



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS  
UNIVERSITY  
OF THRACE

# Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

## «Περιβαλλοντική Μηχανική»

Δρ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΣΩΤ. ΔΟΥΝΑΒΗΣ

*Καθηγητής*

*Χημικός Μηχανικός, Ph.D, MSc.*

E-mail: [adounavi@pme.duth.gr](mailto:adounavi@pme.duth.gr)

Ξάνθη, Εαρινό Εξάμηνο 2025



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS  
UNIVERSITY  
OF THRACE

# Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

## Γενικές Πληροφορίες

- **Διδάσκων Καθηγητής: Δρ. Αθανάσιος Σωτ. Δούναβης**
- **Ημέρα & Ώρα Μαθήματος: Τετάρτη 13:00 μμ - 17:00 μμ**
- **Αίθουσα A2**
- Ώρες συνεργασίας με φοιτητές
- Δευτέρα 10:00πμ – 12:00μμ
- Τρίτη 13:00μμ – 15:00μμ
- Τετάρτη 11:00πμ – 14:00μμ
- Πέμπτη 11:00πμ – 14:00μμ
- Παρασκευή 12:00μμ – 14:00μμ
- Επικοινωνία με το Διδάσκοντα Καθηγητή:
- Προγραμματισμένη τηλεδιάσκεψη μέσω email στο webex για ερωτήσεις/απορίες και ελεύθερη επικοινωνία μέσω e-class.

# Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Νερού

## Ρύπανση Υδατικών Πόρων



## Τι είδαμε στο προηγούμενο μάθημα

- Υδατικοί Πόροι: Κοινωνική, οικονομική, περιβαλλοντική διάσταση του νερού
- Παγκόσμια κατανομή
- Χαρακτηρισμός υδάτων
- Κύκλος νερού
- Κατηγορίες νερού
- Υδατικά οικοσυστήματα
- Ιδιότητες νερού
- Ποιότητα και χρήσεις πόσιμου νερού
- Υφιστάμενη κατάσταση υδάτων σε διεθνές και εθνικό επίπεδο
- Νομοθετικό πλαίσιο πόσιμου νερού στην ευρωπαϊκή ένωση

# Σύνοψη Μαθήματος

- Ιδιότητες νερού
- Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Νερού
- Οργανοληπτικές παράμετροι νερού
- Ρύπανση
  - Πηγές ρύπανσης
  - Ρύπανση επιφανειακών και υπογείων υδάτων
- Έλεγχος ποιότητας υδάτων
  - Ρυπαντικές παράμετροι (οργανοληπτικές, φυσικοχημικές, ανεπιθύμητες κ' τοξικές ουσίες).

## Ιδιότητες του Νερού (Γενικά)

- Το νερό υπάρχει στη Γη με την υγρή του μορφή σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (0-100 C°).
- Το νερό έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα (αποθηκεύει θερμότητα και αλλάζει θερμοκρασία πολύ αργά)
- Το υγρό νερό είναι καλός διαλύτης και μπορεί να διαλύσει πλήθος χημικών ενώσεων.
- Η επιφάνεια του νερού έχει χαρακτηριστική επιφανειακή τάση και παράλληλα δημιουργεί τη δυνατότητα προσκόλλησης και επικάλυψης ενός στερεού.
- Αντίθετα με άλλα υγρά το νερό διαστέλλεται όταν παγώνει.

Η μοριακή δομή του νερού οδηγεί σε μοναδικές φυσικοχημικές ιδιότητες που εξηγούν:

- τη διαλυτική του ικανότητα
- τη χρήση του για μεταφορά θερμότητας
- τη διαβρωτική του τάση
- την τάση σχηματισμού επικαθίσεων.
- την συμμετοχή του στη διατροφή

# Ιδιότητες του Νερού

Το νερό στην υγρή μορφή του εμφανίζεται με ιδιαιτερότητες στις φυσικές του ιδιότητες **λόγω των δεσμών υδρογόνου** οι οποίοι διαμορφώνουν τα μεμονωμένα μόρια του νερού σε δομικές μονάδες πολλαπλάσιες από το απλό μόριο.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι φυσικές του ιδιότητες να εμφανίζουν διαφοροποιημένες τιμές σε σχέση με τις αναμενόμενες για τα μεμονωμένα μόρια.

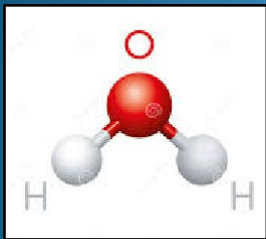
## Οι ιδιότητες αυτές είναι:

- η πυκνότητα
- η θερμοχωρητικότητα
- το σημείο ζέσης
- η διηλεκτρική σταθερά
- η επιφανειακή τάση
- η θερμότητα τήξης

Οι ιδιότητες αυτές επηρεάζονται από την **επιπλέον απαιτούμενη ενέργεια για την καταστροφή των δεσμών-Η**.

# Δομή του Νερού

## Σύνθεση



Μόριο νερού:  $\text{H}_2\text{O}$

Μοριακό Βάρος: **18**

Πιθανοί συνδυασμοί ισotόπων νερού: **18**

Ειδικό Βάρος (4°C):  $1 \rightarrow 1,000 \text{ g/mL (max)}$

3 Ισότοπα Υδρογόνου:  $^1\text{H}, ^2\text{H}, ^3\text{H}$

**X**

6 Ισότοπα Οξυγόνου:

$^{14}\text{O}, ^{15}\text{O}, ^{16}\text{O}, ^{17}\text{O}, ^{18}\text{O}, ^{19}\text{O}$

## Ενέργεια σχηματισμού

Η αντίδραση σχηματισμού του νερού είναι εξώθερμη:  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Η κανονική ενέργεια σχηματισμού του νερού:

$$\Delta H_f^\circ = -68,317 \text{ kcal/mol}$$

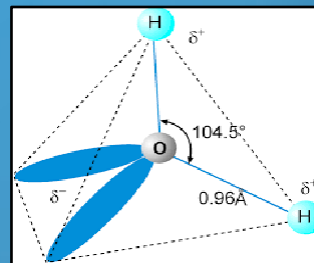
(σε 25°C και 1 atm)

## Διαστάσεις Μορίου

Ισοσκελές τρίγωνο / Οξυγόνο στην κορυφή

Γωνία δεσμών HOH:  $104,5^\circ$

Μήκος δεσμού:  $0,96 \times 10^{-8} \text{ cm} = 0,96 \text{ \AA}$





# Ιδιότητες του Νερού

## Πυκνότητα

Το νερό παρουσιάζει την ιδιαιτερότητα να εμφανίζει την μεγαλύτερη πυκνότητά του στους 4°C, ενώ κανονικά θα έπρεπε να εμφανίζεται στους 0°C όταν το νερό γίνεται πάγος.

Χάρη σε αυτό ο πάγος είναι ελαφρύτερος από το νερό και επιπλέει. Αν ήταν βαρύτερος θα βυθιζόταν στον πυθμένα των θαλασσών και θα συσσωρευόνταν από πάνω όλο το νερό που θα πάγωνε με αποτέλεσμα να δυσκολεύεται η ύπαρξη ζωής.

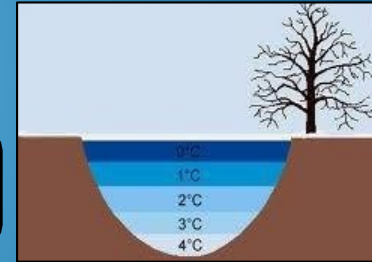
Μέγιστη Πυκνότητα: 3,98°C → 1 g/mL

Υγρό νερό: 0°C → 0,9986 g/mL

Πάγος: 0°C → 0,9171 g/mL



Όταν το νερό παγώνει ο όγκος του μεγαλώνει κατά 8,3%



## Τήξη και Εξάτμιση

**Τάση ατμών (mm/Hg):** Η ευκολία ή δυσκολία με την οποία εξατμίζεται ένα υγρό σε μια ορισμένη θερμοκρασία. Αυξάνει με τη θερμοκρασία.

- Ο πάγος τήκεται στους 0°C → 4,58 mm/Hg
- Το υγρό νερό βράζει στους 100°C → 760 mm/Hg

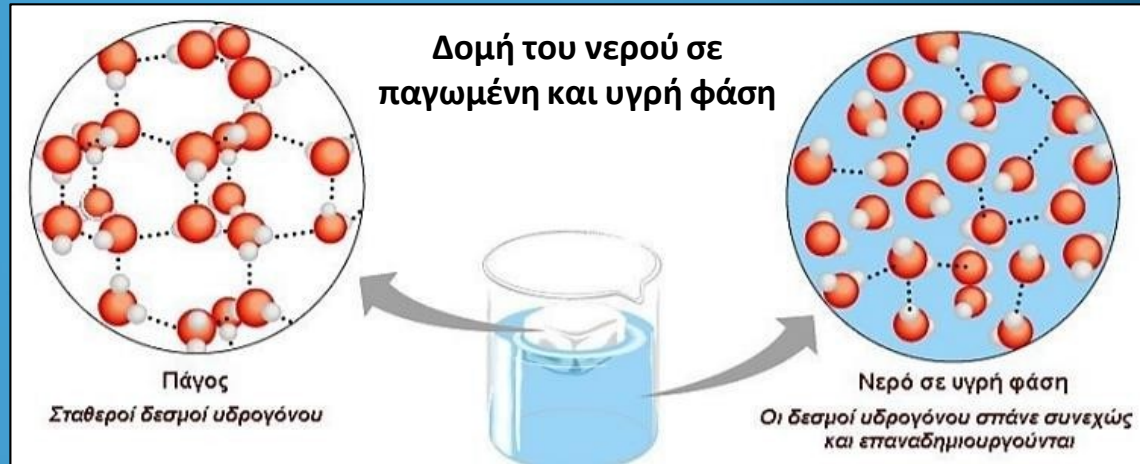
# Φυσικές ιδιότητες του καθαρού νερού και του πάγου

Η στερεή μορφή του νερού (δλδ πάγος) παρουσιάζεται με μια “ιδιομορφία” δομής κατά την οποία έξι μόρια νερού ενώνονται με δεσμούς υδρογόνου και δίνουν εξαγωνικά πλέγματα όχι μόνο στο επίπεδο, όπως παριστάνεται στο σχήμα, αλλά και τρισδιάστατα.

