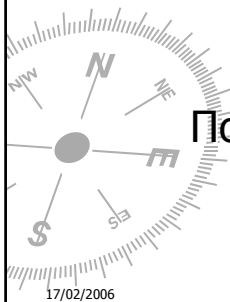


# Επεξεργασία Πόσιμου νερού



## Μάθημα 1ο Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

1

## Φυσικά νερά

- ▶ Τα φυσικά νερά μπορεί να περιέχουν αιωρούμενα και διαλυμένα ανόργανα και οργανικά στερεά καθώς και μικροοργανισμούς
- ▶ Τα συστατικά αυτά μπορεί να προέρχονται είτε από φυσικές πηγές είτε από την είσοδο αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

2

## Χημική σύσταση νερών

- ▶ Η χημική σύσταση των φυσικών νερών οφείλεται
  - στις αντιδράσεις του νερού με τα πετρώματα της γης, με τα οποία έρχεται σε επαφή
  - Στην αποσάθρωση των πετρωμάτων
  - Έκπλυση εδαφών και ιζημάτων
- ▶ Τροποποιείται με τη βοήθεια βιολογικών μεταβολισμών
- ▶ Επηρεάζεται από τον υδρολογικό κύκλο

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

3

## Κύριες αντιδράσεις

- ▶ Οι κύριες αντιδράσεις είναι η
  - Διάλυση
    - Μετατροπή χαλαζία σε πυριτικό οξύ
    - Διάλυση ανθρακικού ασβεστίου
    - Μετατροπή φθοροπατίτη σε υδροξυαπατίτη με ελευθέρωση φθορίου
  - Οξειδοαναγωγή
    - Αναγωγή τρισθενούς σιδήρου σε νερά με χαμηλή συγκέντρωση  $O_2$  με ταυτόχρονη απελευθέρωση υδρογόνου

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

4

## Κύριες αντιδράσεις

- Ιοντοεναλλαγή
  - Σχετίζονται με αργίλους – Η κυριότερη αντίδραση έκπλυσης εδαφών
- Συμπλοκοποίηση

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

5

## Κύρια ανόργανα συστατικά

Κατιόντα	Ανιόντα
Ασβέστιο, $Ca^{2+}$	Ανθρακικά, $CO_3^{2-}$ και Διπτανθρακικά $HCO_3^-$
Μαγνήσιο, $Mg^{2+}$	Χλωριούχα, $Cl^-$
Νάτριο, $Na^+$	Θειικά, $SO_4^-$
Κάλιο, $K^+$	Νιτρικά, $NO_3^-$
Σίδηρος, $Fe^{2+}$	Φωσφορικά, $PO_4^-$
Μαγγάνιο, $Mn^{2+}$	Φθοριούχα, $F^-$

Η αρχή της χημικής ουδετερότητας επιβάλλει το άθροισμα των κατιόντων να ισούται με το άθροισμα των ανιόντων, εκφρασμένα σε meq/L

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

6

## Δείκτες ποιότητας νερού

- ▶ Σκληρότητα
- ▶ pH
- ▶ Ολικά διαλυμένα στερεά
- ▶ Αγωγιμότητα
- ▶ Θολότητα
- ▶ Οργανικές ουσίες
  - COD
  - TOC
- ▶ Οργανοληπτικός έλεγχος
- ▶ Υπολειμματικό χλώριο

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

7

## Υγειονομική διάταξη

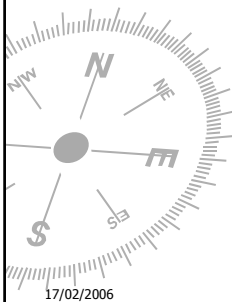
- ▶ Από 25/12/2003 η ποιότητα του πόσιμου νερού διέπεται από την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» (ΦΕΚ 892/Β/11-7-2001) σε συμμόρφωση με την Ο-δηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ε.Ε της 3/11/1998.
- ▶ Τα ποιοτικά όρια που θα πρέπει να πληροί το πόσιμο νερό παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι της ΚΥΑ, μέρος Α (Μικροβιολογικές παράμετροι) και μέρος Β (Χημικές παράμετροι).

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

8

# Υγειονομική σημασία χημικών παραμέτρων



Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

9

## Χρώμα ( Color)

- ▶ Το χρώμα είναι ανεπιθύμητο στο πόσιμο νερό. Το χρώμα οφείλεται σε διαλυμένες ή κolloειδείς οργανικές ύλες, ή ανόργανες ουσίες. Παρουσία χρώματος στο νερό δεν σημαίνει ότι είναι πάντοτε επικίνδυνο. Πρέπει να εξεταστεί χημικά για να αναζητηθεί η προέλευση του χρώμα-τος.
  - Η παραμετρική τιμή για το χρώμα είναι «αποδεκτό από τους καταναλωτές» και «άνευ ασυνήθους μεταβολής».

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

10

## Θολότητα (Turbidity)

- ▶ Οφείλεται σε κολλοειδείς ανόργανες ή οργανικές ύλες που αιωρούνται. Νερό που είναι θολό πρέπει να ελεγχθεί για ρύπανση. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές όταν φτάσει στον καταναλωτή.
- ▶ Κατανάλωση θολού νερού μπορεί να είναι επικίνδυνη για την υγεία, επειδή η απολύμανση του πόσιμου νερού δεν είναι αποτελεσματική αν υπάρχει θολότητα, (οι παθογόνοι οργανισμοί εγκλωβίζονται στα σωματίδια που αιωρούνται και προστατεύονται από το απολυμαντικό).
- ▶ Επίσης τα σωματίδια μπορεί να απορροφήσουν επιβλαβείς οργανικές ή ανόργανες ουσίες.
  - Η παραμετρική τιμή για τη θολότητα είναι να είναι «αποδεκτό από τους καταναλωτές» και «άνευ ασυνήθους μεταβολής».

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

11

## Οσμή και Γεύση (Odor – Taste)

- ▶ Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άοσμο και άγευστο.
- ▶ Όλα τα νερά έχουν την ιδιαίτερη γεύση τους που οφείλεται στα διαλυμένα άλατα (ασβεστίου, νατρίου, μαγνησίου κ.λ.π.) και διαλυμένα αέρια (οξυγόνο ή CO<sub>2</sub>) που περιέχουν.
- ▶ Οσμή και Γεύση που οφείλονται σε χημικές ουσίες όπως φαινόλες, χλώριο, αμμωνία, υδρόθειο, κ.λ.π., είτε σε μικροοργανισμούς, είναι ανεπιθύμητες.
- ▶ Νερό με έντονη οσμή πιθανόν να είναι ρυπασμένο, οπότε πρέπει να εξετασθεί για να βρεθεί η αιτία.
  - Η παραμετρική τιμή είναι να είναι «αποδεκτό από τους καταναλωτές» και «άνευ ασυνήθους μεταβολής».

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

12

## Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH )

- ▶ Το pH δείχνει αν το νερό είναι όξινο ή αλκαλικό.
- ▶ Νερά με  $\text{pH} > 10$  ή με  $\text{pH} < 4$  προκαλούν ερεθισμό στα μάτια και στο δέρμα.
- ▶ Τα περισσότερα νερά στη φύση έχουν pH μεταξύ 6 και 9.
- ▶ Επομένως το pH δεν έχει άμεση επίπτωση στην υγεία, αλλά επηρεάζει τη διαβρωτικότητα του νερού.
  - Η παραμετρική τιμή για το pH είναι:  $6,5 < \text{pH} < 9,5$ .

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

13

## Αγωγιμότητα (Conductivity)

- ▶ Η αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση της ικανότητας ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.
- ▶ Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, την ολική τους συγκέντρωση, το σθένος καθώς και την θερμοκρασία μέτρησης.
- ▶ Η αγωγιμότητα στα νερά αυξάνει με την θερμοκρασία. Μετράται σε microsiemens ανά εκατοστό ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).
  - Η παραμετρική τιμή είναι  $2500 \mu\text{S}/\text{cm}$  στους  $20^\circ\text{C}$ .

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

14

## Σκληρότητα (Hardness)

- ▶ Η σκληρότητα εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου.
- ▶ Διακρίνεται σε
  - ανθρακική (ή παροδική) σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά ( διττανθρακικά) άλατα και
  - μη ανθρακική (μόνιμη) σκληρότητα που οφείλεται στα υπόλοιπα άλατα ( χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά).
- ▶ Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία αντιθέτως έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωσης των καρδιαγγειακών παθήσεων.
- ▶ Επίσης η σκληρότητα είναι επιθυμητή στην ζυθοποιία και αρτοποιία γιατί βοηθάει την ενζυματική δράση.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

15

συνέχεια

- ▶ Το σκληρό νερό δεν έχει καλή γεύση εμποδίζει το καλό βράσιμο των τροφίμων, δεν κάνει αφρό με το σαπούνι και δημιουργεί επικαθήματα στις σωληνώσεις και στις οικιακές συσκευές.
- ▶ Επίσης σε ορισμένες βιομηχανίες (βυρσοδεψεία, βαφεία, χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων) το σκληρό νερό είναι επιζήμιο στην κατεργασία και στο τελικό προϊόν.
  - Νερό με σκληρότητα μέχρι και 500 mg/l CaCO<sub>3</sub> μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά οι πιο καλές τιμές είναι μεταξύ 80 και 150.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

16



## Χλωριούχα (Chlorides, Cl<sup>-</sup>)

- ▶ Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση σαν άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Προέρχονται από τη διάβρωση των πετρωμάτων. Επειδή είναι πολύ ευκίνητα και ευδιάλυτα εισδύουν στα υπόγεια νερά.
- ▶ Μπορεί όμως να προκύψουν από τη χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιομηχανικά απόβλητα ή διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές.
- ▶ Δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση.
- ▶ Η απότομη αύξηση των χλωριούχων στο νερό, αν δεν οφείλεται στην είσοδο θαλασσινού νερού, δείχνει πιθανή ρύπανση από λύματα και απαιτείται άμεση επιτόπια υγειονομική εξέταση. Η ρύπανση πρέπει να επιβεβαιωθεί και με άλλες μετρήσεις (μικροβιολογικές, αμμωνία, νιτρώδη).
  - Η ενδεικτική παραμετρική τιμή είναι 250 mg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

