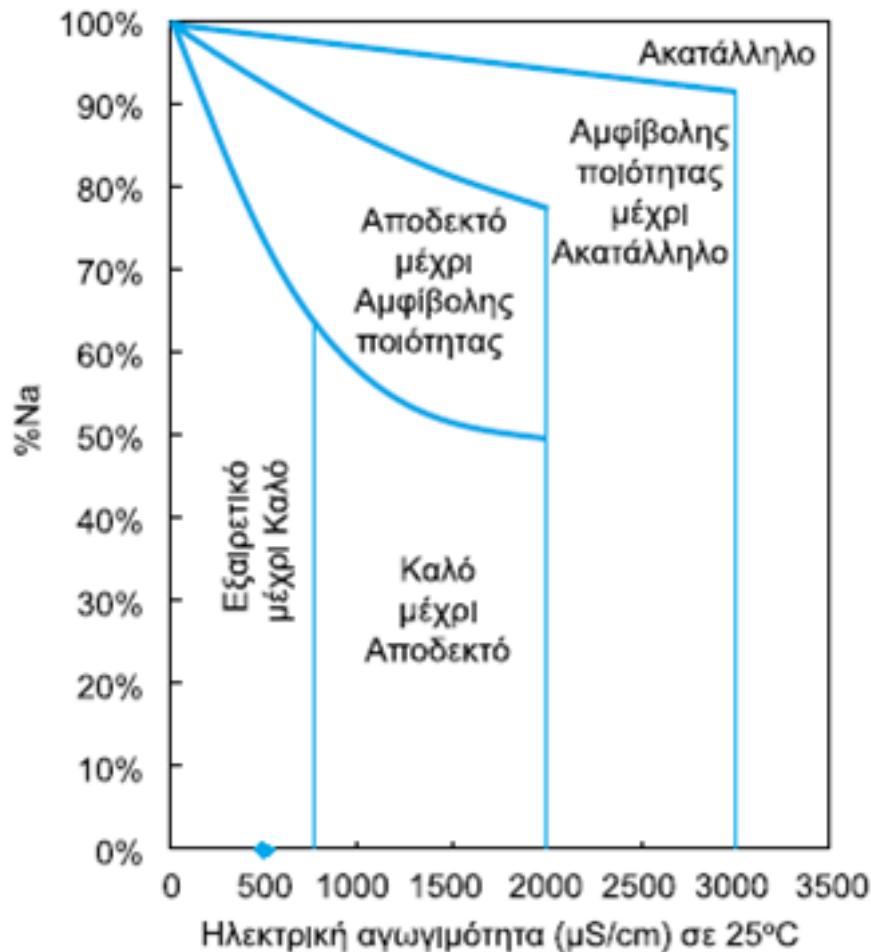
Εικ.2.3: Διάγραμμα ταξινόμησης των αρδευτικών νερών με βάση τον SAR και τη EC.

Η ποιότητα των αρδευτικών νερών ταξινομείται με βάση το διάγραμμα Richards ως εξής:

- $C_1-S_1$ : καλή.
- $C_1-S_2, C_2-S_1$ : καλή έως μέτρια.
- $C_1-S_3, C_2-S_2, C_3-S_1$ : μέτρια έως πολύ μέτρια.
- $C_1-S_4, C_2-S_3, C_3-S_2, C_4-S_1$ : πολύ μέτρια έως κακή.
- $C_3-S_4, C_4-S_3, C_4-S_4$ : πολύ κακή.



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 9/12



Ο βαθμός αλκαλίωσης εκφράζει την περιεκτικότητα του Na σε % και δίνετε από την σχέση:

$$\%Na = (Na+K) \cdot 100 / (Ca+Mg+Na+K)$$

(συγκεντρώσεις ιόντων σε meq/L).

Εικ.2.4: Διάγραμμα Wilcox. Ταξινόμηση των αρδευτικών νερών με βάση το βαθμό αλκαλίωσης.



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 10/12

- Κύρια ιόντα:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ .
- Δευτερεύοντα ιόντα:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  κ.ά.
- Βαρέα μέταλλα:  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Cd}$  κ.ά.
- Θρεπτικές ενώσεις του  $\text{N}$ ,  $\text{P}$ .
- Πρωτεΐνες, οργανικές ενώσεις, αέρια ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ).



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 11/12

- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)-Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD). Είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους οργανισμούς για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών που περιέχονται στα νερά. Εκφράζεται σε mg οξυγόνου που καταναλώνεται ανά λίτρο δείγματος σε 5 ημέρες στους 20°C.

Ο χρόνος των 5 ημερών είναι συμβατικός και χρησιμοποιείται διεθνώς γιατί μετρήθηκε ότι οι οργανικές ουσίες που υπάρχουν στα αστικά λύματα διασπώνται κατά 70-80% μέσα σε 5 ημέρες.

Σε περιπτώσεις όπου η βιολογική αποδόμηση είναι βραδεία, χρησιμοποιείται το COD, όπου ισχυρά οξειδωτικά μέσα οξειδώνουν όλο την οργανική ύλη του νερού.



# Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών 12/12

## Άλλα χαρακτηριστικά

- Θρεπτικά άλατα.
- Οργανικές ουσίες.
- Ραδιενέργεια.
- Οσμή και Γεύση.
- Ίνες αμιάντου.



# Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Στην υδρογεωλογική έρευνα τηρείται μητρώο δεδομένων με τα δεδομένα που συλλέγονται από την ύπαιθρο και το εργαστήριο. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων επιδέχονται στατιστικής επεξεργασίας για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Η παρουσίασή τους γίνεται με τη χρήση υδροχημικών διαγραμμάτων όπως ραβδοδιαγράμματα, κυκλικά, ιστογράμματα συχνότητας, ακτινικά, πολυγωνικά, ημιλογαριθμικά (κατά Schoeller), τετραγωνικά (κατά Langelier-Ludwig), διαγράμματα Stiff, τριγωνικά PIPER και DUROV κ.α. Επίσης, οι υδροχημικοί χάρτες είναι πολύ χρήσιμο εργαλείο στη μελέτη της ποιότητας του υπόγειου νερού. Δείχνουν τη γεωγραφική κατανομή μιας παραμέτρου με καμπύλες ίσης συγκέντρωσης. Με παρόμοιες μεθόδους και τεχνικές κατασκευάζονται και οι υδροχημικές τομές.