Σημείο πήξης:  $\rightarrow 0^{\circ}\text{C}$

Σημείο Βρασμού:  $\rightarrow 100^{\circ}\text{C}$

Η ιδιαιτερότητα αυτή οφείλεται στην διαφορετική διάταξη των δεσμών υδρογόνου στα μόρια του νερού και στα μόρια του πάγου.



## Πτώση Σημείου Πήξης και Ανύψωση Σημείου Βρασμού:

Αν το νερό περιέχει διαλυτά συστατικά διατηρεί την υγρή του μορφή σε μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών. Δλδ, Η θερμοκρασία πήξης ελαττώνεται και αυτή του βρασμού αυξάνεται.

# Ιδιότητες του Νερού

## Ειδική Θερμότητα

Το ποσό θερμότητας που απαιτεί η μονάδα μάζας του σώματος (kg) για την αύξηση της θερμοκρασίας του κατά ένα βαθμό (K).

Πάγος  $\rightarrow 0,5 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$

Υγρό νερό  $\rightarrow 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$

Ατμός  $\rightarrow 0,5 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$

## Ειδική Θερμότητα Τήξης

Η θερμότητα που απορροφάται κατά τη μετατροπή του πάγου σε νερό.

Πάγος  $\rightarrow 1437 \text{ cal/mole } (0^\circ\text{C})$   
ή  $80 \text{ cal/g}$

## Ειδική Θερμότητα Εξάτμισης

Η απαιτούμενη θερμότητα για τη μετατροπή του νερού σε ατμό.

Νερό  $\rightarrow 9717 \text{ cal/mole } (100^\circ\text{C})$   
ή  $540 \text{ cal/g}$

Αιτία η μεταβολή των δεσμών H

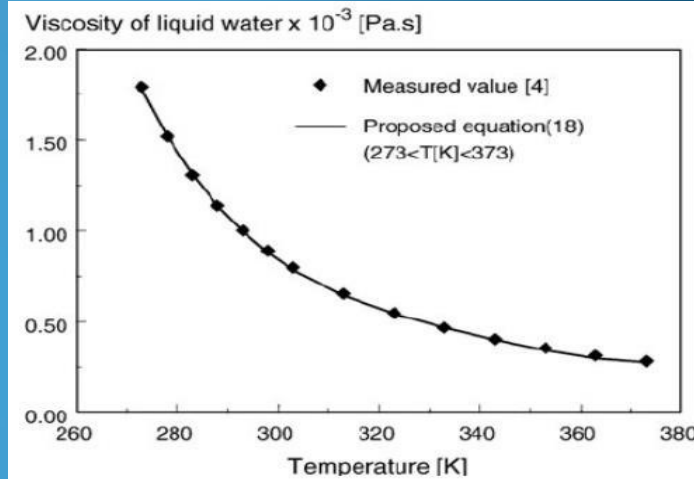
# Ιδιότητες του Νερού

## Ιξώδες

Η αντίσταση ενός υγρού στη ροή και η αντίσταση που παρουσιάζει στη σταδιακή παραμόρφωσή του μετά από διατμητική τάση.

Μειώνεται όσο αυξάνει η θερμοκρασία λόγω της μείωσης των ενδομοριακών έλξεων.

(!) Οι διεργασίες επεξεργασίας του νερού (κροκίδωση, διήθηση, καθίζηση) γίνονται πιο αποτελεσματικές.

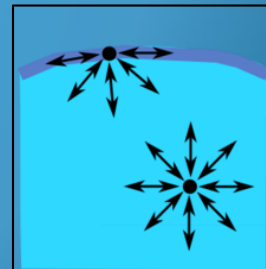


## Επιφανειακή Τάση

Οι δυνάμεις που δρουν για να ελαχιστοποιήσουν την επιφάνεια ενός δεδομένου όγκου υγρού αφού τα μόρια στην επιφάνεια του φέρονται ως μη δεκτικά εξωτερικών δυνάμεων και έλκονται μεταξύ τους και προς το εσωτερικό της υγρής μάζας από δυνάμεις συνοχής.

Στους 20 °C: **72,75 dynes/cm** (πολύ μεγάλη, οφείλεται στους δεσμούς **H**)

Μειώνεται όσο αυξάνει η θερμοκρασία.



# Ιδιότητες του Νερού

## Διηλεκτρική Σταθερά

Μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα διατήρησης χωριστών φορτίων. Είναι **ασυνήθιστα υψηλή** κι έτσι όταν ιόντα διαλύονται στο νερό δεν ξανασχηματίζουν στερεό.

Γι' αυτό το νερό είναι **πολύ καλός διαλύτης!**

## Αγωγιμότητα

Η ικανότητα του νερού να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Σχετίζεται με τα ολικά διαλυμένα στερεά. Αυξημένη αγωγιμότητα αποτελεί ένδειξη:

- Αυξημένης ρύπανσης
- Αυξημένης περιεκτικότητας αλάτων

**Μονάδα μέτρησης: (Siemens/cm)**  
Αποσταγμένο νερό: 70  $\mu\text{S}/\text{m}$  (λόγω  $\text{CO}_2$ )

$$0^\circ\text{C} \rightarrow \epsilon = 88$$

$$25^\circ\text{C} \rightarrow \epsilon = 78,5$$

$$100^\circ\text{C} \rightarrow \epsilon = 55,4$$

### Τυπικές τιμές αγωγιμότητας για διάφορες ποιότητες νερού

Υπερκάθαρο νερό	0,055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Νερό από αντίστροφη όσμωση	5-15 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Νερό λίμνης	40-1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Εμφιαλωμένο νερό	350-450 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Νερό ποταμού	400-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Θαλασσινό νερό	53 $\text{mS}/\text{cm}$

# Χαρακτηριστικά Ποιότητας Νερού

Φυσικά

Βιολογικά

( Βακτήρια και Ιοί  
απορροφούνται σε  
αιωρούμενα στερεά )

Απαιτούμενη Επεξεργασία:

Απολύμανση

+

➤ Κροκίδωση – Καθίζηση

➤ Διήθηση

Χημικά

Ανόργανα

Οργανικά



# Ρύπανση Υδάτων

**Ρύπανση:** οποιαδήποτε ανεπιθύμητη αλλαγή στα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του νερού των θαλασσών, λιμνών ή ποταμών και υπογείων υδάτων η οποία είναι ή μπορεί να γίνει ζημιογόνος για τον άνθρωπο, τους υπόλοιπους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς αλλά και τις βιομηχανικές διαδικασίες και τις συνθήκες ζωής.



**Ρύπος** χαρακτηρίζεται μια ουσία στο νερό με συγκέντρωσή μεγαλύτερη από αυτήν που συναντάται στα φυσικά αποθέματα του γλυκού νερού και δεν επιτρέπει την κανονική του χρήση.

## Άμεση Ρύπανση

Μπορεί να διαπιστωθεί με την όσφρηση και την όραση.

Πχ. τοξικά απόβλητα → Άμεσος θάνατος υδρόβιων οργανισμών

## Έμμεση Ρύπανση

Δεν είναι ορατή και προκαλεί σταδιακή αλλαγή στα είδη που διαβιούν στο νερό.

Πχ. Απορροή γεωργικών λιπασμάτων στα υδατορέματα

**(!) Να μη συγχέεται η ρύπανση με τη μόλυνση (= απαιτεί παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών)**

## Ρύπανση

Χημική (με την εισαγωγή επικίνδυνων τοξικών ουσιών),  
Ενεργειακή, Θερμική (θερμά απόβλητα, νερά βιομηχανιών), Ραδιενεργή, Βιολογική κ.λ.π.

### Συμβατικοί ρύποι

### Μη συμβατικοί ρύποι

### Οργανική ύλη

### Οξέα – Βάσεις

Ενώσεις του αζώτου ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ )

Τοξικές οργανικές ενώσεις:  
Ζιζανιοκτόνα, Εντομοκτόνα, Παρασιτοκτόνα, Διοξίνες,  
Φαινόλες, Χλωροφαινόλες, Χλωριωμένοι ΗC, THM,  
Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB),  
Πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH)

Ενώσεις του φωσφόρου ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Βαρέα Μέταλλα (Cd, Cr, Hg, Pb, Ni, Cu, Zn, κ.λ.π.)

Αρσενικό (As)

Θειούχα ( $\text{S}^{2-}$ )

Κυανιούχα ( $\text{CN}^-$ )

Ραδιενεργά στοιχεία



# Πηγές Ρύπανσης Υδατικών Πόρων

## 1. Βιομηχανική δραστηριότητα:

Υγρά και στερεά χημικά απόβλητα.

- Ρύπανση με οργανικά (βιομηχανίες τροφίμων).
- Ρύπανση με θρεπτικά → ευτροφισμός (βιομηχανίες λιπασμάτων).
- Ρύπανση με βαρέα μέταλλα (χημικές βιομηχανίες)
- Θερμική ρύπανση από νερά ψύξης.

## 2. Γεωργοκτηνοτροφική δραστηριότητα:

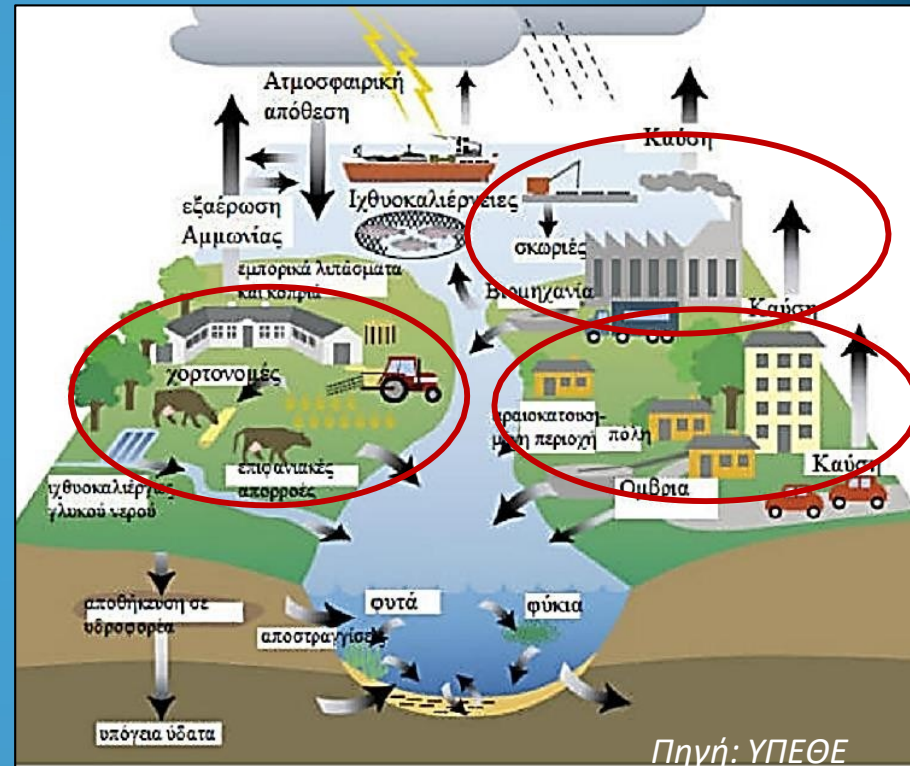
Απόβλητα και λύματα γεωργικών μονάδων. Απορροή και έκπλυση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων στο έδαφος.

