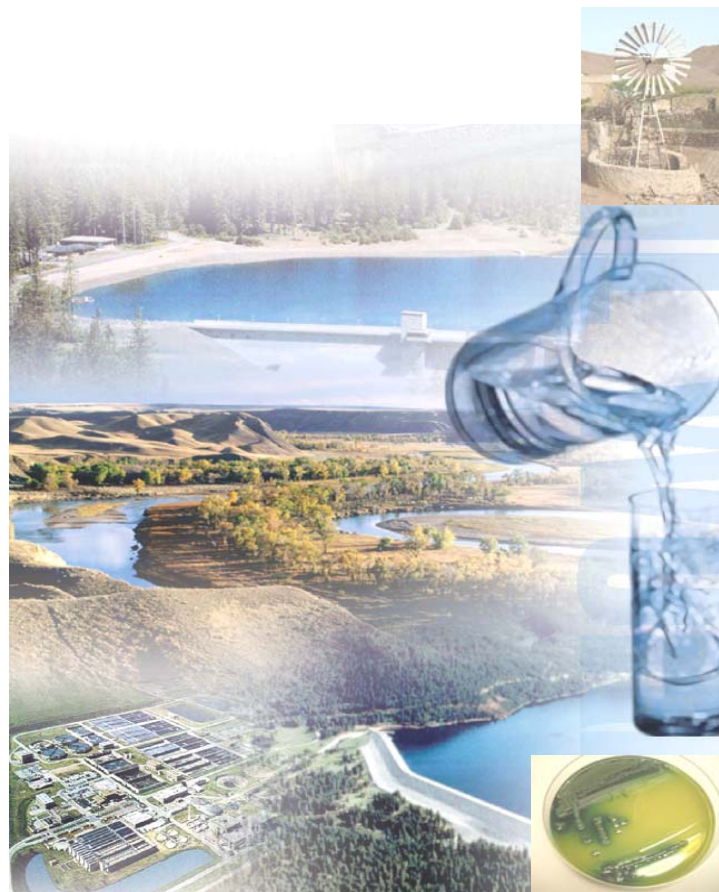




Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

## Διπλωματική Εργασία

Θέμα: Αξιολόγηση συστήματος ελέγχου ποιότητας πόσιμου ύδατος σε στρατιωτικές μονάδες



Επιβλέπων Καθηγητής  
Δρ Δανιήλ Μαμάης

Φοιτητής: Ιωακειμίδης Φώτιος  
(01102802)

Αθήνα, Οκτώβριος 2008

## Περίληψη

Τα θέματα του περιβάλλοντος για το σύγχρονο μηχανικό δεν αποτελούν μόδα της εποχής αλλά βασικό κομμάτι της επιστήμης του. Έννοιες όπως η αειφορία, η βιώσιμη ανάπτυξη και η ολοκληρωμένη διαχείριση παίρνουν συγκεκριμένη και απτή σημασία και αντικρίζονται μέσω μιας υλοποιήσιμης και μετρήσιμης οπτικής.

Μέσα στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και η οδηγία της ΕΕ για την ποιότητα του πόσιμου ύδατος, που ισχύει και στη χώρα μας. Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό να εξετάσει τον τρόπο που η κείμενη νομοθεσία για τον έλεγχο του πόσιμου νερού εφαρμόζεται στις Ένοπλες Δυνάμεις της χώρας.

Μετά τον Πρόλογο (Κεφ. 1) ακολουθούν στο Κεφ. 2 (Βιβλιογραφική αναφορά) η παρουσίαση ορισμένων γενικών στοιχείων για το νερό (παράγρ. 2.1), όπως ο κύκλος ζωής του και η παγκόσμια διαθεσιμότητά του. Τονίζεται η σημασία του για τη ζωή στον πλανήτη και τα χαρακτηριστικά του γλυκού νερού όπως το συναντάμε στη φύση και όπως πρέπει να είναι μετά την επεξεργασία και την προώθησή του στο δίκτυο διανομής. Αφορμή για μια σύντομη αναφορά δίνουν οι προσπάθειες παραγωγής γλυκού νερού με τη μέθοδο της αφαλάτωσης και τη χρήση ΑΠΕ, που γίνονται τα τελευταία χρόνια και οι οποίες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για μια χώρα σαν την Ελλάδα που περιβάλλεται από θάλασσα.

Στην παράγραφο 2.2 (κριτήρια ποιότητας) αναπτύσσονται ορισμένα βασικά στοιχεία για τη μικροβιολογία του νερού, την απολύμανση και τους δείκτες ρύπανσής του και στη συνέχεια παρατίθενται οι φυσικοχημικές παράμετροι της οδηγίας 98/83 της ΕΕ, με μια σύντομη περιγραφή.

Ακολουθεί το Κεφ. 3 (νομοθεσία για το πόσιμο νερό) το οποίο μας δίνει μια σύνοψη της ισχύουσας οδηγίας της ΕΕ για το πόσιμο νερό, συγκρίνοντάς την με την προγενέστερη οδηγία 80/778 της ΕΟΚ.

Στο Κεφ. 4 αναφέρονται οι ισχύουσες οδηγίες για την προστασία του νερού και την «υγιεινή ύδρευση» του προσωπικού των Ενόπλων Δυνάμεων (Ε.Δ.). Αναφέρονται θέματα αποφυγής μόλυνσης και γενικά διασφάλισης της

υγιεινής του κατά τις διάφορες χρήσεις του, αρμοδιότητες των υπευθύνων για τη σωστή υδροδότηση (έλεγχοι, δειγματοληψίες, κλπ) και τέλος συγκρίνονται οι οδηγίες των Ε.Δ. με την οδηγία της ΕΕ.

Επειδή στα πλαίσια της αποστολής τους οι Ε.Δ. και ιδίως ο κλάδος του Στρατού Ξηράς καλούνται να λάβουν μέρος σε διάφορες επιχειρήσεις στο πεδίο, όπου δεν υπάρχει οργανωμένο δίκτυο διάθεσης νερού και επομένως η ανάγκη παροχής του επιδρά άμεσα στο επιχειρησιακό σκέλος, κρίθηκε σκόπιμη μια σύντομη παρουσίαση στοιχείων για την επεξεργασία του νερού και την τυποποίηση που ισχύει διεθνώς, σχετικά με τα όρια και τις παραμέτρους ελέγχου.

Το νερό όμως δεν μπόρεσε να ξεφύγει από το να μετατραπεί κι αυτό, με την ανθρώπινη παρέμβαση, από δώρο ζωής σε όπλο μαζικής χρήσης. Γι' αυτό και το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την αναφορά στοιχείων που αφορούν τις τοξικές χημικές ουσίες οι οποίες μπορεί σκόπιμα να το μολύνουν.

Το Κεφ. 5 προχωρά στην αξιολόγηση του όλου συστήματος ελέγχου του πόσιμου νερού στις Ε.Δ. μέσα από την επιλεκτική διερεύνηση των αποτελεσμάτων ανάλυσης δειγμάτων των τελευταίων δύο ετών, που πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήρια (микροβιολογικό και χημικό) του Κέντρου Βιολογικών Ερευνών Στρατού (Κ.ΒΙ.Ε.Σ.). Με τον τρόπο αυτό γίνεται προσπάθεια να παρουσιαστεί με πληρότητα η μεθοδολογία ελέγχου στο πόσιμο νερό, να εντοπιστούν τυχόν προβλήματα και να αναφερθούν δυνατότητες πιθανής βελτίωσης στο όλο σύστημα, στο πλαίσιο πάντα των προβλεπόμενων στην ισχύουσα νομοθεσία.

Τέλος, θεωρώντας το νερό όχι μόνο ως συστατικό ζωής που πρέπει να τύχει ειδικής μέριμνας για την ασφαλή χρήση του, αλλά και ως ουσιώδες κομμάτι του βίου σε όλο το ανθρώπινο γίγνεσθαι, ολοκληρώνουμε την παρούσα εργασία (Κεφ. 6) με μια σύντομη αναφορά γύρω από την άυλη διάσταση που διαχρονικά ο άνθρωπος έχει προσδώσει στο «ζωογόνο ύδωρ». Ταυτόχρονα παραθέτουμε και μερικά ιστορικά παραδείγματα περιπτώσεων αντιμετώπισης προβλημάτων χρήσης νερού στο στρατό από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το Δντη και το προσωπικό του ΚΒΙΕΣ για την υποστήριξη και τη βοήθειά τους στη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για τη μελέτη.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον επιβλέποντα καθηγητή αυτής της εργασίας, Δρ Δανιήλ Μαμάη, ο οποίος με την αμέριστη συμπαράστασή του και την ουσιαστική καθοδήγησή του, συνέβαλε στην ολοκλήρωσή της.

Αθήνα

Οκτώβριος 2008

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Κεφ.1</b>	<b>Εισαγωγή</b>	
	Πρόλογος.....	2
<b>Κεφ.2</b>	<b>Βιβλιογραφική αναφορά</b>	
<b>2.1</b>	<b>Γενικά στοιχεία για το νερό</b>	
2.1.1	Εισαγωγή	
	Δημιουργική και λατρευτική ιδιότητα.....	4
	Η Θεοποίηση.....	4
	Αρχή των όντων.....	4
	Συμβολισμός – Λατρεία.....	5
	Ο υδρολογικός κύκλος.....	5
	Υδάτινοι πόροι, Παγκόσμια κατανομή νερού.....	7
2.1.2	Το πόσιμο νερό	
	Γενικά	
	.....	9
	Χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού.....	10
	Υδροφόρα κτίσματα – Εξέλιξη της υγιεινής του νερού.....	11
	Εξέλιξη στους τρόπους επεξεργασίας του νερού.....	12
	Σύγχρονες Μέθοδοι Επεξεργασίας του πόσιμου νερού.....	14
	Παραγωγή πόσιμου νερού με τεχνολογίες αφαλάτωσης (χρήση ΑΠΕ).....	15
2.1.3	Το πρόβλημα του νερού στο στρατό.....	17
	Θεσσαλονίκη – 1 <sup>ος</sup> Παγκόσμιος πόλεμος.....	18
	Κατασκευάζοντας τη διώρυγα του Παναμά.....	20
	Ανάγκη σωστής εκπαίδευσης (2 <sup>ο</sup> παγκόσμιος πόλεμος).....	21
<b>2.2</b>	<b>Κριτήρια ποιότητας</b>	
2.2.1	Γενικά.....	23
2.2.2	Στοιχεία μικροβιολογίας του νερού	
	Μικροοργανισμοί του νερού και υδατογενείς λοιμώξεις.....	24
	Απολύμανση του νερού.....	25
	Έλεγχος – Δείκτες ρύπανσης του πόσιμου νερού.....	27
2.2.3	Φυσικοχημικές Παράμετροι.....	28
	Χημικές Παράμετροι (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, ΜΕΡΟΣ Β, Οδηγίας 98/83).....	28

	Ενδεικτικές Παράμετροι (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, ΜΕΡΟΣ Γ, Οδηγίας 98/83).....	35
<b>Κεφ.3</b>	<b>Νομοθεσία για το πόσιμο νερό</b>	
<b>3.1</b>	<b>Γενικά.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2</b>	<b>Η Οδηγία 98/83/ΕΕ και η ΚΥΑ Υ2/2600/2001 – ΦΕΚ-892 Β΄/11-7-01.....</b>	
3.2.1	Σύνοψη.....	42
3.2.2	Σύγκριση με την προγενέστερη Οδηγία 80/778 ΕΟΚ.....	44
<b>Κεφ. 4</b>	<b>Οδηγίες προστασίας νερού ύδρευσης στις Ένοπλες Δυνάμεις</b>	
<b>4.1</b>	<b>Γενικά – Περιβαλλοντική Πολιτική του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας...</b>	<b>55</b>
<b>4.2</b>	<b>Τεχνικές Οδηγίες Υγιεινής Ύδρευσης</b>	
4.2.1	Γενικά.....	56
4.2.2	Προστασία της υγιεινής του νερού – Αρμοδιότητες.....	56
	Διοίκηση.....	57
	Όργανα διοικητικής υποστήριξης (αρμόδια γραφεία επιμελητείας).....	57
	Αρμοδιότητες υγειονομικών υπηρεσιών.....	58
4.2.3	Εξυγίανση με χλώριο, υδροφόρες, υδροδοχεία.....	59
4.2.4	Δειγματοληψία, αποστολή δειγμάτων στο εργαστήριο.....	61
	Δειγματοληψία για μικροβιολογική εξέταση.....	64
	Δειγματοληψία για χημική εξέταση.....	67
<b>4.3</b>	<b>Σύγκριση των Τεχνικών Οδηγιών με την οδηγία 98/83 της ΕΕ</b>	
4.3.1	Γενικά.....	68
4.3.2	Τρόπος παρακολούθησης.....	68
4.3.3	Συχνότητα δειγματοληψιών.....	69
<b>4.4</b>	<b>Το νερό στο πεδίο των επιχειρήσεων – Διεθνείς Συμφωνίες Τυποποίησης</b>	
4.4.1	Παροχή πόσιμου νερού στο πεδίο.....	73
	Γενικά.....	73
	Επεξεργασία νερού.....	75
4.4.2	Τυποποίηση.....	76
	Γενικά.....	76
	.....	
	Παράμετροι και όρια.....	76
	Τοξικές χημικές ουσίες.....	77
<b>Κεφ. 5</b>	<b>Αξιολόγηση ποιοτικών χαρακτηριστικών – αποτελεσμάτων νε- ρού ύδρευσης σε στρατιωτικές εγκαταστάσεις</b>	
<b>5.1</b>	<b>Γενικά.....</b>	<b>80</b>