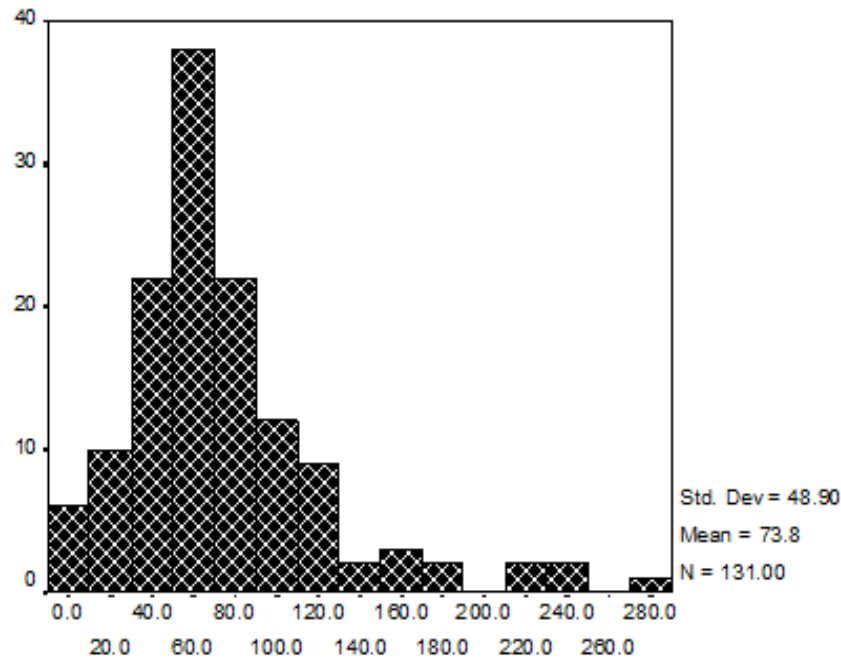
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Υδροχημικά διαγράμματα



# Υδροχημικά διαγράμματα 1/7



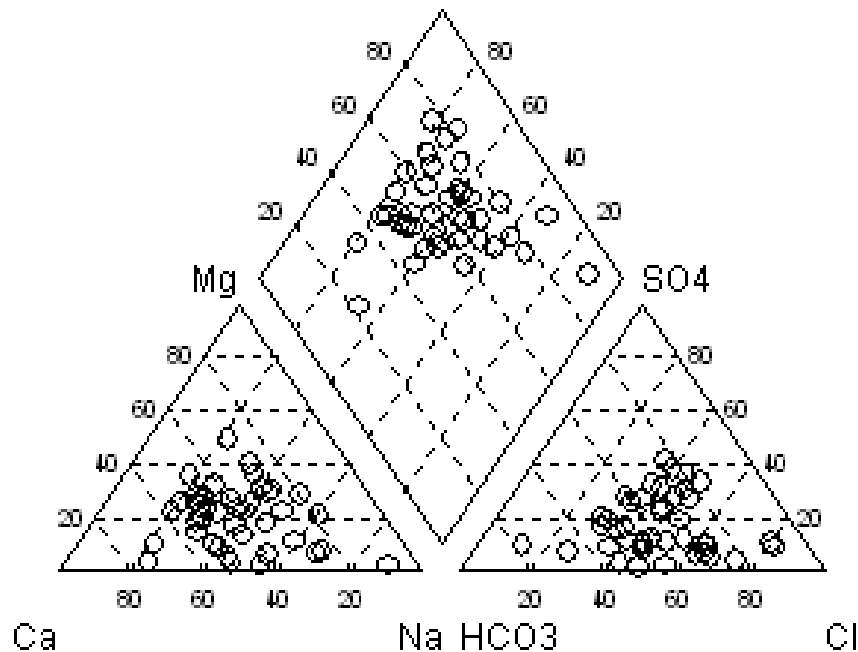
NO3

Εικ.2.5: Ιστόγραμμα συχνοτήτων νιτρικών ιόντων στον παράκτιο αλλουβιακό υδροφορέα του Νομού Κορινθίας.

Στο σχήμα, η γραφική παράσταση ομαδοποιημένων ποσοτικών δεδομένων έγινε με ιστόγραμμα συχνοτήτων. Στον οριζόντιο άξονα σημειώνονται τα όρια της κλάσης και στον κάθετο η απόλυτη συχνότητα της κλάσης. Κάτω δεξιά φαίνεται ο αριθμός των δειγμάτων N, η μέση τιμή mean και η τυπική απόκλιση Std Dev.



# Υδροχημικά διαγράμματα 2/7

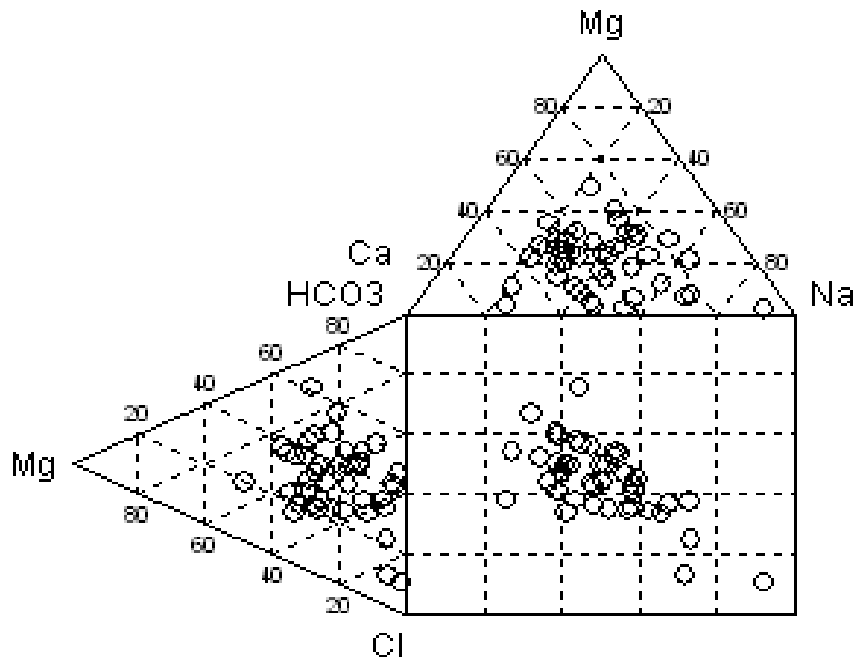


Εικ.2.6: Διαγράμματα Piper από υπόγεια νερά.

