

Αστικά Υδραυλικά Έργα

Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού

Δημήτρης Κουτσογιάννης & Ανδρέας Ευστρατιάδης
Τομέας Υδατικών Πόρων
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Κατηγορίες υδατικών πόρων για ύδρευση

- Όμβρια νερά (στέρνες)
- Πηγαία νερά (υδρομάστευση)
- Ρηχά υπόγεια νερά (πηγάδια)
- Βαθεία υπόγεια νερά (γεωτρήσεις)
- Νερά ποταμών χωρίς ρύθμιση (υδροληψία)
- Επιφανειακά νερά με ρύθμιση (ταμιευτήρες, λιμνοδεξαμενές)
- Φυσικές λίμνες (υδροληψία)
- Θάλασσα (αφαλάτωση)
- Συνδυασμός των παραπάνω

Κριτήρια επιλογής υδατικών πόρων προς αξιοποίηση

- Διαθεσιμότητα νερού – ποσότητα
- Ποιότητα νερού
- Περιβάλλον – επιπτώσεις
- Οικονομικότητα (αρχική επένδυση για συλλογή και μεταφορά, λειτουργικό κόστος για επεξεργασία)

Ελληνικές πόλεις με ολική ή μερική υδροδότηση από επιφανειακά νερά μετά από ρύθμιση

| Πόλη | Λεκάνη τροφοδοσίας/Έργο | Παρατηρήσεις |
|-------------|---|---|
| Αθήνα | Φράγμα Μαραθώνα στο Χάραδρο | Λειτουργεί από τη δεκαετία του 1930 |
| Αθήνα | Βοιωτικός Κηφισός - Υλίκη | Λειτουργεί από τη δεκαετία του 1950 |
| Αθήνα | Φράγμα Μόρνου | Λειτουργεί από τη δεκαετία του 1980 |
| Αθήνα | Φράγμα Αγίου Δημητρίου στον Εύηνο | Λειτουργεί μερικώς από τη δεκαετία του 1990 και πλήρως από τη δεκαετία του 2000 |
| Θεσσαλονίκη | Αλιάκμονας κατάντη φράγματος Ασωμάτων (αναρρυθμιστικό έργο Βαρβάρες) | Μερική κάλυψη - Λειτουργεί δοκιμαστικά με παροχή 2.0 m ³ /s |
| Καρδίτσα | Φράγμα Πλαστήρα | Λειτουργεί |
| Αγρίνιο | Φράγμα Καστρακίου | Λειτουργεί |
| Πάτρα | Φράγμα Αστερίου στον π. Παραπείρο και φράγμα εκτροπής στη θέση Βαλμαδούρα του π. Πείρου | Υπό κατασκευή |
| Ηράκλειο | Φράγμα Αποσελέμη και σήραγγα εκτροπής οροπεδίου Λασιθίου | Υπό κατασκευή |
| Ρόδος | Φράγμα Γαδουρά | Υπό κατασκευή |

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 3

Απαιτήσεις ποιότητας υδρευτικού νερού – Θεσμικό πλαίσιο

- Ευρωπαϊκή Οδηγία 1998/83/ΕΕ) σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
- Εθνικό δίκαιο: Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/11-7-2001)
- Επίπεδα παρακολούθησης:
 - Η δοκιμαστική παρακολούθηση έχει ως στόχο να παρέχονται σε τακτική βάση στοιχεία για την οργανοληπτική και μικροβιολογική ποιότητα του νερού ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο το νερό τηρεί ορισμένες τιμές της ΚΥΑ.
 - Η ελεγκτική παρακολούθηση περιλαμβάνει το μεγαλύτερο πλήθος παραμέτρων σε σχέση με τα άλλα επίπεδα παρακολούθησης (συνολικά 47 μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παράμετροι) και απαιτείται ώστε να εξετάζεται η καταρχήν καταλληλότητα του νερού προς πόση βάσει όλων των παραμέτρων που αναφέρονται στην ΚΥΑ.
 - Η συμπληρωματική παρακολούθηση πραγματοποιείται κατά περίπτωση για τις ουσίες και τους μικροοργανισμούς όταν υπάρχουν λόγοι να πιστεύεται ότι οι ουσίες ή οι μικροοργανισμοί ενδέχεται να υπάρχουν σε ποσότητες που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.
- Οι απαιτήσεις ποιότητας αφορούν μια σειρά παραμέτρων που και αναφέρονται στην τελική χρήση (βρύση του καταναλωτή, φιάλη, παρασκευαστήριο τροφίμων)
- Το θεσμικό πλαίσιο επιβάλλει την προστασία των υδατικών πόρων από τη ρύπανση

