



Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Χημική και Περιβαλλοντική Τεχνολογία

Διάλεξη 4η: Εισαγωγή στην Τεχνολογία Νερού

Νικόλαος Γ. Σαββάκης

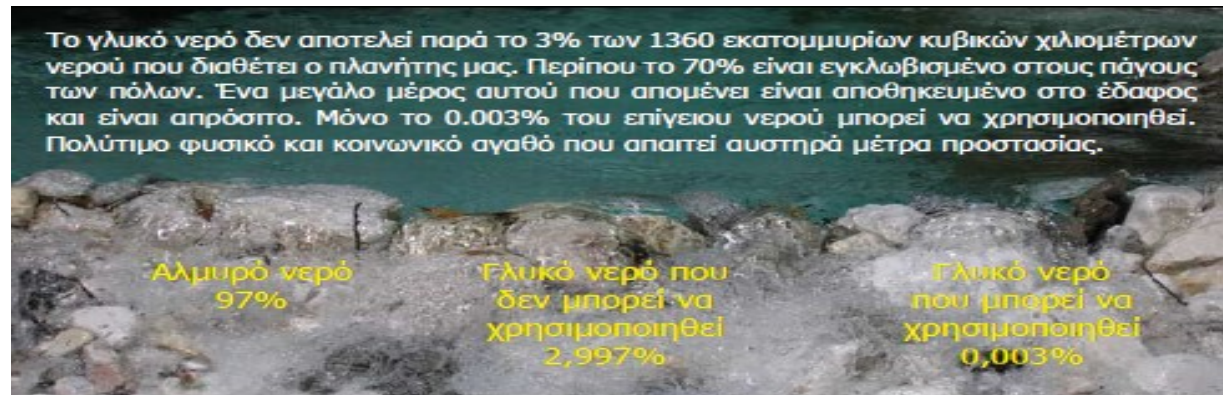
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

ΕΛΜΕΠΑ

Ακαδημαϊκό Έτος 2024-2025

Διαχείριση υδάτινων πόρων

- Το νερό αποτελεί έναν από τους **σημαντικότερους** φυσικούς πόρους → **Καθορίζει** την ανάπτυξη και την διαβίωση, δλδ. την ίδια τη ζωή.
- Βασικοί λόγοι που καθιστούν **αναγκαία** την **ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων**, είναι:
 - Η συνεχής αύξηση της κατανάλωσης νερού για τις ανάγκες της οικονομίας και των πολιτών (→ αύξηση παγκόσμιου πληθυσμού)
 - Η εκτεταμένη ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων.
 - Οι νέες συνθήκες που επέρχονται λόγω κλιματικής αλλαγής (→ όπως η μείωση των βροχοπτώσεων).



Είδη νερού

Το νερό που βρίσκεται στη φύση διακρίνεται σε 3 κατηγορίες:

1. **Ατμοσφαιρικό νερό:** Νερό από βροχή ή χιόνι

- Περιέχει **διαλυμένα αέρια** (: οξυγόνο, διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου), **οργανικές ενώσεις** (:προέρχονται ιδίως από τα αερολύματα των βιομηχανιών)
- **Δεν περιέχει διαλυμένα άλατα** μαγνησίου και ασβεστίου

2. **Επιφανειακά νερά:** ποτάμια λίμνες θάλασσες

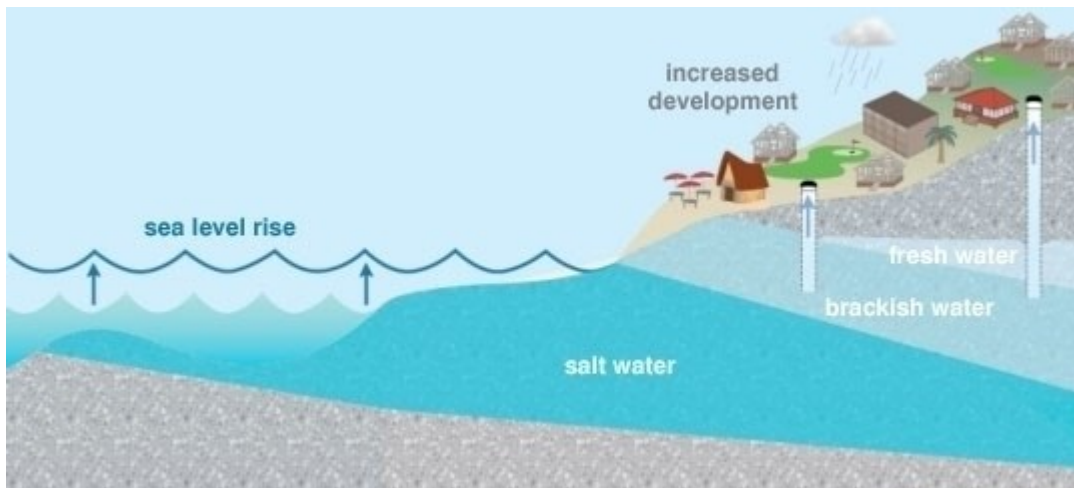
- περιέχουν εκτός από τις προσμίξεις του ατμοσφαιρικού νερού και μια μεγάλη ποικιλία αλάτων όπως ανθρακικά άλατα του ασβεστίου μαγνησίου νατρίου καλίου φιλικά και χλωρού χλωριούχα άλατα διαφόρων στοιχείων
- οργανικές ουσίες που οφείλονται σε γεωργικές δραστηριότητες

3. **Υπόγεια νερά**

- Νερά που είναι αποταμιευμένα στο υπέδαφος και περιέχουν διάφορα άλατα (εξαρτώνται από τα πετρώματα μέσα από τα οποία το ατμοσφαιρικό και το επιφανειακό νερό διηθείται και αποταμιεύεται στους υπόγειους υδροφορείς.)