## 3. Αστική και οικιακή δραστηριότητα:

Υγρά και στερεά οικιακά λύματα.  
Διαφυγές χωματερών (στραγγίσματα).

## 4. Φυσικές Διεργασίες:

Διείσδυση της θάλασσας στους υπόγειους υδροφορείς.



## Πηγές ρύπανσης υδάτων, είδος ρύπου και επίδραση

Πηγή	Είδος ρύπου	Επίδραση
Χημικές βιομηχανίες Μεταλλουργεία	Cu, Pb, Zn, Cd, Hg Co, Cr, Ag, As, CN	Συσσώρευση στις τροφικές αλυσίδες
Χημικές βιομηχανίες Βιομηχανίες τροφίμων Φαρμακευτικές βιομηχανίες Χαρτοποιεία	Φαινόλες, Αμμωνία Απορρυπαντικά, Ίνες χαρτιού	Ελαττώνουν το οξυγόνο Φαινόμενα ευτροφισμού Τοξικά προϊόντα (αμμωνία, φαινόλες) Ελάττωση της οικολογικής ποικιλότητας
Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)	Βαρέα μέταλλα, Αέρια Οργανικές ενώσεις, Ανόργανες ενώσεις	Ρύπανση υπόγειων υδροφόρων
Αγροτικές δραστηριότητες	Λιπάσματα, Εντομοκτόνα Παρασιτοκτόνα	Αύξηση νιτρικών ιόντων Καρκινογένεσεις
Κτηνοτροφικές δραστηριότητες Σφαγεία	Άζωτο, Φωσφόρος Βακτήρια, Μύκητες	Ρύπανση και μόλυνση υπόγειων και επιφανειακών νερών
Όξινη βροχή	Όξειδια S και N	Καταστροφή καλλιεργιών, δασών κ.λπ.
Πυρηνικοί σταθμοί	Ραδιενέργεια στο νερό	Γενετικές αλλοιώσεις Συσσώρευση στις τροφικές αλυσίδες
Διυλιστήρια Διαρροές υδρογονανθράκων	Υδρογονάνθρακες Πετρέλαιο, Ασφαλτος	Καταστροφή πανίδας και χλωρίδας Εμποδίζουν την οξυγόνωση του νερού
Μεταλλευτικές Δραστηριότητες	Αιωρούμενα στερεά, Ορυκτές ενώσεις Όξινα απόβλητα	Ρύπανση αέρα και υπόγειων νερών Καθιζήσεις εδάφους
Ενεργειακοί σταθμοί Βιομηχανίες	Θερμό νερό	Θανάτωση των αυγών των ψαριών Ελάττωση του O <sub>2</sub> , αύξηση του ρυθμού μεταβολισμού των οργανισμών
Διείσδυση της θάλασσας	Άλατα	Καταστροφή παράκτιων υδροφόρων οριζόντων

# Πηγές Ρύπανσης Υδατικών Πόρων

## Σημειακές

Διακριτές αιτίες της ρύπανσης:

- Μονάδες επεξεργασίας λυμάτων.
- Οχετοί και δίκτυα αστικών και βιομηχανικών λυμάτων

## Μη σημειακές

Διάχυτες πηγές:

- Απορροές και ψεκασμοί σε γεωργικές εκτάσεις (λιπάσματα, φυτοφάρμακα).
- Απόπλυση χημικών ουσιών από ΧΥΤΑ.



# Ρύπανση των επιφανειακών υδάτων

Οι χημικές ενώσεις και ουσίες που ανιχνεύονται στα επιφανειακά νερά διακρίνονται ως:



Ξένες ως προς τη χημική σύσταση του νερού



Διαφορετικών συγκεντρώσεων από την φυσιολογική σύσταση του νερού



Επιπλέουσες  
(λίπη, αφροί)



Αιωρούμενα  
υλικά



Διαλυμένες  
ουσίες

## Κύριες πηγές ρύπανσης ποταμών & λιμνών

- Γεωργικές δραστηριότητες
- Αστικές απορροές όμβριων
- Ξύλευση των δασών
- Ιδιωτικά αποχετευτικά συστήματα

## Κύριες πηγές ρύπανσης θαλασσών

- Απόρριψη λυμάτων και αποβλήτων
- Διαρροές πετρελαίου





# Ρύπανση των υπόγειων υδάτων

Επιβλαβείς ουσίες που εισχωρούν σε έναν υπόγειο υδροφόρα.

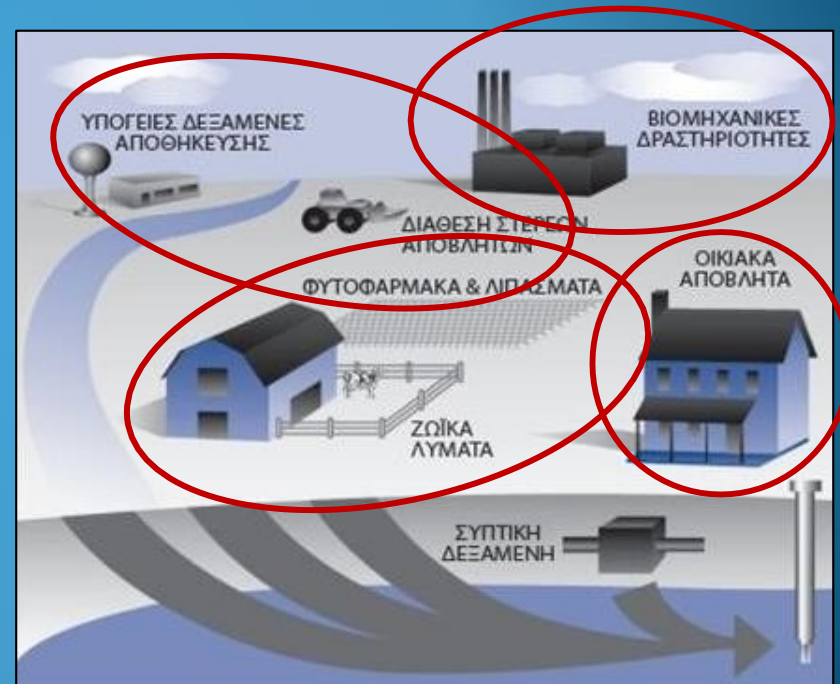
Υψηλής συγκέντρωση τοξικών ουσιών.

Τα τοξικά οργανικά χημικά δεν διυλίζονται στη διάρκεια της κατείσδυσής τους.

Η απομάκρυνσή τους όταν καταλήξουν σε υπόγεια ύδατα καθίστανται δυσχερής ή αδύνατη

## Κύριες πηγές επικίνδυνων ουσιών

- Χώροι απόθεσης βιομηχανικών αποβλήτων
- Αγροκτήματα
- Χωματερές και άλλες υπόγειες αποθηκεύσεις
- Διάθεση αστικών λυμάτων



# Πηγές ρύπανσης των υπόγειων νερών

Ρύπανση που δημιουργείται στην επιφάνεια του εδάφους	Ρύπανση που δημιουργείται πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα	Ρύπανση που δημιουργείται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα
Διήθηση ακάθαρτου επιφανειακού νερού	Επιφανειακές δεξαμενές διάθεσης αποβλήτων	Διάθεση αποβλήτων σε εκσκαφές με νερό
Επιφανειακή διάθεση στερεών και ρευστών αποβλήτων	Διαρροή από υπόγειες δεξαμενές αποθήκευσης	Αγροτικά πηγάδια στράγγισης και αρδευτικές διώρυγες
Σκουπιδότοποι	Σηπτικοί και διηθητικοί βόθροι	Υπεδάφια αποθήκευση
Διάθεση αποβλήτων & λάσπης από σταθμούς επεξεργασίας	Διαρροή από σωλήνες μέσα στο έδαφος	Διάθεση αποβλήτων με πηγάδια
Ρίψη αλατιού στους δρόμους	Χώροι ταφής απορριμμάτων	Ορυχεία
Συσσώρευση ζωοτροφών, χαλασμένων φρούτων κτλ.	Λεκάνες αποστράγγισης και στερεομένα πηγάδια	Ερευνητικές γεωτρήσεις
Λιπάσματα και φυτοφάρμακα	Τεχνητός εμπλουτισμός	Εγκαταλειμμένα πηγάδια
Διαρροές από ατυχήματα	Ρίψη αποβλήτων σε εκσκαφές	Πηγάδια ύδρευσης
Ουσίες από την ατμόσφαιρα	Νεκροταφεία	Ανάπτυξη υδατικών πόρων

# Ερωτήσεις

- 1. Δεσμός υδρογόνου καλείται ο δεσμός:**
  - α) Ανάμεσα στα δύο άτομα υδρογόνου του ίδιου μορίου.
  - β) Ανάμεσα σε δυο άτομα υδρογόνου διαφορετικών μορίων.
  - γ) Ανάμεσα σε ένα άτομο υδρογόνου του ενός μορίου, και του ατόμου οξυγόνου του άλλου μορίου.
  - δ) Ανάμεσα σε ένα άτομο υδρογόνου και ενός μετάλλου.
- 2. Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του νερού (υψηλό σημείο βρασμού, μεγάλη πυκνότητα, ιξώδες, κτλ.) οφείλονται:**
  - α) Στη δυνατότητα σχηματισμού 18 πιθανών ισοτόπων του νερού.
  - β) Στους δεσμούς υδρογόνου που σχηματίζουν τα μόρια του νερού μεταξύ τους.
  - γ) Στα συστατικά που μεταφέρει το νερό ως αιωρούμενα στερεά.
  - δ) Στις διαστάσεις του μορίου του.
- 3. 4. Η ειδική θερμότητα εξάτμισης είναι μεγάλη στο νερό, διότι κατά την εξάτμιση:**
  - α) Καταστρέφονται όλοι οι δεσμοί υδρογόνου.
  - β) Αλλάζει ο όγκος του μορίου.
  - γ) Αλλάζει η πολικότητα του νερού.
  - δ) Αλλάζει η τάση ατμών.