Τα τριγωνικά διαγράμματα προτάθηκαν από τον Piper το 1944 και ταξινομούν τα υπόγεια νερά σε διάφορους τύπους. Οι συγκεντρώσεις (meq/L) των ιόντων εκφράζονται σε % και προβάλλονται στα 2 τρίγωνα, ένα για κατιόντα και ένα για ανιόντα. Τα σημεία που προκύπτουν προβάλλονται και αυτά με τη σειρά τους στο ρόμβο και η τομή των προβολών τους αντιπροσωπεύουν το δείγμα.



# Υδροχημικά διαγράμματα 3/7

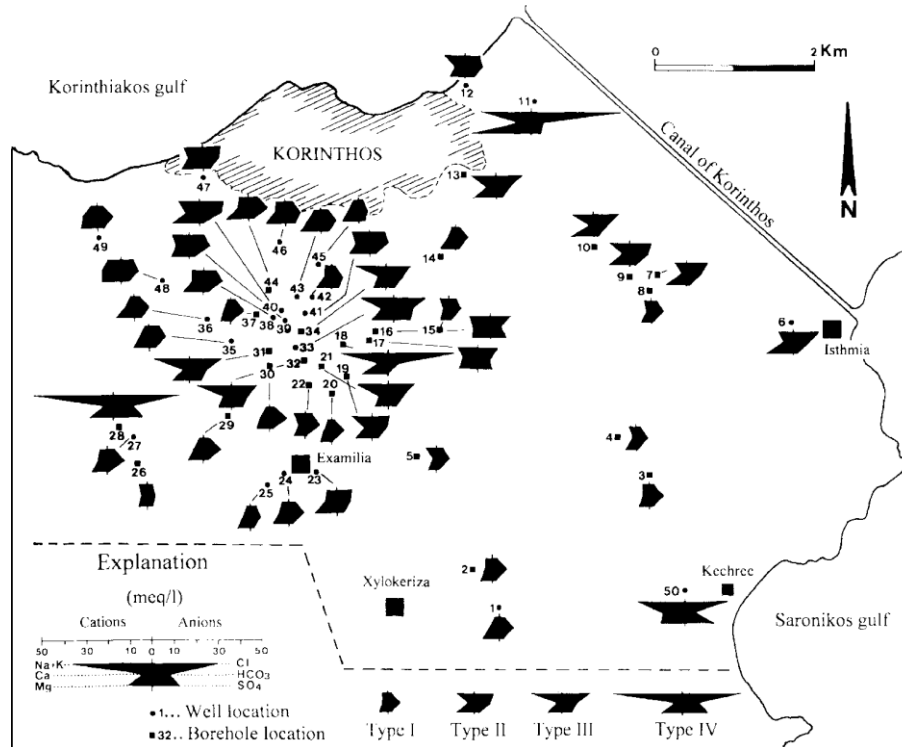


Εικ.2.7: Διαγράμματα Durov από υπόγεια νερά.

Ο Durov τροποποίησε τα τριγωνικά διαγράμματα το 1950. Τα διαγράμματα Durov αποτελούνται από δύο τρίγωνα και ένα τετράγωνο, πάνω στο οποίο πραγματοποιείται η προβολή του δείγματος.



# Υδροχημικά διαγράμματα 4/7



Στην εικόνα παρουσιάζονται διαγράμματα Stiff σε δείγματα του Νομού Κορινθίας, όπου διακρίνονται τέσσερις υδροχημικοί τύποι:

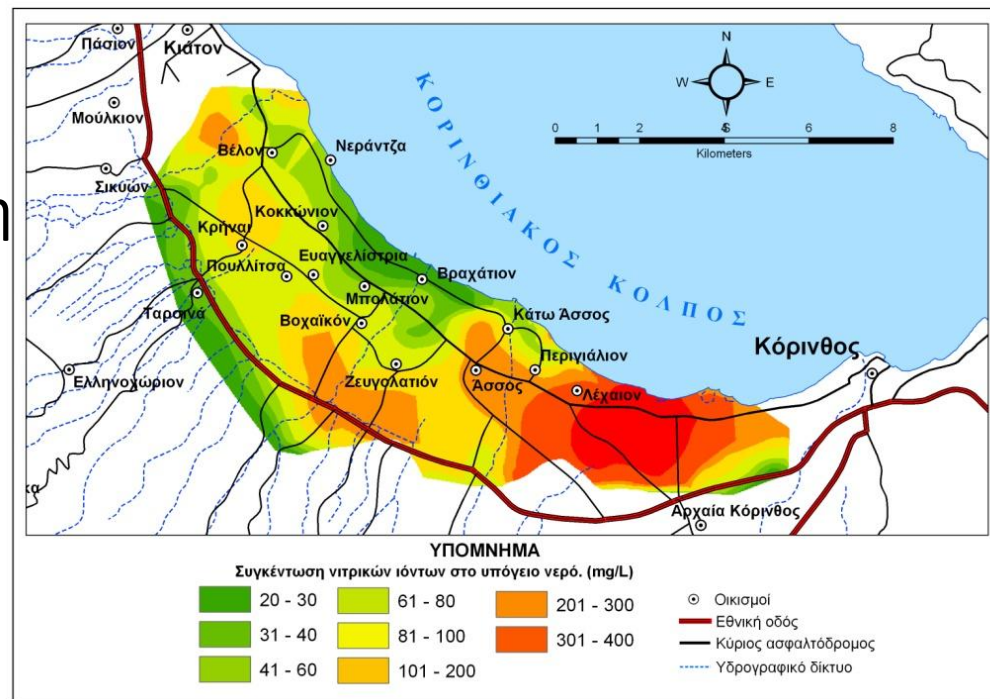
- Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> (Type I).
- Mg-Ca-Na-HCO<sub>3</sub>-Cl (Type II).
- Na-Mg-Cl (Type III).
- Na-Cl (Type IV).

Εικ.2.8: Διαγράμματα Stiff.



# Υδροχημικά διαγράμματα 5/7

Ο χάρτης δείχνει την γεωγραφική κατανομή των νιτρικών ιόντων στην λεκάνη της Βόχας, στο βόρειο παράκτιο τμήμα του νομού Κορινθίας.

