

ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΕΡΟΥ Α μέρος

Εισαγωγή

Το νερό είναι βασικό στοιχείο για τη διατήρηση ζωής στον πλανήτη μας. Τόσο το υπόγειο όσο και το επιφανειακό νερό (λίμνες, ποτάμια) χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση. Το χρησιμοποιούμενο για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι από κάθε άποψη αβλαβές για την Υγεία των ανθρώπων, οργανοληπτικά άμεμπτο και απολύτως καθαρό, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και οποιεσδήποτε ουσίες σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.

Τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά θα πρέπει να ελέγχονται και να κυμαίνονται μεταξύ ορισμένων αποδεκτών ορίων, τα οποία αποτελούν τα πρότυπα ποιότητας και θεσπίζονται Νομοθετικά. Τα πρότυπα ποιότητας αυτά, στην Ελλάδα, καθορίζονται με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Γ1(δ)/ ΓΠ οικ.67322/2017 - ΦΕΚ 3282/Β/19-9-2017 που αποτελεί συμμόρφωση της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την **Οδηγία 98/ 83 Ε.Ε** όπως τροποποιήθηκε με την **Οδηγία (ΕΕ) 2015/1787** (L260, 7.10.2015)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

ΜΕΡΟΣ Α΄

1. Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή (αριθμός/100 ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Εντερόκοκκοι	0

2. Για το νερό που πωλείται σε φιάλες ή δοχεία, ισχύουν τα ακόλουθα:

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Σημειώσεις
Escherichia coli (E. coli)	0/250 mL	
Εντερόκοκκοι	0/250 mL	
Pseudomonas aeruginosa	0/250 mL	
Αριθμός αποικιών σε 22 οC	100/mL	Σημείωση 1
Αριθμός αποικιών σε 37ο C	20/mL	Σημείωση 1

Σημείωση 1: Οι τιμές της ανώτατης συγκέντρωσης πρέπει να μετρώνται μέσα στις 12 ώρες που ακολουθούν τη συσκευασία, ενώ το νερό των δειγμάτων θα πρέπει να διατηρείται σε θερμοκρασία 5±3°C κατά τη διάρκεια των 12 ωρών.

3. Για το νερό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης νοσοκομείων, κλινικών, κέντρων υγείας, οίκων ευγηρίας, καθορίζονται επιπλέον οι ακόλουθες παράμετροι:

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή
Pseudomonas aeruginosa	0 cfu/100mL
Legionella	1000 cfu /1L

ΜΕΡΟΣ Β΄ Χημικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Ακρυλαμίδιο	0,10	Mg/L
Αντιμόνιο	5,0	pg/L
Αρσενικό	10	μg/L
Βενζόλιο	1,0	μg/L
Βενζο-α-πυρένιο	0,010	μg/L
Βόριο	1,0	mg/L
Βρωμικά	10	Mg/L
Κάδμιο	5,0	μg/L
Χρώμιο	50	μg/L
Χαλκός	2,0	mg/L
Κυανιούχα	50	μg/L
1,2 -διχλωροαιθάνιο	3,0	μg/L
Επιχλωρυδρίνη	0,10	μg/L
Φθοριούχα	1,5	mg/L
Μόλυβδος	10	μg/L
Υδράργυρος	1,0	μg/L
Νικέλιο	20	μg/L
Νιτρικά	50	mg/L
Νιτρώδη	0,50	mg/L
Παρασιτοκτόνα	0,10	μg/L

Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	μg/L
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	μg/L
Σελήνιο	10	μg/L
Τετραχλωροαιθένιο και Τριχλωροαιθένιο	10	μg/L
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	μg/L
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	μg/L

Μέρος Γ΄ Ενδεικτικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Αργίλιο	200	μg/L
Αμμώνιο	0,50	mg/L
Χλωριούχα	250	mg/L
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές	
Αγωγιμότητα	2500	μΩ cm ⁻¹ στους 20 °C
pH	>6,5 και >9,5	Μονάδες pH
Σίδηρος	200	ργ/l
Μαγγάνιο	50	ργ/l
Οσμή	Αποδεκτή στους καταναλωτές	
Οξειδωσιμότητα	5,0	mg/LO ₂
Θειικά	250	mg/L
Νάτριο	200	mg/L
Γεύση	Αποδεκτή στους καταναλωτές	
Αριθμός αποικιών σε 22° C και 37° C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Κολοβακτηριοειδή	0	Αριθμός / 100 mL
Υπολειμματικό χλώριο	≥0,2 mg/l (παραπροϊόντα της χλωρίωσης	mg/L