<b>5.2</b>	<b>Έλεγχος δειγμάτων από το ΚΒΙΕΣ.....</b>	<b>81</b>
5.2.1	Έλεγχος μικροβιολογικών παραμέτρων.....	81
5.2.2	Έλεγχος φυσικοχημικών παραμέτρων.....	82
<b>5.3</b>	<b>Γενικά συμπεράσματα – προτάσεις.....</b>	<b>82</b>
<b>5.4</b>	<b>Παρουσίαση αποτελεσμάτων από τις επιλεγείσες περιοχές.....</b>	<b>86</b>
5.4.1	Αποτελέσματα μικροβιολογικών παραμέτρων.....	87
	Κολοβακτηριοειδή.....	87
	E. coli.....	90
	Enterococci.....	92
	Ολικό μικροβιακό φορτίο στους 22° C.....	94
	Ολικό μικροβιακό φορτίο στους 37° C.....	95
5.4.2	Αποτελέσματα χημικών παραμέτρων.....	96
	Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου.....	96
	Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	97
	Χλωριούχα.....	98
	Νιτρικά.....	100
	Νιτρώδη.....	102
	Ιόντα αμμωνίου.....	104
	Θειικά.....	105
	Θολότητα.....	106
	Φθοριούχα.....	107
	Σίδηρος.....	108
	Βόριο.....	109
	Αργίλιο.....	110
	Χρώμιο.....	111
	Μαγγάνιο.....	112
	Νικέλιο.....	113
	Χαλκός.....	114
	Αρσενικό.....	115
	Σελήνιο.....	116
	Κάδμιο.....	117
	Αντιμόνιο.....	118
	Μόλυβδος.....	119

## **Κεφ. 6 Συμπεράσματα – Επίλογος**

<b>6.1</b>	<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>120</b>
<b>6.2</b>	<b>Προστασία του νερού – αγάπη για τη φύση και τον άνθρωπο.....</b>	
6.2.1	Γενικά.....	123
6.2.2	Νερό και περιβάλλον.....	123
6.2.3	Αντί επιλόγου.....	124
	Βιβλιογραφία.....	125



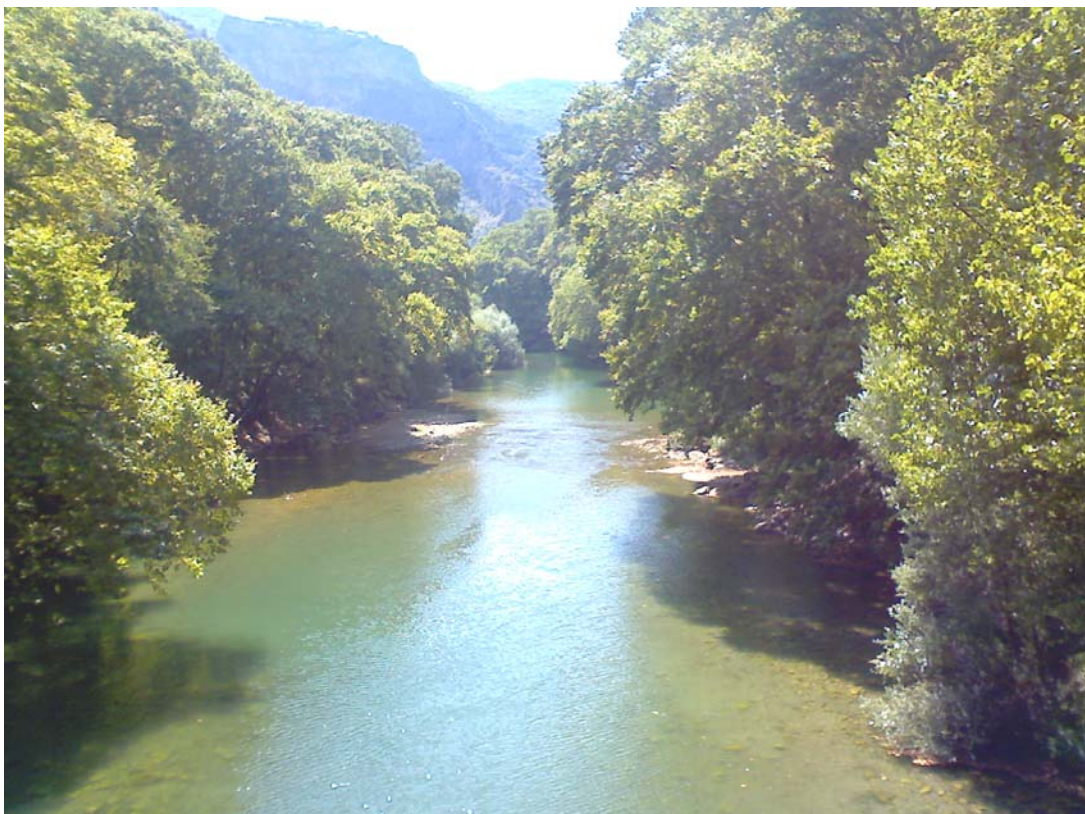
# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

---

*«Και είπεν ο Θεός· γεννηθήτω στερέωμα εν μέσω του ύδατος και έστω διαχωρίζον ανά μέσον ύδατος και ύδατος· και εγένετω ούτως.»*

*Γένεσις, 1-6*



Σχημ. 1.1.: Ο ποταμός Πηνειός στην κοιλάδα των Τεμπών

## 1.1 Πρόλογος

*«Νερόν εστί το νεωστί κομισθέν ύδωρ»  
(νάω=ρέω)*

Το νερό αποτελεί ανεκτίμητο αγαθό· είναι ουσιαστικό για την επιβίωση των ζωντανών οργανισμών, αν και μόνο το 1% του νερού που υπάρχει σε ολόκληρο τον κόσμο είναι διαθέσιμο προς κατανάλωση από τον άνθρωπο. Η σχετικά μικρή αυτή ποσότητα είναι δύσκολο να καταμεριστεί παντού, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα πολύτιμο.

Το νερό έχει μεγάλο βάρος στην περιβαλλοντική πολιτική της Ε.Ε., η οποία έχει ταχθεί υπέρ της αειφόρου ανάπτυξης. Αυτό σημαίνει ότι η Ε.Ε. διαφυλάττει την ικανότητα της γης να υποστηρίζει τη ζωή σε όλη την ποικιλομορφία της και ότι σέβεται τα όρια που θέτουν οι φυσικοί πόροι του πλανήτη.

Η περιβαλλοντική πολιτική της Ε.Ε. αναπτύσσεται από τα θεσμικά όργανα της Ένωσης και από τις εθνικές κυβερνήσεις, ωστόσο η πολιτική αυτή δεν είναι στατική ούτε διαμορφώνεται εν κενώ. Λαμβάνει υπ' όψη της τις νέες απειλές και τις νεοεμφανιζόμενες τεχνολογίες, είναι ανοικτή σε νέες ιδέες και κυρίως ανταποκρίνεται στις απόψεις των πολιτών. Ένα σημαντικό κομμάτι της είναι κι αυτό που αφορά το πόσιμο νερό.

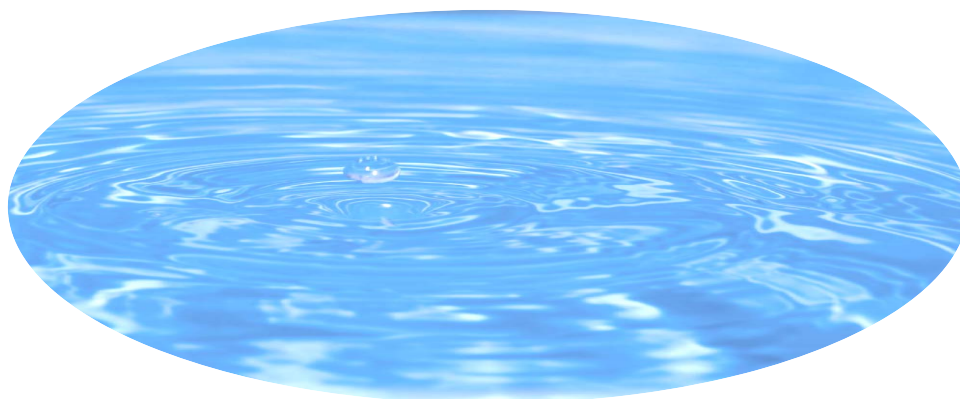
Το θεσμικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο οριοθετούνται τα απαιτούμενα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού, συνιστά μια δυναμική διαδικασία. Η βασική αναγκαιότητα για πόσιμο νερό, δηλαδή νερό που να ανταποκρίνεται σε κανόνες οι οποίοι εγγυώνται την απουσία κάθε τοξικής ή παθογόνου ουσίας και κατά το δυνατόν ευχάριστο στη γεύση, ενεργοποιεί μια σειρά διαδικασιών εξεύρεσης, συλλογής, επεξεργασίας, ελέγχου και διανομής.

Είναι πλέον αποδεκτό ότι στη χώρα μας με το έντονο ανάγλυφο την περιορισμένη διαθεσιμότητα του νερού, την άνιση χωροχρονική κατανομή του και τη συνεχώς επιδεινούμενη ποιότητά του, οι υδατικοί πόροι έχουν καταστεί αγαθό σε ανεπάρκεια. Η προσπάθεια για πιστή τήρηση των ορίων ασφάλειας

του πόσιμου νερού πρέπει λοιπόν να είναι συνεχής, εντασόμενη σ' ένα ευρύτερο πλαίσιο αρχών και πρακτικών της αειφορίας. Η αλόγιστη σπατάλη υπονομεύει την ποσότητα και την ποιότητα των διατιθέμενων αποθεμάτων.

Το κύριο αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση του νομοθετικού πλαισίου στη χώρα μας που αφορά στα όρια ποιότητας του πόσιμου νερού καθώς και η πολιτική που εφαρμόζεται σε στρατιωτικές Μονάδες, στο όλο πρόβλημα εξασφάλισης ασφαλούς πόσιμου νερού από την αρμόδια Υπηρεσία, συμπληρωματικά του προγράμματος ελέγχου που εφαρμόζεται από τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ). Θα παρουσιαστούν συγκριτικά στοιχεία από αναλύσεις σε ένα ευρύ φάσμα γεωγραφικών περιοχών κατά την τελευταία διετία.

Τέλος δε θα πρέπει να μας διαφεύγει και η παράμετρος που έχει να κάνει με το συμβολικό ρόλο που διαδραματίζει το νερό ιστορικά σ' όλες τις εποχές καθώς και τη σημαντική θέση που κατέχει στον αξιακό κώδικα των διαφόρων λαών. Γι' αυτό και η όλη προσέγγιση και ανάπτυξη των χαρακτηριστικών της νομοθεσίας που το διέπει πρέπει να γίνει με σεβασμό απέναντι στο νερό, όχι μόνο ως παράγοντα ποιότητας ζωής αλλά και ευρύτερα ως φορέα πολιτισμού.



*Μια σταγόνα νερού, σθεναρή πάνω απ' τα βάραθρα, την είπανε Αρετή και της έδωσαν ένα λιγνό αγορίστικο σώμα.*

*(Οδυσσέας Ελύτης, Ο ΥΠΝΟΣ ΤΩΝ ΓΕΝΝΑΙΩΝ)*

## Κεφάλαιο 2

### Βιβλιογραφική αναφορά

---

#### 2.1 Γενικά στοιχεία για το νερό

*«αρχήν των πάντων απεφήνατο το ύδωρ»*

*(Θαλής)*

*Ύδωρ → Υγρόν δύρον*

##### 2.1.1 Εισαγωγή

###### **Δημιουργική και λατρευτική ιδιότητα**

Η ζωή αρχίζει στο νερό. Το έμβρυο κολυμπάει μέσα στο αμνιακό υγρό, όπως και η αμοιβάδα που είναι ο πρώτος έμβιος οργανισμός. Η ζωή τελειώνει μέσα στο νερό. Οι κατακλυσμοί του Νώε και του Δευκαλίωνα ή το τέλος της ζωής στην Αχερουσία επισφραγίζουν την καταλυτική δύναμη του νερού. Ο πολιτισμός άρχισε δίπλα στο υγρό στοιχείο που τροφοδοτεί τον άνθρωπο, τα φυτά και τα ζώα.

###### **Η Θεοποίηση**

Για τους Έλληνες ο θεός της θάλασσας ήταν ο Ποσειδώνας, οι Ρωμαίοι γνώρισαν τον Νεπτούνους (Nerptunus), οι Ινδοί το Βαρούνα, οι Σκανδιναβοί τον Όεγκιν. Οι Ινδοί θεοποίησαν τον Ινδό ποταμό, οι Κέλτες θεωρούσαν τη Σούλις ως την τοπική θεότητα των θερμών πηγών ενώ ο Βράχμα, ο Βαρούνα και ο Βισνού γεννήθηκαν (σύμφωνα με ινδικούς μύθους) σε έναν λωτό που επέπλεε στα αρχέγονα νερά.