Είδη νερού

- Το νερό ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε άλατα χαρακτηρίζεται:
 - ως **γλυκό** όταν περιέχει **λιγότερο από 1 g αλάτων ανά λίτρο**
 - ως **υφάλμυρο** σαν αποτέλεσμα της ανάμειξης γλυκού νερού με θαλασσινό
 - ως **αλμυρό νερό** όταν περιέχει περισσότερο από **1 g αλάτων ανά λίτρο**



Ο Υδρολογικός Κύκλος

- Οι κυριότερες φάσεις του υδρολογικού κύκλου:
 1. Η **εξάτμιση από την ξηρά και τις υδάτινες επιφάνειες** (λίμνες, ποταμοί, θάλασσα). Το νερό από την υγρή φάση μετατρέπεται σε υδρατμούς που ανεβαίνουν στην ατμόσφαιρα και μετακινούνται υπό την επίδραση των ανέμων.
 2. Η **διαπνοή από τα φυτά και την βλάστηση**, οπότε και πάλι το νερό μετατρέπεται σε υδρατμούς που μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα.
 3. Η **κατακρήμνιση των ατμών**, που έχουν συμπυκνωθεί στην ατμόσφαιρα σχηματίζοντας σύννεφα, από την ατμόσφαιρα στην επιφάνεια της γης.
 4. Η **κατακράτηση του νερού από την βλάστηση και το έδαφος**.
 5. Η **διήθηση του επιφανειακού νερού στο έδαφος**. Μέρος της ποσότητας αυτής του νερού επαναφορτίζει τους υπόγειους ταμιευτήρες και απορρέει υπόγεια δια μέσω των ρωγμών των γεωλογικών σχηματισμών και καταλήγει είτε στην επιφάνεια της γης σχηματίζοντας πηγές είτε στη θάλασσα (υπόγεια εκροή).
 6. Η **επιφανειακή απορροή**, δηλ. ο σχηματισμός των ρεμάτων και των ποταμών τα οποία καταλήγουν στην θάλασσα ή σε λίμνες



Ο Υδρολογικός Κύκλος



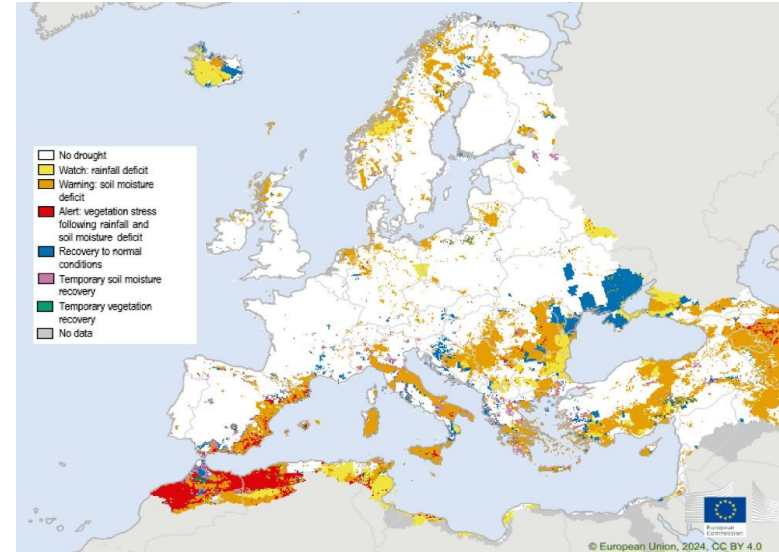
Διαχείριση υδάτινων πόρων: Το νερό ως οικονομικό αγαθό

- Το νερό αποτελεί **απαραίτητο στοιχείο** στους τομείς της βιομηχανικής, γεωργικής, κτηνοτροφικής παραγωγής, ως:
 - Πρώτη ύλη
 - Μέσο για την επίτευξη βασικών βιομηχανικών λειτουργιών (ψύξη, θέρμανση, παραγωγή ατμού)
- Η οικονομική σημασία του νερού **εκτείνεται σε μια ευρεία κλίμακα άλλων οικονομικών δραστηριοτήτων** (π.χ. παραγωγή ενέργειας, ο τουρισμός οι μεταφορές, η αλιεία κλπ.)



Υδάτινοι πόροι

Σε πολλές περιοχές της Μεσογείου η έλλειψη νερού οδηγεί ήδη σε κλιμακούμενες συγκρούσεις ανάμεσα στις διάφορες χρήσεις υδάτινων πόρων



<https://edo.jrc.ec.europa.eu/tumbo/edo/map/>

Τα φαινόμενα ξηρασίας στη λεκάνη της Μεσογείου εντείνονται σε διάρκεια και συχνότητα.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι ετήσιες οικονομικές απώλειες λόγω ξηρασίας φθάνουν το ύψος ορισμένων δις εκατομμυρίων ευρώ.



Υδάτινοι πόροι (Σε διεθνές επίπεδο)

1 στους 6 ανθρώπους δεν έχει πρόσβαση σε νερό

1 στους 3 ζει χωρίς βασικές εγκαταστάσεις υγιεινής

4500 παιδιά (κάτω των 5 ετών) πεθαίνουν την ημέρα από ασθένειες που προκαλούνται από μολυσμένο νερό

Σε 30 χρόνια λόγω της αύξησης του πληθυσμού υπολογίζεται ότι θα αντιμετωπιστούν σημαντικά προβλήματα ανεπάρκειας νερού

54% του νερού της γης έχει εκτραπεί από τη φυσική του ροή με αποτέλεσμα το νερό που βρίσκεται σε δεξαμενές και ταμιευτήρες να είναι 3 έως 6 φορές περισσότερο από το ελεύθερο νερό

Υδάτινοι πόροι Ελλάδα

- Στην Ελλάδα το 87% του νερού καταναλώνεται για γεωργικές ανάγκες πολλές φορές αλόγιστα
- Παράνομες αντλήσεις, ακατάλληλες αρδευτικές μέθοδοι και τα ελλιπώς συντηρημένα δίκτυα οδηγούν σε σημαντικές απώλειες
- Η γεωργία συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην αύξηση της ρύπανσης των νερών κυρίως λόγω της υπερβολικής χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων
- Η συγκέντρωση του μεγαλύτερου τμήματος του πληθυσμού σε μάλλον άnuδρες περιοχές όπως είναι η Αθήνα και η μεγαλύτερη προσέλευση τουριστών κατά τη θερινή περίοδο επίσης σε ξηρές περιοχές παρένθεση τα νησιά του αιγαίου εντείνουν τα προβλήματα καθώς αυξάνεται η ζήτηση το καλοκαίρι οπότε η διαθεσιμότητα είναι περιορισμένη