17

## Θειικά (Sulphates, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

- ▶ Αποτελούν συστατικό πολλών ορυκτών και υπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες στα φυσικά νερά.
- ▶ Χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανίες (χημικές, γυαλιού, χάρτου, υφαντουργίες), στα λιπάσματα, στα εντομοκτόνα και σαν κροκιδωτικά στην επεξεργασία του νερού.
- ▶ Ακόμη υπάρχουν στην ατμόσφαιρα σαν δευτερογενής ρύπος και αποτίθενται στο έδαφος και τα νερά σαν "όξινη βροχή".
- ▶ Τα θειικά άλατα του νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 700 mg/l δίνουν στο πόσιμο νερό δυσάρεστη γεύση. Ειδικότερα το θειικό μαγνήσιο σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 600 mg/l έχει καθαρτική δράση.
- ▶ Τα θειικά άλατα συμβάλλουν στη διάβρωση των σωληνώσεων.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 250 mg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

18

## Νάτριο (Sodium, Na)

- ▶ Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Τα άλατα νατρίου βρίσκονται σε όλες τις τροφές και το πόσιμο νερό. Λόγω της αφθονίας του στη φύση (έκτο κατά σειρά) περιέχεται σε όλα τα φυσικά νερά σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 1-500 mg/l.
- ▶ Στα πόσιμα νερά δεν υπερβαίνει τα 20 mg/l, εκτός των περιπτώσεων που έχει γίνει αποσκλήρυνση με τη μέθοδο της ιοντοανταλλαγής σε νερά με μεγάλη σκληρότητα ή παρατηρείται διείσδυση θαλασσινού νερού.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 200 mg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

19

## Αμμώνιο ( $\text{NH}_4^+$ )

- ▶ Τα υπόγεια νερά περιέχουν συνήθως αμμωνία λιγότερο από 0.2 mg/l.
- ▶ Η αμμωνία δεν επηρεάζει άμεσα την υγεία στις συγκεντρώσεις που ενδέχεται να υπάρχει στα πόσιμα νερά, αποτελεί όμως σημαντικό δείκτη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες.
- ▶ Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.2 mg/l δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό και ελαττώνει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης.
- ▶ Επίσης συμβάλλει στο σχηματισμό νιτρωδών στα συστήματα ύδρευσης.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 0,50 mg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

20

## Νιτρικά ( NO<sub>3</sub> )

- ▶ Αποτελούν τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση, επομένως υπάρχουν στα φυσικά νερά, αλλά η συγκέντρωσή τους είναι συνήθως χαμηλή. Σε αερόβιες συνθήκες διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα.
- ▶ Τα νιτρικά αποτελούν το τελικό στάδιο οξειδωσης της αμμωνίας και παρουσία τους στα νερά δείχνει παλαιά ρύπανση
- ▶ Υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται σε λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα.
- ▶ Υπάρχουν ακόμη και στον αέρα, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα να παρασύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος.
- ▶ Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν στα παιδιά την ασθένεια μεθαιμογλοβιναιμία, λόγω της αναγωγής τους σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη και νιτρικά, στο περιβάλλον του στομάχου, σχηματίζουν N-νιτροζενώσεις, που είναι καρκινογόνες.
  - Η παραμετρική τιμή για τα νιτρικά είναι και 50 mg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

21

## Νιτρώδη ( NO<sub>2</sub> )

- ▶ Τα νιτρώδη αποτελούν ενδιάμεσο στάδιο οξειδωσης της αμμωνίας και είναι ασταθή στο περιβάλλον.
- ▶ Η παρουσία τους στα νερά δείχνει πρόσφατη ρύπανση.
  - Η παραμετρική τιμή για τα νιτρώδη είναι 0,50 mg/l

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

22

## Ασβέστιο (Calcium, Ca)

- ▶ Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τη διάβρωση των πετρωμάτων ( ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος).
- ▶ Η συγκέντρωση ασβεστίου κυμαίνεται από μηδέν μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/l ανάλογα με την προέλευση του νερού και συμβάλλει στην ολική σκληρότητά του.
- ▶ Μικρές συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου εμποδίζουν τη διάβρωση των μεταλλικών σωλήνων γιατί σχηματίζουν ένα προστατευτικό επίστρωμα.
- ▶ Υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων ασβεστίου με τη θέρμανση καθιζάνουν σχηματίζοντας σκληρά επικαθήματα στους λέβητες, στους σωλήνες και τα σκεύη μαγειρικής.
  - Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και δεν υπάρχει όριο.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

23

## Μαγνήσιο (Magnesium, Mg)

- ▶ Είναι σε αφθονία στη φύση ( όγδοο σε σειρά ) και είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών. Τα άλατά του μαζί με τα άλατα του ασβεστίου αποτελούν την ολική σκληρότητα του νερού και όταν θερμανθούν σχηματίζουν επικαθήματα στις σωληνώσεις και τους λέβητες.
- ▶ Νερά με συγκεντρώσεις μαγνησίου μεγαλύτερες από 125 mg/l μπορεί να έχουν καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες.
  - Δεν υπάρχει όριο

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

24

## Σίδηρος ( Iron, Fe )

- ▶ Υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, που διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου.
- ▶ Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς (αιμοχρωμάτωση).
- ▶ Ο σίδηρος δίνει στο νερό γεύση που είναι ανιχνεύσιμη σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις.
- ▶ Προκαλεί προβλήματα στα πλυντήρια και υφαντήρια (δημιουργούνται λεκέδες στα υφάσματα) και στους αγωγούς διανομής νερού (ευνοείται η ανάπτυξη βακτηριδίων και δημιουργούνται αποθέσεις).
  - Η παραμετρική τιμή είναι 200 µg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

25

## Μαγγάνιο ( Manganese, Mn )

- ▶ Θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο.
- ▶ Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου.
- ▶ Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση.
- ▶ Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου.
- ▶ Το μαγγάνιο προκαλεί λεκέδες στα υφάσματα σε πλυντήρια και υφαντήρια.
- ▶ Διευκολύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στα δίκτυα με αποτέλεσμα αύξηση της θολότητας, δημιουργία οσμών και αποθέσεων.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 50 µg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

26

## Κάδμιο ( Cadmium, Cd )

- ▶ Είναι ένα από τα τοξικότερα μέταλλα.
- ▶ Συναντάται στη φύση σε θειούχα ορυκτά με το μόλυβδο και τον ψευδάργυρο.
- ▶ Στα φυσικά νερά βρίσκεται κυρίως στα ιζήματα των βυθών και σε αιωρούμενα σωματίδια.
- ▶ Σε μη ρυπασμένα νερά η συγκέντρωση του καδμίου είναι κάτω από 1 µg/l.
- ▶ Πηγές του καδμίου στο νερό είναι τα βιομηχανικά απόβλητα και η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων.
- ▶ Σε συστήματα ύδρευσης, που τροφοδοτούνται με νερό μαλακό χαμηλού pH, μπορεί να βρεθούν ψηλές συγκεντρώσεις καδμίου, επειδή αυτά τα νερά είναι πιο διαβρωτικά και η διαλυτότητά του καδμίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη σκληρότητα.
- ▶ Το κάδμιο προσβάλλει το συκώτι, τα νεφρά, το σπλήνα και το θυρεοειδή αδένα, εναποτίθεται στα οστά, όπου αντικαθιστά το ασβέστιο προκαλώντας τη νόσο ΙΤΑΙ-ΙΤΑΙ. Έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρκίνο σε πειραματόζωα και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες το συνδέουν με καρκίνο στον άνθρωπο.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 5 µg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

27

## Χαλκός ( Copper, Cu )

- ▶ Είναι βασικό στοιχείο στον ανθρώπινο μεταβολισμό.
- ▶ Τα άλατα του χαλκού είναι τοξικά στα υδρόβια φυτά και χρησιμοποιούνται (κυρίως ο θειϊκός χαλκός) για να ανασταλεί η ανάπτυξη των φυκών.
- ▶ Λόγω της διάβρωσης των χάλκινων σωληνώσεων, που εξαρτάται από τη σκληρότητα, το pH, το διαλυμένο οξυγόνο και τη θερμοκρασία του νερού, σημαντικές ποσότητες χαλκού διαλύονται στο πόσιμο νερό.
- ▶ Αν το νερό μείνει στάσιμο 12 ώρες στις σωληνώσεις, η συγκέντρωση χαλκού μπορεί να υπερβεί τα 20 mg/l.
- ▶ Ο χαλκός προσδίδει χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δημιουργεί λεκέδες στα υφάσματα και στα είδη υγιεινής. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 2 mg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

28

## Φθοριούχα ( Fluoride, F )

- ▶ Το φθόριο συναντάται στα νερά σαν φθοριούχα άλατα, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα.
- ▶ Χρησιμοποιείται στην παραγωγή αλουμινίου, σε βιομηχανίες χάλυβα και γυαλιού, στα λιπάσματα και στα κεραμικά.
- ▶ Συχνότερα βρίσκεται στα υπόγεια νερά παρά στα επιφανειακά.
- ▶ Δεν βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή στη φύση, επειδή είναι πολύ δραστικό.
- ▶ Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο.
- ▶ Το φθόριο σε μικρά ποσά στο νερό (μέχρι 1 mg/l) είναι ωφέλιμο, γιατί εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας στα δόντια, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλεί τη φθορίαση (μαύρες κηλίδες στην αδαμαντίνη των δοντιών) ή και βλάβες στα οστά.
- ▶ Σε νερά που δεν περιέχουν φθόριο γίνεται φθορίωση με προσθήκη φθοριούχων και φθοριοπυριτικών ενώσεων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να ελέγχεται συχνά η περιεκτικότητα του νερού σε φθόριο, ώστε να μην υπερβεί το επιτρεπτό όριο.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 1,5 mg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