## Ερωτήσεις

- 1. Δεσμός υδρογόνου καλείται ο δεσμός:**
  - α) Ανάμεσα στα δύο άτομα υδρογόνου του ίδιου μορίου.
  - β) Ανάμεσα σε δυο άτομα υδρογόνου διαφορετικών μορίων.
  - γ) Ανάμεσα σε ένα άτομο υδρογόνου του ενός μορίου, και του ατόμου οξυγόνου του άλλου μορίου.**
  - δ) Ανάμεσα σε ένα άτομο υδρογόνου και ενός μετάλλου.
- 2. Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του νερού (υψηλό σημείο βρασμού, μεγάλη πυκνότητα, ιξώδες, κτλ.) οφείλονται:**
  - α) Στη δυνατότητα σχηματισμού 18 πιθανών ισοτόπων του νερού.
  - β) Στους δεσμούς υδρογόνου που σχηματίζουν τα μόρια του νερού μεταξύ τους.**
  - γ) Στα συστατικά που μεταφέρει το νερό ως αιωρούμενα στερεά.
  - δ) Στις διαστάσεις του μορίου του.
- 3. 4. Η ειδική θερμότητα εξάτμισης είναι μεγάλη στο νερό, διότι κατά την εξάτμιση:**
  - α) Καταστρέφονται όλοι οι δεσμοί υδρογόνου.**
  - β) Αλλάζει ο όγκος του μορίου.
  - γ) Αλλάζει η πολικότητα του νερού.
  - δ) Αλλάζει η τάση ατμών.



# Ρυπαντικές Παράμετροι - Δείκτες Ποιότητας Νερού

## Οργανοληπτικές

- Χρώμα
- Θολερότητα
- Οσμή
- Γεύση

## Φυσικοχημικές

- Σκληρότητα
- Ολικά Διαλυμένα Στερεά (TDS)
- Αγωγιμότητα – Αλατότητα
- Σχέση Προσοροφημένου Νατρίου (SAR)
- Οξύτητα – Αλκαλικότητα (pH)

## Χημικές

- Διάφορα κατιόντα ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ )
- Διάφορα ανιόντα ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ )
- Θρεπτικά συστατικά (N, P, S, Si)
- Αέρια (Υδροθείο, Μεθάνιο, Αμμωνία)
- Ιχνοστοιχεία
- Βαριά μέταλλα
- Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)

## Ανεπιθύμητες & Τοξικές ουσίες

- Παρασιτοκτόνα
- Εντομοκτόνα
- Ζιζανιοκτόνα
- Διοξίνες
- Χλωριωμένοι HC
- Φαινόλες – Χλωροφαινόλες
- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB)
- Πολυκυκλικοί Αρωματικοί HC (PAH)

# Δείκτες Ποιότητας Νερού

## Οργανοληπτικές Παράμετροι

### Φυσικές ιδιότητες νερού

- Άχρωμο
- Διαυγές
- Άοσμο
- Άγευστο

### Αισθητικά ποιοτικά χαρακτηριστικά

- Χρώμα
- Θολερότητα
- Οσμή
- Γεύση

Χαρακτηριστικά που  
σχετίζονται με την:

- Προέλευση
- Μέθοδο Επεξεργασίας
- Δίκτυο Διανομής

Προδιαγραφές Πόσιμου Νερού: Οργανοληπτικές  
Παράμετροι (ΦΕΚ 53/20-2-1986)

Οργανοληπτικές παράμετροι	Έκφραση αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή τιμή
Χρώμα	mg/l <sup>t</sup>	1	20
Θολερότητα	mg/l <sup>t</sup> SiO <sub>2</sub>	1	10
Οσμή	ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12 <sup>o</sup> C 3 μέχρι 25 <sup>o</sup> C
Γεύση	ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12 <sup>o</sup> C 3 μέχρι 25 <sup>o</sup> C

# Οργανοληπτικές Παράμετροι Υδάτων

## Χρώμα

Τα νερά δεν θα πρέπει να είναι χρωματισμένα. Μερικές φορές παρατηρείται χρωματισμός κίτρινος ή υποπράσινος, και ακόμα πιο σπάνια σκοτεινός ή μαύρος.

**Για να χαρακτηριστεί το νερό πόσιμο θα πρέπει να είναι τελείως διαυγές.**

### Φαινόμενο Χρώμα:

Οφείλεται τόσο στην απορρόφηση, όσο και στη διάθλαση φωτός.

### Αληθινό Χρώμα:

Εξαρτάται από το είδος και την ποσότητα των διαλυμένων στο νερό ουσιών.

(!) Η διαφορά ανάμεσα σε φαινόμενο και αληθινό χρώμα σχετίζεται άμεσα με τη θολερότητα του νερού

Μονάδα μέτρησης: Χρωματικές μονάδες κλίμακας  
**Κοβαλτίου-Λευκοχρύσου Pt/Co (mg Pt-Co / L).**  
Δεκτό θεωρείται το όριο των **20** βαθμών.



*Ποταμός στην περιοχή Guangxi, Κίνα*

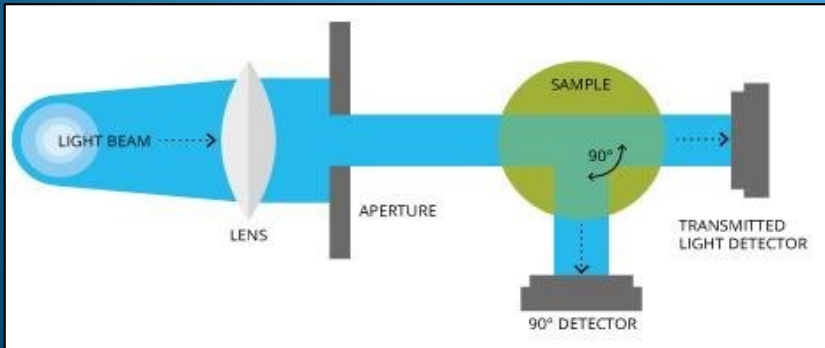
# Οργανοληπτικές Παράμετροι Υδάτων

## Θολότητα ή Θολερότητα

Η οπτική ιδιότητα ενός υγρού δείγματος να προκαλεί διάχυση φωτός και απορρόφηση, χωρίς να επιτρέπεται διέλευση του. (Η απουσία διαύγειας σε ένα υγρό δείγμα).

Η θολότητα είναι αρνητικό χαρακτηριστικό του νερού όχι μόνο για αισθητικούς λόγους, αλλά και για παράγοντες που σχετίζονται με την υγεία. Τα αιωρούμενα συστατικά που δημιουργούν τη θολότητα μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη και μεταφορά μικροοργανισμών.

Μονάδα Μέτρησης: Νεφελομετρικές Μονάδες Θολότητας. NTU  
(Nephelometric Turbidity Unit) **1 NTU = 1 mg SiO<sub>2</sub> / L**  
(Θολερότητα ενός διαλύματος που περιέχει 1 mg/L διοξείδιο του πυριτίου)



### Νεφελόμετρο *Orion AQ4500*

Η μέτρηση γίνεται με χρήση μιας δέσμης ορατού φωτός και ενός ανιχνευτή ακτινοβολίας (ένταση και γωνία).



# Οργανοληπτικές Παράμετροι Υδάτων

## Οσμή

Προβλήματα στην **οσμή** μπορεί να σχετίζονται με την **πηγή προέλευσης** του νερού, τη μέθοδο που ακολουθείται στην **επεξεργασία** του και με το **δίκτυο διανομής** του.

### Μερικές βασικές αιτίες που προκαλούν οσμή:

- **Επιφανειακά νερά:** Αποικοδόμηση φυτικής ύλης και προϊόντα μεταβολισμού από:
  - Νηματοειδή βακτήρια
  - Ακτινομύκητες
  - Πράσινο-μπλε άλγη
- **Υπόγεια νερά:**
  - Βακτήριο *desulfonibrio desulfuricans* → Παραγωγή Υδρόθειου (> 0,1 mg/L → αβγουλίλα!)

Μονάδα Μέτρησης:

Συγκέντρωση συστατικών που προκαλούν οσμή (**mg/L**)

Προϊόντα μεταβολισμού ακτινομυκήτων και πράσινο-μπλε αλγών: Δυσσομία μούχλας {

*Συγκεντρώσεις χημικών συστατικών που δημιουργούν προβλήματα οσμής στο πόσιμο νερό*

Συστατικό	Συγκέντρωση εμφάνισης οσμής, mg/L
Διχλωρομεθάνιο	24,0
Χλωροφόρμιο	20,0
Τριχλωροαιθυλένιο	0,5
Τετραχλωροαιθυλένιο	0,3
Τετραχλωράνθρακας	0,2
Τουλουόλιο	0,14
2-οκτανόλη	0,13
Στυρένιο	0,05
Ναφθαλένιο	0,007
Μεθυλοσουλφίδιο	0,003
1,4-διχλωροβενζόλιο	0,0003
Γεωσμίνη	0,000005
Μεθυλοϊσοβορνεόλη (MIB)	0,000005



# Οργανοληπτικές Παράμετροι Υδάτων

## Γεύση

Προβλήματα στη γεύση μπορεί να σχετίζονται με την πηγή προέλευσης του νερού, τη μέθοδο που ακολουθείται στην επεξεργασία του και με το δίκτυο διανομής του.