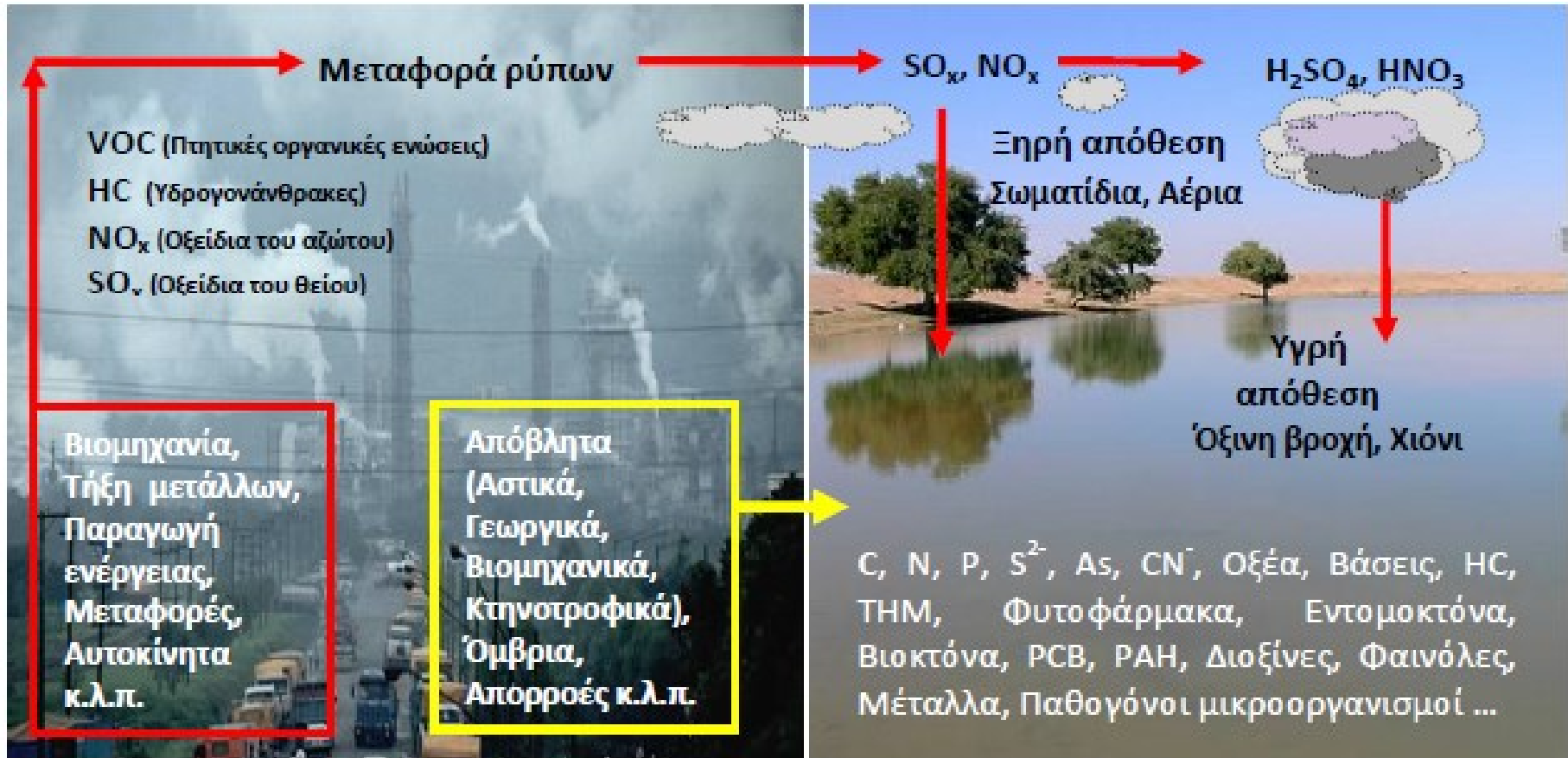
Ρύπανση vs Μόλυνση νερού

- Μια ουσία χαρακτηρίζεται ως **ρύπος** εφόσον η **συγκέντρωσή της** στο νερό είναι **αρκετά μεγαλύτερη ($C >>$)** από την αντίστοιχη **τιμή που συναντάται συνήθως** στα φυσικά αποθέματα του.
- Ένας ρύπος χαρακτηρίζεται ως **τοξικός** όταν μπορεί να προκαλέσει **σοβαρή βλάβη ή θάνατο** σε ανθρώπους ή ζώα.
- **Ρύπανση:** ονομάζεται η **επιβάρυνση** του νερού **με ύλη ή ενέργεια** → προκαλείται ανεπιθύμητη **μεταβολή των ποιοτικών του χαρακτηριστικών**, σε βαθμό που μπορεί να υποβαθμιστεί σημαντικά η ποιότητα ζωής του ανθρώπου και να προκληθεί κίνδυνος για την δημόσια υγεία.
- **Μόλυνση:** ονομάζεται η **παρουσία** στο νερό **παθογόνων μικροοργανισμών ή/και δεικτών**, που υποδηλώνουν την πιθανότητα παρουσίας παθογόνων, εξαιτίας κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Κατηγοριοποίηση Επιβάρυνσης νερού

Ρύπανση (Επιβάρυνση του νερού με ύλη ή ενέργεια)			Μόλυνση (Επιβάρυνση με παθογόνους μικροοργανισμούς)
Συμβατικοί ρύποι	Μη συμβατικοί ρύποι	Θερμική ρύπανση	Μικροοργανισμοί
Οργανική ύλη	Βαριά μέταλλα	(Θερμά απόβλητα νερά βιομηχανιών)	Ιοί
Ενώσεις του αζώτου (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-)	Τοξικές οργανικές ενώσεις		Βακτήρια
Ενώσεις του φωσφόρου (PO_4^{3-})	Αρσενικό (As)		Μύκητες
	Θειούχα (S^{2-})		Πρωτόζωα
	Κυανιούχα (CN^-)		Έλμινθες
Ραδιενεργά στοιχεία			