29

## Αρσενικό ( Arsenic, As )

- ▶ Τα περισσότερα φυσικά νερά περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 µg/l.
- ▶ Το αρσενικό φθάνει στους υδάτινους αποδέκτες από τα μεταλλεία, αφού υπάρχει σχεδόν σε όλα τα θειούχα ορυκτά, από τα εντομοκτόνα και την καύση ορυκτών καυσίμων.
- ▶ Οι φυσικές πηγές αρσενικού στο περιβάλλον είναι οι ηφαιστειογενείς δράσεις και η αποσύνθεση της φυτικής οργανικής ύλης.
- ▶ Είναι τοξικό και πιθανόν καρκινογόνο.
- ▶ Η τοξικότητα του αρσενικού εξαρτάται από τη χημική και φυσική του μορφή, τη δόση, το χρόνο έκθεσης και τον τρόπο που εισάγεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Προκαλεί βλάβες στο γαστρικό, νευρικό και αναπνευστικό σύστημα και διάφορες αλλοιώσεις στο δέρμα. Δόσεις μεταξύ 70 και 180 mg As είναι θανατηφόρες.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 10 µg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

30

## Μόλυβδος ( Lead, Pb )

- ▶ Είναι πολύ τοξικό μέταλλο.
- ▶ Τα φυσικά νερά συνήθως περιέχουν μέχρι 5 µg/l μόλυβδο. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων, βιομηχανιών, στη διάβρωση μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπαταριών, κραμάτων, χρωστικών, αντισκωριακών.
- ▶ Μεγάλες ποσότητες μολύβδου υπάρχουν στην ατμόσφαιρα από τον τετρααιθυλιούχο μόλυβδο που προστίθεται στη βενζίνη σαν αντικροτικό. Για το λόγο αυτό στις περισσότερες χώρες έχει απαγορευθεί η χρήση μολύβδου στη βενζίνη και χρησιμοποιείται αμόλυβδη βενζίνη.
- ▶ Οι επιπτώσεις του μολύβδου στην υγεία μελετήθηκαν πριν πολλά χρόνια, γιατί υπήρξαν δηλητηριάσεις από μόλυβδο στο πόσιμο νερό, που προήλθε από διάβρωση των μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να εγκαταλειφθούν οι μολύβδινι σωλήνες για το νερό και να απαγορευθεί η χρήση χρωμάτων με βάση το μόλυβδο για εσωτερική διακόσμηση.
- ▶ Είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση. Προκαλεί βλάβες στο συκώτι, τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 10 µg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

31

## Νικέλιο (Nickel, Ni)

- ▶ Το νικέλιο απαντά σε επιφανειακά ορυκτά.
- ▶ Υποκαθιστά το σίδηρο σε σιδηρομαγνητούχα πετρώματα ηφαιστειακής προέλευσης και τείνει να συγκαθιζάνει με οξειδία του σιδήρου και του μαγγανίου.
- ▶ Το νικέλιο χρησιμοποιείται εκτεταμένα για την παρασκευή ανοξειδωτων αντικειμένων και μέσω αυτής της οδού βρίσκει διέξοδο στα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 20 µg/l.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

32



## Υδράργυρος (Mercury, Hg)

- ▶ Οι κύριες χρήσεις του υδραργύρου είναι
  - στην κατασκευή καθόδων για την ηλεκτρολυτική παραγωγή χλωρίου και καυστικής σόδας,
  - στην κατασκευή λυχνιών, οργάνων ελέγχου όπως διακόπτες, θερμόμετρα, βαρόμετρα
  - σε οδοντικά αμαλγάματα και
  - σαν πρώτη ύλη στην παρασκευή χημικών ενώσεων όπως μυκητοκτόνων, αντισηπτικών, φαρμακευτικών, και αντιδραστηρίων.
- ▶ Μέσα από αυτές τις δραστηριότητες ο υδράργυρος περνάει σαν απόβλητο και μολύνει το περιβάλλον.
- ▶ Ο υδράργυρος απαντά στη φύση σε πετρώματα κυρίως υπό τη μορφή θειούχου υδραργύρου (HgS)(κινναβαρίτη).

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

33

### συνέχεια

- ▶ Ο Υδράργυρος στα φυσικά νερά εμφανίζεται σε τρία στάδια οξειδωσης, στοιχειακός υδράργυρος  $Hg^0$ ,  $Hg^{+1}$ ,  $Hg^{2+}$ .
- ▶ Τα αντίστοιχα ανόργανα άλατα που σχηματίζει έχουν διαφορετικό βαθμό διαλυτότητας: Ο βαθμός διαλυτότητας επηρεάζεται από το pH και το οξειδωαναγωγικό δυναμικό.
  - στοιχειακό υδράργυρο που είναι αδιάλυτος
  - Χλωριούχο υφυδράργυρο ( $HgCl$ ) με μικρή διαλυτότητα
  - Χλωριούχο υδράργυρο ( $HgCl_2$ ) με υψηλή διαλυτότητα
  - Σύμπλοκα ιόντα χλωρίου ( $HgCl_4^{2-}$ ) και θείου ( $HgS_4^{2-}$ ) με υψηλή διαλυτότητα
- ▶ Οι φυσικές τιμές του υδραργύρου σε υπόγεια και επιφανειακά νερά είναι κάτω των 0,5  $\mu g/L$ . Εν τούτοις έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία περιπτώσεις όπου η συγκέντρωση του υδραργύρου ξεπερνά τα 5,5  $\mu g/L$  σε περιοχές με έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα στην Ιαπωνία.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 1.0  $\mu g/l$

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

34

συνέχεια

- ▶ Ο ανόργανος υδράργυρος απορροφάται σε μικρό ποσοστό 7-15% από το νερό και την τροφή και συσσωρεύεται στα νεφρά
- ▶ Στα επιφανειακά νερά κάτω από αερόβιες συνθήκες παρουσία μικροοργανισμών παράγεται ο μεθυλιούχος υδράργυρος ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ) μια ιδιαίτερα τοξική μορφή υδραργύρου διαλυτός στο νερό, στα λίπη που συσσωρεύεται στους ιστούς.
- ▶ Ο οργανικός υδράργυρος απορροφάται από το γαστρεντερικό σύστημα και σε ποσοστό 80-90% δεσμεύεται από τα ερυθρά αιμοσφαίρια και λόγω της μεγάλης λιποδιαλυτότητας εισχωρεί στον εγκέφαλο, τον νωτιαίο μυελό και το νευρικό σύστημα.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

35

## Χρώμιο ( Chromium, Cr)

- ▶ Υπάρχει στο φλοιό της γης και εμφανίζεται σαν τρισθενές και εξασθενές χρώμιο.
- ▶ Στα νερά βρίσκονται κυρίως άλατα του εξασθενούς χρωμίου, επειδή είναι ευδιάλυτα, ενώ σπάνια υπάρχει σαν τρισθενές, γιατί οι ενώσεις του είναι αδιάλυτες και καθιζάνουν.
- ▶ Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται στα αεροζόλ και παρασύρεται από τη βροχή ή εναποτίθεται στο έδαφος ρυπαίνοντας τα επιφανειακά νερά.
- ▶ Η μέση συγκέντρωση στο νερό της βροχής είναι 0,2–1  $\mu\text{g}/\text{l}$ , στο θαλασσινό 0,05  $\mu\text{g}/\text{l}$  και στα φυσικά νερά 0,5–2  $\mu\text{g}/\text{l}$ , ενώ στα υπόγεια είναι πολύ χαμηλή.
- ▶ Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα. Χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες χρωμάτων και δέρματος, στα επιμεταλλωτήρια, στην παρασκευή κραμάτων και καταλυτών. Συχνά προστίθενται σε νερά ψύξης χρωμικές ενώσεις για έλεγχο της διάβρωσης.
- ▶ Οι επιδράσεις του χρωμίου στην υγεία εξαρτώνται από τη μορφή του. Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό. Προκαλεί βλάβες στο δέρμα και το σκώτι και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.
  - Η παραμετρική τιμή είναι 50  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

36

## Σελήνιο (Selenium, Se)

- ▶ Σε μεγάλες συγκεντρώσεις το σελήνιο προκαλεί σελήνωση κατά την οποία παρουσιάζονται γαστρεντερικές διαταραχές, νευρική κατάσταση, ψυχική κατάπτωση, ηπατικές και νεφρικές βλάβες ενώ η στέρηση του προκαλεί συμπτώματα έλλειψης που εμφανίζονται με προβλήματα στο μυοκάρδιο και είναι πιθανόν να οδηγήσουν τελικά στο θάνατο.
- ▶ Το σελήνιο αποτελεί απαραίτητο στοιχείο στη διατροφή μας και προσλαμβάνεται από την τροφή ενώ στο πόσιμο νερό βρίσκεται σε μικρές ποσότητες.
- ▶ Αντιδρά, εντός οργανισμού, με άλλα στοιχεία προστατεύοντάς τον από την τοξικότητα των βαρέων μετάλλων όπως του υδράργυρου, του καδμίου, του σιδήρου και του θάλιου
  - Η παραμετρική τιμή είναι 10μg/l

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

37

## Οργανικά συστατικά

- ▶ Τα οργανικά συστατικά στο νερό προέρχονται από τρεις πηγές:
  - τη διάσπαση των οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στη φύση
  - τις οικιακές, γεωργικές και βιομηχανικές απορροές
  - τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα κατά την επεξεργασία και μεταφορά του νερού