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 4

Ποιοτικές απαιτήσεις πόσιμου νερού: Μικροβιολογικές παράμετροι

| Παράμετρος | Τιμή |
|---|----------|
| *Escherichia coli (E. Coli, εντεροβακτηρίδια) | 0/100 mL |
| Εντερόκοκκοι | 0/100 mL |

Εμφιαλωμένο νερό

| Παράμετρος | Τιμή |
|---------------------------------------|----------|
| Αριθμός αποικιών σε 22 ⁰ C | 100/mL |
| Αριθμός αποικιών σε 37 ⁰ C | 20/mL |
| Escherichia coli (E. coli) | 0/250 mL |
| Εντερόκοκκοι | 0/250 mL |
| *Ψευδομόναδα (Pseudomonas aeruginosa) | 0/250 mL |

Σημείωση: Οι παράμετροι που επισημαίνονται με * ελέγχονται σε τακτική βάση (δοκιμαστική παρακολούθηση)

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 5

Ποιοτικές απαιτήσεις πόσιμου νερού: Χημικές παράμετροι

| Παράμετρος | Τιμή | Παράμετρος | Τιμή |
|--------------------|-----------|---|-----------|
| Ακρυλαμίδιο | 0.10 µg/L | Νιτρικά | 50 mg/L |
| Αντιμόνιο | 5.0 µg/L | *Νιτρώδη | 0.50 mg/L |
| Αρσενικό | 10 µg/L | Παρασιτοκτόνα | 0.10 µg/L |
| Βενζόλιο | 1.0 µg/L | Παρασιτοκτόνα, σύνολο | 0.50 µg/L |
| Βενζο-α-πυρένιο | 0.01 µg/L | Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες | 0.10 µg/L |
| Βινυλοχλωρίδιο | 0.50 µg/L | Σελήνιο | 10 µg/L |
| Βόριο | 1.0 mg/L | Τετραχλωροαιθέριο και τριχλωροαιθέριο | 10 µg/L |
| Βρωμικά | 10 µg/L | Τριαλογονομεθάνια, ολικά | 100 µg/L |
| 1,2-διχλωροαιθάνιο | 3.0 µg/L | Υδράργυρος | 1.0 µg/L |
| Επιχλωρουδρίνη | 0.10 µg/L | Φθοριούχα | 1.5 mg/L |
| Κάδμιο | 5.0 µg/L | Χαλκός | 2.0 mg/L |
| Κυανιούχα | 50 µg/L | Χρώμιο | 50 µg/L |
| Μόλυβδος | 10 µg/L | | |
| Νικέλιο | 20 µg/L | | |

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 6

Ποιοτικές απαιτήσεις πόσιμου νερού: Επιπλέον (ενδεικτικές) φυσικοχημικές και μικροβιολογικές παράμετροι

| Παράμετρος | Τιμή | Παράμετρος | Τιμή |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| *Αγωγιμότητα | 2500 $\mu\text{S cm}^{-1}$ στους 20°C | Οξειδωσιμότητα | 5 mg/L O ₂ |
| *Αργίλιο | 200 $\mu\text{g/L}$ | *Οσμή | AK, XAM |
| *Αριθμός αποικιών στους 22°C και 37°C | XAM | Νάτριο | 200 mg/L |
| *Αμμώνιο | 0.50 mg/L | Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC) | XAM |
| *Γεύση | AK, XAM | Ραδιενέργεια, τρίτιο | 100 becquerel/L |
| Θευκά | 250 mg/L | Ραδιενέργεια, ολική ενδεικτική δόση | 0.1 mSv/έτος |
| *Θολότητα | AK, XAM | *Σίδηρος | 200 $\mu\text{g/L}$ |
| *Κολοβακτηριοειδή | 0/100 mL | *Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου | 6.5 ≤ pH ≤ 9.5 |
| *Κλωστρίδιο (<i>Clostridium perfringens</i> συμπεριλαμβανομένων των σπόρων) | 0/100 mL | Χλωριούχα | 250 mg/L |
| Μαγγάνιο | 50 $\mu\text{g/L}$ | *Χρώμα | AK, XAM |