###### **Αρχή των όντων**

Η πρώτη προσπάθεια υπέρβασης της μυθολογίας τέθηκε στις Ιωνικές πόλεις της Μ. Ασίας. Το νερό θεωρήθηκε ως η αρχή των όντων με το Θαλή, στη χαραυγή της «φυσικής φιλοσοφίας» να ισχυρίζεται ότι «αρχήν των πά-

ντων απεφήνατο το ύδωρ». Αργότερα ο Αριστοτέλης, ο Ίππων ο Σάμιος και ο Εμπεδοκλής επαναβεβαίωσαν με το δικό τους τρόπο τη σπουδαιότητα του νερού στη ζωή και την ύπαρξη των όντων.

### **Συμβολισμός – Λατρεία**

Επιγραμματικά το νερό συμβολίζει την αρχέγονη ουσία, από την οποία δημιουργήθηκαν όλες οι μορφές. Ως κοσμογονικό σύμβολο και χώρος ανάπτυξης όλων των σπερμάτων, το νερό αποτελεί τη γεμάτη ιερή δύναμη κύρια μαγική, θεραπευτική και αναγεννητική ουσία. Είναι το «αθάνατο νερό», η «πηγή της νεότητας», το «νερό της ζωής», εκεί δηλ. όπου ενυπάρχουν η ζωή και αιωνιότητα.

Με την εξαγνιστική και βαπτιστική του ιδιότητα, παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην ιστορία των θρησκειών ως στοιχείο ατομικού καθαισμού και εξαγνισμού. Ταυτόχρονα όμως με την κατακλυσμαία μυθολογία που συναντάται στο σύνολο των θρησκειών παίζει το ρόλο τιμωρού αλλά και καθαρτηρίου σ' ένα διεφθαρμένο κόσμο. Αν λοιπόν η κατάδυση στο νερό αντιπροσωπεύει στο επίπεδο του ατόμου το θάνατο και την αναγέννηση, στο κοσμικό αντιπροσωπεύει την καταστροφή του παλαιού κόσμου κατά περιόδους και την έναρξη ενός νέου. Είναι λοιπόν μαζί μια απαισιόδοξη και μια σωτηριολογική ερμηνεία του μέλλοντος.

### **Ο υδρολογικός κύκλος**

Το νερό είναι βασικό αγαθό για τη ζωή και το περιβάλλον στον πλανήτη μας, αλλά και ρυθμιστικός παράγοντας της οικονομικής, τεχνολογικής, κοινωνικής και πολιτισμικής ανάπτυξης των χωρών. Είναι ίσως ο φυσικός πόρος που καθορίζει τα όρια της αειφορικής ανάπτυξης, δεδομένου ότι δεν έχει υποκατάστατο και το ισοζύγιο ανάμεσα στις ανάγκες της ανθρωπότητας και στη διαθέσιμη ποσότητα είναι ήδη επισφαλές, δημιουργώντας διενέξεις μεταξύ των χωρών.

Το νερό είναι ανανεώσιμος πόρος. Η αέναη κίνησή του στους ωκεανούς, την ατμόσφαιρα και την ξηρά περιγράφεται από τον υδρολογικό κύκλο (σχήμα 2.1), ο οποίος λειτουργεί εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια, με όλες τις ευεργετικές συνέπειές του για τη ζωή στη γη.

Η εξάτμιση του νερού των θαλασσών και των υδάτινων ρευμάτων καθώς και η διαπνοή από τα δέντρα και τη βλάστηση παράγουν υδρατμούς, η συμπύκνωση των οποίων σχηματίζει τα σύννεφα. Αυτά επαναφέρουν στην επιφάνεια της γης, υπό μορφή βροχής ή χιονιού (δηλ. των λεγόμενων ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων), το νερό το οποίο επανέρχεται στους ποταμούς (επιφανειακό ρέον νερό) ή σχηματίζει τις πηγές και τα υπόγεια υδάτινα αποθέματα (νερό κατείσδυσης).

Τα υπόγεια νερά επιδρούν στα πετρώματα διαλύοντας ορισμένα ευδιάλυτα συστατικά τους και εμπλουτίζονται σε μέταλλα: περιέχουν, κυρίως, ιόντα ασβεστίου. Ανάλογα με την ποσότητα των περιεχομένων διαλυμένων αλάτων, τα νερά αυτά χαρακτηρίζονται *μαλακά* (λιγότερο από 0,6 g αλάτων ανά λίτρο) ή *σκληρά*. Ο όρος μεταλλικά νερά χρησιμοποιείται ειδικότερα για όσα περιέχουν αξιόλογη ποσότητα αλάτων με θεραπευτικές ιδιότητες.

Ο υδρολογικός κύκλος συμπληρώνεται με την επαναφορά του νερού στην ατμόσφαιρα. Αυτό γίνεται με την απορροή του στις λίμνες και τη θάλασσα είτε επιφανειακά είτε υπόγεια, ακόμα και από τους βαθείς υπόγειους υδροφορείς, και την εκ νέου εξάτμισή του.

Η Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ (USGS) έχει διακρίνει 16 μέρη του υδρολογικού κύκλου:

1) Αποθήκευση νερού στη θάλασσα, 2) Εξάτμιση, 3) Εξατμισοδιαπνοή, 4) Εξάχνωση, 5) Νερό στην ατμόσφαιρα, 6) Συμπύκνωση, 7) Κατακρημνίσματα, 8) Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια, 9) Απορροή από λιώσιμο του χιονιού, 10) Επιφανειακή απορροή, 11) Ροή σε υδατορεύματα, 12) Αποθήκευση γλυκού νερού, 13) Διήθηση, 14) Αποθήκευση υπόγειου νερού, 15) Εκφόρτιση υπόγειου νερού, 16) Πηγές.





Σχημ. 2.1: Ο υδρολογικός κύκλος (Πηγή, Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ, USGS)

*Είσαι νερό  
σ' ένα βαθύ πηγάδι  
κελάρυσμα κρυμμένο στα  
καλάμια  
στάλα βροχής  
σε μια πευκοβελόνα.*

*Σ' αγγίζω κι εξατμίζεσαι  
γίνεσαι σύννεφο λευκό και  
ταξιδεύεις  
και με κοιτάς χαμογελώντας απ'  
τα ύψη σου  
και προκαλείς τη δίψα μου  
κ' υπόσχεσαι να βρέξεις  
στα ραγισμένα από τον λίβα  
χειίλη μου.*

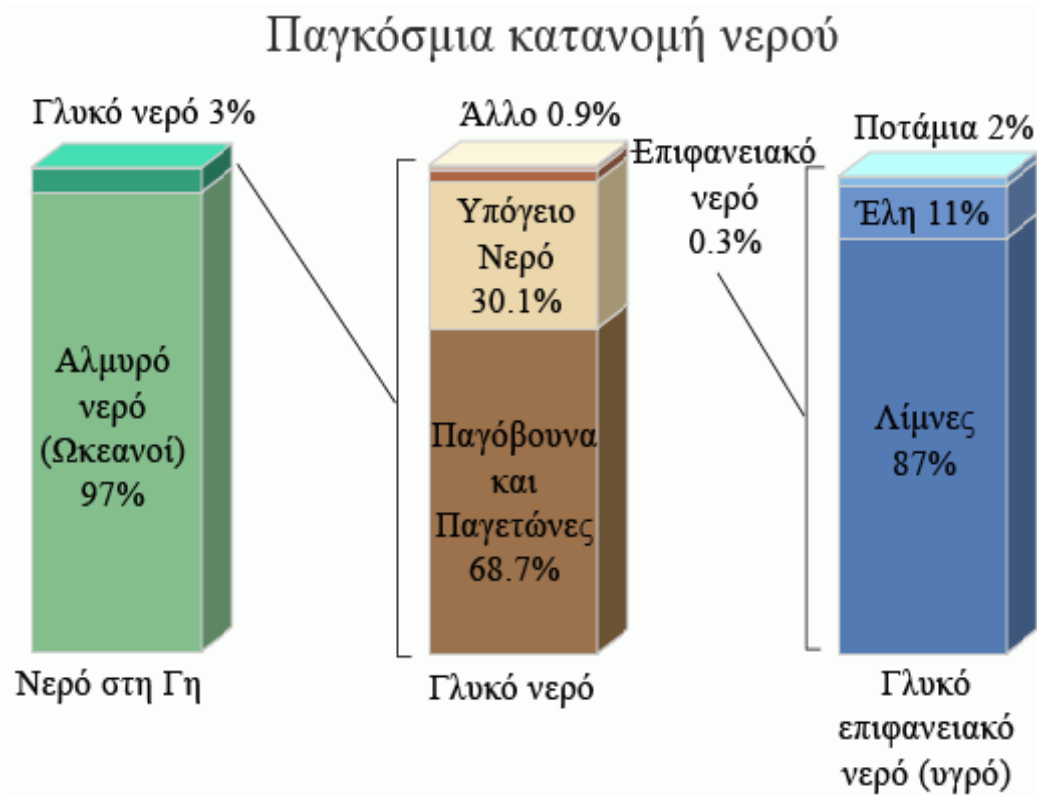
*Είσαι μια υπόγεια φλέβα  
που κυλά  
σε σκοτεινές σπηλιές  
θαμμένες κοίτες  
ακρογιαλιές πανάρχαιες  
σκεπασμένες  
από την άμμο και τη λήθη των  
αιώνων*

(Ορέστης Αλεξάκης)

## Υδάτινοι πόροι, Παγκόσμια κατανομή νερού (σχήμα 2.2)

Το νερό είναι η πιο διαδεδομένη στον πλανήτη ουσία (1.386 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα). Το μέγεθος της ετήσιας κατανάλωσης νερού είναι 375 φορές μεγαλύτερο από την παραγωγή όλων των ορυκτών. Σπάνια βρίσκονται ζώνες χωρίς επιφανειακό ή υπόγειο νερό. Ωστόσο το σύνολο σχεδόν του νερού (95,5 %) είναι αλμυρό ή περιέχεται στα παγοκαλύμματα και στους παγετώνες (2,2 %). Συνεπώς απομένουν 2,3 % γλυκού νερού, το σύνολο σχεδόν του οποίου απαντά στο έδαφος και το υπέδαφος, 130.000 km<sup>3</sup> στις λίμνες και στα έλη 13.000 ως 15.000 km<sup>3</sup> στην ατμόσφαιρα και 4.000 km<sup>3</sup> στα ποτάμια.

Το επιφανειακό γλυκό νερό που βρίσκεται σε ποτάμια και λίμνες αντιπροσωπεύει περίπου το 1/700 του 1% του συνολικού νερού στη Γη. Παρά ταύτα, τα ποτάμια και οι λίμνες είναι οι βασικές πηγές νερού για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών.



Σχημ. 2.2: Η κατανομή του νερού στον πλανήτη

Το γεγονός ότι οι λίμνες και τα ποτάμια, δηλαδή τα επιφανειακά νερά, είναι οι κύριες πηγές νερού, ή αλλιώς υδατικοί πόροι, φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με την εικόνα που δίνει ο παρακάτω πίνακας 2.1, σύμφωνα με την οποία τα υπόγεια νερά είναι κατά τάξεις μεγέθους περισσότερα από τα επιφανειακά. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αν σκεφτούμε ότι οι πόροι του νερού δεν είναι αποθεματικοί (όπως π.χ. είναι το πετρέλαιο) αλλά ανανεώσιμοι. Επομένως αυτό που έχει σημασία δεν είναι η ποσότητα νερού που είναι αποθηκευμένη αλλά αυτή που ανανεώνεται κάθε χρόνο. Έτσι, λοιπόν, τα επιφανειακά νερά διακινούνται – και άρα ανανεώνονται – με πολύ πιο γρήγορους ρυθμούς από τα υπόγεια.



**Πίνακας 2.1: Εκτίμηση της παγκόσμιας κατανομής νερού**

Μορφή Νερού	Όγκος νερού σε κυβικά χιλιόμετρα	Ποσοστό γλυκού νερού	Ποσοστό συνολικού νερού
Ωκεανοί, Θάλασσες & Κόλποι	1.338.000.000	--	96,5
Παγόβουνα, Παγετώνες & Μόνιμο χιόνι	24.064.000	68,7	1,74
Υπόγειο Νερό	23.400.000	--	1,7
Γλυκό	10.530.000	30,1	0,76
Αλμυρό	12.870.000	--	0,94
Εδαφική Υγρασία	16.500	0,05	0,001
Εδαφικός πάγος & Μόνιμα παγωμένο έδαφος	300.000	0,86	0,022
Λίμνες	176.400	--	0,013
Γλυκές	91.000	0,26	0,007
Αλμυρές	85.400	--	0,006
Ατμόσφαιρα	12.900	0,04	0,001
Έλη	11.470	0,03	0,0008
Ποταμοί	2.120	0,006	0,0002
Βιολογικό Νερό	1.120	0,003	0,0001
Σύνολο	1.386.000.000	-	100

Πηγή: Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

## 2.1.2 Το πόσιμο νερό

### Γενικά

Το νερό είναι απόλυτα συνυφασμένο με την ύπαρξη της ζωής σε όλες της τις μορφές και για τα θηλαστικά αποτελεί από ποσοτική άποψη το κύριο συστατικό, ίσως εξαιτίας των ιδιαίτερων φυσικοχημικών ιδιοτήτων του (μεταξύ των άλλων είναι άριστος διαλύτης και έχει μεγάλη ειδική θερμότητα).