	τριαλογονομεθάνια ≤100 µg/L)	
Θολότητα	Αποδεκτή στους καταναλωτές	

ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Χρώμα (Color)

Εάν υπάρχει, είναι ανεπιθύμητο για το πόσιμο νερό και υπάρχει περίπτωση να οφείλεται στην παρουσία χρωστικών ουσιών εν διαλύσει, είτε φυτικών από ρίζες φυτών, φύλλα δέντρων, είτε οργανικών η ανόργανων (άλατα, σίδηρος από διάβρωση των σωλήνων). Παρουσία χρώματος στο νερό δεν σημαίνει ότι είναι πάντοτε επικίνδυνο. Πρέπει να εξεταστεί χημικά για να αναζητηθεί η προέλευση του χρώματος. Δεν προτείνεται επιτρεπτό όριο για το χρώμα στο πόσιμο νερό.

Θολερότητα (Turbidity)

Οφείλεται σε κολλοειδείς ανόργανες ή οργανικές ύλες που αιωρούνται. Νερό που είναι θολό πρέπει να ελεγχθεί για ρύπανση. Επίσης τα αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν και δημιουργούν προβλήματα στις σωληνώσεις και στις δεξαμενές. Κατανάλωση θολού νερού μπορεί να είναι επικίνδυνη για την υγεία. Η απολύμανση του πόσιμου νερού δεν είναι αποτελεσματική αν υπάρχει θολότητα, γιατί πολλοί παθογόνοι οργανισμοί εγκλωβίζονται στα σωματίδια που αιωρούνται και προστατεύονται από το απολυμαντικό. Επίσης τα σωματίδια μπορεί να απορροφήσουν επιβλαβείς οργανικές ή ανόργανες ουσίες. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές όταν φτάσει στον καταναλωτή.

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 και διαλυμένα αέρια που περιέχουν. Γεύση και οσμή στο νερό συνήθως δεν θεωρείται σημαντική από την άποψη της υγείας. Όμως δεν είναι επιθυμητή στο πόσιμο νερό, γιατί συνήθως οφείλεται είτε σε χημικές ουσίες είτε σε μικροοργανισμούς. Νερό με έντονη οσμή πιθανόν να είναι ρυπασμένο, οπότε πρέπει να εξετασθεί για να βρεθεί η αιτία, κυρίως αν υπάρξει απότομη αλλαγή.

Ο οργανοληπτικός έλεγχος του νερού συνίσταται στην αξιολόγησή του μέσω των ανθρώπινων αισθήσεων της όσφρησης και της γεύσης.

Η διενέργεια των οργανοληπτικών ελέγχων στο νερό ακολουθεί γενικά τις βασικές αρχές της οργανοληπτικής ανάλυσης που περιλαμβάνουν τον κατάλληλο σχεδιασμό των δοκιμών, τη διενέργειά τους από ομάδες (panels) δοκιμαστών και την κατάλληλη στατιστική επεξεργασία για αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Σκληρότητα νερού

Η σκληρότητα νερού είναι παράμετρος ποιότητας του νερού που σχετίζεται με την περιεκτικότητα αυτού σε **άλατα ασβεστίου και μαγνησίου**. Το σκληρό νερό είναι το νερό προκαλεί προβλήματα από τις επικαθήσεις αλάτων σε σωληνώσεις, οικιακές συσκευές και φθορές σε επιφάνειες.

Το σκληρό πόσιμο νερό δεν είναι επικίνδυνο για την υγεία. Οικιακά, δεν αφρίζει καλά στο πλύσιμο με σαπούνι και αφήνει λευκά αποθέματα πουριού στην εσωτερική επιφάνεια των οικιακών συσκευών, βραστήρες και θερμοσίφωνες. Σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, η σκληρότητα του νερού παρακολουθείται συστηματικά ώστε να αποφευχθούν οι δαπανηρές βλάβες σε λέβητες, ψυκτικούς πύργους, και άλλον εξοπλισμό.

Προσωρινή σκληρότητα είναι αυτή που οφείλεται σε ανθρακικά και όξινα ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου.

Μόνιμη σκληρότητα είναι αυτή που οφείλεται σε χλωριούχα, νιτρικά, θειικά, φωσφορικά και πυριτικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου.