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

38

### ► Διάσπαση οργανικών ενώσεων

- Η μεγαλύτερη ομάδα και αποτελείται από χουμικά υλικά και τους μεταβολίτες τους και υψηλού μοριακού βάρους αλειφατικούς και αρωματικούς υδρογονάνθρακες.
- Οι ενώσεις αυτές προέρχονται από τη διαδικασία χουμοποίησης διαφόρων συστατικών του εδάφους, όπως είναι τα προϊόντα αποικοδόμησης και αποσύνθεσης των βιολογικών οργανισμών (φυτικοί και ζωικοί), τα οποία εκπλένονται από το νερό.
- Η χημική σύσταση των χουμικών ενώσεων του νερού δεν είναι πλήρως διευκρινισμένη .
- Επιπλέον, οι χουμικές ενώσεις είναι πρόδρομοι σχηματισμού των τριαλογονομένων μεθανίων και άλλων αλογονομένων υδρογονανθράκων που σχηματίζονται κατά την χλωρίωση.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

39

### ► Απορροές βιομηχανικής, γεωργικής και αστικής προέλευσης

- χημικές ενώσεις που έχουν αρνητικές συνέπειες στην υγεία και περιλαμβάνουν τα φυτοφάρμακα, διαλύτες, πλαστικοποιητές, απορρυπαντικά κ.α.
- Οι οργανικές ενώσεις που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία του νερού
  - Τριαλογονομένα μεθάνια και αλογοακετονιτρίλια.
  - Πολυηλεκτρολύτες (ακρυλαμίδιο)
  - ή χρωμάτων, επικαλύψεων, εσωτερικών επενδύσεων στις σωληνώσεις

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

40

Κατηγορία	Περιγραφή	Εμπορική ονομασία
Συνθετικά απορρυπαντικά	Υποκατάστατα του σαπουνιού. Περιέχουν 20-30% τασεενεργά συστατικά (surfactants) και 70-80% πρόσθετα. Υπάρχουν ανιονικά, κατιονικά, αμφολυτικά και μη ιοντικά απορρυπαντικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alkyl benzene sulfonate (ABS) μέχρι τη δεκαετία του 1960</li> <li>αντικαταστάθηκαν (λόγω μη καλής βιοαποδόμησης) από τα Linear alkyl benzene sulfonate (LAS)</li> </ul>
Παρασιτοκτόνα	Κατατάσσονται σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τη μοριακή τους δομή: χλωριωμένους υδρογονάνθρακες, οργανοφωσφορικές ενώσεις, καρβαμίδια και χλωροφαινόξυ ενώσεις.	<p>Οργανοχλωριωμένα :</p> <p>aldrin, chlordane, DDT, dieldrin, endrin, isodrin, heptachlor, lindane, methoxychlor, toxaphane</p> <p>Οργανοφωσφορικές ενώσεις: diazinon, malathion, parathion-</p> <p>Χλωροφαινόξυ ενώσεις 2,4-Ta, 2,4,5-TP, silvex</p> <p>Καρδαμικές ενώσεις: captan, ferbam, IPC, sevin (carbaryl), baygon, carbofuran</p>

17/02/2006 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού 41

Κατηγορία	Περιγραφή	Εμπορική ονομασία
Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC's)	Διαλυτοί, αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες, καύσιμα και ψυκτικά υγρά. Η παρουσία τους στο νερό οφείλεται στις μεγάλες ποσότητες παραγωγής τους, στη χημική τους σταθερότητα καθώς και στην αμελητέα προσρόφηση τους από το έδαφος.	
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Οργανικές ενώσεις που έχουν στο μόριο τους δύο ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους.</li> <li>Αποτελούν μια από τις πιο επικίνδυνες κατηγορίες ρύπων του περιβάλλοντος γιατί έχουν μεταλλαξιογόνες και καρκινογόνες ιδιότητες. Οι PAHs απορροφώνται εύκολα από το έντερο και τους πνεύμονες, απομακρύνονται ταχύτατα από το αίμα και το συκώτι και συγκεντρώνονται στους λιπώδεις ιστούς του σώματος και το γάλα, επειδή είναι λιποδιαλυτοί.</li> <li>Η κυριότερη πηγή ρύπανσης των φυσικών νερών είναι οι διαρροές αργού πετρελαίου ή προϊόντων διύλισης. Η διαλυτότητα των PAHs στο νερό είναι σχετικά μικρή γιατί έχουν μεγάλο μοριακό βάρος. Εξαιτίας της προσρόφησης των PAHs στα αιωρούμενα στερεά, η επεξεργασία του νερού που μειώνει τα αιωρούμενα στερεά κατεβάζει και το επίπεδο των PAHs σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις.</li> <li>Κύρια ένωση το βενζο-α-πυρένιο</li> </ul>	

17/02/2006 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού 42

Κατηγορία	Περιγραφή	Εμπορική ονομασία
<b>Βενζόλιο</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παράγεται κυρίως από το πετρέλαιο και χρησιμοποιείται ευρύτατα στη χημική βιομηχανία για την παραγωγή απορρυπαντικών, πλαστικών καθώς επίσης και για τη βελτίωση των καυσίμων.</li> <li>• Λόγω της πτητικότητάς του, οι συγκεντρώσεις του στα επιφανειακά νερά είναι μικρές. Θεωρείται ύποπτο για πρόκληση καρκίνου, επειδή συνδέεται με τη λευχαιμία.</li> <li>• Γι' αυτό το λόγο το βενζόλιο αντικαθίσταται από το τολουόλιο που είναι σχετικά μη τοξικό και δεν προκαλεί καρκίνο [8].</li> </ul>	
<b>Χλωριωμένα αλκάνια</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ο τετραχλωράνθρακας προκαλεί για καρκίνο του ήπατος και νεφρικές διαταραχές που μπορεί να οδηγήσουν στο θάνατο.</li> <li>• Το 1,2-δихλωρο-αιθάνιο δρα σαν ναρκωτικό και προκαλεί βλάβες στα νεφρά και στο καρδιαγγειακό σύστημα. Θεωρείται ύποπτο για την πρόκληση αδено-καρκινωμάτων και είναι γνωστό μεταλλαξιογόνο</li> </ul>	

17/02/2006 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού 43

Κατηγορία	Περιγραφή	Εμπορική ονομασία
<b>Χλωροαιθυλένια</b> (Οργανικοί διαλύτες)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Το βινυλοχλωρίδιο το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή του πολυβινυλοχλωριδίου (PVC). Απορροφάται εύκολα από τον οργανισμό και μεταβολίζεται με πολύπλοκη λειτουργία σε οξύτιο του χλωροαιθυλενίου, το οποίο μπορεί να μετατραπεί αυθόρμητα σε χλωροακεταδεϋλδη.</li> <li>• Είναι αποδεδειγμένα καρκινογόνο καθώς επίσης προξενεί αγγειοσάρκωμα στο ήπαρ, όγκους στον εγκέφαλο και στο αιμολεμφοποιητικό σύστημα, ασκεί μεταλλαξιογόνο και τερατογόνο δράση και επιδρά δυσμενώς στο κεντρικό νευρικό σύστημα.</li> <li>• Παρόμοια συμπεριφορά παρουσιάζουν και τα άλλα ευρέως χρησιμοποιούμενα χλωροαιθυλένια, όπως είναι το 1,1-δихλωροαιθυλένιο, 1,1,2-τριχλωροαιθυλένιο και το τετραχλωροαιθυλένιο.</li> </ul>	

17/02/2006 Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού 44

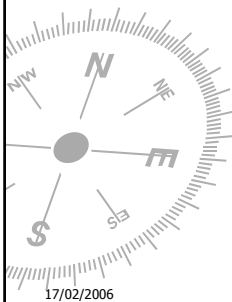
Κατηγορία	Περιγραφή	Εμπορική ονομασία
<b>Διαλυτικά καθαρισμού</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Τα οργανικά διαλυτικά χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στη βιομηχανία. Μερικές φορές έχουν παρατηρηθεί διαρροές σε υποκείμενους υδροφορείς.</li> <li>Αρκετά διαλυτικά είναι ύποπτες καρκινογόνες ενώσεις.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ακετόνη</li> <li>βενζίνη</li> <li>Τετραχλωράνθρακας,</li> <li>χλωροβενζόλιο,</li> <li>διχλωρομεθάνιο,</li> <li>τριχλωροαιθυλένιο</li> </ul>
<b>Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Μεγάλη θερμική και χημική σταθερότητα (απαιτείται T&gt;1000C για πλήρη καύση τους). Μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα.</li> <li>Είναι σχετικά αδρανείς στα οξέα, τα αλκάλια και άλλα διαβρωτικά χημικά, σταθερά στην οξειδωση, μη πτητικές, αδιάλυτες στο νερό αλλά διαλυτές σε οργανικές ενώσεις και λίπη.</li> <li>Χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά και μονωτικά μετασχηματιστών και πυκνωτών.</li> <li>Βιοαποδομούνται πολύ δύσκολα. Η βιοαποδόμηση είναι δυνατή από αερόβια βακτήρια μόνον όταν στο μόριο υπάρχουν ένα ή δύο χλώρια ή σε μεγάλους χρόνους παρακράτησης.</li> </ul>	
<b>Παραπροϊόντα απολύμανσης</b>	<p>Προκύπτουν από την αντίδραση μεταξύ οργανικών προδρόμων ενώσεων που υπάρχουν στο νερό και των χημικών ενώσεων που προστίθενται για απολύμανση του νερού.</p> <p>Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Χλωροφόρμιο,</li> <li>βρωμοφόρμιο,</li> <li>βρωμοδιχλωρομεθάνιο,</li> <li>χλωροδιβρωμομεθάνιο</li> <li>αλογονοαλδεύδες</li> <li>χλωροφαινόλες</li> </ul>