Έτσι, σε σχέση με τον άνθρωπο είναι γνωστό ότι στην εμβρυϊκή ηλικία αποτελεί περίπου το 90% και στους ενήλικες το 70 % του σωματικού βάρους.

Το νερό ο άνθρωπος το προσλαμβάνει από τα υγρά-ποτά, από τις τροφές, αλλά και από τη δημιουργία ενδογενούς ύδατος από την οξειδωση του υδρογόνου μέσα στο σώμα. Η ημερήσια πρόσληψη σε νερό για τον άνθρωπο κυμαίνεται από 850-2500 ml περίπου ανάλογα με τη θερμοκρασία και τις ανάγκες του.

Πέρα από την παραπάνω χρήση για τον άνθρωπο είναι ακόμη σημαντικό να διαθέτει την κατάλληλη ποσότητα νερού για την παρασκευή της τροφής, την ατομική και την οικιακή του καθαριότητα, οπότε οι ανάγκες του τείνουν στα 200 lt νερού την ημέρα.

Το νερό αυτό πρέπει να είναι ακίνδυνο από κάθε πλευρά και επομένως δεν θα πρέπει να είναι μολυσμένο (να μην έχει δηλαδή παθογόνα μικρόβια ή προϊόντα τους) και να μην περιέχει ρύπους (να μην έχει δηλαδή χημικές ουσίες επικίνδυνες).

Από τους πρώτους που αντιλήφθηκαν τη σημασία της υγιεινής ύδρευσης και αποχέτευσης ήταν οι πολιτισμοί που αναπτύχθηκαν στον Ελληνικό χώρο, με πρωτοπόρους τους κατοίκους της Κνωσού, της Φαιστού και της Ζάκρου όπου ανακαλύφθηκαν τέλεια συστήματα ύδρευσης που χρονολογούνται από το 1700 π.Χ. Οι αρχαιολόγοι υποστηρίζουν ότι οι υγιεινολογικές γνώσεις των κατοίκων της Μινωικής Κρήτης είχαν επηρεάσει και βρήκαν εφαρμογή αργότερα και στα ανάκτορα της Τίρυνθας και των Μυκηνών.

### **Χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού**

Το νερό του δικτύου διανομής πρέπει να είναι πόσιμο – δηλ. να ανταποκρίνεται σε κανόνες που εγγυώνται την απουσία κάθε τοξικής ή παθογόνου ουσίας – και κατά το δυνατόν ευχάριστο στη γεύση. Για την προστασία από παθογόνους οργανισμούς αρκεί να αποφευχθεί ρύπανση μεταγενέστερη της επεξεργασίας, καθώς αυτή αποκλείει ή καταστρέφει πρακτικώς όλα τα πιθανά μικρόβια. Συνεπώς αρκεί ο έλεγχος της απουσίας ορισμένων μικροοργανισμών, που συνοδεύουν πάντα τους παθογόνους παράγοντες χωρίς οι ίδιοι να είναι επιβλαβείς.

Οι απαιτήσεις που αφορούν τις τοξικές ουσίες αυξήθηκαν χάρη στις προόδους που πραγματοποιήθηκαν στα όργανα μετρήσεων, τα οποία μπο-

ρούν σήμερα να ανιχνεύσουν συγκεντρώσεις της τάξεως του χιλιοστογραμμαρίου ανά κυβικό μέτρο.

Το νερό μπορεί να προέρχεται από πηγές, από φρέατα (υπόγειο νερό) ή από υδροληψία ποταμών (επιφανειακό νερό). Στη φυσική του κατάσταση περιέχει διαλυμένα αέρια που προέρχονται από την ατμόσφαιρα ή από τη διάλυση των πετρωμάτων, διαλυμένες ουσίες (ανθρακικά, χλωριούχα, νιτρικά, θειικά άλατα) σε αναλογία λίγων ως πολλών εκατοντάδων χιλιοστογραμμαρίων ανά λίτρο ανάλογα με το έδαφος, τις οργανικές ύλες που προέρχονται από την αποσύνθεση των φυτών, τα σωματίδια αργίλου σε κolloειδές αιώρημα, τα βακτήρια και τους μικροοργανισμούς, η κατανομή των οποίων ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση του νερού.

Η αύξουσα αυστηρότητα των προδιαγραφών ποσιμότητας αποτελεί έναν από τους λόγους που καθιστούν όλο και πιο σπάνια την ανεύρεση υπόγειου ή επιφανειακού νερού ικανοποιητικής ποιότητας. Ακόμη και σ' αυτήν την περίπτωση, προστίθεται, πριν από τη διοχέτευση στο δίκτυο διανομής, αποστειρωτικό υλικό με βακτηριοστατική δράση, ικανό δηλαδή να εμποδίσει τον πολλαπλασιασμό των σπάνιων μικροβίων που περιέχονται ή μπορεί να εισαχθούν τυχαία στο νερό. Τα πιο διαδεδομένα είναι το αέριο χλώριο, το υποχλωριώδες νάτριο, το διοξειδίο του χλωρίου και το όζον. Οι δύο τελευταίες ουσίες έχουν το πλεονέκτημα να μην προσδίδουν στο νερό καμιά δυσάρεστη γεύση.

### **Υδροφόρα κτίσματα – Εξέλιξη της υγιεινής του νερού**

Το νερό από το δέκατο ένατο αιώνα αρχίζει να χάνει στη Γαλλία και αλλού τις αιώνιες ιδιότητές του. Δεν συγγέεται πλέον το στάσιμο με το «θανατερό» και το τρέχον με το «ζωοδόχο», όπως π.χ. στην τελετουργία του βαπτίσματος και στο συμβολισμό των ποταμιών ως των πηγών ζωής. Ο Παστέρ με την ανακάλυψη των μικροβίων αποδεικνύει πως και ένα στάσιμο νερό μπορεί να είναι «υγιεινό» και ένα τρέχον «νοσογόνο». Έτσι η νέα θρησκεία, θα λέγαμε, της προόδου που δημιουργείται, ασχολείται με την «υγιεινή» του νερού, έχει τους ναούς της (υδραγωγεία, δημόσια λουτρά), τους ιερείς της (γιατρούς, μηχανικούς) και το Βατικανό της (την Βασιλική Ιατρική Ακαδημία). Όλοι προ-

παγανδίζουν όχι την κάθαρση δια του νερού αλλά την κάθαρση του ίδιου του νερού.

Τα αρχαιότερα δομημένα έργα που έχουν σχέση με τη λήψη νερού, είναι τα υποστηρικτικά πηγών και πηγαδιών. Τα πηγάδια αποτελούν σημείο αστικής ζωής και γεωργίας στηριζόμενης σε αρδευτικά έργα. Το νερό λαμβάνονταν από τα πηγάδια στην αρχή με τα χέρια και αργότερα με σωλήνες από μπαμπού, σειρές από όστρακα, κλπ. Οι Έλληνες καθιέρωσαν τη χρήση του σιφωνίου για την παροχή νερού στις πόλεις. Γνωστότερος υδρομηχανικός του είδους ήταν ο Ήρων ενώ το πολυτιμότερο υδραγωγείο που στηρίζονταν στην αρχή του σιφωνίου ήταν αυτό της Περγάμου στην Ελληνιστική εποχή.

Η παροχή του νερού στα διάφορα κτήρια γίνονταν με τη χρήση αγωγών. Στη Μινωική και Μυκηναϊκή Ελλάδα χρησιμοποιήσαν πήλινους αγωγούς με εφαρμοστά άκρα. Λίθινοι αγωγοί εμφανίστηκαν από την προϊστορική ήδη εποχή και το ίδιο ισχύει και για τους μεταλλικούς. Χάλκινοι σωλήνες ανακαλύφθηκαν σε ανασκαφές στο ναό του Sahure στο Abusir της Αρχαίας Αιγύπτου ενώ ορειχάλκινοι αγωγοί ήταν σε χρήση στην Τύρο και τη Σικελία. Εκτός από τα αναφερθέντα είδη στην Αρχαία Ελλάδα χρησιμοποιήθηκαν πολύ και μολύβδινοι αγωγοί.

Μέχρι το Μεσαίωνα χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια υλικά, οπότε το 1455 κάνει την εμφάνισή του ο αγωγός από χυτοσίδηρο, στο κάστρο του Dillemburg στη Γερμανία. Σχεδόν ταυτόχρονα ο Giovanni da Fontana το 1420 προτείνει μια μηχανή θερμού αέρα που ανελκύει νερό από ένα πηγάδι. Πλέον ανατέλλει μια νέα εποχή όπου το σύστημα παροχής νερού που επί αιώνες στηρίζονταν στο νόμο της βαρύτητας, αντικαθίσταται από ένα σύστημα που στηρίζεται στη διαφορά πιέσεων.

### **Εξέλιξη στους τρόπους επεξεργασίας του νερού**

Πολλές μέθοδοι προτάθηκαν για τον καθαρισμό του νερού. Ωρισμένες πολύ αρχαίες, όπως η έκθεση στον ήλιο και ο βρασμός. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι συνήθιζαν να συγκεντρώνουν θαλασσινό νερό σε υπόγειες φυσικές κοιλότητες, αφού είχε πρώτα αποσταχθεί σε αλυκές. Ο Αριστοτέλης προτείνει διήθηση μέσω φίλτρων από πορώδη πήλινα αγγεία ή από κερί. Φίλτρα ή σιφώνια από μαλλί, φυτίλι, άμμο ή σπογγώδη φυτά, ήταν επίσης σε χρήση.

Στο «Βιβλίο περί της καθάρσεως του ύδατος» ο Αθήναιος από την Αττάλεια το 50 μ.Χ. γράφει ότι το νερό από τις πηγές οδηγείται σε δεξαμενές δύο ορόφων, όπου βάσει της αρχής της καθιζήσεως «απεκαθαίρετο» από τις ξένες ουσίες και εισέρχεται στους αγωγούς. Αυτοί είχαν αεραγωγούς ανά 40 μέτρα για εξαερισμό και καθαρισμό του νερού. Σχετικά ο Βιτρούβιος συνιστούσε «Εάν οι κιστέρνες είναι διπλές ή τριπλές ώστε να εναλλάσσονται, τότε θα καταστήσουν το νερό πολύ πιο εύγευστο δια της αποστάξεως. Γιατί αν το ίζημα έχει κατά ένα μέρος να καθιζήσει, τότε το νερό θα γίνει πιο απαλό και θα έχει γεύση ασυνόδευτη από οσμή. Ειδάλως, αλάτι πρέπει να προστίθεται.

Ο Βιτρούβιος επίσης προτείνει ορισμένες εξεταστικές μεθόδους της καθαρότητας του νερού. Η μία είναι να ραντίζεται ή να βράζεται το νερό σε δοχείο από μίγμα εξαιρετικής ποιότητας ορείχαλκου και να θεωρείται καθαρό εκείνο που δεν αφήνει κηλίδες από άλατα στο μέταλλο. Ήταν συνήθης πρακτική στην αρχαιότητα να μετράται το περιεχόμενο στο νερό ασβέστιο, βάσει της ποσότητας χρωματιστού κρασιού που απαιτείτο για να λάβει συγκεκριμένο χρώμα το μίγμα. Με το σκοπό καθαρισμού του νερού συνηθίζονταν επίσης η προσθήκη βοτάνων, κοραλιού, κιμωλίας και αργίλου.

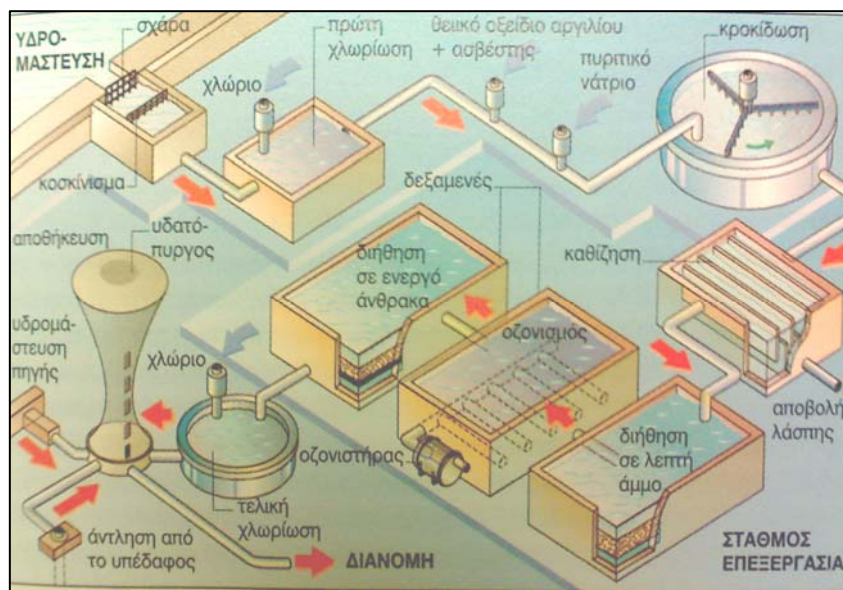
Προχωρώντας συναντούμε τον Robert Boyle, ο οποίος ήταν ο πρώτος που πρότεινε το 1660 μια συνολική μέθοδο ανάλυσης του νερού, η οποία συγκέντρωνε τις μέχρι τότε σκόρπιες πρακτικές που στηρίζονταν στην επισκόπηση του νερού και στην εξέταση του ιζήματος που λαμβάνονταν μετά το βρασμό. Ο Γερμανός Friedrich Hoffmann ήταν ο επιφανέστερος συγγραφέας σχετικών εργασιών το 18<sup>ο</sup> αιώνα και ήταν ο πρώτος που ανίχνευσε άλατα μαγνησίου στο νερό και παρατήρησε τη διαφορετική συμπεριφορά τους στο θειικό οξύ από ότι τα άλατα ασβεστίου. Ο Σουηδός Torbern με το βιβλίο του "Opuscula" το 1779 ασχολήθηκε λεπτομερώς με τα εργαστηριακά προβλήματα της εξέτασης του νερού, πετυχαίνοντας τον ποσοτικό και ποιοτικό καθορισμό των διαφόρων συστατικών και την ανασύνθεση κάθε φορά των δειγμάτων.