Μεταφορά ρύπων στο νερό



Αστικό περιβάλλον

Φυσικά νερά

Ρύπανση του Νερού (με οργανική ύλη)

Η διάθεση οργανικής ύλης στα υδατικά οικοσυστήματα (π.χ. ποτάμια, λίμνες, κ.α.) συνδέεται με την εξάντληση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου ($\Delta.O.$) στο νερό

Ο μηχανισμός μείωσης του $\Delta.O.$ βασίζεται στην υπέρμετρη ανάπτυξη και δράση των βακτηρίων

Υψηλές συγκεντρώσεις οργανικής ύλης στο νερό συνεπάγονται μεγαλύτερη μάζα μικροοργανισμών και συνεπώς ταχύτερη κατανάλωση του $\Delta.O.$

Μείωση ή Εξαφάνιση των υδρόβιων οργανισμών ενός φυσικού αποδέκτη



Ρύπανση του Νερού (με θρεπτικά)



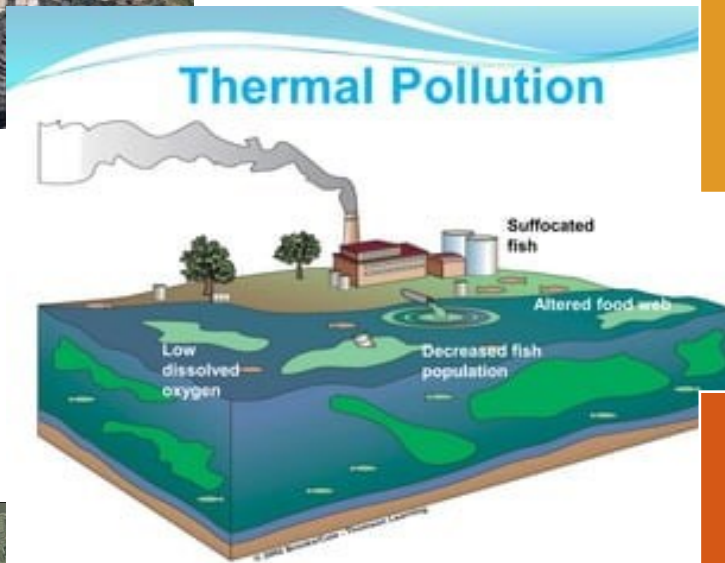
Το N-NH_4^+ και N-NO_3^- άζωτο και τα φωσφορικά ιόντα περιέχονται στα αστικά λύματα, στα κτηνοτροφικά/βιομηχανικά απόβλητα και στις γεωργικές απορροές, οι οποίες περιέχουν λιπάσματα λόγω των αποπλύσεων των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Υπερβολική αύξηση φυτικής βιομάζας

Τα θρεπτικά άλατα του αζώτου και του φωσφόρου έχουν συνεπώς σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα των νερών των φυσικών αποδεκτών και μπορούν να προκαλέσουν το φαινόμενο του ευτροφισμού

Το φαινόμενο του ευτροφισμού αποτελεί πολύ σοβαρή διαταραχή των υδατικών οικοσυστημάτων με συνέπεια την αποξυγόνωση του νερού, τη μείωση της διαφάνειας, τη δυσσομία του νερού

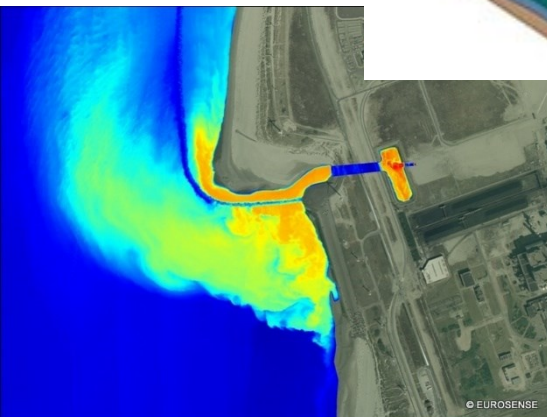
Θερμική ρύπανση του νερού



Θερμική ρύπανσή είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των φυσικών νερών εξαιτίας της διοχέτευσης θερμών αποβλήτων, (π.χ. νερό ψύξης ενεργειακών σταθμών)



Με την άνοδο της θερμοκρασίας:
→ μειώνεται η διαλυτότητα του O_2 στο νερό
→ αυξάνεται ο ρυθμός κατανάλωσης O_2 από τους υδρόβιους οργανισμούς, λόγω της αύξησης της ταχύτητας των βιοχημικών αντιδράσεων, και κατά συνέπεια αυξημένου ρυθμού μεταβολισμού.



Μόλυνση νερού

Η μόλυνση συνδέεται με την παρουσία μικροοργανισμών στο νερό και συνηθέστερα πρόκειται για την παρουσία βακτηρίων ιών, παρασίτων, φυκών ή πρωτόζωων.

Κατά τη χρήση του νερού από τον άνθρωπο, το νερό θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς (π.χ. μικροοργανισμούς από εκκρίσεις ασθενών ζωντανών οργανισμών)

Η νομοθεσία για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης επιβάλλει τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των παρακάτω δεικτών :

Ολικά κολοβακτηριοειδή, Κολοβακτηριοειδή περιττωματικής προέλευσης, Στερπτόκοκκοι, Εντερόκοκοι, Κλωστίδια



Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού



Η ποιότητα του υπόγειου και επιφανειακού νερού επηρεάζει τις χρήσεις του.

Το επιφανειακό νερό για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να ελεγχθεί και να υποβληθεί σε κατάλληλη επεξεργασία για να είναι ασφαλές.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού περιλαμβάνουν φυσικά, χημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά στοιχεία.