Συντομογραφίες: XAM: Χωρίς ασυνήθιστη μεταβολή, AK: Αποδεκτή στους καταναλωτές

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 7

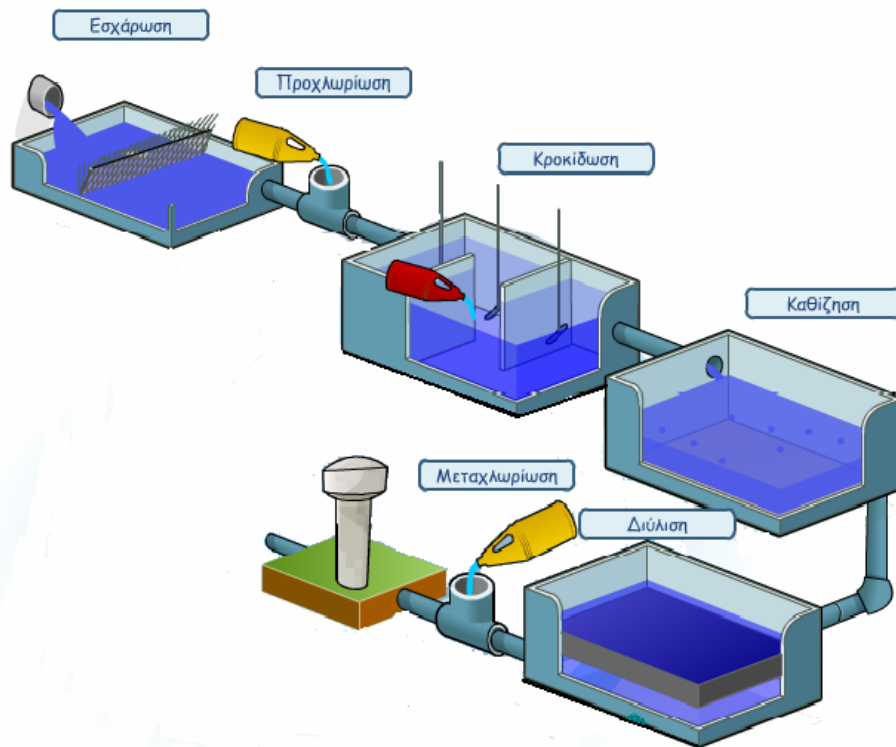
Ποιοτικές απαιτήσεις πόσιμου νερού: Επιπλέον μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παράμετροι για συμπληρωματική παρακολούθηση

| <p>Παθογόνα βακτηρίδια</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Σαλμονέλλες ■ Σταφυλόκοκκοι παθογόνοι, ■ Βακτηριοφάγοι των κοπράνων ■ Ιοί των εντέρων ■ E. coli O:157 ■ Καμπυλοβακτηρίδιο | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Παράμετρος</th> <th>Τιμή</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PCB</td> <td>0.50 $\mu\text{g/L}$</td> </tr> <tr> <td>PCT</td> <td>0.10 $\mu\text{g/L}$</td> </tr> <tr> <td>Άργυρος</td> <td>10 $\mu\text{g/L}$</td> </tr> <tr> <td>Φαινολικές ενώσεις (πλην πενταχλωροφαινόλης)</td> <td>0.50 $\mu\text{g/L}$</td> </tr> <tr> <td>Υδρογονάνθρακες σε διάλυση ή σε γαλάκτωμα – Ορυκτέλαια</td> <td>10 $\mu\text{g/L}$</td> </tr> <tr> <td>Επιφανειοδραστικοί παράγοντες</td> <td>200 $\mu\text{g/L}$</td> </tr> <tr> <td>Φωσφόρος (P₂O₅)</td> <td>5 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Ξηρό υπόλειμμα</td> <td>1500 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Κάλιο</td> <td>12 mg/L</td> </tr> <tr> <td>Υδρόθειο</td> <td>Μη ανιχνεύσιμο οργανοληπτικά</td> </tr> </tbody> </table> | Παράμετρος | Τιμή | PCB | 0.50 $\mu\text{g/L}$ | PCT | 0.10 $\mu\text{g/L}$ | Άργυρος | 10 $\mu\text{g/L}$ | Φαινολικές ενώσεις (πλην πενταχλωροφαινόλης) | 0.50 $\mu\text{g/L}$ | Υδρογονάνθρακες σε διάλυση ή σε γαλάκτωμα – Ορυκτέλαια | 10 $\mu\text{g/L}$ | Επιφανειοδραστικοί παράγοντες | 200 $\mu\text{g/L}$ | Φωσφόρος (P ₂ O ₅) | 5 mg/L | Ξηρό υπόλειμμα | 1500 mg/L | Κάλιο | 12 mg/L | Υδρόθειο | Μη ανιχνεύσιμο οργανοληπτικά |
|---|---|------------|------|-----|----------------------|-----|----------------------|---------|--------------------|--|----------------------|--|--------------------|-------------------------------|---------------------|---|--------|----------------|-----------|-------|---------|----------|------------------------------|
| Παράμετρος | Τιμή | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCB | 0.50 $\mu\text{g/L}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCT | 0.10 $\mu\text{g/L}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Άργυρος | 10 $\mu\text{g/L}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Φαινολικές ενώσεις (πλην πενταχλωροφαινόλης) | 0.50 $\mu\text{g/L}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Υδρογονάνθρακες σε διάλυση ή σε γαλάκτωμα – Ορυκτέλαια | 10 $\mu\text{g/L}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Επιφανειοδραστικοί παράγοντες | 200 $\mu\text{g/L}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Φωσφόρος (P ₂ O ₅) | 5 mg/L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ξηρό υπόλειμμα | 1500 mg/L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Κάλιο | 12 mg/L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Υδρόθειο | Μη ανιχνεύσιμο οργανοληπτικά | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Βιολογικοί οργανισμοί:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Παρασιτικοί οργανισμοί (π.χ. κρυπτοσπορίδιο, giardia lamblia) ■ Φύκη ■ Άλλα μορφοποιημένα στοιχεία (ζωάρια) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Για όλες αυτές τις μικροβιολογικές παραμέτρους η τιμή είναι μηδενική