Κύρια συστατικά που προκαλούν γεύση:

- Χλώριο: προερχόμενο από χλωρίωση νερού δικτύου ύδρευσης. Η αντίδραση του με τα οργανικά συστατικά του νερού προκαλεί γεύση και οσμή. Όριο γεύσης: 0,2 mg/L (σε pH = 7), 0,5 mg/L (σε pH = 9)
- Διαλυμένα Άλατα (TDS): Αποδεκτό Όριο < 1200 mg/L
- Μέταλλα: Fe, Cu, Zn

*Συγκεντρώσεις χημικών συστατικών που δημιουργούν προβλήματα γεύσης στο πόσιμο νερό (Cohen, 1960)*

Μονάδα Μέτρησης:  
Συγκέντρωση συστατικών που  
προκαλούν γεύση (mg/L)

Δημιουργούνται από τη φαινόλη  
κατά τη χλωρίωση του νερού

Συστατικό	Συγκέντρωση γεύσης, mg/L
Zn <sup>2+</sup>	4-9
Cu <sup>2+</sup>	2-5
Fe <sup>2+</sup>	0,04 - 0,1
Mn <sup>2+</sup>	4-30
2-Χλωροφαινόλη*	0,004
2,4-Χλωροφαινόλη*	0,008
2,6-Χλωροφαινόλη*	0,002
Φαινόλη	> 1,0

## Δείκτες Ποιότητας Νερού Φυσικοχημικές Παράμετροι

- Σκληρότητα
- Ολικά Διαλυμένα Στερεά (TDS)
- Αγωγιμότητα –Αλατότητα
- Σχέση Προσοφημένου Νατρίου (SAR)
- Οξύτητα –Αλκαλικότητα (pH)

# Φυσικοχημικές Παράμετροι Υδάτων

## Σκληρότητα

Η **Σκληρότητα** εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε πολυσθενή κατιόντα (κυρίως άλατα  $\text{Ca}^{2+}$  και  $\text{Mg}^{2+}$ ). Παράμετρος που δείχνει την τάση για σχηματισμό ανθρακικών και άλλων **επικαθίσεων**.

Στις βιομηχανικές χρήσεις νερού η σκληρότητα παρακολουθείται συστηματικά ώστε να αποφευχθούν οι δαπανηρές βλάβες σε λέβητες, ψυκτικούς πύργους και άλλον εξοπλισμό.

**Οι επικαθίσεις αλάτων προκαλούν προβλήματα σε:**  
σωληνώσεις, οικιακές συσκευές, φθορές σε επιφάνειες.  
Αφήνουν λευκά αποθέματα πουριού στην επιφάνεια των οικιακών συσκευών, βραστήρες και θερμοσίφωνες.

Το σκληρό πόσιμο νερό δεν είναι επικίνδυνο για την υγεία.

➤ **Παροδική σκληρότητα:**  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

➤ **Μόνιμη σκληρότητα:**  $\text{CaSO}_4$   $\text{CaCl}_2$   $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

**Ολική σκληρότητα = Παροδική + Μόνιμη**

Μονάδα Μέτρησης: **ppm  $\text{CaCO}_3$**   
ή Γαλλικός βαθμός ( $^\circ\text{F}$ ): 10 mg/L  $\text{CaCO}_3$

ppm	$\mu\text{S}/\text{cm}$	f (γαλλικοί βαθμοί)	Χαρακτηρισμός νερού
0-70	0-140	0-7	Πολύ μαλακό νερό
70-150	140-300	7-15	Μαλακό νερό
150-250	300-500	15-25	Κάπως σκληρό νερό
250-320	500-640	25-32	Αρκετά σκληρό νερό
320-420	640-840	32-42	Σκληρό νερό
>420	>840	>42	Πολύ σκληρό νερό



## Φυσικοχημικές Παράμετροι Υδάτων

### Ολικά Διαλυμένα Στερεά

Τα **Ολικά Διαλυμένα Στερεά (Total dissolved solids - TDS)** είναι μια μέτρηση όλων των ιόντων που υπάρχουν σε διάλυση.

#### Μέθοδος μέτρησης:

- i. Διήθηση των στερεών που πρέπει να είναι αρκετά μικρά για να περάσουν μέσα από φίλτρο.
- ii. Εξάτμιση του διηθήματος
- iii. Ζύγιση του στερεού υπολείμματος.

Τα ολικά διαλυμένα στερεά κανονικά εξετάζονται μόνο για συστήματα γλυκού νερού, επειδή η αλατότητα περιλαμβάνει μερικά από τα ιόντα που αποτελούν τον ορισμό των TDS

Μονάδα Μέτρησης: **mg/L**

Συνιστώμενη συγκέντρωση στο πόσιμο νερό: 500 mg/L

# Φυσικοχημικές Παράμετροι Υδάτων

## Αγωγιμότητα

Η **Ειδική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (HA)** δηλώνει την ευκολία διέλευσης των ηλεκτρικά φορτισμένων σωματιδίων από τη μάζα του νερού. Οφείλεται στην παρουσία ηλεκτρολυτών, δηλαδή ενώσεων που διαλυμένα στο νερό δίστανται αποδίδοντας θετικά φορτισμένα κατιόντα και αρνητικά φορτισμένα ανιόντα. Η **HA** είναι ανάλογη της **αλατότητας**.

Εξαρτάται από:

- την παρουσία ιόντων (κατ' επέκταση αλάτων)
- τη συγκέντρωση των ιόντων
- την ευκινησία των ιόντων
- το σθένος των ιόντων
- τη θερμοκρασία του διαλύματος

Μονάδα Μέτρησης: **Siemens ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )**

Αγωγιμότητα νερών σε  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Αποσταγμένο νερό=	0,1 – 4
Νερό βροχής=	20 – 100
Επιφανειακό γλυκό νερό=	100 - 1000
Υπόγειο νερό=	200 – 1500
Θάλασσα=	40000-50000



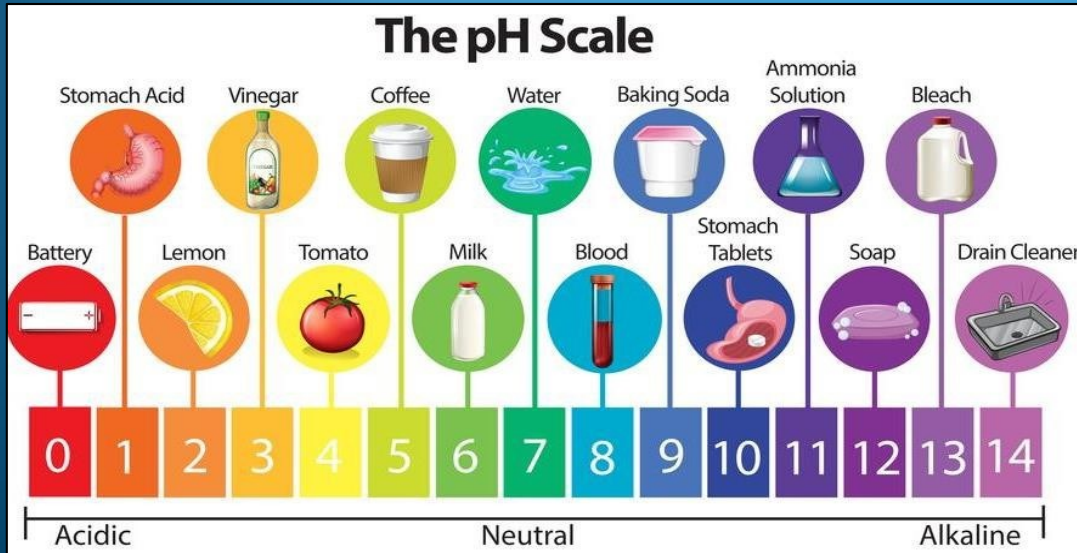
Αγωγιμόμετρο τσέπης

# Φυσικοχημικές Παράμετροι Υδάτων

## Οξύτητα - Αλκαλικότητα

Η μέτρηση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου σε ένα υδατικό διάλυμα. Στο καθαρό νερό γίνεται ιονισμός σε κατιόντα υδρογόνου ( $H^+$ ) και ανιόντα υδροξυλίου ( $OH^-$ ) σύμφωνα με:  $H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-$

Με τον όρο οξύτητα (pH) ορίζεται «ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των κατιόντων υδρογόνου» ( $pH = -\log[H^+]$ ). Μονάδα Μέτρησης: **pH (0 – 14)**



Καταλληλότερες τιμές  
φυσικών νερών: **pH = 6.5 - 8**

Στο νερό, το pH εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως:

- Η θερμοκρασία
- Η αλατότητα
- Η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου
- Η μεταβολική δραστηριότητα υδρόβιων οργανισμών και η αποσύνθεση οργανικών ουσιών

## Φυσικοχημικές Παράμετροι Υδάτων Σχέση Προσοφημένου Νατρίου (SAR)

Η Σχέση Προσοφημένου Νατρίου είναι κριτήριο τοξικότητας του Νατρίου στο νερό άρδευσης. Οι τιμές SAR είναι αντιστρόφως ανάλογες της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας.

Κατηγορίες τιμών SAR για νερά  
ηλεκτρικής αγωγιμότητας 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Κατηγορία	Τιμή SAR	Κίνδυνος
1	< 6	Μικρός
2	6 – 12	Μέσος
3	12 – 18	Μεγάλος
4	> 18	Πολύ μεγάλος

Μονάδα Μέτρησης: SAR (meq/L)

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

# Φυσικά Νερά

Τα νερά που συναντάμε στη φύση δεν είναι "καθαρά" από χημικής άποψης.

Τα νερά κατά τη διαδρομή τους μέσα στην ατμόσφαιρα και το έδαφος εμπλουτίζονται με διάφορα συστατικά τα οποία μεταβάλλουν διάφορα χαρακτηριστικά τους όπως:

- pH
- Συγκέντρωση οξυγόνου
- Σκληρότητα
- Ρυθμιστική ικανότητα  
(να διατήρηση του pH σε σταθερές τιμές)
- Συγκέντρωση σιδήρου, μαγγανίου κλπ.