Ο τρόπος επεξεργασίας του νερού εξαρτάται από τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά και τους στόχους προστασίας της υγείας και της ποιότητας των νερών.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

Φυσικά χαρακτηριστικά:

- Θερμοκρασία
- Ηλεκτρική αγωγιμότητα
- Στερεές ουσίες & θολότητα
- Οσμή
- Γεύση
- Χρώμα

Χημικά χαρακτηριστικά:

- Περιεκτικότητα σε άλατα
- Αλκαλικότητα
- Σκληρότητα
- Κατιόντα (Ασβέστιο, Μαγνήσιο, Νάτριο, Κάλιο)
- Ανιόντα (Ανθρακικά, Οξέα, Χλωρίδιο, Σουλφάτα)

Βιοχημικά χαρακτηριστικά:

- Διαλυμένο Οξυγόνο (DO)
- Οργανική ύλη
- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)
- Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)
- Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)

Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά:

- Ιοί
- Μύκητες
- Πρωτόζωα
- Βακτήρια

Θερμοκρασία



Η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στις φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες καθώς επηρεάζει:

- **Ταχύτητα των αντιδράσεων:** Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10°C μπορεί να προκαλέσει αύξηση της ταχύτητας μιας αντίδρασης έως και μια τάξη μεγέθους.
- **Ρυθμό αύξησης των μικροοργανισμών:** Π.χ. η διάθεση επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία $> 25\text{-}30^{\circ}\text{C}$ ευνοεί την ανάπτυξη μικροοργανισμών και την περαιτέρω επιμόλυνση των αποβλήτων και του αποδέκτη.
- **Διαλυτότητα του οξυγόνου:** Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου στο νερό. \rightarrow Τους θερινούς μήνες αυξάνονται οι απαιτήσεις σε παροχή αέρα. \rightarrow Θα πρέπει ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας μονάδας αερόβιας επεξεργασίας νερού
- **Ιξώδες του νερού:** Η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει τα ρεολογικά χαρακτηριστικά του νερού

pH

Για να περιγράψουμε ποσοτικά αν ένα διάλυμα είναι όξινο, ουδέτερο ή βασικό χρειαζόμαστε την συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου και κατιόντων υδροξωνίου, H^+ και H_3O^+ .

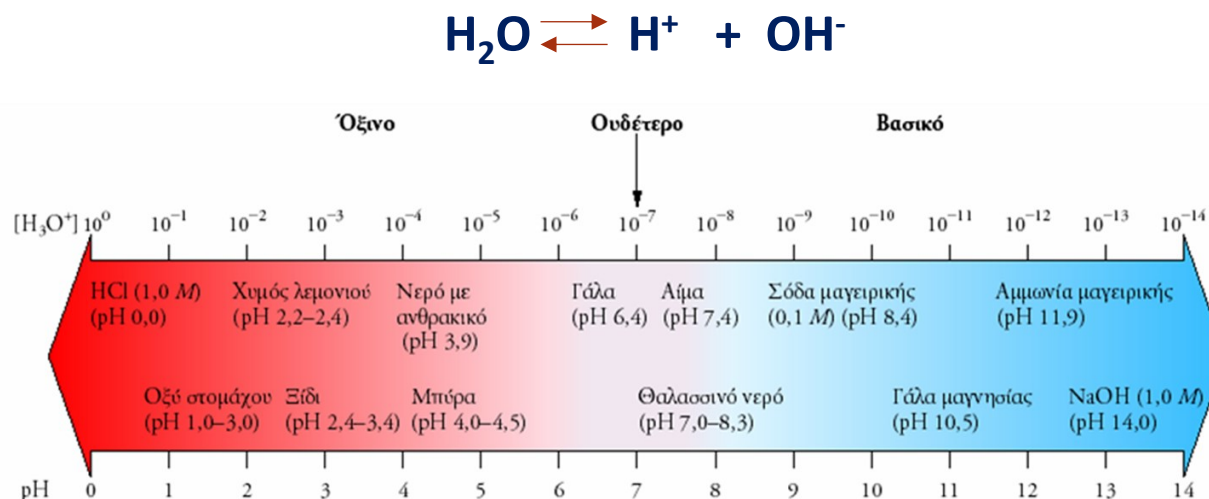
- Επειδή η συγκέντρωση των ιόντων αυτών είναι πολύ μικρή, η οξύτητα ή αλκαλικότητα ενός διαλύματος εκφράζεται συναρτήσεως του pH, το οποίο ορίζεται ως

$$pH = -\log[H^+]$$

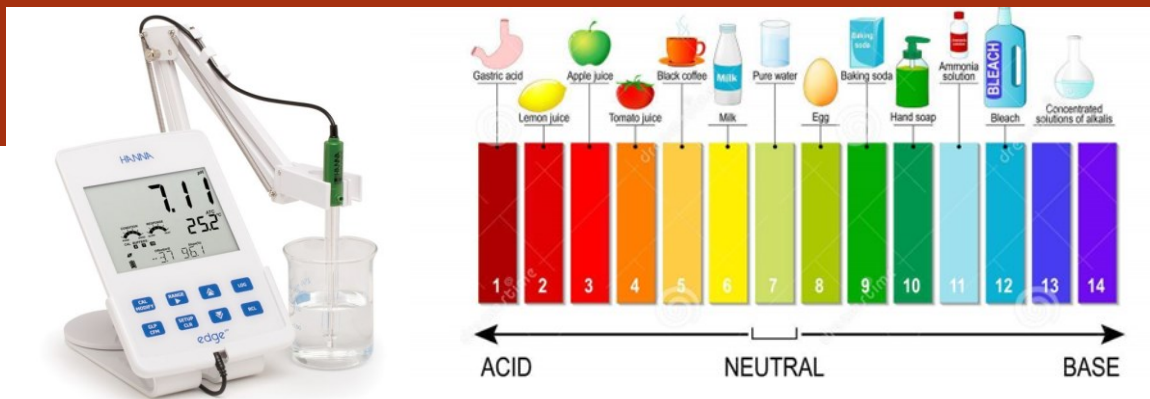
ή

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

- » Στο υπερκάθαρο νερό, η διάσταση του νερού σε ιόντα συμβαίνει σε πολύ μικρό βαθμό



pH



Η ενεργός οξύτητα (pH) του νερού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως θερμοκρασία, αλατότητα, παρουσία ανιόντων (θείου, χλωρίου), κατιόντων (ασβεστίου, μαγνησίου), διοξείδιο άνθρακα, οξυγόνο και μεταβολική δραστηριότητα υδροβίων οργανισμών (φωτοσύνθεση, αναπνοή, αποσύνθεση οργανικών ουσιών).

Η μέτρηση του pH είναι σημαντική για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού.