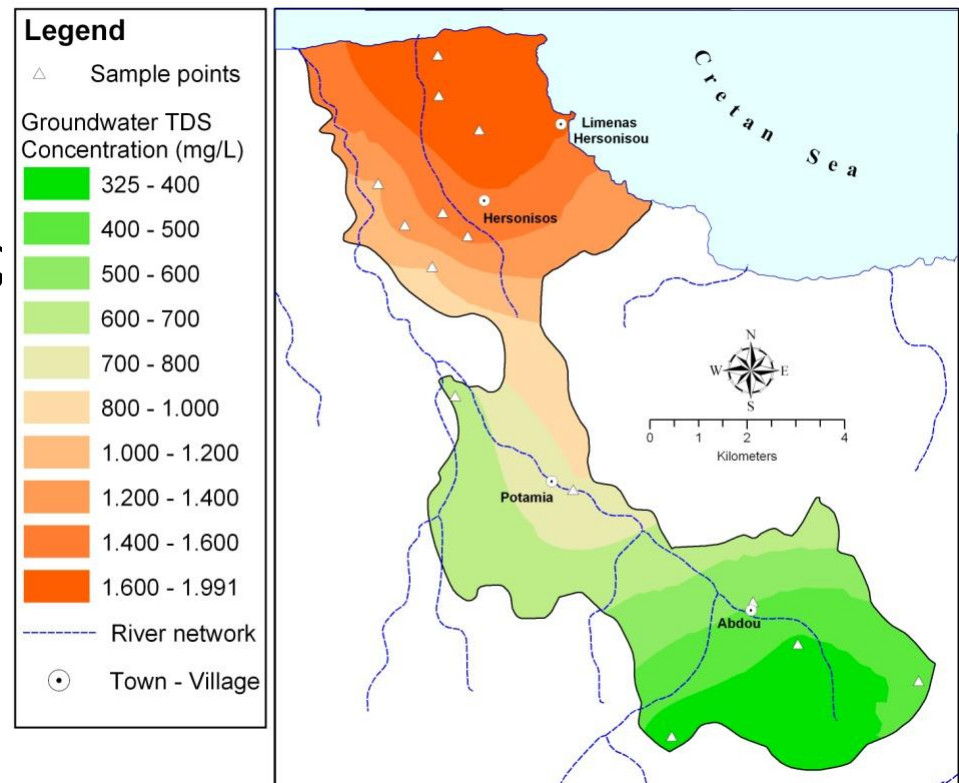


Εικ.2.9: Χάρτης κατανομής νιτρικών ιόντων στον παράκτιο αλλουβιακό υδροφορέα του Νομού Κορινθίας.



# Υδροχημικά διαγράμματα 6/7

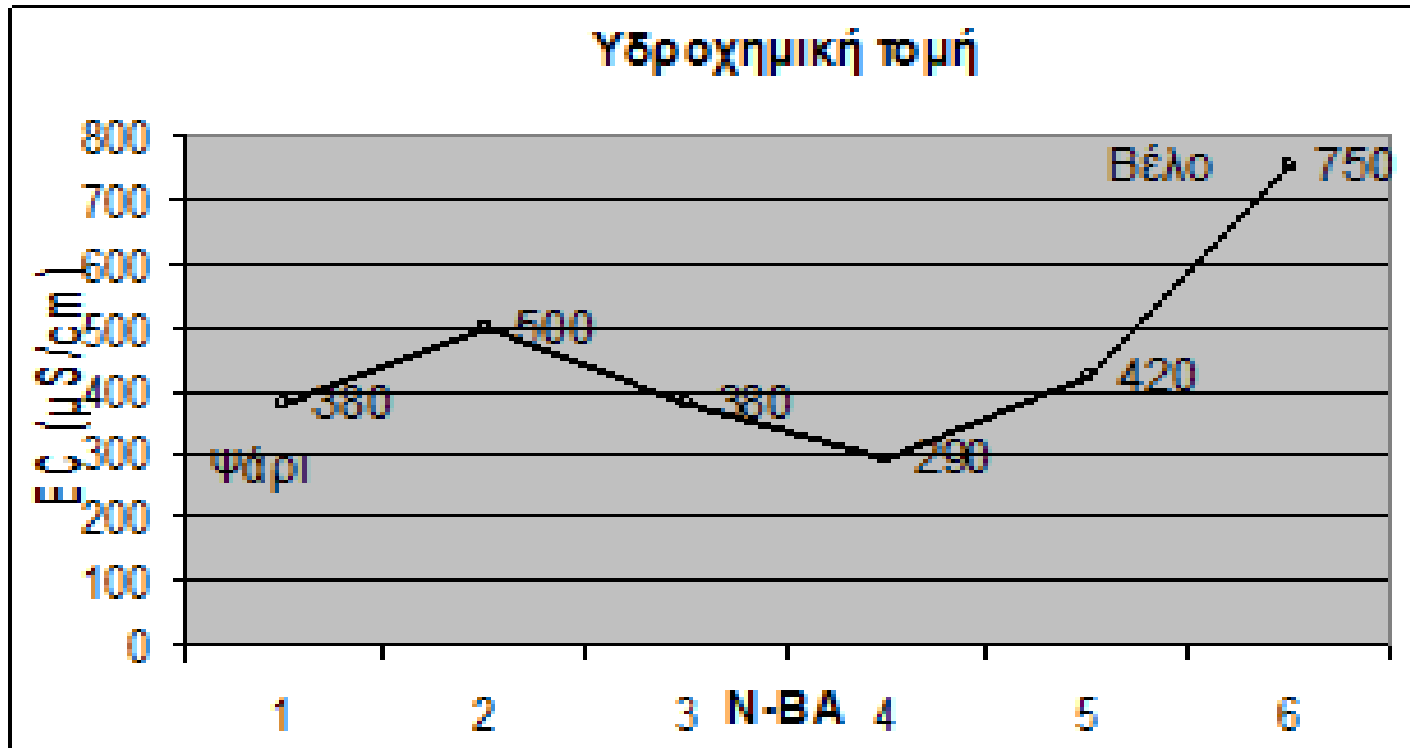
Ο χάρτης δείχνει την γεωγραφική κατανομή των τιμών T.D.S. σε δείγματα υπόγειου νερού της περιοχής Χερσονήσου Κρήτης.