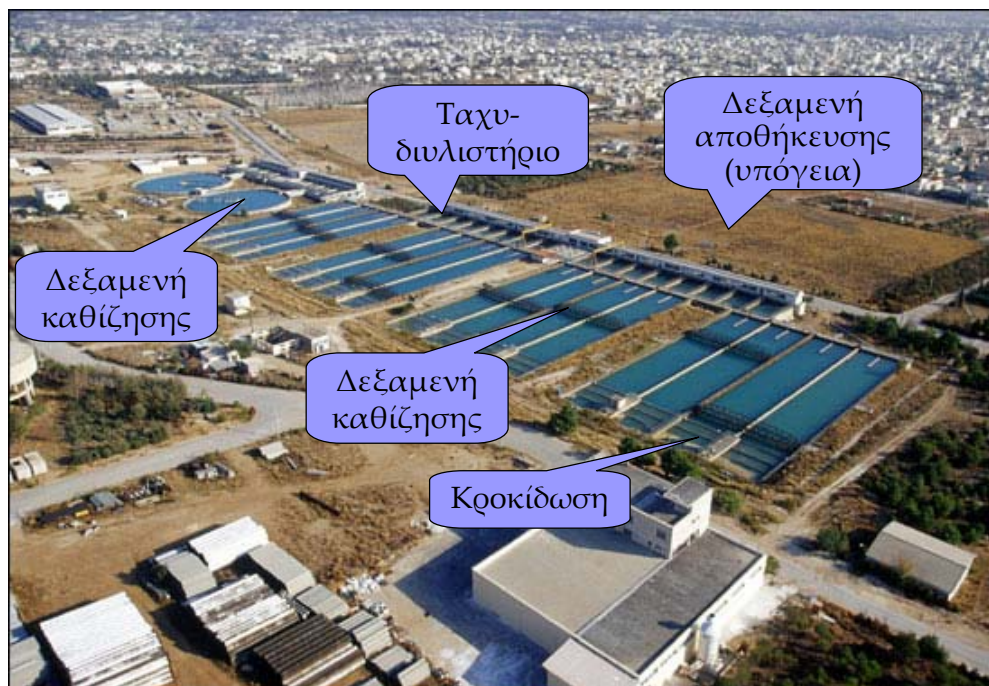
Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 8

Τυπικές επεξεργασίες πόσιμου νερού



Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 9

Τυπικές επεξεργασίες πόσιμου νερού: Εγκατάσταση επεξεργασίας νερού Αχαρνών



Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδατικοί πόροι και ποιότητα υδρευτικού νερού 10

Μη τυπικές διεργασίες πόσιμου νερού

- ❑ Προσρόφηση με ενεργό άνθρακα
- ❑ Υπερδιύλιση με μεμβράνες (νανομεμβράνες, μικρομεμβράνες)
- ❑ Αφαλάτωση με αντίστροφη ώσμωση
- ❑ Απολύμανση με όζον (οζόνωση)
- ❑ Απολύμανση με υπεριώδεις ακτίνες
- ❑ Φθορίωση