## Ανθρωπογενείς επιβαρύνσεις:

- Νιτρικά
- Θειικά
- Φυτοφάρμακα
- Ζιζανιοκτόνα
- Χλωριωμένους υδρογονάνθρακες
- Αρσενικό
- Αλουμίνιο

# Χημικές Παράμετροι Υδάτων

Στο πόσιμο νερό από χημικής άποψης ενδέχεται να βρεθούν:

- Διάφορα κατιόντα ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ )
- Διάφορα ανιόντα ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ )
- Θρεπτικά συστατικά (N, P, S, Si)
- Αέρια (Υδροθείο, Μεθάνιο, Αμμωνία)
- Ιχνοστοιχεία
- Βαριά μέταλλα
- Ολικός Οργανικός Άνθρακας (TOC)

## Αμμωνία (NH<sub>3</sub>)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,5 mg/L

Το αμμωνιακό άζωτο εντοπίζεται είτε ως αμμωνιακά ιόντα είτε ως ελεύθερη αμμωνία. Η μορφή του εξαρτάται από το pH και τη θερμοκρασία του διαλύματος.

Όταν εντοπίζεται στο πόσιμο νερό σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 0,2 mg/L

Αρχίζει να δημιουργεί προβλήματα στη γεύση και την οσμή του νερού,

Ενώ μειώνει και την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης.

Συμβάλλει επιπλέον και στον σχηματισμό νιτρικών αλάτων στα συστήματα ύδρευσης.

### Επιπτώσεις στην υγεία

Δεν είναι άμεση η επιρροή της αμμωνίας στην ανθρώπινη υγεία, αλλά αποτελεί δείκτη για ρύπανση από κοπρανώδεις ουσίες.

## Άζωτο (νιτρώδη και νιτρικά ιόντα)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 50 mg/L NO<sub>3</sub> και 0,1 mg/L NO<sub>2</sub>

Η οξείδωση των αζωτούχων ενώσεων καταλήγει στο στάδιο των νιτρικών ιόντων.

Συνήθως η συγκέντρωσή τους στα νερά είναι μικρή, ενώ η αύξηση τους συνεπάγεται με ρύπανση λόγω λιπασμάτων ή λυμάτων και αποβλήτων.

Επίσης, υπάρχουν και στον αέρα εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, οπότε με τη βροχή μπορεί είτε να παρασυρθούν από τη βροχή είναι να εναποτεθούν στο έδαφος.

### Επιπτώσεις στην υγεία

Τα νιτρικά άλατα μπορούν να προκαλέσουν την παιδική ασθένεια μεθαιμογλοβιναιμία  
Επιπλέον, τα νιτρώδη και τα νιτρικά άλατα σχηματίζουν στο στομάχι καρκινογόνες νιτροζοενώσεις.



## Φώσφορος (P)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 5000  $\mu\text{g/L}$   $\text{P}_2\text{O}_5$

Ο φώσφορος απαντάται στα επιφανειακά και υπόγεια νερά σε διάφορες μορφές, με τις πιο συχνότερες τα ορθοφωσφορικά και πολυφωσφορικά ιόντα, ως οργανικός φώσφορος που δεσμεύεται σε οργανικές ενώσεις.

Η προέλευσή του στα επιφανειακά νερά μπορεί να είναι από πηγές φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης.

Για παράδειγμα, πολλά **απορρυπαντικά** που χρησιμοποιούνται σε οικιακές και βιομηχανικές χρήσεις έχουν ως συστατικά πολυφωσφορικά ιόντα ώστε να αποσκληραίνεται το νερό. Έτσι, δημιουργούνται λύματα και απόβλητα με φώσφορο που καταλήγουν στο νερό.

Τα **φωσφορούχα λιπάσματα** που χρησιμοποιούνται για καλλιέργειες δεν μπορούν να δεσμευτούν ποσοτικά από τα νερά και το έδαφος, οπότε οι εκπλύσεις των εδαφών μπορεί να περιλαμβάνουν σημαντικά φορτία φωσφόρου.

Η δημιουργία του **οργανικού φωσφόρου** συμβαίνει συνήθως σε βιολογικές διαδικασίες όπως τα περιττώματα και υπολείμματα τροφών. Η χαμηλή συγκέντρωση φωσφορικών αποτελεί σημαντικό περιορισμό ανάπτυξης για κάποια υδάτινα οικοσυστήματα

## Χλώριο (Cl)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 200 mg/L

Το χλώριο που βρίσκεται σε μορφή **χλωριόντων** είναι από τα βασικότερα ανόργανα ιόντα στα νερά. Είναι διαδεδομένα στη φύση ως **άλατα νατρίου (NaCl), καλίου (KCl), μαγνησίου (MgCl<sub>2</sub>) και ασβεστίου (CaCl<sub>2</sub>)** και προέρχονται από τη διάβρωση πετρωμάτων.

Η συγκέντρωσή του διαφέρει σε επιφανειακά και υπόγεια νερά και ο παράγοντας που την επηρεάζει είναι κυρίως η χημική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό.

Μπορούν να προκύψουν επίσης από λιπάσματα, λύματα, βιομηχανικά απόβλητα ή διείσδυση νερού από τη θάλασσα. Συνήθως στις παράκτιες περιοχές παρατηρούνται υψηλές τιμές λόγω υπεραντλήσεων και προέλασης του θαλάσσιου μετώπου.

Λόγω των ιόντων αυτών αυξάνεται ο ρυθμός διάβρωσης των μεταλλικών επιφανειών, ενώ προκαλούνται βλαβερές συνέπειες στην ανάπτυξη πολλών φυτών.

### Υπολειμματικό χλώριο

Για να απολυμανθεί το πόσιμο νερό εφαρμόζεται συνήθως η **χλωρίωση**, που μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας καθαρό χλώριο, σε αέρια μορφή ή με ενώσεις χλωρίου. Όταν το χλώριο διαλύεται στο νερό σχηματίζεται υποχλωριώδες οξύ και υδροχλωρικό οξύ. Το υποχλωριώδες οξύ έχει μικροβιοκτόνο δράση.

Ο προσδιορισμός του υπολειμματικού χλωρίου συμβάλει στο να διαπιστωθεί αν έχει εφαρμοστεί επαρκείς χλωρίωση του νερού.

## Θειικά Ιόντα

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 250 mg/L SO<sub>4</sub>

Τα θειικά ιόντα υπάρχουν στα φυσικά νερά (επιφανειακά και υπόγεια) με την μορφή αλάτων όπως, θειικό νάτριο, θειικό μαγνήσιο, θειικό ασβέστιο, κ.α.

Μπορεί να προέρχονται από το νερό της βροχής, τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό ή από ανθρωπογενή αίτια (λιπάσματα, βιομηχανικά λύματα κ.α.).

Ανάλογα με το είδος πετρωμάτων και τις ανθρώπινες δραστηριότητες η συγκέντρωση των ιόντων στο νερό διαφοροποιείται.

Σε περιοχές με υψηλή περιεκτικότητα σε θειικά ιόντα, παρατηρείται διάβρωση των σωληνώσεων και ιδιαίτερα των χάλκινων.

Η παρουσία συγκεκριμένων **βακτηρίων** μπορεί να οδηγήσει σε **αναγωγή των θειικών ενώσεων σε θειούχες**, οι οποίες δίνουν **χαρακτηριστική οσμή «κλούβιου αυγού»** στο νερό.

### Επιπτώσεις στην υγεία

Είναι σημαντικό να μετριέται, καθώς θειικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν δείξει καθαρτική δράση (διάρροιες) στους ανθρώπους

## Κάλιο (K)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 175 mg/L

Το κάλιο αποτελεί συστατικό όλων των φυσικών νερών αλλά σπάνια η συγκέντρωσή του φτάνει τα 20 mg/L.

## Νάτριο (N)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 175 mg/L

Το νάτριο αποτελεί βασικό στοιχείο για την ανθρώπινη ζωή.

Τα άλατά του βρίσκονται σε όλες τις τροφές αλλά και στο πόσιμο νερό.

Η μετακίνησή του μέσα και έξω από τα ανθρώπινα κύτταρα έχει ως **αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικών σημάτων**, χάρη στα οποία πραγματοποιείται η **επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων**.

Η επικοινωνία αυτή με τη σειρά της είναι αναγκαία προκειμένου το σώμα μας να εκτελέσει τις βασικές του λειτουργίες, όπως είναι π.χ. η **μυϊκή δραστηριότητα και η λειτουργία του νευρικού συστήματος**.

## Επιπτώσεις στην υγεία

Ιδιαίτερα αρνητικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία δεν έχουν αναφερθεί, αντίθετα παίζει σημαντικό ρόλο στην ομαλή ρύθμιση των καρδιακών παλμών, συμβάλλει στην πραγματοποίηση της σύσπασης των μυών και ρυθμίζει την πίεση του αίματος.

Στο πόσιμο νερό η συγκέντρωσή του N δεν ξεπερνάει τα **20 mg/L**. Όταν βρίσκεται σε συγκεντρώσεις πάνω από 200 mg/L αλλοιώνει τη γεύση.

## Επιπτώσεις στην υγεία

Διατηρεί σε ισορροπία τα υγρά στο εσωτερικό των κυττάρων, προστατεύει από την αφυδάτωση και ρυθμίζει την αρτηριακή πίεση

## Ασβέστιο (Ca)

Το ασβέστιο είναι συστατικών των φυσικών νερών που προέρχεται από πετρώματα από τα οποία διέρχεται το νερό όπως **ασβεστόλιθος, δολομίτης** και **γύψος**.

Βρίσκεται σε συγκέντρωση από μηδέν μέχρι κάποιες εκατοντάδες mg/L και συμβάλει στην ολική σκληρότητά του.

## Μαγνήσιο (Mg)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 50 mg/L

Τα άλατα του μαγνησίου, όπως και του ασβεστίου, αποτελούν την ολική σκληρότητα του νερού. Όταν θερμαίνεται προκαλούνται επικαθίσεις σε σωληνώσεις και λέβητες.

### Επιπτώσεις στην υγεία

Το ασβέστιο δεν παρουσιάζει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

### Επιπτώσεις στην υγεία

Όταν η συγκέντρωσή τους είναι μεγαλύτερη από 125 mg/L αρχίζουν να επηρεάζουν την υγεία έχοντας καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες.

## Διαλυμένο οξυγόνο

Η ποσότητα οξυγόνου που υπάρχει στο νερό, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η ηλιοφάνεια, η θερμοκρασία, το περιερχόμενο σε μικροοργανισμούς, η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και οργανικές ουσίες κ.ά.