Έτσι εισερχόμαστε πλέον στον 19<sup>ο</sup> αιώνα που επέφερε το θρίαμβο των θετικών επιστημών και την αποδοχή των εργαστηριακών εξετάσεων σαν το απαραίτητο συνεπακόλουθό τους.

## Σύγχρονες Μέθοδοι Επεξεργασίας του πόσιμου νερού

Η πλήρης επεξεργασία του πόσιμου νερού περιλαμβάνει την αφαίρεση των αιωρούμενων ουσιών, κολλοειδών ή μη, συχνά δε και των «μικρορρύπων», ουσιών δηλ. που θεωρούνται επικίνδυνες ή δυσάρεστες ακόμη και σε απειροελάχιστες ποσότητες: βαρέα μέταλλα, χλωριωμένες οργανικές ενώσεις, ζιζανιοκτόνα, υδρογονάνθρακες. Επίσης περιλαμβάνει την απολύμανση του πόσιμου νερού, η οποία είναι μια διεργασία που αποσκοπεί στην απομάκρυνση των παθογόνων μικροοργανισμών από αυτό.

Η ποικιλία των εφαρμοζόμενων τεχνολογιών είναι πολύ μεγάλη, σε γενικές γραμμές όμως οι συνηθέστερες διαδικασίες επεξεργασίας του φυσικού νερού (σχήμα 2.3) είναι η προαπολύμανση, η κροκίδωση-καθίζηση, η διύλιση και η μετα-απολύμανση.



Σχημ. 2.3: Σχηματική παράσταση επεξεργασίας νερού για τροφοδότηση του δικτύου ύδρευσης

Το νερό (υψίστης σημασίας αγαθό για τον άνθρωπο) θεωρείται επικίνδυνο γι' αυτόν όταν δεν λαμβάνονται μέτρα για να πληροί ορισμένους όρους υγιεινής. Είναι φανερό λοιπόν ότι τα έργα επεξεργασίας (καθαρισμού) του φυσικού νερού (σχήμα 2.4) είναι έργα υποδομής με μεγάλη σημασία αφού πολύ συχνά από αυτά εξαρτάται η προμήθεια του ανθρώπου με νερό κατάλληλης ποιότητας.

*Σχημ. 2.4:  
Εγκαταστάσεις  
Επεξεργασίας  
Νερού Θεσσα-  
λονίκης*



### **Παραγωγή πόσιμου νερού με τεχνολογίες αφαλάτωσης (χρήση ΑΠΕ)**

Στη χώρα μας, παρά το γεγονός ότι κατατάσσεται μεταξύ των χωρών που διαθέτουν σχετικά μεγάλα αποθέματα υδάτινων πόρων, υπάρχουν υδατικά διαμερίσματα που θεωρούνται ελλειμματικά κυρίως κατά το μήνα Ιούλιο. Έτσι οδηγούμαστε, όπως και άλλες χώρες, σε αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ύδρευσης.

Η χρήση μονάδων αφαλάτωσης για την παραγωγή καθαρού νερού (πόσιμου ή αποσταγμένου) από υφάλμυρο ή θαλασσινό νερό είναι ίσως η πιο αξιόπιστη λύση στην ουσιαστική αντιμετώπιση της λειψυδρίας. Οι διάφορες μέθοδοι αφαλάτωσης χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: στις μεθόδους εξάτμισης και στις μεθόδους μεμβρανών.

Οι λόγοι για τους οποίους έχει ουσιαστικά επικρατήσει η μέθοδος της αντίστροφης ώσμωσης (ανήκει στην κατηγορία των μεμβρανών) για την αφαλάτωση θαλασσινού και υφάλμυρου νερού, είναι η αξιοπιστία της σε όλο το εύρος μεγεθών (από μερικά λίτρα έως χιλιάδες κυβικά μέτρα την ημέρα), η σχετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, η συμπαγής και “modular” κατασκευή της και ο σχετικά μικρός χρόνος κατασκευής της σε σχέση με άλλες μεθόδους.

*Πίνακας 2.2: Ενδεικτικά κόστη παραγωγής νερού από μονάδες αντίστροφης ώσμωσης (Α/Ο) με ΑΠΕ*

<i>Περιοχή εγκατάστασης</i>	<i>Νερό τροφοδοσίας</i>	<i>Μέγεθος Μονάδας Α/Ο</i>	<i>Ονομαστική ΑΠΕ ισχύς συστήματος</i>	<i>Κόστος νερού, €/m<sup>2</sup></i>
Pozo Izquierdo, ITC Gran Canaria	θαλασσινό	0,4 κ.μ./ώρα	4,8 kWp Φ/Β	9
Brazil, DEE-UFC	υφάλμυρο	0,25 κ.μ./ώρα	1,1 kWp Φ/Β	10,3
Pozo Izquierdo, ITC Gran Canaria	θαλασσινό	0,8 κ.μ./ώρα	15 kW Α/Γ	3 – 5
Nevada, Colorado, ITN	υφάλμυρο	0,062 κ.μ./ώρα	540 Wp Φ/Β	3
Aqaba, Jordan	υφάλμυρο	2,5 κ.μ./ώρα	17 kWp Φ/Β	2,5
Pozo Izquierdo, ITC	θαλασσινό	0,8 κ.μ./ώρα	15 kW Α/Γ	3 – 5
Maagan, Israel	υφάλμυρο	0,125 κ.μ./ώρα	600 W Α/Γ	7,5
Lampedusa, Italy	θαλασσινό	5,0 κ.μ./ώρα	100 kWp Φ/Β	6,5

Στο πλαίσιο της προστασίας του περιβάλλοντος γίνονται προσπάθειες εναλλακτικής εφαρμογής των συστημάτων αφαλάτωσης με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και συγκεκριμένα συνδυασμού της τεχνολογίας της αντίστροφης ώσμωσης με την ηλιακή χρήση φωτοβολταϊκών (Φ/Β) και την αιολική ενέργεια (ανεμογεννήτριες Α/Γ).

Το κόστος του παραγόμενου νερού ανά μονάδα κυβικού από τα συστήματα αφαλάτωσης με ΑΠΕ εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, όπως από τη διαθεσιμότητα του δυναμικού ΑΠΕ, την αγωγιμότητα του νερού τροφοδοσίας, το μέγεθος του συστήματος, το σχεδιασμό της μονάδας, κλπ. Στον παραπάνω πίνακα 2.2 βλέπουμε ένα ενδεικτικό κόστος μικρών πιλοτικών μονάδων αντίστροφης ώσμωσης με ΑΠΕ.

Μια λύση που φαντάζει ιδανική και αντιμετωπίζει με αειφόρο και βιώσιμο τρόπο το θέμα της υδροδότησης άνυδρων νησιών είναι ένα σύστημα που λειτουργεί με τον ήλιο και τον άνεμο, χωρίς άλλα καύσιμα, δεν χρησιμοποιεί καθόλου χημικά κι έτσι η άλμη που αποτίθεται στη θάλασσα είναι καθαρή (φυσική), είναι μεταφερόμενο και μπορεί να εγκατασταθεί και σε βαθιά νερά χωρίς



να επηρεάζει το οικοσύστημα. Πρόκειται για την «Υδριάδα» (σχήμα 2.5) μια πλωτή μονάδα που έχει εγκατασταθεί από το καλοκαίρι του 2007 στη θαλάσσια περιοχή στις μικρές Κυκλάδες. Η οικολογική διάσταση του εγχειρήματος είναι μεγάλης σημασίας καθώς χρησιμοποιείται μόνο ο άνεμος και ο ήλιος ως πηγή ενέργειας, μηδενίζοντας με τον τρόπο αυτό τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αφού με φυσικό τρόπο και φυσικές πηγές δημιουργείται μια αστείρευτη και 100 % οικολογική πηγή πόσιμου νερού.



*Σχημ. 2.2: Η Υδριάδα, παραδοσιακή νύμφη των γλυκών νερών, φαίνεται ότι μπορεί να λύσει το πρόβλημα υδροδότησης των άνυδρων νησιών*



### **2.1.3 Το πρόβλημα του νερού στο στρατό**

Στις στρατιωτικές δραστηριότητες, η εξεύρεση και διάθεση πόσιμου νερού υπόκειται στην ανάγκη καθαρισμού του και από πιθανές περιπτώσεις εσκεμμένης μόλυνσης με χημικά από τις εχθρικές δυνάμεις. Η επιχειρησιακή δράση των στρατιωτικών δυνάμεων σε περιοχές άγνωστες και εν πολλοίς αφιλόξενες, έχει διαχρονικά κοστίσει σε ανθρώπινες απώλειες λόγω χρήσης νερού με διάφορους μικροβιακούς παράγοντες ή λόγω ύπαρξης ουσιών χημικού πολέμου.

Η επιρροή στην εξέλιξη των επιχειρήσεων είναι μεγάλη και αντίστοιχη είναι η μέριμνα των υπευθύνων για αντιμετώπιση του προβλήματος και εκπαίδευση του προσωπικού. Θα ήταν σκόπιμο πιστεύουμε να αναφερθούν κάποια ιστορικά παραδείγματα.

## Θεσσαλονίκη – 1<sup>ος</sup> Παγκόσμιος πόλεμος

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα η διαιρεμένη Ευρώπη βάδιζε προς τον 1<sup>ο</sup> παγκόσμιο πόλεμο, με αντίπαλα στρατόπεδα από τη μια τις δυνάμεις της τριπλής συμμαχίας (Γερμανία, Αυστρία, Ιταλία) και από την άλλη τις δυνάμεις της Αντάντ (Γαλλία, Ρωσία, Βρετανία). Οι επιχειρήσεις άρχισαν στις 4 Αυγούστου του 1914. Διάφορες πολιτικοστρατιωτικές επιδιώξεις οδήγησαν γαλλοβρετανικά στρατεύματα στην εμπλοκή τους στην περιοχή των Βαλκανίων.

Έτσι στις 5 Οκτωβρίου του 1915 Μονάδες της Βρετανικής 10<sup>ης</sup> Μεραρχίας και της Γαλλικής 156<sup>ης</sup> Μεραρχίας αποβιβάστηκαν στη Θεσσαλονίκη. Η απειλή της ελονοσίας στην ευρύτερη περιοχή των Βαλκανίων ήταν γνωστή στους Βρετανούς. Όταν στρατοπέδευσαν στην περιοχή βόρεια της Θεσσαλονίκης και ανατολικά του Γαλλικού ποταμού το 1916 και αργότερα στην κοιλάδα του Στρυμόνα το 1917, πήραν μέτρα προφύλαξης όπως καταστροφή των κουνουπιών και ατομική προστασία των στρατιωτών με παροχή κινίνου (σχ. 2.3).



*Σχήμα 2.3: Χορήγηση κινίνου εν παρατάξει. Βρετανοί στρατιώτες πίνουν κινίνο, υπό την επίβλεψη του επικεφαλής, ως μέτρο προφύλαξης έναντι της ελονοσίας.*

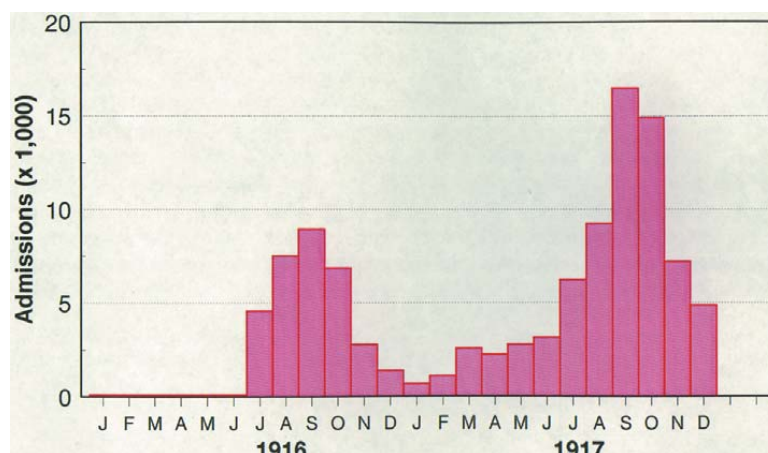
Ψεκασμός των στάσιμων νερών με πετρέλαιο και συστήματα χαντακιών αποστράγγισης (σχ. 2.4) ήταν ενέργειες του γενικότερου σχεδίου για προστασία από την ελονοσία. Τελικά η ελονοσία προκάλεσε μείωση της ικανότητας ολόκληρων Ταγμάτων της Βρετανικής εκστρατευτικής δύναμης. Προς το τέλος του 1916 το 17 % των Βρετανικών στρατευμάτων είχαν μολυνθεί και στο τέλος του 1917 το ποσοστό αυτό είχε αυξηθεί σε 39 %.