Εικ.2.10: Χάρτης κατανομής τιμών T.D.S.



# Υδροχημικά διαγράμματα 7/7



Εικ.2.11: Υδροχημική τομή.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών



# Υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών

## 1/4

Η ταξινόμηση των υπόγειων νερών βασίζεται στην συγκέντρωση σε διάφορα ιόντα ή με την βοήθεια λόγων, όπως  $\text{Cl}/\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}/\text{K}$ ,  $\text{Cl}/\text{Br}$ ,  $\text{Mg}/\text{Ca}$ . Οι επικρατέστεροι υδροχημικοί τύποι νερών υδροφορέων είναι:

**Ανθρακικά:**  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$

$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$

**Χλωριούχα:**  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$

$\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$



# Υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών

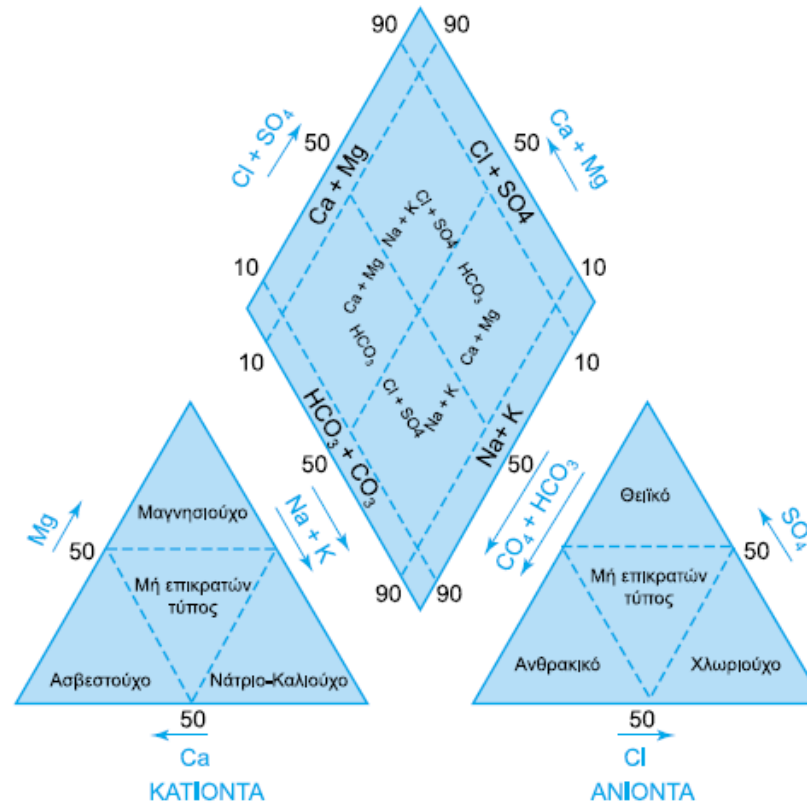
## 2/4

- Υπόγεια νερά που κινούνται από κρυσταλλικά πετρώματα ανήκουν στον  $\text{Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$  υδροχημικό τύπο.
- Υπόγεια νερά από ασβεστολιθικά πετρώματα ανήκουν στον  $\text{Ca-HCO}_3$  υδροχημικό τύπο. Αν όμως αυτά περιέχουν γύψο, ο κυρίαρχος τύπος είναι  $\text{Ca-Mg-HCO}_3\text{-SO}_4$ .
- Υπόγεια νερά από εβαπορίτες ανήκουν στον  $\text{Ca-Mg-SO}_4\text{-HCO}_3$  υδροχημικό τύπο.
- Υπόγεια νερά από μολασσικά ιζήματα ανήκουν στην πλειοψηφία τους στον  $\text{Ca-Mg-HCO}_3$  υδροχημικό τύπο.
- Υπόγεια νερά από φλύσχη ανήκουν στον  $\text{Ca-HCO}_3$  ή  $\text{Ca(Mg)-HCO}_3$  υδροχημικό τύπο.
- Υπόγεια νερά από αλλουβιακούς σχηματισμούς συνήθως ανήκουν στον  $\text{Ca-HCO}_3$  υδροχημικό τύπο.
- Ο λόγος  $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$  (meq/L) όταν παίρνει τιμές  $>0,2$ , το υπόγειο νερό χαρακτηρίζεται χλωριούχο. Όταν παίρνει τιμές  $<5$ , χαρακτηρίζεται θειούχο.



# Υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών

## 3/4



Εικ.2.12: Κύριοι υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών στο διάγραμμα Piper.



# Υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών

## 3/4

Στοιχείο	Βροχή	Θάλασσα	Ανθρακικός	Αλλουβιακός	Γρανιτικός	Φλυσχικός
Ca <sup>2+</sup>	1,89	400	114,33	80	26	87
Mg <sup>2+</sup>	0	1.272	17,18	22,31	0,3	17,6
Na <sup>2+</sup>	2,7	10.556	29,88	10,19	12,76	9,5
K <sup>+</sup>	0,23	380	2,15	0,5	2,3	1,5
Cl <sup>-</sup>	3,65	18.980	28,98	5,37	14	3
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,68	140	342,25	309	22	300
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2,8	2.649	95,61	32,35	15	32
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,0	0,5	2,17	8	3,5	7,4

Πίνακα 2.1: Τυπικές περιεκτικότητες (mg/L) σε κύρια ιόντα του νερού της βροχής, της θάλασσας και διαφόρων τύπων υδροφορέων.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Προέλευση ιόντων

# Προέλευση ιόντων 1/4

## Κατιόντα

- Ασβέστιο-Μαγνήσιο. Κύρια προέλευση του Ca στα υπόγεια νερά είναι οι ασβεστόλιθοι και τα μάρμαρα. Η προέλευση Mg συνδέεται με την παρουσία ολιβίνη, μαγνησίτη και δολομίτη που το περιέχουν στο πλέγμα τους αλλά και την παρουσία βιοτίτη και χλωρίτη στα μεταμορφωμένα πετρώματα.
- Νάτριο-Κάλιο. Κύρια προέλευση των αλκαλίων Na και K είναι οι άστριοι. Η παρουσία τους σχετίζεται επίσης με διείδυση της θάλασσας ή αερομεταφερόμενα σταγονίδια από την θάλασσα. Το K δε επιπρόσθετα συνδέεται με K-ούχα λιπάσματα.
- Ολικός σίδηρος. Συναντάται με τη δισθενή ( $Fe^{2+}$ ) και τρισθενή ( $Fe^{3+}$ ) μορφή, καλά όμως οξυγονωμένα επιφανειακά νερά δεν περιέχουν σχεδόν καθόλου διαλυμένο σίδηρο. Ο Fe απαντάται στα μαγματικά πετρώματα, σε οξειδία Fe όπως αιματίτης, λειμωνίτης, μαγνητίτης, σουλφίδια Fe όπως σιδηροπυρίτης και στον σιδηρίτη.