Η τιμή που μετράται αφορά τον κορεσμό του νερού σε οξυγόνο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο για την κατάσταση των επιφανειακών υδάτων.

## Ιχνοστοιχεία

Τα ιχνοστοιχεία είναι μικρές ποσότητες διαφόρων στοιχείων, τα οποία κάποια από αυτά είναι απαραίτητα για την έμβια ζωή, όμως σε μεγαλύτερες γίνονται τοξικά, ενώ κάποια άλλα είναι τοξικά σε οποιαδήποτε ποσότητα.

Η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο μπορεί να μειωθεί εξ' αιτίας διάφορων παραγόντων όπως οργανικές ουσίες σε λύματα ή απόβλητα που χρειάζονται οξυγόνο για την αποσύνθεσή τους.

Η συγκέντρωση του οξυγόνου μπορεί να αυξηθεί λόγω φωτοσυνθετικών οργανισμών όπως τα μικροφύκη και τα υδρόβια φυτά.

Ιχνοστοιχεία που βρίσκονται στο πόσιμο νερό είναι ο **σίδηρος**, το **μαγγάνιο**, το **αργίλιο**, ο **χαλκός**, ο **ψευδάργυρος**, το **κάδμιο**, το **χρώμιο**, ο **μόλυβδος** και το **αρσενικό**.

## Χημική Ανάλυση Τύπων Νερού

mg/L	Θαλασσινό	Βρόχινο	Πόσιμο
Na <sup>+</sup>	10500	0,50	10-150
K <sup>+</sup>	350	0,10	0-5
Ca <sup>+2</sup>	400	0,70	20-150
Mg <sup>+2</sup>	1350	0,15	5-50
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	150	5	150-450
Cl <sup>-</sup>	19000	0,6	10-100
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	2700	1	5-100
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,10	0,2	1-50
pH	7,1	5,5-6,5	7-8
Αγωγιμότητα (μS/cm)	55x10 <sup>3</sup>	10-20	500-1500



## Ανεπιθύμητες ουσίες, τοξικές, βιολογικές παράμετροι Υδάτων

Ένας ρύπος χαρακτηρίζεται τοξικός όταν έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει σοβαρή βλάβη ή θάνατο σε ανθρώπους ή ζώα.



Στοιχεία που θεωρούνται πολύ επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία αν βρεθούν σε μεγαλύτερες ποσότητες από τις αποδεχτές στο νερό:

- Μόλυβδος
- Αρσενικό
- Κάδμιο
- Χρώμιο
- Κυανιόντα

## Μόλυβδος (Pb)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,05mg/L

Είναι το πιο άφθονο μέταλλο στη φύση και χρησιμοποιείται ευρύτατα συνεπώς βρίσκεται διασκορπισμένος στο περιβάλλον.

Δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα όταν διαλύεται και προκύπτει σε ιοντική μορφή.

Είναι πιο τοξικός στη μορφή των οργανικών του ενώσεων.

Τα οργανικά του παράγωγα τετραμεθυλιούχος και ο τετρααιθυλιούχος μόλυβδος, χρησιμοποιήθηκαν ως πρόσθετα στη βενζίνη .

Η χρήση αμόλυβδης βενζίνης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της πρόσληψης μολύβδου από τους κατοίκους αστικών περιοχών.

Στο νερό εμφανιζόταν σε μεγάλες συγκεντρώσεις παλαιότερα όταν χρησιμοποιείτο σε σωλήνες μεταφοράς νερού ύδρευσης, με αρνητικό αποτέλεσμα στη δημόσια υγεία.

### Επιπτώσεις στην υγεία

Η αυξημένες συγκεντρώσεις προκαλούν στον άνθρωπο δηλητηριάσεις με δυσμενείς επιπτώσεις όπως αναιμία, βλάβη νεφρών και λειτουργιών αναπαραγωγής, παρεμβολή στο μεταβολισμό της Βιταμίνης D, αύξηση στην πίεση του αίματος κ.α.

## Αρσενικό (As)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,05mg/L

Ως ιχνοστοιχείο βρίσκεται παντού.

Οι φυσικές πηγές του είναι κυρίως τα ηφαίστεια και η σήψη της φυτικής ύλης.

**Οι ανθρωπογενείς απελευθερώσεις του προέρχονται από:**

- καύσεις του άνθρακα και του πετρελαίου (ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες),
- επεξεργασία ορυκτών (μονάδες τήξεις μετάλλων - το αρσενικό περιέχεται σχεδόν σε όλα τα θειούχα ορυκτά του χαλκού, του μολύβδου και του ψευδαργύρου)
- Διασταλάγματα απορριμμάτων
- Χρήση ζιζανιοκτόνων (απαγορευμένα σήμερα)

Ως μέταλλο θεωρείται ακίνδυνο, αλλά τα οξείδια του είναι τοξικά, κυρίως το  $As_2O_3$  (πρώτη ύλη σε παρασιτοκτόνα, εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, φάρμακα κ.α.)

Στα νερά μεταφέρεται από:

- διάλυση πετρωμάτων,
- βιομηχανικά απόβλητα
- χρήση εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων κλπ.
- Την κινητικότητα των μετάλλων λόγω όξινης βροχής

### Επιπτώσεις στην υγεία

Το αρσενικό είναι δηλητήριο των κυττάρων και καρκινογόνο και προκαλεί καρδιακές διαταραχές, υπέρταση, καρκίνο του δέρματος κ.α.

## Κάδμιο (Cd)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,005mg/L

Το Κάδμιο που φτάνει στο περιβάλλον προερχόμενο από

- Βιομηχανικές εφαρμογές όπως εξορυκτικές και μεταλλουργικές εργασίες,
- Ηλεκτρο - επιμεταλλώσεις
- Παραγωγή χρωμάτων και πλαστικοποιητικών
- Διασταλάγματα σκουπιδιών
- Εγκατάστασεις καύσης σκουπιδιών

Η εισοδος του Καδμίου στον οργανισμό μέσω του νερού είναι μόλις το 4% της συνολικής του συγκέντρωσης

### Επιπτώσεις στην υγεία

Συσσωρεύεται στον οργανισμό με τον χρόνο και προκαλεί βαριές παθήσεις των νεφρών και καρκινώματα στον προστάτη

## Χρώμιο (Cr<sup>3+</sup>, Cr<sup>6+</sup>)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,05mg/L

Το Χρώμιο υπάρχει στο νερό ως τρισθενές και εξασθενές.

Το σθένος καθορίζεται από τις οξειδοαναγωγικές συνθήκες του νερού.

Η πιο κοινή μορφή είναι το τρισθενές το οποίο δεν είναι τοξικό και απορροφάται ελάχιστα από τον οργανισμό για τον οποίο είναι ζωτικής σημασίας (ομαλή λειτουργία του μεταβολισμού) σε συγκεντρώσεις μέχρι και 0,2 mg ανά ημέρα.

Η απορρόφηση του ανόργανου χρωμίου είναι πολύ χαμηλή και κυμαίνεται μεταξύ 0,4-2%. Το βιολογικά οργανικό σύμπλοκο του χρωμίου απορροφάται σε μεγαλύτερο βαθμό, μεταξύ 10-25%.

### Επιπτώσεις στην υγεία

Το εξασθενές είναι τοξικό και προκαλεί βλάβη στο συκώτι και στα νεφρά, εσωτερική αιμορραγία, αναπνευστικές ανωμαλίες, δερματίτιδα και έλκη.

## **Κυανιόντα (CN<sup>-</sup>)**

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,05mg/L

Το κυάνιο είναι το μονοσθενές ανιόν του υδροκυανίου.

Η παρουσία τους στο νερό είναι ένδειξη ρύπανσης από βιομηχανία γαλβανισμού.

Η συγκέντρωσή τους στα επιφανειακά νερά είναι κάτω από 0,01 mg/L

### **Επιπτώσεις στην υγεία**

Τα κυανιόντα είναι ισχυρά δηλητήρια και η κατάποσή τους οδηγεί σε άμεση παύση της αναπνοής των κυττάρων.

## Ανεπιθύμητες Τοξικές Ενώσεις

- Παρασιτοκτόνα
- Εντομοκτόνα
- Ζιζανιοκτόνα
- Διοξίνες
- Χλωριωμένοι ΗC
- Φαινόλες – Χλωροφαινόλες
- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB)
- Πολυκυκλικοί Αρωματικοί ΗC (PAH)





# Ανεπιθύμητες Τοξικές Ενώσεις

## Πηγές τοξικών οργανικών ενώσεων

- Γεωργία
- Μεταφορές
- Βιομηχανία
- Παραγωγή Ενέργειας

## Οδοί εισροής τοξικών οργανικών ενώσεων στο νερό

### Από την ατμόσφαιρα:

- Εξατμίζονται σχετικά εύκολα
- Προσοφώνται σε σωματίδια σκόνης του αέρα
- Καταλήγουν στη θάλασσα

### Με απευθείας απόρριψη:

- Από τον άνθρωπο (υπολείμματα & συσκευασίες)
- Από τις βιομηχανίες παραγωγής τους

## Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,1 - 0,5 µg/L

Είναι ενώσεις δυσδιάλυτες στο νερό και διαλυτά στα λίπη  
Διαλύονται εύκολα στο λιπώδη ιστό των οργανισμών και είναι  
ιδιαίτερα τοξικές για τα έντομα)

Προσροφώνται ισχυρά σε αιωρούμενα σωματίδια, ιζήματα και σε μικροοργανισμούς.