Η ολική σκληρότητα είναι το άθροισμα των δύο, δηλαδή:

Ολική σκληρότητα = Προσωρινή σκληρότητα + Μόνιμη σκληρότητα

Η μέτρηση της σκληρότητας γίνεται με ποσοτική ενόργανη ανάλυση, του αθροίσματος των μοριακών συγκεντρώσεων των Ca^{2+} και Mg^{2+} , σε mol/L ή mmol/L μονάδες.

Αποδίδεται σε μονάδες μέτρησης:

- Γερμανικός βαθμός ($^{\circ}\text{dH}$): 1mg CaO/100mL νερού,
- Αμερικάνικος βαθμός: ppm CaCO_3
- Γαλλικός βαθμός ($^{\circ}\text{fH}$, $^{\circ}\text{F}$ ή $^{\circ}\text{HF}$) σε 1mg CaCO_3 /100mL

Χαρακτηρισμός σκληρού/μαλακού νερού

Χαρακτηρισμός	$^{\circ}\text{d}$	ppm
Μαλακό	4-8	70-150
Ελαφρώς σκληρό	8-14	150-250
Μέτρια σκληρό	14-18	250-320
Σκληρό	18-24	320-420

Προσδιορισμός ολικής σκληρότητας (συμπλοκοποίηση $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$).

Σκοπός.

Η καταλληλότητα του νερού ως προς τη σκληρότητά του.

Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η μέθοδος βασίζεται στη συμπλοκοποίηση του αθροίσματος των κατιόντων $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ – αλάτων τα οποία προσδίδουν τη σκληρότητα στο νερό – με το διάλυμα του EDTA (αιθυλενοδιαμινο-τετραοξεικού-δινατρίου – άλατος του οξέος).

Ένας γερμανικός βαθμός d° αντιστοιχεί με 1,8 γαλλικούς βαθμούς F° και 1 F° ισοδυναμεί με 0,56 d° .

Είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι συμβατικά έχει καθορισθεί η έκφραση της σκληρότητας σε F° και d° και επομένως (δεν περιέχονται) στο νερό ως συστατικά το CaO και CaCO_3 .

Για τον υπολογισμό της σκληρότητας, συνεπώς, λαμβάνεται το Mg ως συγκέντρωση (ολική) Ca.

Απαραίτητα όργανα και αντιδραστήρια.

1) Κωνική φιάλη των 100 ml. 2) Προχοΐδα των 25 ml. 3) Σιφώνιο των 10 ml. 4) Διάλυμα EDTA 0,01 N. 5) Διάλυμα NH_4OH . 6) Δείκτης Buffer-tabletten.

Τεχνική.

Στην κωνική φιάλη των 100 ml φέρονται 10 ml νερού. Αραιώνουμε με απεσταγμένο νερό και προσθέτουμε 1 δισκίο Buffer, το οποίο, όταν διαλυθεί, χρωματίζει κίτρινο-καφέ το νερό.

1. Προσθέτουμε 1 ml NH_4OH και το διάλυμα χρωματίζεται κόκκινο ($\text{pH} = 10$).
2. Ογκομετρούμε με 0,01 N EDTA μέχρι να εμφανισθεί πράσινο χρώμα (ισοδύναμο σημείο αντιδράσεως).
3. Έστω ότι έχουμε κατανάλωση 4,6 ml για τη συμπλοκοποίηση των ιόντων Ca^{++} και Mg^{++} .

Υπολογισμοί.

Τα 1000 ml 0,01 N EDTA ισοδυναμούν με 0,2 g Ca 4,6
 $x; = 0,00092 \text{ g}$

Τα 0,00092 είναι 0,92 mg Ca (1 g = 1000 mg)

Τα 10 ml H_2O περιέχουν 0,92 mg Ca

1000 ml $x = 92 \text{ mg/l}$ ή $92/20 = 4,6 \text{ meq/l}$
[όπου 20 = g – eq Ca]

Τα 56 μ.β. του CaO περιέχουν 40 μ.β. Ca

128,8 $x = 92$

Τα 10 mg CaO/ H_2O είναι 1 d°

128,8 $x = 128,8/10 = 12,88 \text{ d}^\circ$

Και σε γαλλικούς βαθμούς: $12,88 \times 1,8 = 23,2 \text{ F}^\circ$

Τεχνικές πληροφορίες.