*Σχ. 2.4: Ομάδα Βρετανών στρατιωτών σε εργασίες βελτίωσης τάφρων απορροής, κατά τη διάρκεια του 1<sup>ου</sup> παγκοσμίου πολέμου. Η όλη προσπάθεια απέβλεπε στο να περιορίσουν τα σημεία αναπαραγωγής των κουνουπιών και συνεπώς να προστατευτούν από την ελονοσία.*

Είναι εύλογο να συμπεράνουμε ότι, μετά την τροφή και τα πυρομαχικά, η προστασία από την ελονοσία ήταν η τρίτη βασική αναγκαιότητα διατήρησης των βρετανικών δυνάμεων σε υψηλό επίπεδο ισχύος και ικανότητας. Εάν είχε επιτευχθεί καλύτερη πρόληψη, τότε ένας ικανός αριθμός απωλειών υγείας θα είχε αποφευχθεί. Στο σχήμα 2.5 φαίνεται η εξέλιξη των περιστατικών ελονοσίας από την έναρξη των επιχειρήσεων μέχρι το τέλος του 1917.

Σχ. 2.5: Περιστατικά ελονοσίας ανά μήνα. Η γρήγορη αύξηση των περιστατικών το 1916 έλαβε χώρα μετά τη μετακίνηση των δυνάμεων στην κοιλάδα του Στρυμόνα. Υποτροπιάζουσες περιπτώσεις μεταξύ των δύο ετών αποτέλεσαν τον πυρήνα ανόδου της μόλυνσης στο τέλος του καλοκαιριού του 1917.



### Κατασκευάζοντας τη διώρυγα του Παναμά

Η κατασκευή της διώρυγας του Παναμά αποτελεί ένα ακόμα παράδειγμα αντιμετώπισης της ελονοσίας, σε συνδυασμό με τον κίτρινο πυρετό. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η όλη προσπάθεια εξάλειψης των περιστατικών ήταν έργο εξίσου σημαντικό με αυτό καθαυτό το πραγματικό κατασκευαστικό κομμάτι. Η γαλλική κατασκευαστική εταιρεία μετά από 7 χρόνια μάταιων προσπαθειών κι έχοντας χάσει πάνω από 22.000 άντρες, κατέληξε στη χρεοκοπία.

Τελικά η ολοκλήρωση του έργου επιτεύχθηκε χάρη στο κολοσσιαίο έργο που ανάλαβε η αμερικανική κυβέρνηση, δηλ. της προστασίας ολόκληρης της περιοχής από τα κουνούπια που προκαλούσαν την εξάπλωση της ασθένειας. Ο Αντισυνταγματάρχης George Washington Goethals ορίστηκε επικεφαλής μηχανικός και το όλο σχέδιο ξεκίνησε το 1907.

Η όλη περιοχή χωρίστηκε σε 25 ζώνες καναλιών αποστράγγισης με επικεφαλής υγειονομικό επιθεωρητή. Σε κάθε μια από αυτές τις περιοχές οι υπεύθυνες ομάδες φρόντισαν για την αποξήρανση κάθε μικρής λίμνης, ρυακιών, λιμναζόντων νερών, χαντακιών κλπ. Οτιδήποτε δεν μπορούσε να αποστραγγισθεί καλύφθηκε με ένα παχύ στρώμα πετρελαίου, προκειμένου να εξολοθρευτεί τα κουνούπια και τα αυγά τους (σχ. 2.6)



*Σχήμα 2.6: Ψεκασμός πετρελαίου σε στάσιμα νερά. Η επιτυχία ελέγχου της ελονοσίας ήταν ζωτικής σημασίας για την ολοκλήρωση του έργου.*

Το 1913, τελευταίο έτος κατασκευής της διώρυγας, τα περιστατικά ελονοσίας είχαν μειωθεί κατά 90 %, σε σχέση με τα επίπεδα του 1906. Κατ' εκτίμηση σώθηκαν περί τις 78.000 ζωές και εξοικονομήθηκαν 39 εκατομμύρια εργατομέρες, χάρη σ' όλες αυτές τις προσπάθειες.

### **Ανάγκη σωστής εκπαίδευσης (2<sup>ο</sup> παγκόσμιος πόλεμος)**

Το νερό, δυστυχώς, μπορεί να αποτελέσει όπλο στα χέρια του εχθρού ικανό να επιφέρει μαζικές απώλειες υγείας. Οι υπεύθυνοι διοικητές των επιχειρήσεων πρέπει πάντα να έχουν υπόψη τους την παράμετρο αυτή και να φροντίζουν για τη σωστή και έγκαιρη πληροφόρηση και εκπαίδευση του προσωπικού.

Στη διάρκεια του 2<sup>ου</sup> παγκοσμίου πολέμου, οι επιχειρήσεις λάμβαναν χώρα σε απομακρυσμένες περιοχές και επομένως οι υπηρετούντες έπρεπε να ήταν σωστά προετοιμασμένοι και ενημερωμένοι για τους αθέατους κινδύνους που ενδεχομένως θα αντιμετώπιζαν. Έντυπο υλικό (σχ. 6.5), εκπαίδευση των ιθυνόντων, διαλέξεις ή και μια άτυπη συζήτηση μπορούσε να αποτε-



λέσει σημείο αναφοράς για μια πιο προσεκτική, τουλάχιστον, στάση απέναντι στις απειλές που ελλοχεύουν στο επιχειρησιακό πεδίο.



*Σχ. 6.5: Αφίσες από το 2<sup>ο</sup> παγκόσμιο πόλεμο, που προειδοποιούν για τους κινδύνους μεταδοτικών ασθενειών από τη χρήση μη εγκεκριμένου νερού και την απρόσεκτη συμπεριφορά.*

## 2.2 Κριτήρια ποιότητας

*«... ὑδάτων τε καὶ ναμάτων μάλιστα μὲν ὑπάρχειν πλῆθος οἰκείων, εἰ δὲ μή, τοῦτό γε εὐρηταὶ διὰ τοῦ κατασκευάζειν ὑποδοχὰς ὀμβρίους ὕδασιν ἀφθόρους και μεγάλας ...»*

*(Αριστοτέλης, Πολιτικά)*

### 2.2.1 Γενικά

Η ταύτιση του νερού με την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη, καθιστά ατονόητη τη διαχρονική ανάγκη της ανθρωπότητας για παροχή πόσιμου νερού. Αυτή η ανάγκη οδήγησε την τελευταία 100ετία στη σταδιακή ανάπτυξη και θεσμοθέτηση παραμέτρων για την καταλληλότητά του. Η συνεχής έρευνα και η ολοένα και αυξανόμενη ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης σε θέματα περιβάλλοντος, έχει προσδώσει μια ιδιαίτερη δυναμική στο όλο πλέγμα παραμέτρων ποιότητας – ελέγχων καταλληλότητας – νομοθετικών ρυθμίσεων που αφορούν το πόσιμο νερό.

Την επί σειρά ετών έλλειψη του μικροβιολογικού ελέγχου στο υδάτινο περιβάλλον, οι ανθρώπινες κοινωνίες την πλήρωσαν πολύ ακριβά. Εκατομμύρια άνθρωποι έπεσαν θύματα σοβαρών υδατογενών λοιμώξεων<sup>1</sup>. Γι' αυτό η αρχική προσπάθεια είχε να κάνει κυρίως με τους μικροβιολογικούς κινδύνους. Στη συνέχεια δόθηκε βάρος στις εν δυνάμει απειλές που εγκυμονεί η ύπαρξη τοξικών ουσιών – ρύπων στο νερό. Όμως παρά την αρχική συνειδητοποίηση της σημασίας της μικροβιολογικής καθαρότητας του νερού για τη Δημόσια Υγεία και τις προόδους στην αντιμετώπισή της, ο αριθμός των υδατογενών λοιμώξεων ακόμη και σήμερα εξακολουθεί να είναι μεγάλος, αποτελώντας την πρώτη αιτία θανάτου των παιδιών στις χώρες του τρίτου κόσμου.

Το αντίστοιχο νομοθετικό, επιστημονικό και τεχνολογικό οπλοστάσιο εξελίσσεται συνεχώς. Έτσι οι σύγχρονες νομοθετικές ρυθμίσεις χαρακτηρίζονται πλέον όχι από γενικότητες αλλά από συγκεκριμένες και μετρήσιμες ποιοτικές παραμέτρους, που περιλαμβάνουν μικροβιολογικούς και χημικούς πα-

---

<sup>1</sup>*Λοίμωξη (Infection): Ως λοίμωξη χαρακτηρίζεται το σύνολο των φαινόμενων που ακολουθούν την προσβολή ενός ζώντος οργανισμού από έναν μικροβιακό παράγοντα, περισσότερο ή λιγότερο λοιμογόνο.*

ράγοντες. Παρακάτω θα επιχειρηθεί μια σύντομη ανάλυση των παραγόντων αυτών που περιλαμβάνονται στην ισχύουσα Οδηγία 98/83/EK του Συμβουλίου της Ευρώπης, σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

## 2.2.2 Στοιχεία μικροβιολογίας του νερού

### Μικροοργανισμοί του νερού και υδατογενείς λοιμώξεις

Τα φυσικά νερά περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών<sup>2</sup>. Οι περισσότεροι αποτελούν μέρος της φυσικής χλωρίδας του νερού. Άλλοι είναι αλλόχθονοι και καταλήγουν στα φυσικά νερά μέσω φυσικών φαινομένων (βροχές, κατολισθήσεις, κλπ.) ή μέσω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (απόβλητα, αστικά λύματα, κλπ.). Οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορεί: i) να συμβιώνουν με τον άνθρωπο έχοντας θετική επίδραση στο μεταβολισμό του, ii) να είναι παθογόνοι, κάνοντας τον άνθρωπο να νοσήσει ή να γίνει φορέας τους και iii) να είναι δυνητικά παθογόνοι σε κατηγορίες πληθυσμού (παιδιά, ασθενείς, κ.α.).

Το νερό μπορεί να περιέχει ιούς, βακτήρια, μύκητες, ακτινομύκητες, φύκη και πρωτόζωα. Οι κυριότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που ενοχοποιούνται για πρόκληση λοιμώξεων από πόση νερού φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 2.2:

Πίνακας 2.2: Κύριοι παθογόνοι μικροοργανισμοί στο νερό

Παθογόνοι μικροοργανισμοί	Ασθένειες	Κλινικά σύνδρομα
<i>Salmonella typhi</i>	Τυφοειδής πυρετός	Πυρετός, κεφαλαλγία, ανορεξία
<i>Shigella dysenteriae</i>	Σιγγέλωση	Διάρροια, πυρετός και αιματερά κόπρανα
<i>Yersinia enterocolitica</i>		Πυρετός, διάρροια, κοιλιακοί πόνοι
<i>E.coli (ETEC)</i>		Διάρροια, έμετοι, μυαλγίες, χαμηλός πυρετός, κοιλιακοί πόνοι
<i>Campylobacter jejuni</i>		Ναυτία, έμετοι, διάρροια, αιματερά κόπρανα, πυρετός, κακουχία
<i>Vibrio cholerae</i>	Χολέρα	Διάρροια βαρεία με ταχεία αφυδάτωση
<i>Legionella pneumophila</i>		Πνευμονία συχνά θανατηφόρος
<i>Enteroviruses, HAV</i>		Γαστρεντερίτιδες, ηπατίτιδα
<i>Giardia lamblia</i>	Γιαρδίαση	Διάρροια δύσοσμη, καταβολή, επιγάστρια άλγη
<i>Entamoeba histolytica</i>	Αμοιβιακή δυσεντερία	Γαστρεντερίτιδα (ήπια έως οξεία)
<i>Cryptosporidium spp</i>	Κρυπτοσποριδίαση	Διάρροιες
<i>Leptospira</i>	Λεπτοσπείρωση	Ποικίλα συμπτώματα

<sup>2</sup>Μικροοργανισμοί: Λέγονται οι οργανισμοί που δε φαίνονται με γυμνό μάτι. Χωρίζονται στους προκαρυωτικούς, μεγέθους <5μm, τους ευκαρυωτικούς που είναι μεγαλύτεροι και τους ιούς που είναι υποχρεωτικοί ξενιστές στα κύτταρα άλλων οργανισμών.



Ο κατάλογος των υπεύθυνων για υδατογενείς επιδημίες μικροοργανισμών συνεχώς μεγαλώνει όσο εξελίσσονται οι τεχνικές απομόνωσής τους. Προέρχονται από νοσούντα άτομα, ζώα κτηνοτροφικών μονάδων ή άγρια ζώα και πουλιά. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορούν σε οποιοδήποτε υδάτινο περιβάλλον να αναπυχθούν, να δημιουργήσουν βιοκοινωνίες κι έτσι να προκαλέσουν την εμφάνιση ασθενειών στους ανθρώπους που θα το καταναλώσουν.

Μια δευτερογενής θα λέγαμε απειλή μικροβιολογικής προέλευσης προέρχεται από την προσκόλληση των μικροοργανισμών στην επιφάνεια των σωληνώσεων και τη δημιουργία βιοεπικαθύσεων (biofouling) στο δίκτυο. Το βιολογικό αυτό υμένιο κατακρατά το ελεύθερο χλώριο και καθιστά την επιβίωση των βακτηρίων ευκολότερη. Οι καταναλωτές πρέπει να προσέχουν τη χρήση του πρώτου πρωινού νερού ή του νερού μετά από περιόδους απουσίας και οι συντηρητές το ξέπλυμα και καθαρισμό του δικτύου στο οποίο δεν πρέπει να υπάρχουν τυφλές απολήξεις σωληνώσεων ή σημεία που δεν χρησιμοποιούνται.