# Προέλευση ιόντων 2/4

## Ανιόντα

- Χλώριο. Προέρχεται από τα αργιλικά ορυκτά θαλάσσιας γένεσης στα ιζηματογενή πετρώματα, τους εβαπορίτες και τις θερμές πηγές. Σχετίζεται επίσης με διείδυση της θάλασσας ή αερομεταφερούμενα σταγονίδια από την θάλασσα.
- Όξινα ανθρακικά ιόντα. Υπερτερούν όλων των άλλων ανιόντων στα γλυκά υπόγεια νερά. Προέρχεται από το  $\text{CO}_2$  της ατμόσφαιρας ή ελευθερώνεται από το έδαφος ή εξαιτίας της διαλυτικής δράσης του νερού στα ανθρακικά πετρώματα.
- Νιτρικά ιόντα. Πιθανή προέλευση των  $\text{NO}_3^-$  είναι τα ζωικά περιττώματα και τα λιπάσματα.



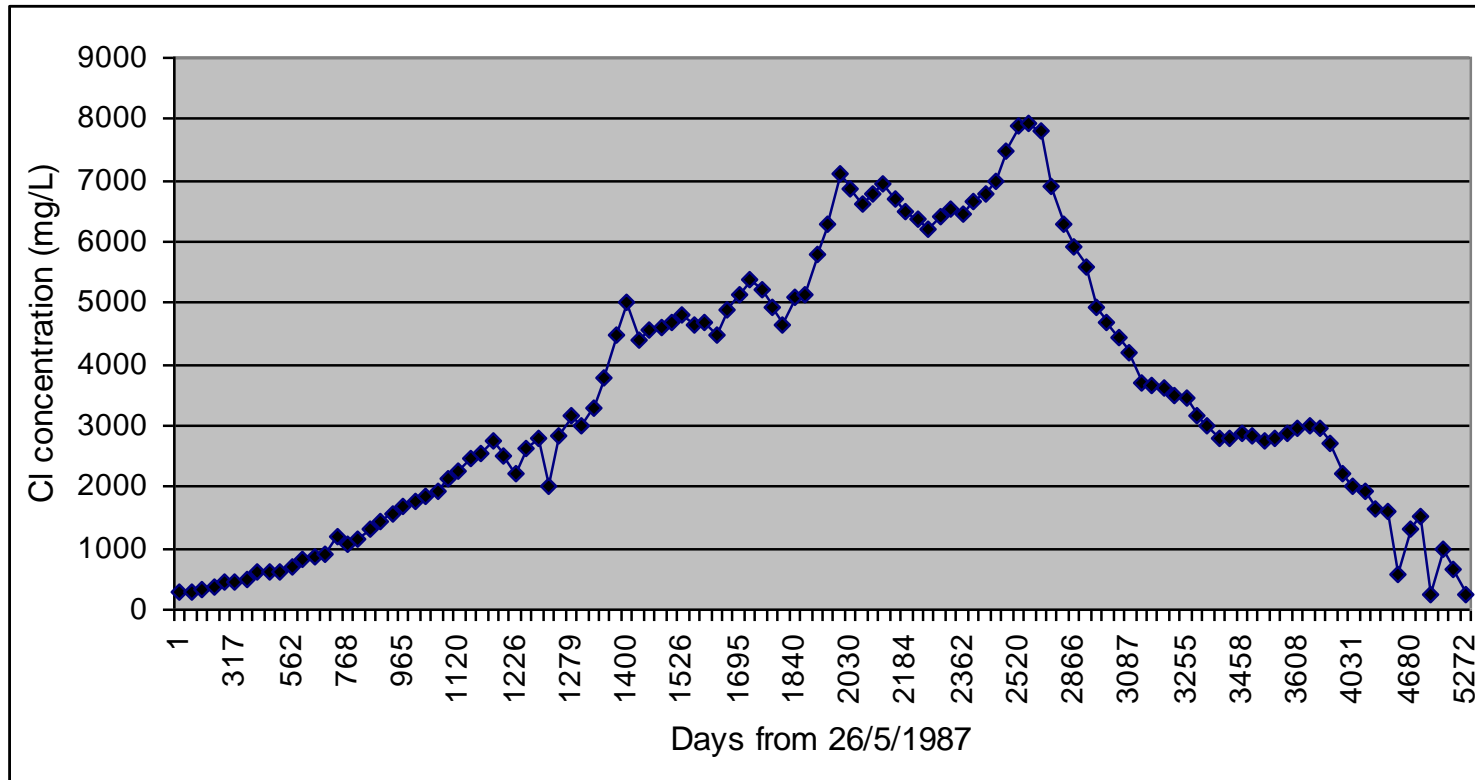
# Προέλευση ιόντων 3/4

- Νιτρώδες ανιόν. Αποτελεί ενδιάμεσο στάδιο οξείδωσης της αμμωνίας. Και τα δύο αποτελούν ένδειξη ρύπανσης.
- Θεϊκά ανιόντα. Προέρχονται κυρίως από την διάλυση της γύψου και του ανυδρίτη, την οξείδωση θειούχων ενώσεων που υπάρχουν στα αργιλικά πετρώματα και την χρήση θεϊκών λιπασμάτων.
- Φθόριο. Προέρχεται από τον απατίτη των ηφαιστειογενών πετρωμάτων.
- Φωσφορικά ιόντα. Η παρουσία τους στο υπόγειο νερό υποδηλώνει ρύπανση από λιπάσματα και αστικά λύματα.