Τα φυσικά νερά παρατηρούνται με τιμές pH μεταξύ 4 και 9, ενώ τιμές μεταξύ 6,5 έως 8,5 είναι συνήθως κατάλληλες για υδρόβιους οργανισμούς.

Οι τιμές pH των εκροών επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων πρέπει να είναι περίπου 6,5 έως 8, για να μην επηρεάζουν το περιβάλλον.

Αγωγιμότητα

- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι εξ ορισμού η ικανότητα ενός υλικού να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και είναι αντιστρόφως ανάλογη της ηλεκτρικής αντίστασης
- Στο νερό, η αγωγιμότητα εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, τη συγκέντρωση των ιόντων, την ευκινησία τους, το σθένος τους και τη θερμοκρασία.
- Τα διαλύματα αλάτων, οξέων και βάσεων είναι καλοί αγωγοί ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ τα μόρια οργανικών ενώσεων άγουν ελάχιστα έως καθόλου ηλεκτρικό ρεύμα.
- Απότομη αύξηση της αγωγιμότητας του νερού ενός φυσικού αποδέκτη αποτελεί ένδειξη ρύπανσης.
- Συνήθως στα φυσικά γλυκά νερά η αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 50 έως 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$



Οσμή και η γεύση

Η οσμή και η γεύση του νερού είναι δυνατόν να προέρχονται από διάφορες χημικές ουσίες η προέλευση των οποίων μπορεί να είναι φυσική ή ανθρωπογενής.

Οι κυριότερες φυσικές αιτίες εμφάνισης οσμής και δυσάρεστης γεύσης του νερού είναι:

- **Μικροφύκη:** Είδη μικροφυκών μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό. Ιδιαίτερα, οι χημικές ουσίες που παράγουν μετά την πρώτη φάση ανάπτυξής τους (μεταβολισμός), όπως κετόνες, εστέρες, αλκοόλες, αλδεΐδες και οξέα προκαλούν οσμή υποβαθμίζοντας την ποιότητα του νερού.
- **Αποικοδόμηση των φυτικών υλικών:**
 - Σημαντική αιτία δυσάρεστης οσμής και γεύσης στο νερό, η οποία σχετίζεται με τη αποσύνθεση φυκιών, φύλλων και υδρόβιων οργανισμών, καθώς και στη διήθηση ουσιών σε περιοχές με στάσιμο νερό.
 - Κατά την αποσύνθεση, τα παραπροϊόντα μπορούν να προκαλέσουν οσμές στο νερό αλλά και την ανάπτυξη άλλων οργανισμών, οι οποίοι εν συνεχεία είναι σε θέση να παράγουν οσμές.
 - Τα φύλλα μπορούν να παράγουν φαινόλες καθώς επίσης και να αποτελέσουν πηγή θρεπτικών συστατικών για τα φυτά τα οποία μπορούν με τη σειρά τους να προκαλέσουν δυσάρεστη οσμή και γεύση.
- **Βακτήρια:**
 - Η κατηγορία αυτή συνδέεται άμεσα με την προηγούμενη της αποσύνθεσης των φυτικών υλικών καθώς η αποικοδόμηση επιτυγχάνεται εξαιτίας της βακτηριακής δράσης.
 - Η αποικοδόμηση των φυτικών υλικών και τα προϊόντα μεταβολισμού των μικροοργανισμών είναι περισσότερο πιθανές αιτίες πρόσκλησης γεύσης και οσμής στα επιφανειακά νερά.
 - Σε αναερόβιες συνθήκες τα προϊόντα της διάσπασης της οργανικής ύλης είναι το υδρόθειο, η αμμωνία, το μεθάνιο (αέρια δύσοσμα τοξικά και εκρηκτικά)
- **Υδρόθειο:** Αρκετά υπόγεια νερά έχουν δυσάρεστη οσμή και γεύση, η οποία οφείλεται στο περιεχόμενο υδρόθειο και προέρχεται συνήθως από την αναγωγή των θειικών αλάτων εξαιτίας αναερόβιων βιολογικών διεργασιών

Οσμή και η γεύση

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς αιτίες εμφάνισης οσμής και δυσάρεστης γεύσης στο νερό είναι

- **Οργανικές ουσίες**: Οι ουσίες που προέρχονται από τη διάθεση εκρών αστικών ή βιομηχανικών αποβλήτων σε πηγές που προορίζονταν για την παραγωγή πόσιμου νερού. Π.χ. οι φαινόλες έχουν χαρακτηριστικά δυσάρεστη οσμή και συνήθως οφείλονται στη διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων
- **Επεξεργασία- Απολύμανση νερού**: Το υπολειμματικό χλώριο στο νερό, που παρέχεται μέσω των δικτύων ύδρευσης, συσχετίζεται με την οσμή και τη γεύση του νερού. Η χλωρίωση του νερού επιφέρει τη δημιουργία οσμής και γεύσης λόγω της αντίδρασης του χλωρίου με οργανικά συστατικά του νερού.
- **Δίκτυο διανομής νερού**: Το επεξεργασμένο νερό δεν έχει οσμή και γεύση έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία και πριν τη διάθεσή του στους καταναλωτές. Συχνά παρατηρείται ότι όσο πιο μακριά πηγαίνει το νερό μέσω του συστήματός διανομής, τόσο πιο έντονη μπορεί να γίνει η οσμή του → πληθυσμοί βακτηρίων, φυκιών ή μυκήτων που αναπτύσσονται εντός του δικτύου διανομής.
- Η ένταση των οσμών δεν εξαρτάται πάντα από τις συγκεντρώσεις των ουσιών που την προκαλούν.



Χρώμα



Το χρώμα είναι το αποτέλεσμα απορρόφησης ανάκλασης και σκέδασης του φωτός σε μια ποσότητα νερού.