### **Απολύμανση του νερού**

Η απολύμανση του πόσιμου νερού πριν από την κατανάλωση είναι πολύ σημαντική για την εξασφάλιση της δημόσιας υγείας. Η απολύμανση με χλωρίωση χρησιμοποιήθηκε από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα και συνέβαλε στην πάταξη των λοιμωδών νοσημάτων περισσότερο από όλα τα άλλα μέτρα πρόληψης (εμβολιασμοί, πρόοδος της κλινικής ιατρικής).

Πρέπει να τονιστεί ότι η χλωρίωση ή οποιαδήποτε άλλη τελική επεξεργασία του νερού έχουν σαν σκοπό την *απολύμανση*, δηλ. την προστασία του νερού από παθογόνους μικροοργανισμούς και όχι την *αποστείρωση*, δηλ. την καταστροφή όλων των ζωντανών μικροοργανισμών που υπάρχουν στο νερό. Η απολύμανση νερού που προορίζεται για πόσιμο δε στοχεύει στην εξυγίανση νερού που έχει υποστεί ρύπανση αλλά αποτελεί ένα μέτρο προφύλαξης νερού που είναι ήδη ελεύθερο από παθογόνους μικροοργανισμούς αποτελώντας φραγμό για οποιονδήποτε απ' αυτούς προσπαθεί να επιβιώσει στο συγκεκριμένο σύστημα ύδρευσης.

Επίσης, σε ό,τι αφορά τα δίκτυα ύδρευσης, η μέθοδος απολύμανσης θα πρέπει να προβλέπει και απολυμαντική ικανότητα σ' όλο το μήκος των δικτύ-

ων (υπολειμματική απολυμαντική δράση). Επιπλέον, το απολυμαντικό θα πρέπει κατά τη διαδικασία καθαρισμού του νερού πριν την κατανάλωση, να επιτυγχάνει και τα παρακάτω:

- Να οξειδώνει το σίδηρο και το μαγγάνιο.
- Να διευκολύνει τη συσσωμάτωση και την ικανότητα διήθησης στα συστήματα επεξεργασίας του νερού.
- Να απομακρύνει τη δυσσομία και την κακή γεύση.
- Να απομακρύνει το χρώμα.
- Να έχει όσο το δυνατόν λιγότερα παραπροϊόντα (DBP, Disinfection By Products) π.χ. χλωροφόρμιο, οργανοχλωριωμένες ενώσεις, βρωμικά ιόντα, κλπ.
- Να περιορίζει την ανάπτυξη γλίτσας (βλέννες) στις δεξαμενές και στα φίλτρα.
- Να υπάρχει υπολειμματική απολυμαντική δράση και μετά τη χρήση του απολυμαντικού.

Η πιο κοινή μέθοδος απολύμανσης του πόσιμου νερού είναι με τη χρήση ελεύθερου χλωρίου. Είναι η πιο οικονομική και εύκολη στην εφαρμογή αλλά και αυτή που εμφανίζει τις περισσότερες ανεπιθύμητες συνέπειες. Άλλες μέθοδοι είναι η χλωραμίνωση, η χρήση διοξειδίου του χλωρίου, η οζόνωση, η χρήση υπερμαγγανικού καλίου και η έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία.

Από μια εργασία σύγκρισης<sup>3</sup> των μεθόδων με τη χρήση χλωριωτικών μέσων, εξήχθησαν τα παρακάτω συμπεράσματα: Η πιο αποτελεσματική μέθοδος είναι αυτή με τη χρήση διοξειδίου του χλωρίου, ιδιαίτερα όταν το νερό περιέχει υψηλό οργανικό φορτίο, όπως κατά κανόνα συμβαίνει με τα επιφανειακά νερά.

Η χρήση ελεύθερου χλωρίου μπορεί να είναι απλή και πιο οικονομική από τις άλλες δύο, δεν παύει όμως να προκαλεί πολλά ανεπιθύμητα παραπροϊόντα, τα οποία σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζουν και αρκετά τοξικές ιδιότητες.

Το διοξείδιο του χλωρίου είναι πιο αποτελεσματικό από το χλώριο και τις χλωραμίνες στην απενεργοποίηση των μικροοργανισμών, ενώ εκπληρώνει και όλες εκείνες τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως σχετικά με την επιλογή του απολυμαντικού. Έτσι οξειδώνει το σίδηρο, το μαγγάνιο και τα θειικά, απομακρύνει την οσμή και τη γεύση ενώ παρέχει και υπόλειμμα το οποίο διαρκεί αρκετά μετά την απολύμανση.

---

<sup>3</sup>Απολύμανση του πόσιμου νερού: Αθανάσιος Κατσογιάννης και Θεμιστοκλής Κουϊμτζής, Εργαστήριο Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος, Τμήμα Χημείας, ΑΠΘ. (Χημικά Χρονικά, Ιούνιος 2001)

Τέλος, όσον αφορά τη χρήση των χλωραμινών που εφαρμόζεται σε ορισμένες πολιτείες των Η.Π.Α., αυτή δεν προτείνεται, αφού οι χλωραμίνες δεν παρουσιάζουν τόσο καλή απολυμαντική ικανότητα ενώ δεν μπορούν να οξειδώσουν το σίδηρο, το μαγγάνιο και τα θειικά.

### **Έλεγχος – Δείκτες ρύπανσης του πόσιμου νερού**

Ο έλεγχος της μικροβιακής καταλληλότητας του πόσιμου νερού δεν μπορεί να συνίσταται στην καταμέτρηση του συνόλου των πιθανών μικροοργανισμών που προαναφέρθηκαν. Στην πράξη γίνεται χρήση των λεγόμενων μικροβιακών δεικτών, δηλ. επιλεγμένων παραμέτρων που σε συνάρτηση με τις μεθόδους επεξεργασίας και διανομής και την προέλευση του νερού αποτελούν ασφαλή εχέγγυα καταλληλότητάς του.

Οι δείκτες αυτοί είναι αλλόχθονοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι περνούν παροδικά μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα, προερχόμενοι συνήθως από το γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των ζώων. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι σήμερα δείκτες είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή (total coliforms), τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms) και οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci). Η Escherichia coli (E. coli) που είναι το πιο τυπικό είδος της ομάδας των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών και επίσης η ομάδα των εντερόκοκκων (enterococci) που είναι υποομάδα των κοπρανωδών στρεπτοκόκκων είναι οι δύο μικροβιολογικές παράμετροι οι οποίες έχουν συμπεριληφθεί στις υποχρεωτικές παραμέτρους ελέγχου της ισχύουσας Ευρωπαϊκής οδηγίας 98/83, όπως θα δούμε παρακάτω.

Επίσης στην ομάδα των ενδεικτικών παραμέτρων (δηλ. παραμέτρων αντιπροσωπευτικών της γενικής ποιότητας του νερού) περιλαμβάνονται δύο πρόσθετες επιλεκτικές παράμετροι, το κλωστρίδιο (Clostridium perfringens), το οποίο θεωρείται κατάλληλος δείκτης για το κρυπτοσπορίδιο και προτείνεται η κατά περίπτωση (όταν η υδροδότηση γίνεται από επιφανειακά νερά) χρήση του και ο Αριθμός αποικιών σε 22<sup>ο</sup> C.

### 2.2.3 Φυσικοχημικές Παράμετροι

Στο σημείο αυτό θα παρατεθούν οι φυσικοχημικές παράμετροι της ισχύουσας οδηγίας 98/83 με τη σειρά που εμφανίζονται σ' αυτήν και ορισμένα στοιχεία τους. Λεπτομέρειες για τον τρόπο και το σκεπτικό της κατάταξής τους μέσα στο κείμενο της οδηγίας και σύγκριση με προγενέστερες ισχύουσες διατάξεις θα δοθούν στα επόμενα.

Όπως και με τις μικροβιολογικές παραμέτρους έτσι και με τις φυσικοχημικές έχει γίνει επιλογή ενός περιορισμένου αριθμού παραμέτρων που συνιστούν σαφείς ενδείξεις καταλληλότητάς του, σύμφωνα με τα τρέχοντα πορίσματα της επιστήμης. Οι παράμετροι αυτές είναι οι εξής:

#### **Χημικές Παράμετροι (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, ΜΕΡΟΣ Β, Οδηγίας 98/83)**

##### Ακρυλαμίδιο

Το υπολειμματικό μονομερές ακρυλαμίδιο αποτελεί συστατικό του κροκιδωτικού πολυακρυλαμίδιο, που συχνά χρησιμοποιείται κατά την επεξεργασία του πόσιμου νερού. Το ακρυλαμίδιο προσροφάται εύκολα από το γαστρεντερικό σύστημα και μεταφέρεται έτσι στα υγρά του σώματος. Είναι νευροτοξικό και μπορεί να επηρεάσει τα κύτταρα που σχετίζονται με την αναπαραγωγική διαδικασία. Από έρευνες με πειραματόζωα προέκυψαν βάσιμες ενδείξεις για καρκινογένεση.

##### Αντιμόνιο

Χρησιμοποιείται για θεραπευτικούς σκοπούς. Επικίνδυνη θεωρείται η εισπνοή του (πιθανό καρκινογόνο) ενώ η πρόσληψή του μέσω του πεπτικού συστήματος δεν έχει αποδειχθεί ότι έχει καρκινογόνα δράση. Οι συγκεντρώσεις του στο πόσιμο νερό αυξάνονται λόγω διάλυσης του αντιμονίου των δικτύων, το οποίο βέβαια είναι λιγότερο τοξικό.

##### Αρσενικό

Τα περισσότερα φυσικά νερά περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 μg/l. Φθάνει στους 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 πολύ τοξικό και χαρακτηρισμένο 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.

### Βενζόλιο

Χρησιμοποιείται κυρίως ως ενδιάμεσο για την παραγωγή πολλών ενώσεων. Η παρουσία του στο νερό οφείλεται σε ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, διαρροή πετρελαιοειδών και διάθεση υγρών αποβλήτων από χημικές βιομηχανίες.

Το βενζόλιο είναι μια ιδιαίτερα τοξική ένωση. Εισπνεόμενο ή σε τροφές προκαλεί ζαλάδες, ταχυκαρδίες σύγχυση, σπασμούς και θάνατο. Έχει χαρακτηριστεί ως καρκινογόνο καθώς καταστρέφει το μυελό των οστών και μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση αναιμίας και σε υψηλότερες συγκεντρώσεις την εμφάνιση λευχαιμίας.

### Βενζο-α-πυρένιο

Το βενζο-α-πυρένιο είναι ένας ιδιαίτερα τοξικός και καρκινογόνος πολυκυκλικός αρωματικός υδρογονάνθρακας. Παράγεται κατά την ατελή καύση οργανικών ενώσεων και βρίσκεται στην πίσσα, στις εξατμίσεις αυτοκινήτων, στον καπνό του τσιγάρου και σε ψημένα στα κάρβουνα φαγητά. Λόγω της ιδιαίτερης τοξικότητας και καρκινογόνου δράσης του θεωρείται ως δείκτης παρουσίας καρκινογόνων ενώσεων.

### Βόριο

Βρίσκεται ως αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών στα υπόγεια νερά ενώ στα επιφανειακά νερά η παρουσία του συσχετίζεται με την απόρριψη αστικών αποβλήτων. Μεσοπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη έκθεση στο βόριο σχετίζεται με τοξικότητα, ενώ δεν έχει αποδειχθεί συσχέτιση με σοβαρές μη ιάσιμες ασθένειες.

### Βρωμικά άλατα

Τα βρωμικά δεν παρατηρούνται στο φυσικό νερό. Δημιουργούνται κατά την επεξεργασία του νερού εφόσον σ' αυτό προϋπάρχει αξιόλογη ποσότητα

βρωμιούχων η οποία οφείλεται σε αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, σε απορροές αστικών και αγροτικών περιοχών και κυρίως στην υφαλμύριση του φυσικού νερού. Έχουν χαρακτηριστεί ως πιθανά καρκινογόνα

### Κάδμιο

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 αδένια, 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.

### Χρώμιο

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 μg/l, στο θαλασσινό 0,05 μg/l και στα φυσικά νερά 0,5 – 2 μg/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 συ-

κώτι και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

### Χαλκός

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, 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. Γι' αυτό το λόγο η Υγειονομική Διάταξη αναφέρει δύο ενδεικτικά επίπεδα: στην έξοδο των εγκαταστάσεων και μετά από ηρεμία 12 ωρών στις σωληνώσεις.

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.

### Κυανιούχα άλατα

Η παρουσία τους στο πόσιμο νερό σχετίζεται με ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα. Τα κυανιούχα σχετίζονται με οξεία τοξικότητα, επιπτώσεις στη λειτουργία του θυρεοειδή αδένα και του νευρικού συστήματος.