# Προέλευση ιόντων 4/4



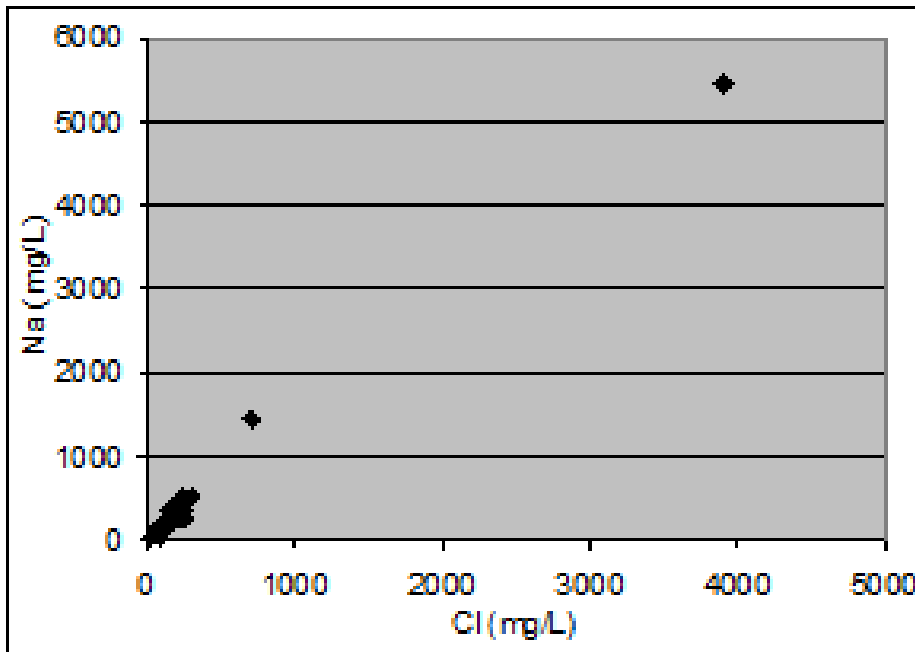
Εικ.2.13: Μεταβολή της περιεκτικότητας Cl<sup>-</sup> υπόγειου νερού από γεώτρηση της περιοχής Πατρών.





# Συσχέτιση λόντων

# Συσχέτιση ιόντων



Εικ.2.14: Συσχέτιση  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  σε δείγματα υπόγειου νερού της Νάξου.

Οι Vasalakis, Voudouris, Fytikas and Dimopoulos (2005) μελέτησαν την ποιότητα του υπογείου νερού στη Νάξο την περίοδο Αύγουστος-Οκτώβριος 2004 και από 41 δείγματα διαπίστωσαν την ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των ιόντων με αντίθετο φορτίο και ίδιο σθένος (π.χ.  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  και  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$  και  $\text{HCO}_3^-$ ) και ιόντων με ίδιο είδος φορτίου και ίδιο σθένος (όπως  $\text{Na}^+$  και  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  και  $\text{HCO}_3^-$ ).





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Επεξεργασία νερού

# Επεξεργασία νερού 1/3

Με το άρθρο 7 της Οδηγίας 2000/60 της Ε.Ε. για την πολιτική των νερών συνιστάται η προστασία των υδατικών συστημάτων που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού, ώστε να μειωθεί η επεξεργασία του. Τις περισσότερες φορές όμως για λόγους δημόσιας υγείας καθίσταται απαραίτητη. Περιλαμβάνει την απολύμανση, τη διήθηση σε φίλτρα άμμου, την προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα, την αποσκλήρυνση, την ιοντοανταλλαγή σε ρητίνες ή ζεόλιθους, την αντίστροφη ώσμωση και τη χημική κατεργασία.

Ως απολυμαντικά μέσα χρησιμοποιούνται το ελεύθερο αέριο χλώριο ( $\text{Cl}_2$ ), τα υποχλωριώδη άλατα (υποχλωριώδες νάτριο και υποχλωριώδες ασβέστιο), το διοξείδιο του χλωρίου, οι χλωραμίνες, το όζον και η υπεριώδης ακτινοβολία. Τελευταία χρησιμοποιείται και το όζον ( $\text{O}_3$ ), το οποίο είναι ισχυρό οξειδωτικό και εκτός από τα βακτήρια και τους ιούς αποσυνθέτει τις χλωριωμένες και φαινολικές ενώσεις που βρίσκονται στο νερό και επιπλέον διασπά τα απορρυπαντικά (Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009).



# Επεξεργασία νερού 2/3

Η **αποσκλήρυνση** του νερού αποσκοπεί στην αφαίρεση των όξινων ανθρακικών αλάτων του Ca και Mg. Γίνεται:

- Με χημικές διαδικασίες (προσθήκη  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$  ή  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) για την απομάκρυνση πρώτα της παροδικής (ανθρακικής) και στη συνέχεια της μόνιμης σκληρότητας (μη ανθρακικής).
- Με αντίστροφη ώσμωση, με ηλεκτροδιάλυση ή με περιορισμένη εξάτμιση.
- Με χρήση ρητινών ή ζεολίθων, οι οποίοι περιέχουν ιόντα νατρίου και τα ανταλλάσσουν με ιόντα Ca και Mg.

Κατά τη διαδικασία της αποσκλήρυνσης παράγεται λάσπη, η διάθεση της οποίας γίνεται σε μη επενδυμένες δεξαμενές, τηρώντας τις περιβαλλοντικές προδιαγραφές (Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009).



# Επεξεργασία νερού 3/3

Η **αντίστροφη ώσμωση** εφαρμόζεται κυρίως στην αφαλάτωση υφάλμυρου ή θαλασσινού νερού για οικιακή χρήση. Η λειτουργία της στηρίζεται στην εφαρμογή πίεσης μεγαλύτερης από την αντίστοιχη ωσμωτική σε ένα υδατικό διάλυμα που περιέχει ανεπιθύμητες ουσίες και βρίσκεται σε επαφή μέσω ημιπερατής μεμβράνης με καθαρό νερό. Στις συνθήκες αυτές, καθαρό νερό από το υδατικό διάλυμα θα περάσει την ημιπερατή μεμβράνη και οι ανεπιθύμητες ουσίες θα απομονωθούν. Μπορεί να επιτευχθεί μείωση μέχρι 90% του T.D.S. και της σκληρότητας του νερού, γεγονός όμως που το καθιστά άγευστο.