1. Οι υπολογισμοί αυτοί απλουστεύονται, αν τα χιλιοστοϊσοδύναμα του Ca πολλαπλασιασθούν επί 2,8 και 5, για γερμανικούς και γαλλικούς βαθμούς αντιστοίχως.
2. 1 ml του 0,01 N EDTA αντιστοιχεί με 0,01 meq Ca.
3. Η ογκομέτρηση των $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ πραγματοποιείται σε pH = 10. Τούτο γίνεται με την προσθήκη NH_4OH , παρουσία του δείκτη Buffer, ο ρόλος του οποίου είναι διπλός (δείκτης - ρυθμιστικό).
4. Ως πρότυπο διάλυμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί E.D.T.A. 0,01M.

Προσδιορισμός ανθρακικής σκληρότητας (εξουδετέρωση HCO_3^-)

Εισαγωγικές πληροφορίες.

Η παροδική σκληρότητα οφείλεται στα HCO_3^- του Ca^{++} και Mg^{++} .

Η μέθοδος βασίζεται στην οξυμετρία.

Απαραίτητα όργανα και αντιδραστήρια.

- 1) Κωνική φιάλη 250 ml.
- 2) Προχοΐδα 25 ml.
- 3) Σιφώνιο 10 ml.
- 4) HCl 0,1 M.
- 5) Δείκτης ηλιανθίνης.

1.4.3 Τεχνική.

1. Σε κωνική φιάλη των 250 ml φέρονται 100 ml H_2O .
2. Ογκομετρούμε με 0,1 M HCl παρουσία δείκτη ηλιανθίνης, μέχρι να μεταβληθεί το κίτρινο χρώμα σε ροδέρυθρο.
Έστω 3,4 ml του 0,1 M HCl που καταναλώθηκαν.
Τότε $\text{HCO}_3^- = 3,4 (\Sigma.\Delta. \text{HCl}) \cdot 0,0061 = 0,02074 \text{ g} = 20,74 \text{ mg}$.

Υπολογισμοί.

20,74 mg για τα 100 ml H_2O , άρα για τα 1000 ml 207,4 mg 1 meq HCO_3^-
ισοδυναμεί με 61 mg αυτού $x; = 3,4 \cdot 207,4 \text{ mg}$

$$3,4 \times 2,8 = 9,52 \text{ d}^\circ$$

$$3,4 \times 5 = 17 \text{ F}^\circ$$

Υπολογισμός μόνιμης σκληρότητας.

Η διαφορά της ανθρακικής σκληρότητας (Α.Σ.) από την ολική (Ο.Σ.) εκφράζει τη μόνιμη σκληρότητα (Μ.Σ.).

$$\text{Ο.Σ.} - \text{Α.Σ.} = \text{Μ.Σ.}$$

$$12,88 - 9,52 = 3,36 \text{ d}^\circ$$

$$23,2 - 17 = 6,2 \text{ F}^\circ$$

Τεχνικές πληροφορίες.

1. 1 ml 0,1 M HCl αντιστοιχεί με 0,0061 g ή 6,1 mg HCO_3^- .
2. Όταν η παροδική σκληρότητα είναι μεγαλύτερη από την ολική, τότε Ο.Σ. = Α.Σ.
και άρα Μ.Σ. = 0. Στην περίπτωση αυτή περιέχονται στο H_2O HCO_3^- τα οποία δεν

ανήκουν στα Ca^{++} και Mg^{++} .

3. Υπενθυμίζεται ότι η παροδική σκληρότητα οφείλεται στα HCO_3^- του Ca και Mg και η μόνιμη στα Cl^- και SO_4^{2-} των ιδίων κατιόντων, το δε άθροισμά τους δίνει την ολική σκληρότητα.
4. Ο προσδιορισμός των HCO_3^- αναφέρθηκε στη συμπλοκομετρία, για να έχουμε ολοκληρωμένη εικόνα των προσδιορισμών της σκληρότητας του H_2O .
5. Διευκρινίζεται ότι η παροδική σκληρότητα προϋποθέτει προσδιορισμό της συγκεντρώσεως των HCO_3^- του νερού.
6. **Ο συντελεστής 2,8** υπολογίζεται από το Μ.Β. του CaO, που είναι 56, το g-eq του $56/2 = 28$ g. Και, επειδή 1d° είναι 10 mg CaO, τα 28 mg είναι $28/10=2,8$.
Ο συντελεστής 5,0 υπολογίζεται από το Μ.Β. του CaCO_3 που είναι 100, το g-eq του $100/2=50$ g. Και, επειδή 1F° είναι 10 mg CaCO_3 , τα 50 mg είναι $50/10=5,0$