17/02/2006 45

Κατηγορία	Περιγραφή	Εμπορική ονομασία
<b>Ραδιενέργεια</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Η ραδιενέργεια του νερού μπορεί να είναι φυσικής αλλά και ανθρωπίνης προέλευσης. Η φυσική ραδιενέργεια οφείλεται στα ραδιενεργά στοιχεία που υπάρχουν στη γη ή δημιουργούνται από το βομβαρδισμό της ατμόσφαιρας με κοσμική ακτινοβολία. Τα δύο κυριότερα ραδιενεργά ισότοπα που υπάρχουν στο νερό είναι το Τρίτιο (<math>^3\text{H}</math>) και το Κάλιο-40 (<math>^{40}\text{K}</math>).</li> <li>Στη φυσική ραδιενέργεια του νερού συνεισφέρουν τα μεγάλο βάρους φυσικά ραδιενεργά ισότοπα ουράνιο-238, θόριο-232 και ουράνιο-235 καθώς επίσης και τα προϊόντα διάσπασής τους ράδιο-238 και ράδιο-226.</li> <li>Το επίπεδο των ραδιονουκλιδίων στο νερό μετριέται σε πικοκουρί ανά λίτρο (pCi/L).</li> <li>Η φυσική ραδιενέργεια στα περισσότερα νερά είναι γύρω στα 0,1 pCi/L. Το επίπεδο ραδιενέργειας στο νερό μπορεί να μειωθεί μετά από επεξεργασία για αφαίρεση θολότητας</li> <li>Όμως παράλληλα το ραδιενεργό υλικό μεταφέρεται στη λάσπη που προκύπτει και υπόψη κατά τη διαχείριση της λάσπης</li> </ul>	

17/02/2006 46

# Σημασία μικροβιολογικών παραμέτρων



Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

47

## Μικροοργανισμοί

- ▶ Το νερό δρα σαν φορέας μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων
- ▶ Οι σημαντικότερες «ασθένειες υδρικής προέλευσης» είναι
  - Εντερολοιμώξεις
  - Τυφοειδής πυρετός
  - Δυσεντερία
  - Χολέρα
  - Ηπατίτιδα
  - Παρασιτιάσεις

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

48



## Είδη μικροοργανισμών

- ▶ Βακτηρίδια
- ▶ Ιοί
- ▶ Μύκητες
- ▶ Άλγη (φύκη)
- ▶ Πρωτοζώα
- ▶ Ελμίνθες
- ▶ Παρασιτικοί σκώληκες

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

49

## Βασικές έννοιες

- ▶ Πρώτιστα (Βακτηρίδια, μύκητες, άλγη, πρωτοζώα)
  - Μη διαφοροποίηση κυττάρων και ιστών
  - Κάθε κύτταρο περιέχει πυρηνικό οξύ και το DNA απαραίτητο για αναπαραγωγή
- ▶ Ευκαρυωτικοί (μύκητες, άλγη, πρωτοζώα)
  - Καλά σχηματισμένος πυρήνας
- ▶ Προκαρυωτικοί (βακτηρίδια, κυανοφύκη)
  - Μη καλά σχηματισμένος πυρήνας
- ▶ Ιοί
  - Δεν είναι πλήρεις οργανισμοί, αποτελούνται μόνο από πυρηνικό οξύ, ζουν εις βάρος κάποιου ζωντανού οργανισμού

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

50

συνέχεια

- ▶ **Αυτοτροφικοί**
  - Χρησιμοποιούν το CO<sub>2</sub> για σύνθεση νέας βιομάζας (άλγη)
- ▶ **Ετεροτροφικοί**
  - Χρησιμοποιούν οργανικό C για σύνθεση νέας βιομάζας (βακτηρίδια)
- ▶ **Φωτοτροφικοί**
  - Παίρνουν ενέργεια για τη σύνθεση από το ηλιακό φως
- ▶ **Χημοτροφικοί**
  - Παίρνουν ενέργεια για τη σύνθεση από τη διάσπαση χημικών ενώσεων
- ▶ **Αερόβιοι, αναερόβιοι και επαμφοτερίζοντες**
  - Ανάλογα με τον δέκτη ηλεκτρονίων (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Fe, )
- ▶ **Ψυχροφιλικόι, μεσοφιλικόι και θερμοφιλικόι**
  - Ανάλογα με τη βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

51

## Μεταδιδόμενες ασθένειες από βακτηρίδια στο νερό

Οργανισμός	Ασθένεια	Πηγή
<i>Salmonella typhi, parathifi</i>	Τυφοειδής πυρετός	Περιττώματα ανθρώπου
<i>Άλλα είδη Salmonella</i>	Σαλμονέλωση	Περιττώματα
<i>Shigella</i>	Δυσεντερία	Περιττώματα ανθρώπου
<i>Vibrio cholerae</i>	Χολέρα	Περιττώματα ανθρώπου
<i>Enteropathogenic E.coli</i>	Γαστρεντερίτιδα	Περιττώματα ανθρώπου
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Γαστρεντερίτιδα	Περιττώματα
<i>Campylobacter jejuni</i>	Γαστρεντερίτιδα	Περιττώματα
<i>Legionella pneumophila</i>	Αναπνευστικές λοιμώξεις	Κλιματιστικά
<i>Mycobacteria</i>	Πνευμονία	Έδαφος και νερό

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

52

## Μεταδιδόμενες ασθένειες από ιούς στο νερό

Οργανισμός	Ασθένεια	Πηγή
<i>Polioviruses</i>	Πολιομελίτιδα	Περιπτώματα
<i>Coxsackieviruses A</i>	(ασηπτική) Μηνιγγίτιδα	Περιπτώματα
<i>Rotaviruses</i>	Γαστρεντερίτιδα	Περιπτώματα ανθρώπου
<i>Adenoviruses</i>	Αναπνευστικές λοιμώξεις, Γαστρεντερίτιδα	Περιπτώματα ανθρώπου
Ίός <i>Hepatitis A</i>	Λοιμώδης Ηπατίτιδα	Περιπτώματα
<i>Norwalk</i> και σχετικοί <i>GI</i> ιοί	Γαστρεντερίτιδα	Περιπτώματα ανθρώπου
Εντεροϊοί	Γαστρεντερίτιδα	Περιπτώματα

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

53

## Μεταδιδόμενες ασθένειες από Πρωτοζώα και άλγη στο νερό

Οργανισμός	Ασθένεια	Πηγή
<i>Entamoeba histolytica</i>	Δυσεντερία	Περιπτώματα ανθρώπου
<i>Cryptosporidium</i>	Κρυπτοσποριδίωση	Περιπτώματα
<i>Giardia Lamblia</i>	<i>Giardiasis</i> (γαστρεντερίτιδα)	Περιπτώματα ανθρώπου
<i>Acanthamoeba castellani</i>	Αμοιβική μηνιγγοεγκεφαλίτιδα	Έδαφος και νερό
Blue green algae ( <i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>Microcystis</i> , <i>aeruginosa</i> , <i>Alphanizomenon</i> , <i>Schizothrix calciola</i> )	Γαστρεντερίτιδα	Φυσικά νερά

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

54

## Vibrio Cholerae

- ▶ Μέλη του γένους *Vibrio* είναι Gram αρνητικά, μη σπορογόνοι κινούμενοι ράβδοι
- ▶ Το *V. Cholerae* είναι κύριο είδος που προκαλεί επιδημία χολέρας
- ▶ Ζυμώνουν την γλυκόζη χωρίς παραγωγή αερίων.
- ▶ Προκαλεί οξεία εντερική ασθένεια με διάρροια, εμετό, αφυδάτωση, ελάττωση της ούρησης, μείωση της πίεσης του αίματος και ολική κατάπτωση. Εάν δεν υπάρξει άμεση φαρμακευτική αγωγή επέρχεται ο θάνατος σε λίγες ώρες.
- ▶ Η ανάπτυξη των προστατευόμενων υδρεύσεων, ο έλεγχος της διάθεσης των υγρών αποβλήτων και η επεξεργασία του πόσιμου νερού μείωσαν δραστικά την εξαπλωση της ασθένειας.
- ▶ Παρ' όλα αυτά υπάρχουν περιοχές στον κόσμο όπου η ασθένεια συνεχίζει να εκδηλώνεται.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

55

## Yersinia

- ▶ Το *Y.pestis* αποτελεί το παράγοντα της μαύρης πανούκλας κατά τον Μεσαίωνα στην Ευρώπη και επομένως είναι το πιο κακόφημο. Σήμερα, το *Y.pestis* παρουσιάζεται σποραδικά.
- ▶ Μολύνσεις προκαλούνται από *Y.enterocolitica* και το *Y. pseudotuberculosis* που προκαλούν κυρίως γαστρεντερίτιδα.
- ▶ Στο περιβάλλον, το *Y.enterocolitica* έχει βρεθεί σε επιφανειακά και παραθαλάσσια νερά
- ▶ Το *Y.enterocolitica* είναι Gram αρνητικό και ζυμώνει την γλυκόζη με παραγωγή λίγων ή καθόλου αερίων.
- ▶ Είναι αναερόβιος και ψυχρόφιλος οργανισμός

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

56

## Καμπυλοβακτηρίδια

- ▶ Το γένος *Campylobacter* αποτελείται από 14 είδη εκ των οποίων σημασία για το νερό έχει το *C.jejuni*.
- ▶ Τα είδη μεταφέρονται στην εντερική περιοχή των ζώων και γι'αυτό μολύνουν τροφές ζωικής προέλευσης.
- ▶ Τα καμπυλοβακτήρια αναπτύσσονται μεταξύ των 25 °C και 43 °C, είναι καμπυλωτά ή ραβδόμορφα με σχήμα σπειριλλίου, ανάγουν τα νιτρικά προς νιτρώδη, απαιτούν μικρές ποσότητες οξυγόνου για την ανάπτυξη τους (3-6%) ενώ η ανάπτυξη αναχαιτίζεται για συγκέντρωση οξυγόνου 21%.
- ▶ Τα συμπτώματα από την μόλυνση με *C.jejuni* είναι διάρροια και γαστρεντερίτιδα
- ▶ Στην Αμερική η γαστρεντερίτιδα λόγω του *Campylobacter* αποτελεί την πιο συνηθισμένη αιτία μόλυνσης με περίπου 2,5 εκατομμύρια κρούσματα ετησίως.
- ▶ Καταστρέφονται με το μαγείρεμα καθώς και σε τυπικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