Η **προσρόφηση** είναι η ιδιότητα που παρουσιάζουν κάποιες χημικές ουσίες να δεσμεύουν στην επιφάνειά τους κάποια άλλη ουσία. Ο ενεργός άνθρακας με την ιδιότητα αυτή χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των διαλυμένων οργανικών ρύπων από το νερό. Στα σπίτια μας, παρόλα τα μέτρα που λαμβάνονται για το νερό ύδρευσης (**χλωρίωση, κροκίδωση, καθίζηση, διήθηση**), ενδείκνυται η χρήση φίλτρων νερού με την προϋπόθεση ότι γίνετε συντήρηση έγκαιρη αντικατάστασή τους (Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009).



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 2.1: <Το μόριο του νερού><CC0 1.0>

<[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/H2O\\_2D\\_labelled.svg/800px-H2O\\_2D\\_labelled.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/H2O_2D_labelled.svg/800px-H2O_2D_labelled.svg.png)>< [el.wikipedia.org/wiki/Νερό](http://el.wikipedia.org/wiki/Νερό)><27/11/2014><Own work><Dan Craggs>

Εικόνα 2.2: <Γραφική παράσταση T.D.S. σε συνάρτηση με την EC από δείγματα νερού><Υδροχημικά χαρακτηριστικά των υπόγειων νερών του αλλουβιακού υδροφορέα της λεκάνης Κορησού, Ν. Καστοριάς ><Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Υδρογεωλογικού Συνεδρίου, Αθήνα, 71-82><ΓΙΑΝΝΕΛΗ Χ, ΣΟΥΛΙΟΣ Γ., ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ., ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ Ι., ΚΙΛΙΑΣ Α., ΖΑΓΓΑΝΑ Ε.><2005>

Εικόνα 2.3: <Διάγραμμα ταξινόμησης των αρδευτικών νερών><Άδεια από εκδότη><ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009 ><Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 2.4: <Διάγραμμα Wilcox><Άδεια από εκδότη><ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009><Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 2.5: <Ιστόγραμμα συχνότητας νιτρικών ιόντων><Δεδομένα από Κ. Βουδούρης>





# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Εικόνα 2.6: <Διαγράμματα Piper από υπόγεια νερά><<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=6706>><Groundwater quality in Naxos island, Cyclades, Greece><Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes><Vasalakis A., Voudouris K., Fytikas M. and Dimopoulos G.><2005>

Εικόνα 2.7: <Διαγράμματα Durov από υπόγεια νερά>  
<<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=6706>><Groundwater quality in Naxos island, Cyclades, Greece><Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes><Vasalakis A., Voudouris K., Fytikas M. and Dimopoulos G.><2005>

Εικόνα 2.8: <Διαγράμματα Stiff> <Marine and human activity influences on the groundwater quality of southern Korinthos area Greece><Hydrological processes, 17, 2327-2345><STAMATIS G., VOUDOURIS K.><2003><doi: 10.1002/hyp.1245>

Εικόνα 2.9: <Χάρτης κατανομής νιτρικών ιόντων στον παράκτιο αλλουβιακό υδροφορέα του Νομού Κορινθίας><<http://journal.gnest.org/sites/default/files/Journal%20Papers/voudouris.pdf>><27/11/2014><Nitrate pollution in the coastal aquifer system of the Korinthos Prefecture (Greece)><Global Nest: The International Journal, Vol. 6, No 1, 31-38><VOUDOURIS K., PANAGOPOULOS A., KOUMANTAKIS J.><2004>

Εικόνα 2.10: <Χάρτης κατανομής τιμών T.D.S.><Δεδομένα από Κ. Βουδούρης>



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Εικόνα 2.11: <Υδροχημική τομή>

<<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=7142>><27/11/2014><Συμβολή στην εκτίμηση του υδατικού δυναμικού της λεκάνης του Ασωπού ποταμού του Νομού Κορινθίας><Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου της Ελληνικής Επιτροπής Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΕΕΔΥΠ). Ξάνθη, 119-127><ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ., ΑΝΤΩΝΑΚΟΣ Α., ΚΟΥΜΑΝΤΑΚΗΣ Ι.><2005>

Εικόνα 2.12: <Κύριοι υδροχημικοί τύποι υπόγειων νερών στο διάγραμμα Piper><Άδεια από τον εκδότη><ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009 ><Βουδούρης Κ.>

Εικόνα 2.13: <Μεταβολή της περιεκτικότητας  $\text{Cl}^-$  υπόγειου νερού από γεώτρηση της περιοχής Πατρών><Δεδομένα από Κ. Βουδούρης>

Εικόνα 2.14: <Συσχέτιση  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  σε δείγματα υπόγειου νερού της Νάξου><<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=6706>><Groundwater quality in Naxos island, Cyclades, Greece><Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes><Vasalakis A., Voudouris K., Fytikas M. and Dimopoulos G.><2005>



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες

Πίνακας 2.1: <Τυπική περιεκτικότητα νερών διαφόρων τύπων>

<[http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge647γ/kef\\_6\\_1.swf](http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge647γ/kef_6_1.swf)><11/12/2014><nemertes.lis.up  
atras.gr/jspui/bitstream/10889/.../Nimertis\_Koulouri.pdf><12/12/2014><Υδρογεωλογική και  
υδροχημική μελέτη των θερμομεταλλικών πηγών της Δυτικής Πελοποννήσου με τη χρήση  
σταθερών ισοτόπων><Διπλωματική εργασία Στρατικόπουλος Κωνσταντίνος, Πάτρα  
2007><Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009>

Άλλες Αναφορές

Βουδούρης Κ., ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2009

ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ,

Ερευνητική ομάδα Πολυτεχνείου Κρήτης,

[http://www.prosodol.gr/sites/prosodol.gr/files/Link\\_Water%20sampling%20strategy\\_greek.pdf](http://www.prosodol.gr/sites/prosodol.gr/files/Link_Water%20sampling%20strategy_greek.pdf), 20/7/2014

<http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/bod.htm>, 20/7/2014

<http://postgra.hydro.ntua.gr/docs/lessons/41/katsiri/waterTreatment1.pdf>, 20/7/2014



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Κώστας Βουδούρης.  
«Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων. Ποιότητα υπόγειων νερών».  
Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS190/>



# 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: Δέσποινα Σιμελετίδου  
Θεσσαλονίκη, Εαρινό 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.