**Δεν** είναι αποικοδομήσιμες ουσίες και πολλές έχουν απαγορευτεί:

Ευρεία χρήση του DDT (Διχλωρο-διφαινυλο-τριχλωρο αιθάνιο) για καταπολέμηση των κουνουπιών και την ελονοσίας αλλά με περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

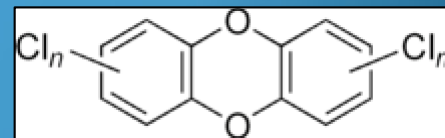
## Πηγές ρύπανσης:

- Εντομοκτόνα
- Παρασιτοκτόνα
- Φυτοφάρμακα

## Διοξίνες

### PolyChlorinated Dibenzo-p-Dioxines (PCDD)

Πολύ τοξικοί χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες  
Βασικό χαρακτηριστικό τους: έχουν σταθερή θερμικότητα  
(αντέχουν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες)



Γενική δομή PCDD

## Πολυχλωριωμένα διφαινύλια PolyChlorinated biphenyls (PCB)

Ενώσεις που προκύπτουν από την ένωση δύο δακτυλίων βενζολίου σε ένα διφαινύλιο το οποίο στη συνέχεια αντιδρά με χλώριο και υφίσταται αντικατάσταση των ατόμων H από άτομα Cl

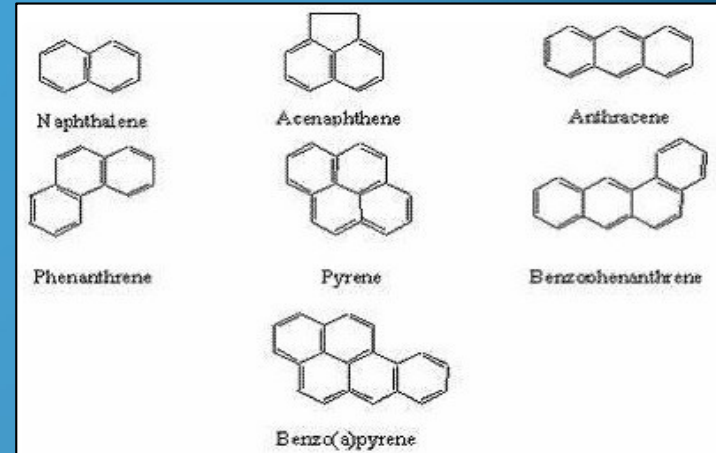
## Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)

Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση: 0,2 µg/L

Οργανικές ενώσεις που εμπεριέχουν συμπυκνωμένους αρωματικούς δακτυλίους.

### Πηγές ρύπανσης:

- Πυκνωτές και μετασχηματιστές ηλεκτρικών σταθμών (ψυκτικά και μονωτικά μετασχηματιστών)
- Απόβλητα ορισμένων χημικών βιομηχανιών
  - Βερνίκια
  - Πλαστικά



Χημικοί  
τύποι των  
PAH

## Ανώτατα επιτρεπτά όρια στο πόσιμο νερό σύμφωνα με τη νομοθεσία της Ε.Ε.

Παράμετρος	Σύμβολο	Ανώτατη παραδεκτή τιμή
Αργίλιο	Al <sub>+</sub>	0.2 mg/l
Αμμωνία	NH <sub>4</sub>	0.50 mg/l
Χλωριούχα	Cl <sup>-</sup>	250 mg/l
Χρώμα		Αποδεκτό στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Αγωγιμότητα		2500 μS/cm στους 20°C
pH	-	≥ 6.5 και ≤ 9.5
Σίδηρος	Fe	0.2 mg/l
Μαγγάνιο	Mn	0.05 mg/l
Οσμή		Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Οξειδωσιμότητα		5.0 mg/l O <sub>2</sub>
Θειικά	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	250 mg/l
Νάτριο	Na	200 mg/l
Γεύση		Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Αριθμός αποικιών (22°C)		Άνευ ασυνήθους μεταβολής
Coliform bacteria		0 / 100 ml
Total organic carbon (TOC)		Άνευ ασυνήθους μεταβολής
Θολότητα	NTU	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής
Τρίτιο	H <sub>3</sub>	100 Bq/l

## Πηγές ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων νερών, το είδος του ρύπου και η επίδραση που προκαλούν (Βουδούρης, 2006)

Πηγή	Είδος ρύπου	Επίδραση
Χημικές βιομηχανίες Μεταλλουργεία	Cu, Pb, Zn, Cd, Hg Co, Cr, Ag, As, CN	Συσσωρευση στις τροφικές αλυσίδες
Χημικές βιομηχανίες Βιομηχανίες τροφίμων Φαρμακευτικές βιομηχανίες Χαρτοποιεία	Φαινόλες, Αμμωνία Απορρυπαντικά, Ίνες χαρτιού	Ελαττώνουν το οξυγόνο Φαινόμενα ευτροφισμού Τοξικά προϊόντα (αμμωνία, φαινόλες) Ελάττωση της οικολογικής ποικιλότητας
Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)	Βαρέα μέταλλα, Αέρια Οργανικές ενώσεις, Ανόργανες ενώσεις	Ρύπανση υπόγειων υδροφόρων
Αγροτικές δραστηριότητες	Λιπάσματα, Εντομοκτόνα Παρασιτοκτόνα	Αύξηση νιτρικών ιόντων Καρκινογένεσεις
Κτηνοτροφικές δραστηριότητες Σφαγεία	Αζώτο, Φωσφόρος Βακτήρια, Μύκητες	Ρύπανση και μόλυνση υπόγειων και επιφανειακών νερών
Όξινη βροχή	Οξειδία S και N	Καταστροφή καλλιεργιών, δασών κ.λπ.
Πυρηνικοί σταθμοί	Ραδιενέργεια στο νερό	Γενετικές αλλοιώσεις Συσσωρευση στις τροφικές αλυσίδες
Διύλιστήρια Διαρροές υδρογονανθράκων	Υδρογονάνθρακες Πετρέλαιο, Άσφαλτος	Καταστροφή πανίδας και χλωρίδας Εμποδίζουν την οξυγόνωση του νερού
Μεταλλευτικές Δραστηριότητες	Αιωρούμενα στερεά, Ορυκτές ενώσεις Όξινα απόβλητα	Ρύπανση αέρα και υπόγειων νερών Καθιζήσεις εδάφους
Ενεργειακοί σταθμοί Βιομηχανίες	Θερμό νερό	Θανάτωση των αυγών των ψαριών Ελάττωση του O <sub>2</sub> , αύξηση του ρυθμού μεταβολισμού των οργανισμών
Διείσδυση της θάλασσας	Άλατα	Καταστροφή παράκτιων υδροφόρων οριζόντων

## Ερωτήσεις

4. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, ο συντελεστής ιξώδους του νερού:
- α) Αυξάνεται
  - β) Μειώνεται
  - γ) Διατηρείται
  - δ) Μεταβάλλεται ανάλογα με τη φάση που βρίσκεται το νερό.
5. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθείς για τη διηλεκτρική σταθερά του νερού:
- α) Εκφράζει την ικανότητα του νερού, να διατηρεί χωριστά τα φορτία.
  - β) Χρησιμοποιείται ως κύρια παράμετρος που εκφράζει τη συνολική περιεκτικότητα αλάτων του νερού.
  - γ) Είναι ασυνήθιστα υψηλή.
  - δ) Οφείλεται στο ότι το μόριο είναι πολικό.
  - ε) Είναι υπεύθυνη για την τάση του νερού να σχηματίζει σφαιρικές σταγόνες κατά την πτώση του.
  - στ) Εξηγεί γιατί το νερό είναι ένας θαυμάσιος διαλύτης.
6. Η Ειδική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (ΗΑ):
- α) Αποτελεί έκφραση της ενεργότητας των ιόντων του διαλύματος.
  - β) Εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε πολυσθενή ιόντα.
  - γ) Είναι μια μέτρηση όλων των ιόντων που υπάρχουν σε διάλυση.

## Ερωτήσεις

7. **Ελάττωση ηλεκτρικής αγωγιμότητας οδηγεί σε:**
  - α) Μείωση του SAR.
  - β) Αύξηση του SAR.
  - γ) Αμετάβλητο SAR.
  
8. **Η μέθοδος της θολότητας στηρίζεται στη:**
  - α) Διάχυση και απορρόφηση του φωτός.
  - β) Αγωγιμότητα.
  - γ) Σκληρότητα.
  
9. **Οι περισσότερο κοινοί ρυπαντές του πόσιμου νερού είναι:**
  - α) Οι μικροοργανισμοί.
  - β) Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs).
  - γ) Τα αστικά λύματα.
  - δ) Η υπεριώδης ακτινοβολία.



## Ερωτήσεις

4. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, ο συντελεστής ιξώδους του νερού:

α) Αυξάνεται

β) Μειώνεται

γ) Διατηρείται

δ) Μεταβάλλεται ανάλογα με τη φάση που βρίσκεται το νερό.

5. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθείς για τη διηλεκτρική σταθερά του νερού:

α) Εκφράζει την ικανότητα του νερού, να διατηρεί χωριστά τα φορτία.

β) Χρησιμοποιείται ως κύρια παράμετρος που εκφράζει τη συνολική περιεκτικότητα αλάτων του νερού.

γ) Είναι ασυνήθιστα υψηλή.

δ) Οφείλεται στο ότι το μόριο είναι πολικό.

ε) Είναι υπεύθυνη για την τάση του νερού να σχηματίζει σφαιρικές σταγόνες κατά την πτώση του.

στ) Εξηγεί γιατί το νερό είναι ένας θαυμάσιος διαλύτης.

6. Η Ειδική Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (ΗΑ):

α) Αποτελεί έκφραση της ενεργότητας των ιόντων του διαλύματος.

β) Εκφράζει την περιεκτικότητα του νερού σε πολυσθενή ιόντα.

γ) Είναι μια μέτρηση όλων των ιόντων που υπάρχουν σε διάλυση.

## Ερωτήσεις

7. **Ελάττωση ηλεκτρικής αγωγιμότητας οδηγεί σε:**
- α) Μείωση του SAR.
  - β) Αύξηση του SAR.**
  - γ) Αμετάβλητο SAR.
8. **Η μέθοδος της θολότητας στηρίζεται στη:**
- α) Διάχυση και απορρόφηση του φωτός.**
  - β) Αγωγιμότητα.
  - γ) Σκληρότητα.
9. **Οι περισσότερο κοινοί ρυπαντές του πόσιμου νερού είναι:**
- α) Οι μικροοργανισμοί.
  - β) Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs).**
  - γ) Τα αστικά λύματα.
  - δ) Η υπεριώδης ακτινοβολία.



**Δρ. Αθανάσιος Σωτ. Δούναβης**

*Καθηγητής*

**Χημικός Μηχανικός, Ph.D, MSc.**

**Email: [adounavi@pme.duth.gr](mailto:adounavi@pme.duth.gr)**

*Ευχαριστώ πολύ  
για την προσοχή σας!!!!*