57

## *Shigella*

- ▶ Το γένος *Shigella* ανήκει στην οικογένεια των εντεροβακτηριδίων όπως και η *salmonella*. Προκαλούν δυσεντερία γνωστή και ως σιγγέλλωση, με συμπτώματα κοιλιακούς σπασμούς και πυρετό.
- ▶ Οι *shigella spp.* είναι Gram αρνητικοί, ακίνητοι, ραβδόμορφοι οργανισμοί που δεν είναι αυτόχθονοι σε κανένα τρόφιμο. Η μετάδοση αυτού του βακτηρίου σχετίζεται με συνθήκες κακής και υγιεινής αλλά και με μολυσμένα τρόφιμα και ύδατα.
- ▶ Ένα ξεχωριστό χαρακτηριστικό της δυσεντερίας είναι η γρήγορη εξάπλωση του μικροοργανισμού στον πληθυσμό. Αυτό οφείλεται στη χαμηλή δόση που απαιτείται για την μόλυνση (10-200 οργανισμοί).
- ▶ Η επιβίωση του *Shigella* στο νερό είναι παρόμοια με αυτή των κολοβακτηριδίων, οπότε συστήματα που ελέγχουν επαρκώς τα κολοβακτηρίδια, ελέγχουν και τον *Shigella*.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

58

## *Salmonella*

- ▶ Τα περισσότερα είδη της *Salmonella* προκαλούν γαστρεντερίτιδα εκτός από το *Salmonella typhi* και *Salmonella paratyphi* που προκαλούν τυφώδη και παρατυφώδη πυρετό αντίστοιχα.
- ▶ Η *Salmonella* αρχικά εντοπίζεται κυρίως στη εντερική περιοχή των ζώων και αποβάλλεται από τους οργανισμούς με τα περιττώματα όπου σε αυτή την μορφή θα βρεθούν και θα μολύνουν το νερό.
- ▶ Όλες οι περιπτώσεις τύφου αφορούν μικρές υδρεύσεις, όπου δεν γίνεται σωστή απολύμανση.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

59

## *Escherichia coli*

- ▶ Το *Escherichia coli* είναι ένας Gram-αρνητικός, αερόβιος, ετεροτροφικός, μη-σπορογόνος, ραβδόμορφος, με πλάτος μικρότερο από 2 μ και μήκος 2-6 μ. Ζυμώνει τη γλυκόζη και τη λακτόζη παράγοντας οξύ και αέρια.
- ▶ Ο *Enteropathogenic Escherichia coli* είναι η κύρια αιτία διάρροιας σε βρέφη.
- ▶ Η παρουσία του στα νερά αποτελεί ένδειξη πρόσφατης ρύπανσης από περιττώματα θερμόαιμων ζώων.
- ▶ Αν και τα περισσότερα κολοβακτηρίδια θεωρούνται μη παθογόνα, το *Escherichia coli* O157:H7 προκαλεί παθογένεια στον άνθρωπο. Πρόκειται για ένα μεταλλαγμένο είδος με αντοχή στα αντιβιοτικά.
- ▶ Το μοναδικό περιστατικό του *Escherichia coli* O157:H7 εμφανίστηκε το 1987 σε μια κοινότητα πληθυσμού 2000 ατόμων και προκάλεσε 4 θανάτους. Το περιστατικό προκλήθηκε λόγω μόλυνσης της παροχής πόσιμου νερού από λύματα κατά την διάρκεια εργασιών στους αγωγούς.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

60

## *Clostridium perfringens*

- ▶ Τα κλωστρίδια είναι gram-θετικά, αναερόβια σπορογόνα βακτήρια.
- ▶ Στην περίπτωση του νερού το κλωστρίδιο που μας ενδιαφέρει είναι το *Clostridium perfringens* το οποίο παράγει εντεροτοξίνη με συμπτώματα έντονους κοιλιακούς πόνους και διάρροια.
- ▶ Βρίσκεται στα περιττώματα αλλά σε μικρότερο αριθμό από το *E.coli*.
- ▶ Τα σπόρια του κλωστρίδιου επιβιώνουν στο νερό περισσότερο από τα κολοβακτηρίδια, και αυξάνονται με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η ανίχνευση τους σε αρκετά μεγάλη απόσταση από την πηγή μόλυνσης, δίνοντας, όμως, έτσι λανθασμένες προειδοποιήσεις για κίνδυνο. Παρουσιάζουν αντοχή στην απολύμανση.
- ▶ Εξαιτίας της μεγαλύτερης αντοχής του σε σχέση με τα κολοβακτηρίδια και το στρεπτόκοκκο, τα σπόρια του *Clostridium perfringens* θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως βακτηριακός δείκτης για τα πρωτόζωα.

## Κρυπτοσπορίδιο

- ▶ Τα περισσότερα επιφανειακά νερά περιέχουν *Cryptosporidium*,
- ▶ Από όλα τα είδη του *Cryptosporidium* μόνο το *C.parvum* είναι μολυσματικό για τον άνθρωπο και άλλα θηλαστικά.
- ▶ Οι ωοκύστες είναι σφαιρικές προς ωοειδείς με μέσο μέγεθος 4-6,0 μm. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στις περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορούν να επιβιώσουν για αρκετούς μήνες εάν διατηρούνται κρύες και υγρές.
- ▶ Οι ενώσεις του χλωρίου δεν είναι αναποτελεσματικές ενώ φαίνεται να επιτυγχάνεται πάνω από 99% αδρανοποίηση τους με εφαρμογή υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) [29].
- ▶ Το όζον θεωρείται το πιο αποτελεσματικό ενάντια των ωοκυστών. Έχει επιτευχθεί αδρανοποίηση 99% των ωοκυστών για CT 3.5 mg\*min/L στους 20 οC.
- ▶ Παρόλ'αυτά η απολύμανση δεν φαίνεται να αρκεί για την αδρανοποίηση των ωοκυστών του *C.parvum* στο νερό ενώ βασικός τρόπος απομάκρυνσης πρωτοζώων θεωρείται η διύλιση.

## Μικροβιολογικοί δείκτες

- ▶ Να εφαρμόζεται σε όλα τα νερά
- ▶ Θα πρέπει να είναι πάντα παρόν όταν είναι παρόν ο παθογόνος μικροοργανισμός, και απών στα καθαρά, μη-ρυπασμένα νερά
- ▶ Θα πρέπει να υπάρχει σε μεγαλύτερο αριθμό από ότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί
- ▶ Η συγκέντρωσή του να είναι ανάλογη με το βαθμό μόλυνσης
- ▶ Θα πρέπει να αντιδρά στις φυσικές περιβαλλοντικές συνθήκες και στην επεξεργασία με τρόπο ανάλογο με αυτό των παθογόνων που μας ενδιαφέρουν
- ▶ Ο χρόνος ζωής τους θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή παραπλήσιος με εκείνον των παθογόνων
- ▶ Θα πρέπει να είναι εύκολο να απομονωθεί και να προσδιορισθεί σε εργαστηριακά tests
- ▶ Να έχει σταθερά βιοχημικά χαρακτηριστικά για ανίχνευση
- ▶ Ο δείκτης και τα παθογόνα θα πρέπει να προέρχονται από την ίδια πηγή
- ▶ Να μην είναι βλαβερός στον άνθρωπο και τα ζώα

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

63

## Μικροβιολογικοί δείκτες

- ▶ Ολικά κολοβακτηρίδια (Total coliforms)
- ▶ κοπρανώδη κολοβακτηρίδια (fecal coliforms)
- ▶ Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι
- ▶ Εντερόκοκκοι (Enterococci)
- ▶ Κρυπτοσπορίδιο

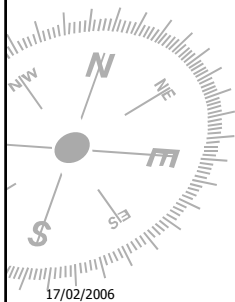
17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

64

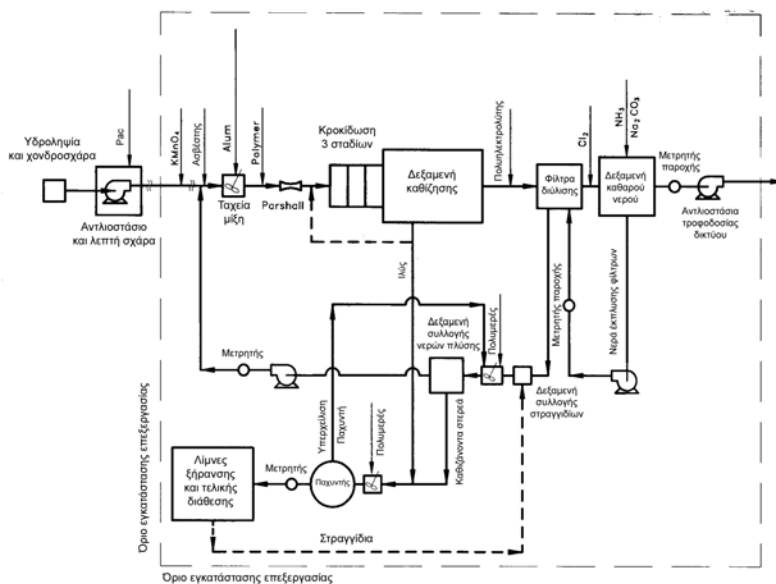


# Διαδικασίες επεξεργασίας νερού



Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

65



Διάγραμμα ροής εγκατάστασης επεξεργασίας πόσιμου νερού

## Διαδικασίες επεξεργασίας

A/A	Διαδικασία	Περιγραφή
A	Χονδροεσχάρα	Στην είσοδο της θύρας υδροληψίας για την συγκράτηση επιπλεόντων
C	Σχάρα-Κόσκινο	Κατακράτηση αλγών και πλαγκτού στην υδροληψία
D	Αερισμός	Απογύμνωση και οξείδωση πτητικών οργανικών και αερίων που προκαλούν οσμές και γεύσεις. Αερισμός του ταμιευτήρα προβλέπεται για τον έλεγχο της στρωμάτωσης
E	Μίξη	Ομοιόμορφη και ταχεία κατανομή των χημικών και αερίων στο νερό