Το πόσιμο νερό θα πρέπει να είναι άχρωμο όταν τοποθετείται σε ένα άχρωμο γυάλινο σκεύος

Οι κύριες αιτίες εμφάνισης χρώματος στο νερό ανάλογα με την απόχρωση που παρατηρείται μπορεί να είναι:

- **Πράσινο ή μπλε:** Προκαλείται συνήθως από διάβρωση χαλκοσωλήνων ή την παρουσία μικροφυκών στο νερό. Επιπλέον, μπορεί να οφείλεται στην εισχώρηση άλλων μετάλλων όπως ο μόλυβδος.
- **Μαύρο ή σκούρο καφέ:** Συνήθως προκαλείται από μαγγάνιο που επικάθεται σε σωλήνες ή δεξαμενές νερού. Σε θερμές δεξαμενές, η σκούρα απόχρωση μπορεί να οφείλεται στην παρουσία θειοαναγωγικών βακτηρίων.
- **Καφέ, κόκκινο, πορτοκαλί ή κίτρινο:** Συνήθως προκαλείται από σκουριά σιδήρου ή διαλυμένες οργανικές ενώσεις όπως τανίνες, χουμικές και φουλβικές ενώσεις. Επίσης, οι σωληνώσεις ύδρευσης από γαλβανισμένο σίδηρο, χάλυβα ή χυτοσίδηρο μπορούν να προσδώσουν χρώμα λόγω οξείδωσης.
- **Γαλακτουχο ή θολό:** Προκαλείται συνήθως από μικροσκοπικές φυσαλίδες αέρα, αλλά η ηρεμία του νερού για λίγα λεπτά επιτρέπει την απομάκρυνσή τους και την αποκατάσταση του χρώματος.



Θολότητα

Η **θολότητα** αναφέρεται στη **μείωση της διαφάνειας του νερού** λόγω της παρουσίας **αιωρούμενων σωματιδίων** → **όσο περισσότερα αιωρούμενα στερεά περιέχονται στο νερό τόσο υψηλότερη είναι η θολότητα**. Βασικότερες αιτίες για την εμφάνιση θολότητας στο νερό είναι:

- η παρουσία φυτοπλαγκτού
 - η διάβρωση των ιζημάτων
 - η επαναιώρηση των ιζημάτων σε ένα φυσικό αποδέκτη
 - η απόρριψη αποβλήτων
 - οι αστικές απορροές σε περιόδους βροχών
 - η ανάπτυξη φυκών
- Οι επιπτώσεις από την παρουσία **θολότητα στο νερό** περιλαμβάνουν:
 - **Μείωση της αποτελεσματικότητας της απολύμανσης**
 - **Προσκόλληση βαρέων μετάλλων και άλλων ανόργανων ή οργανικών ρύπων στα αιωρούμενα σωματίδια**
 - **Στους υδάτινους αποδέκτες**, η παρουσία **υψηλών τιμών θολότητας** έχει σημαντικές **συνέπειες**.
 - Τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια απορροφούν θερμότητα από τον ήλιο → τα θολά νερά πιο θερμά → Μείωση συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό → Ορισμένοι οργανισμοί δεν μπορούν να επιβιώσουν.
 - Αιωρούμενα σωματίδια σκεδάζουν το φως → Μείωση φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτικών οργανισμών και διατάραξη ισορροπίας του οικοσυστήματος
 - Η θολότητα εκφράζεται σε μονάδες NTU



Στερεά οι στερεές ουσίες στο νερό

- Γενικά, οι ουσίες στο νερό διακρίνονται
 - σε **διαλυμένες**, οι οποίες δεν διακρίνονται δια γυμνού οφθαλμού,
 - σε **κολλοειδείς**, οι οποίες επίσης δεν διακρίνονται λόγω μεγέθους, και
 - σε **αδιάλυτες** ουσίες, οι οποίες συνήθως φαίνονται δια γυμνού οφθαλμού
- Οι αδιάλυτες ουσίες (ανάλογα με το μέγεθος και το ειδικό τους βάρος) θα επιπλέουν / αιωρούνται/ καθιζάνουν

Οι στερεές ουσίες στο νερό:

- **Ολικά στερεά (TS)**: Αιωρούνται ή διαλύονται στη μάζα του νερού. Ανήκουν στα φυσικά συστατικά του νερού.
 - **Αιωρούμενα στερεά (TSS)**: Έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από ένα 1 μm.
 - **Διαλυμένα στερεά (TDS)**: Είναι μικρά μόρια και ιόντα με μέγεθος μικρότερο του 1 nm.
 - **Οργανικά εξαέρωσιμα → Πτητικά στερεά (TVS)**: Αποτελούνται από οργανικές ουσίες και εξαέρονται.
 - **Ανόργανα μη εξαέρωσιμα → Αδρανή στερεά (TFS)**: Παραμένουν σταθερά στερεά.
 - **Επιπλέοντα ή αιωρούμενα στερεά**: Έχουν ειδικό βάρος μικρότερο από το ειδικό βάρος του νερού.
 - **Καθιζάνοντα στερεά**: Αδιάλυτες στερεές ουσίες που καθιζάνουν σε συνθήκες ηρεμίας.
- Στο πόσιμο νερό η συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών είναι ελάχιστη το σημείο ενδιαφέροντος είναι κυρίως η συγκέντρωση των κολλοειδών των οποίων η παρουσία αντιπροσωπεύεται από τη θολότητα του νερού τα αιωρούμενα στερεά είναι το κύριο αίτιο της θολότητας του νερού.

Άλατα και σκληρότητα του νερού

- Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση και το είδος των αλάτων στο νερό είναι:
 - **Γήινο υπόβαθρο:** Το έδαφος και οι γεωλογικές συνθήκες επηρεάζουν τη σύσταση του νερού μέσω της διάλυσης των αλάτων από το γήινο υπόβαθρο.
 - **Οξύτητα:** Η οξύτητα του νερού επηρεάζει τη διάλυση και τη διάχυση των αλάτων.
 - **Θερμοκρασία:** Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει τις χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν, καθώς και τη διαλυτότητα των αλάτων σε αυτό.
- Η χημική σύσταση των φυσικών νερών μπορεί να τροποποιηθεί από τον υδρολογικό κύκλο μέσω μεταβολισμών και αντιδράσεων όπως η διάλυση, η οξείδωση, η αναγωγή, η ιοντική ανταλλαγή και η συμπλοκοποίηση.