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

67

## Συνέχεια

F	Προ-οξείδωση	Εφαρμογή οξειδωτικών ουσιών , όπως το όζον, χλώριο ή υπερμαγγανικό κάλιο για την επιβράδυνση της ανάπτυξης μικροοργανισμών και την οξείδωση ουσιών που προκαλούν οσμές και γεύσεις
G	Κροκίδωση	Προσθήκη και ταχεία ανάμιξη κροκιδωτικού που επιφέρει αποσταθεροποίηση των κολλοειδών σωματιδίων και τον σχηματισμό μικρών κροκιδων
H	Συσσωμάτωση	Συσσωμάτωση των μικρών κροκιδων που προέρχονται από την αποσταθεροποίηση της θολότητας και του χρώματος σε μεγάλες κροκίδες
I	Καθίζηση	Διαχωρισμός με βαρύτητα των αιωρούμενων σωματιδίων και των κροκιδων που σχηματίστηκαν στα προηγούμενα στάδια

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

68

## Συνέχεια

N	Προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα	Απομάκρυνση ουσιών που προκαλούν γεύσεις, οσμές και χρώμα στο νερό. Ο άνθρακας χρησιμοποιείται σε μορφή σκόνης που προστίθεται στην είσοδο των έργων ή σε κλίνες κοκκώδους υλικού
O	Ενεργή αλουμίνα	Απομακρύνει ορισμένες ενώσεις όπως ο φώσφορος, το φθόριο, το αρσενικό και το σελήνιο μέσω υδρολυτικής προσρόφησης.
P	Απολύμανση	Καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών με τη χρήση οξειδωτικών χημικών όπως οι ενώσεις του χλωρίου, ιώδιο, βρώμιο, υπερμαγγανικό κάλιο και όζον
Q	Χλωραμίνωση	Προσθήκη αμμωνίας για τη μετατροπή του ελεύθερου χλωρίου σε χλωραμίνες που είναι λιγότερο αντιδραστικές, έχουν μεγαλύτερη υπολειμματική δράση και δεν σχηματίζουν τριαλομεθάνια

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

69

## Συνέχεια

J	Διύλιση	Απομάκρυνση σωματιδίων με διήθηση μέσω πορώδους μέσου. Το στρώμα διύλισης μπορεί να είναι απλό (άμμος), διπλό (άμμος και ανθρακίτης) ή πολλαπλό
K	Χημική κατακρήμνιση	Προσθήκη χημικών για την κατακρήμνιση διαλυμένων ουσιών και δημιουργία ιζήματος. Απομάκρυνση σκληρότητας, σιδήρου και μαγγανίου, βαρέων μετάλλων
L	Lime – soda ash	Ειδική μέθοδος αποσκλήρυνσης με τη χρήση διοξειδίου του ασβεστίου και ανθρακικού νατρίου
M	Επανανθράκωση	Επαναφορά της χημικής ισορροπίας του νερού μετά την προηγούμενη διαδικασία. Επιτυγχάνεται με εμφύσηση διοξειδίου του άνθρακα και ταυτόχρονη ταπείνωση του pH.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

70

## Συνέχεια

R	Φθορίωση	Προσθήκη φθοριούχου νατρίου ή υδροφθορο-πυριτικού οξέος για τη ρύθμιση της περιεκτικότητας φθορίου και προστασία κατά της τερηδόνας.
S	Βιολογική αφαίρεση αζώτου	Αναγωγή των νιτρικών από μικροοργανισμούς παρουσία αιθανόλης ή γλυκόζης σαν δέκτη ηλεκτρονίων και πηγή άνθρακα για σύνθεση
T	Απομάκρυνση διαλυμένων ενώσεων	Απομάκρυνση διαλυμένων ενώσεων από το πόσιμο νερό. Επιτυγχάνεται με ιοντοεναλλαγή, αντίστροφη ώσμωση και εξάτμιση
T1	Ιοντοεναλλαγή	Εκλεκτική απομάκρυνση κατιόντων και ανιόντων από το νερό από ρητίνες. Η ανταλλακτική ικανότητα των ρητινών εξαντλείται και απαιτεί αναγέννηση. Υπάρχουν εκλεκτικές ρητίνες για τη σκληρότητα, τα νιτρικά και την αμμωνία

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

71

## Συνέχεια

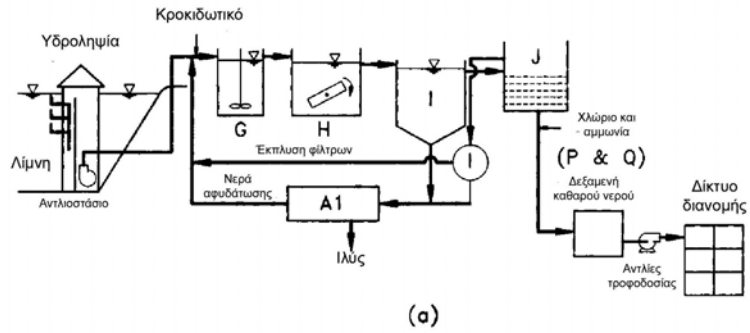
T2	Αντίστροφη ώσμωση και υπερδιύλιση	Χρήση ημιπερατών μεμβρανών που κατακρατούν τα άλατα και αποδίδουν καθαρό νερό. Τα άλατα συγκεντρώνονται στην άλμη που πρέπει να διατεθεί. Η μέθοδος χρησιμοποιείται για αφαλάτωση και αφαίρεση νιτρικών και αρσενικού
T3	Ηλεκτροδιάλυση	Χρήση ηλεκτρικού δυναμικού για τη διήθηση του νερού μέσω ημιπερατής μεμβράνης που κατακρατεί τα άλατα
T4	Απόσταξη	Εξάτμιση πολλαπλών σταδίων με συμπύκνωση χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αφαλατωμένου νερού

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

72

## Εναλλακτικά σχήματα επεξεργασίας νερού

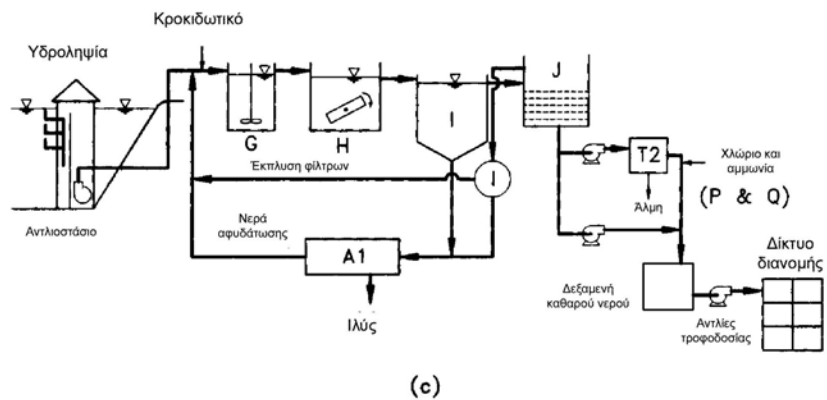


## Συμβατικό σύστημα επεξεργασίας νερού

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

73

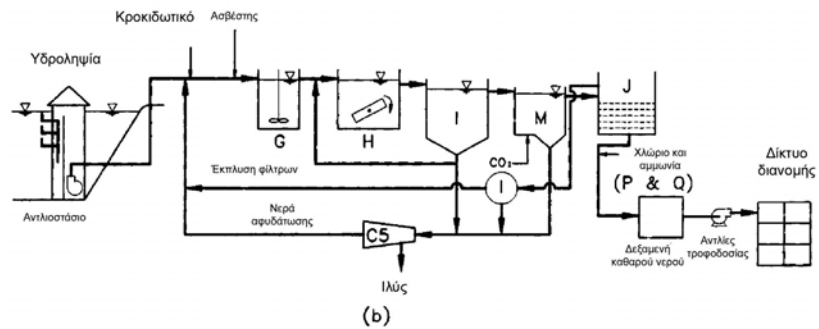


## Συμβατικό σύστημα επεξεργασίας με αφαίρεση διαλυτών με αφάλατωση

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

74



Συμβατικό σύστημα επεξεργασίας με αποσκλήρυνση

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

75

## Επιλογή μεθόδου επεξεργασίας

Τύπος Ρύπανσης	Διαδικασία	Παρατηρήσεις
Θολότητα	Απ' ευθείας διύλιση (G+J)	Εφαρμόζεται σε νερό με χαμηλή θολότητα και χρώμα
	Συμβατική (G+H+I+J)	Εφαρμόζεται σε νερό με μέτρια ως υψηλή θολότητα και χρώμα
Άλγη και φυτοπλαγκτόν	Μικροκόσκινο (C)	Ακατάλληλο για άμμο, ιλύ και άλλα διαβρωτικά υλικά
	Συμβατική (G+H+I+J)	Μεγάλες συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού δεν κροκιδώνονται εύκολα και συνήθως επιπλέουν

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

76

## Συνέχεια

Χρώμα	Οξειδωση (όζον, χλώριο, διοξείδιο χλωρίου, υπερμαγγανικό κάλιο) (F)	Εφαρμόζεται σε νερά με χαμηλές συγκεντρώσεις χρώματος
	Κροκίδωση σε χαμηλό pH (G+H)	Εφαρμόζεται σε νερά με μέσες ως υψηλές συγκεντρώσεις χρώματος. Τα άλατα σιδήρου πιο αποτελεσματικά από άλατα αργιλίου
	Προσρόφηση (N/GAC)	Εφαρμόζεται σε νερά με χαμηλές ως μέσες συγκεντρώσεις χρώματος
	Ιοντοεναλλαγή (J+T1)	Συνθετικές ρητινές απομακρύνουν χρώμα βιομηχανικής προέλευσης
Σίδηρος και Μαγγάνιο	Οξειδωση (D+F+I)	Απομάκρυνση με οξειδωση και κατακρήμνιση στη δεξαμενή καθίζησης
	Κατακρήμνιση (D+K)	Τα μέταλλα κατακρημνίζονται σε υψηλό pH.