Σκληρότητα του νερού

Η σκληρότητα του νερού διακρίνεται σε ολική παροδική και μόνιμη

- η **ολική σκληρότητα** οφείλεται στο σύνολο των αλάτων του μαγνησίου και του ασβεστίου που υπάρχουν στο νερό (π.χ. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{CO}_3)_2$, κ.α.)
- η **παροδική σκληρότητα** οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, τα οποία μετατρέπονται σε αδιάλυτα ανθρακικά άλατα και καθιζάνοντα το νερό βραστεί.
- η **μόνιμη σκληρότητα** οφείλεται στα άλατα του ασβεστίου και του μαγγανίου τα οποία παραμένουν διαλυμένα όταν το νερό βραστεί CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , κλπ.
- Η ολική σκληρότητα ισούται με το άθροισμα της παροδικής και της μόνιμης

Σκληρότητα του νερού

Για την ενιαία έκφραση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων σκληρότητας συνήθως χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τρόποι:

- **Γερμανικοί βαθμοί (D°):** 1 γερμανικός βαθμός (D°) ισοδυναμεί με 10 mg CaO σε 1L νερού.
- **Γαλλικοί βαθμοί (F°):** 1 γαλλικός βαθμός (F°) ισοδυναμεί με 10 mg CaCO_3 σε 1L νερού.
- **Περιεκτικότητα σε mg Ca/L:** Η περιεκτικότητα σε άλατα Ca, Mg, εκφράζεται σε ισοδύναμη ποσότητα Ca.
- Αντιστοιχία μεταξύ των παραπάνω μονάδων: **$1 F^\circ = 0,56 D^\circ = 4 \text{ mg Ca/L}$**

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

- **Τα φυσικά νερά περιέχουν:** ανόργανα συστατικά (κατιόντα, ανιόντα, ουδέτερα), οργανικά συστατικά και αιωρούμενα υλικά.
- Τα συστατικά αυτά μπορεί :
 - Να κατακρατούνται κατά τη δίοδο του νερού διαμέσου της ατμόσφαιρας και του εδάφους
 - Να εισέρχονται από την από διάθεση υγρών αποβλήτων
 - Να είναι αποτέλεσμα εισχώρησης στραγγιδίων από χώρους διάθεσης στερεών αποβλήτων.
- **Τα κυριότερα ανόργανα συστατικά στο νερό είναι** το ασβέστιο (Ca^{2+}), το μαγνήσιο (Mg^{2+}), το νάτριο (Na^+), το κάλιο (K^+), τα χλωριόντα (Cl^-), τα θειικά (SO_4^{2-}), τα νιτρικά (NO_3^-) και τα φωσφορικά (PO_4^{3-}). Επίσης απαντώνται σε μικρότερες συγκεντρώσεις κυρίως **σίδηρος, μαγγάνιο, μόλυβδος, χαλκός** καθώς και **άλλα ιχνοστοιχεία**.
- Τα οργανικά συστατικά προέρχονται κυρίως από την αποσύνθεση **φυτικού και ζωικού υλικού και από διάφορες απορροές ή στραγγίσματα**.
- Τα οργανικά συστατικά ποικίλουν από φυσικά χουμικά υλικά μέχρι **σύνθετες οργανικές ενώσεις που χρησιμοποιούνται ως απορρυπαντικά εντομοκτόνα μυκητοκτόνα και διαλυτικά**.

Χαρακτηριστικά νερού

Ένα τυπικό νερό διακρίνουμε 3 ομάδες συστατικών:

1. Συστατικά που απαντώνται σε **σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις** (: ασβέστιο, δισανθρακικά, θειικά, μαγνήσιο, νάτριο, χλωριόντα, πυρίτιο)
2. Συστατικά που απαντώνται σε **χαμηλές συγκεντρώσεις** (0,01-10 mg/L) (: κάλιο, στρόντιο, σίδηρος, ανθρακικά, φθόριόντα, νιτρικά)
3. Συστατικά που απαντώνται ως ίχνη (:αργίλιο, αντιμόνιο, αρσενικό, βάριο, βρώμιο, κάδμιο, κοβάλτιο, μαγγάνιο, μόλυβδος, σελήνιο, υδράργυρος, φώσφορος, χαλκός, χρώμιο, ψευδάργυρος).

Εκτός από τον προσδιορισμό συγκεκριμένων συστατικών στο νερό, π.χ. ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας τους σε ασβέστιο, υπάρχουν και γενικές παράμετροι ποιότητας νερού όπως είναι: **η σκληρότητα, η αλκαλικότητα, η περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά, η αγωγιμότητα, η θολότητα, κ.α.**

Πόσιμο νερό

- Η ποιότητα του πόσιμου νερού καθορίζονται από προδιαγραφές που έχουν τεθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση οι ομάδες παραμέτρων που καθορίζουν την ποιότητα νερού είναι:

A. Οργανοληπτικοί παράγοντες

- Το νερό πρέπει να είναι **άχρωμο, άοσμο, διαυγές και χωρίς γεύση.**
- **Η θολότητα** οφείλεται σε κολλοειδή σωματίδια που αιωρούνται στο νερό προκαλεί αισθητική όχληση και μπορεί στην επιφάνεια των αιωρούμενων σωματιδίων να αναπτυχθούν παθογόνοι μικροοργανισμοί
- **Το χρώμα** οφείλεται στην αναερόβια διάσπαση των οργανικών ενώσεων
- **Η οσμή** οφείλεται στην αναερόβια διάσπαση των οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στο νερό.
- Η ευχάριστη γεύση του νερού οφείλεται σε διαλυμένα αέρια (O_2 , CO_2)

Πόσιμο νερό

B. Φυσικοχημικοί παράγοντες

- **Θερμοκρασία:** Να είναι περίπου 12 °C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή τους 25 °C. Η υπερβολική αύξηση θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της ποσότητας του διαλυμένου οξυγόνου με επιπτώσεις στη γεύση του νερού
- **pH:** Πρέπει να κυμαίνεται από 6,5-8,5
- **Αγωγιμότητα στους 20 °C:** πρέπει να είναι δύομισι 2500 Ohm/cm, και αποτελεί ένδειξη της ποσότητας των διαλυμένων αλάτων.
- **Υπολειμματικό χλώριο**
- **Διαλυμένο οξυγόνο:** 8 έως 9 mg/L - σημείο κορεσμού
- **Περιεκτικότητα σε Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , κ.α.**