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

77

## Συνέχεια

Σίδηρος και Μαγγάνιο (συνέχεια)	Συμβατική (G+H+I)	Ο Fe και Mn απομακρύνονται στις συμβατικές διαδικασίες κροκίδωσης και καθίζησης
	Ιοντοεναλλαγή (T1)	Χρήση εκλεκτικών μεμβρανών για απομάκρυνση Fe και Mn στα υπόγεια νερά
Οσμή και γεύση	Οξειδωση (D ή F)	Αερισμός μπορεί να απομακρύνει οσμές και γεύσεις. Χρήση χλωρίου πρέπει να αποφεύγεται λόγω κινδύνου δημιουργίας THM
	Προσρόφηση (N/PAC N/GAC)	Ο άνθρακας σε σκόνη PAC χρησιμοποιείται για μέσες συγκεντρώσεις χρώματος. Ο κοκκώδης άνθρακας προτιμάται για χρώματα βιομηχανικής προέλευσης

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

78

## Συνέχεια

Σκληρότητα	Κατακρήμνιση (L)	Χρησιμοποιείται σε νερό χαμηλής ως μέσης σκληρότητας
	Ιοντοεναλλαγή (T1)	Κλίνες από ζεόλιθο απομακρύνουν δυσθενή ιόντα αλλά προσθέτουν νάτριο Na
Παθογόνα	Απολύμανση (P)	Ελεύθερο χλώριο ευνοεί την παραγωγή THM
THM	Ενισχυμένη κροκιδωση (G+K+H+I)	Ίκανοποιητική απομάκρυνση οργανικών (precursors) με κροκιδωση σε χαμηλό pH
	Προσρόφηση (N)	Ο ενεργός άνθρακας κατακρατεί οργανικά και THM
	Αερισμός (D)	Ο αερισμός απομακρύνει οργανικά
	Προοξειδωση (F)	Ομοίως η οξειδωση καταστρέφει τα οργανικά

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

79

## Συνέχεια

Νιτρικά	Απονιτροποίηση (S)	Αποτελεί αποτελεσματική μέθοδο
	Ιοντοεναλλαγή (T1)	Χρήση Εκλεκτικών ρητινών
	Υπερδιύλιση (T2)	Απομάκρυνση νιτρικών μαζί με άλλα ιόντα
Φθόριο και αρσενικό	Ενεργή αλουμίνα (O)	
Αρσενικό	Ενισχυμένη (G+H+I)	Απομάκρυνση αρσενικού με κατακρήμνιση του σε πεντασθενή μορφή σε χαμηλό pH
	Υπερδιύλιση (T2)	Απομάκρυνση αρσενικού μαζί με άλλα ιόντα

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

80



## Υδροληψίες - Χαρακτηριστικά

- ▶ Εξασφάλιση υδροληψίας σε διακυμάνσεις στάθμης και σε αστάθειες του εδάφους
- ▶ Άντληση νερού από διάφορα βάθη
- ▶ Προστασία από υδραυλικά πλήγματα, παγετό, σκάφη, επιπλέοντα
- ▶ Χωροθέτηση υδροληψίας ώστε να εξασφαλίζεται νερό καλλίτερης δυνατής ποιότητας καθώς και στατική ευστάθεια
- ▶ Χωροθέτηση που ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις στο υδάτινο οικοσύστημα
- ▶ Πρόβλεψη σχαρών για την αποφυγή παράσυρσης στερεών που μπορεί να προκαλέσουν φθορά στις αντλίες
- ▶ Πρόβλεψη διατάξεων για επιθεώρηση, καθαρισμό και συντήρηση του εξοπλισμού
- ▶ Πρόβλεψη διατάξεων για την απομάκρυνση του εξοπλισμού όταν απαιτούνται σοβαρές επισκευές
- ▶ Πρόβλεψη χώρου για την αποθήκευση και χειρισμό των χημικών αν χρησιμοποιούνται

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

81

## Επιπλέουσες υδροληψίες

- ▶ Περιγραφή
  - Αποτελούνται από μία κατασκευή τύπου σχεδίας που επιπλέει και φέρει τις αντλίες σχάρες, βάνες, μοτέρ, διακόπτες, κλπ.
  - Η σχεδία αγκυρώνεται σε τουλάχιστον δύο στύλους από σκυρόδεμα ή σίδηρο που εμπεδώνονται στον πυθμένα. Η σχεδία μπορεί να επιπλέει ελεύθερα
  - Συνδέεται με την ακτή μέσω γέφυρας που στηρίζει τον σωλήνα μεταφοράς του νερού

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

82

## Βυθισμένες υδροληψίες

### ► Περιγραφή

- Χρησιμοποιούνται σε ποτάμια και λίμνες με μικρή διακύμανση στάθμης

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

83

## Τύποι υδροληψιών

Τύπος	Κόστος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Επιπέουσες	Χαμηλό ως μέτριο	<ul style="list-style-type: none"><li>► Κατασκευάζεται αλλού και μοντάρεται επί τόπου</li><li>► Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σταθείς πυθμένες</li><li>► Κατάλληλες για υδροληψίες με μικρή διακύμανση στάθμης</li><li>► Σχετικά χαμηλό κόστος</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Απαιτείται καλή αγκύρωση για αποφυγή ζημιών από κυματισμούς</li><li>► Μικρή ευελιξία. Το νερό αντλείται από συγκεκριμένο βάθος κάτω από την επιφάνεια</li></ul>
Βυθισμένες	Χαμηλό	<ul style="list-style-type: none"><li>► Απλή λειτουργία</li><li>► Ως απλές εισοδοί ή σαν φρεάτια με σχάρες</li><li>► Μέγιστο βάθος 1-2 m από πυθμένα</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>► Αφαιρεί νερό μόνο από συγκεκριμένο βάθος</li><li>► Οι σχάρες είναι μη προσπελάσιμες και είναι δύσκολο να καθαριστούν</li></ul>
Επί της ακτής	Μέτριο ως υψηλό	<ul style="list-style-type: none"><li>► Υπάρχει καλή πρόσβαση για συντήρηση</li><li>► Μπορεί να έχουν πολλαπλά στόμια υδροληψίας</li></ul>	

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

84

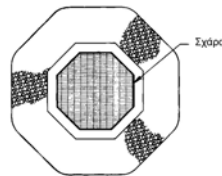
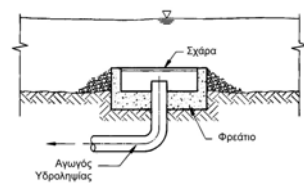
## Τύποι υδροληψιών

Τύπος	Κόστος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Πύργος υδροληψίας	Υψηλό	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Έχει πολλαπλά στόμια που επιτρέπουν υδροληψία από διάφορα βάθη</li> <li>▶ Μπορεί να κατασκευαστεί σε μεγάλο βάθος αφού η κατασκευή της προηγείται της πλήρωσης του ταμιευτήρα</li> <li>▶ Κατακόρυφη απόσταση 3-5 m</li> <li>▶ Απόσταση από πυθμένα 1,5-2,4 m</li> <li>▶ Βάθος από επιφάνεια &gt;2,0 m</li> <li>▶ Ταχύτητα εισόδου 8,0 cm/sec</li> <li>▶ Οι θύρες προστατεύονται από σχάρες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Δύσκολη πρόσβαση αν είναι μακριά από την ακτή</li> <li>▶ Δύσκολος ο καθαρισμός και η συντήρηση των θυροφραγμάτων.</li> <li>▶ Κίνδυνος ευστάθειας σε σεισμούς. Απαιτεί προσεκτική θεμελίωση</li> </ul>

17/02/2006

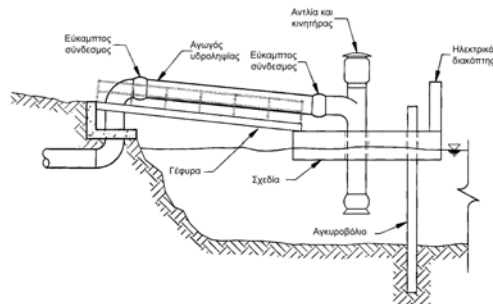
Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

85



Βυθισμένη υδροληψία

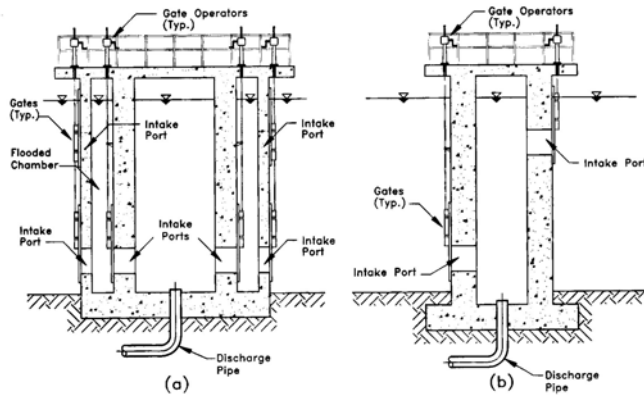
Επιπέουσα υδροληψία



17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

86



## Πύργος υδροληψίας

17/02/2006

Εγκαταστάσεις επεξεργασίας πόσιμου νερού

87