### 1,2-διχλωροαιθάνιο

Χρησιμοποιείται κυρίως ως ενδιάμεσο προϊόν κατά την Παρασκευή του βινυλοχλωριδίου και άλλων χημικών και δευτερευόντως ως διαλύτης. Στο νερό εμφανίζεται ως αποτέλεσμα ρύπανσής του με υγρά απόβλητα χημικών βιομηχανιών. Έχει χαρακτηριστεί ως πιθανό καρκινογόνο.

### Επιχλωρυδρίνη

Χρησιμοποιείται για την παρασκευή γλυκερίνης, ρητινών (μερικές από τις οποίες εφαρμόζονται στην προχωρημένη επεξεργασία του νερού) απορρυπαντικών, κλπ. Έχει χαρακτηριστεί ως ένα κατά πάσα πιθανότητα καρκινογόνο, αλλά οι συγκεντρώσεις για τις οποίες γίνεται επικίνδυνο δεν είναι ακόμα καλά γνωστές.

### Φθοριούχα άλατα

Το φθόριο συναντάται στα νερά σαν φθοριούχα άλατα, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα. Συνήθως βρίσκεται στα υπόγεια νερά παρά στα επιφανειακά.

Δεν βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή στη φύση, επειδή είναι πολύ δραστικό. Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Από έρευνες και επιδημιολογικές μελέτες διαπιστώθηκε, ότι 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.

Χρησιμοποιείται στην παραγωγή αλουμινίου, σε βιομηχανίες χάλυβα και γυαλιού, στα λιπάσματα και στα κεραμικά. 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. Στην Ελλάδα δεν εφαρμόζεται φθορίωση του πόσιμου νερού.

### Μόλυβδος

Είναι πολύ τοξικό μέταλλο. Τα φυσικά νερά συνήθως περιέχουν μέχρι 5 mg/l μόλυβδο. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων, βιομηχανιών, στη διάβρωση μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Μεγάλες ποσότητες μολύβδου υπάρχουν στην ατμόσφαιρα από τον τετρααιθυλιούχο μόλυβδο που προστίθεται στη βενζίνη σαν αντικροτικό. Στις περισσότερες χώρες έχει εγκαταλειφθεί και χρησιμοποιείται αμόλυβδη βενζίνη. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπαταριών, κραμάτων, χρωστικών, αντισκωριακών.

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 μολύβδινοι σωλήνες για το νερό και να απαγορευθεί η χρήση χρωμάτων με βάση το μόλυβδο για εσωτερική διακό-



σηση. Είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση. Προκαλεί βλάβες στο συκώτι, τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα.

### Υδράργυρος

Χρησιμοποιείται στην παραγωγή χλωρίου και καυστικής σόδας, στην Παρασκευή χρωμάτων και οδοντιατρικών αμαργαμάτων, στη βιομηχανία χαρτου, κ.α. Ο ανόργανος Hg είναι λίγο τοξικός αλλά ο οργανικός, κυρίως με τη μορφή του μεθυλ-υδραργύρου ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ) είναι πολύ τοξικός και συσσωρεύεται στους τροφικούς ιστούς των οικοσυστημάτων. Συγκεντρώνεται στα ερυθρά αιμοσφαίρια και στο νευρικό σύστημα και προσβάλλει εκλεκτικά τα νευρικά κύτταρα και τα νεφρά.

### Νικέλιο

Χρησιμοποιείται για την Παρασκευή ανοξειδωτού χάλυβα και κραμάτων νικελίου. Αυξημένες ποσότητες μπορεί να εμφανισθούν στο νερό σε περιπτώσεις έντονα ρυπασμένων περιοχών, πετρωμάτων πλούσιων σε νικέλιο και επαφής του νερού με υδραυλικά εξαρτήματα με επικάλυψη νικελίου. Οι εισπνεόμενες ενώσεις του νικελίου είναι διαπιστωμένα καρκινογόνες, ενώ πιθανό καρκινογόνο είναι και το μεταλλικό νικέλιο. Δεν υπάρχουν ενδείξεις για καρκινογόνο δράση του νικελίου που προσλαμβάνεται με το πεπτικό σύστημα.

### Νιτρικά και νιτρώδη άλατα

Αποτελούν τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση, επομένως υπάρχουν στα φυσικά νερά, αλλά η συγκέντρωση νιτρικών είναι συνήθως χαμηλή. 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. Σε αερόβιες συνθήκες τα νιτρικά διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα.

Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν στα παιδιά την ασθένεια μεθαιμογλοβιναίμια, λόγω της αναγωγής τους σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη και νιτρικά, στο περιβάλλον του

στομάχου, σχηματίζουν N- νιτροζοενώσεις, για τις οποίες εκφράζεται ανησυχία ότι είναι καρκινογόνες.

### Παρασιτοκτόνα

Τα παρασιτοκτόνα περιλαμβάνουν έναν πολύ μεγάλο αριθμό ενώσεων, οι οποίες ανάλογα με τη δράση τους, διακρίνονται σε εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, ακαρεοκτόνα, νηματωδοκτόνα, τρωκτικοκτόνα. Από χημική άποψη διακρίνονται κυρίως σε οργανοχλωριωμένες ενώσεις (π.χ. DDT, aldrin, dieldrin, heptachlor), σε οργανοφωσφορικούς εστέρες (π.χ. Parathion) και σε καρβαμιδικές ενώσεις (π.χ. Baygon).

Τα περισσότερα δεν αποικοδομούνται, ή αποικοδομούνται με πολύ αργούς ρυθμούς (ημιπερίοδος ζωής πολλών ετών) ενώ συχνά συσσωρεύονται στο λιπώδη ιστό διαφόρων οργανισμών σε συγκεντρώσεις εξαιρετικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες στο περιβάλλον και προκαλούν σοβαρές ασθένειες μεταξύ των οποίων και καρκίνο. Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος από παρασιτοκτόνα, είναι οι ψεκασμοί γεωργικών περιοχών από το έδαφος ή από αεροπλάνο.

### Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs) παράγονται κατά την ατελή καύση οργανικών ενώσεων. Μεταξύ των περισσότερων από 100 πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων, ορισμένοι έχουν χαρακτηριστεί ως καρκινογόνοι. Η συγκεκριμένη παράμετρος αναφέρεται στο βενζο(β)φθορανθένιο, το βενζο(λ)φθορανθένιο, το βενζο(ηθι)περυλένιο και το ινδENO(1,2,3-γδ)πυρένιο ως ενιαία ομάδα PHAs.

### Σελήνιο

Το σελήνιο αποτελεί χρήσιμο συστατικό για το μεταβολισμό του ανθρώπου. Προσλαμβάνεται κατά κύριο λόγο με τις τροφές. Η πρόσληψη σεληνίου με το νερό αντιστοιχεί σε λιγότερο από 10 % του συνόλου. Χρόνια πρόσληψη μεγάλων ποσοτήτων σεληνίου δημιουργεί τοξικότητα με εκδηλώσεις στα μαλλιά, τα νύχια και το ήπαρ.

### Τετραχλωροαιθέριο και τριχλωροαιθέριο

Χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό των ρούχων στα στεγνοκαθαριστήρια (κυρίως το τετραχλωροαιθέριο) και ως διαλύτες για τον καθαρισμό των μετάλλων (κυρίως το τριχλωροαιθέριο). Στο υδάτινο περιβάλλον μπορεί να βρεθούν λόγω διάθεσης υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και διαφυγής από χώρους ταφής απορριμμάτων. Έχουν χαρακτηριστεί ως κατά πάσα πιθανότητα καρκινογόνα.

#### Ολικά τριαλογονομεθάνια

Η παρουσία τους στο πόσιμο νερό οφείλεται κατά κανόνα στη δημιουργία τους με τη διαδικασία της απολύμανσης με χλώριο. Η παράμετρος αναφέρεται στα τέσσερα τριαλογονομεθάνια (χλωροφόρμιο, βρωμοφόρμιο, διβρωμοχλωρομεθάνιο και βρωμοδιχλωρομεθάνιο) ορίζοντας συνολική τιμή. Το χλωροφόρμιο και βρωμοδιχλωρομεθάνιο έχουν χαρακτηριστεί ως πιθανά καρκινογόνες ενώσεις.

#### Βινυλοχλωρίδιο

Το βινυλοχλωρίδιο χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή πολυβινυλοχλωριδίου (PVC). Στα υπόγεια νερά μπορεί να προκύψει ως αποτέλεσμα της διάσπασης του τετραχλωροαιθενίου και του τριχλωροαιθενίου. Στο πόσιμο μπορεί να προέρχεται από σωλήνες από PVC κυρίως κατασκευασμένους πριν από τη δεκαετία του 1970. Το βινυλοχλωρίδιο είναι πολύ τοξικό και διαπιστωμένα καρκινογόνο.

### **Ενδεικτικές Παράμετροι (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, ΜΕΡΟΣ Γ, Οδηγίας 98/83)**

#### Αργίλιο

Το αργίλιο είναι μεταλλικό στοιχείο σε αφθονία που χρησιμοποιείται ως κροκιδωτικό κατά την επεξεργασία του νερού. Υπάρχουν πολύ λίγες ενδείξεις για την τοξικότητά του με κυριότερη την υπόθεση ότι η έκθεση σε αργίλιο αποτελεί επιβαρυντικό παράγοντα για την έναρξη εκδήλωσης της νόσου Alzheimer.

#### Αμμώνιο

Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί δείκτη για την υγειονομική ποιότητα του νερού. Πριν από την ανάπτυξη των βακτηριολογικών αναλύσεων η μέτρηση των ενώσεων του αζώτου

στο νερό ήταν ο μόνος δείκτης για πιθανή μόλυνση. Σε πρόσφατα ρυπασμένα νερά το άζωτο βρίσκεται υπό την μορφή οργανικού αζώτου και αμμωνίας. Καθώς περνάει ο χρόνος το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σταδιακά σε αμμωνία και αργότερα εάν υπάρχουν αερόβιες συνθήκες γίνεται οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά.

Με βάση τα παραπάνω, νερά που περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικού αζώτου και αμμωνίας θεωρούνται ότι έχουν ρυπανθεί πρόσφατα και επομένως παρουσιάζουν μεγάλο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Νερά όπου το άζωτο βρίσκεται υπό μορφή νιτρικών σημαίνει ότι έχουν ρυπανθεί πριν από αρκετό καιρό και επομένως δεν αποτελούν άμεση απειλή για την δημόσια υγεία.

Τα υπόγεια νερά περιέχουν συνήθως αμμωνία λιγότερο από 0.2 mg/l. Σε εδάφη δασών παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις. 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.

#### Χλωριούχα άλατα

Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση σαν άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Προέρχονται από τη διάβρωση των βράχων. Επειδή είναι πολύ ευκίνητα και ευδιάλυτα εισδύουν στο έδαφος ή μεταφέρονται σε κλειστές δεξαμενές και τους ωκεανούς. Μπορεί όμως να προκύψουν από τη χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιομηχανικά απόβλητα ή διείδυση 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 επιθεώρηση. Η ρύπανση πρέπει να επιβεβαιωθεί και με άλλες με-

τρήσεις (μικροβιολογικές, αμμωνία, νιτρώδη). Δεν δημιουργούν υγειονομολογικά προβλήματα και η παραμετρική τιμή καθορίστηκε κυρίως για λόγους γεύσης.

### Χρώμα

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.

### Αγωγιμότητα

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 και τις επιμέρους συγκεντρώσεις τους, καθώς και τη θερμοκρασία μέτρησης. Η αγωγιμότητα στα νερά αυξάνει με τη θερμοκρασία. Η μακροχρόνια υδροδότηση με νερά χαμηλής αγωγιμότητας υποδεικνύουν ανεπαρκή (για πόση) σκληρότητα και ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου (μικρότερες από τη συνιστώμενη για πόση συγκέντρωση των 60 mg/l).

### Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου

Συνήθως οι τιμές pH στα φυσικά νερά που προορίζονται για πόση κυμαίνονται στο διάστημα 5,5 – 8,5, με κανονικά αναμενόμενες τιμές μεγαλύτερες από 7 λόγω της παρουσίας ανθρακικών και διττανθρακικών. Χαμηλές τιμές pH μπορεί να οφείλονται σε περιστατικά όξινης βροχής. Είναι σκόπιμο οι τιμές να διατηρούνται σε τιμές μικρότερες από 8 – 8,5 καθώς στο διάστημα 8,5 – 9,5 ευνοείται η δημιουργία τριαλομεθανίων (THM). Εν γένει επιδιώκονται μη όξινα χαρακτηριστικά με στόχο την αντιδιαβρωτική προστασία του δικτύου διανομής.

### Σίδηρος

Υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, που διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκε-

ντρώσεις 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.

Ο σίδηρος στο νερό προκαλεί προβλήματα στα πλυντήρια και υφαντήρια (δημιουργούνται λεκέδες στα υφάσματα) και στους αγωγούς διανομής νερού (ευνοείται η ανάπτυξη βακτηριδίων και δημιουργούνται αποθέσεις).

### Μαγγάνιο

Αν και θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο, έχει παρατηρηθεί ότι προσλαμβάνόμενο σε ποσότητες μεγαλύτερες από 3,5 – 4 mg ανά ημέρα μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενείς επιπτώσεις στη υγεία, επιδρώντας στο νευρικό σύστημα. Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση. 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.

### Οσμή και Γεύση

Οι αισθήσεις της οσμής και της γεύσης είναι στενά συνδεδεμένες έτσι ώστε είναι δύσκολο να διακριθούν οι σχετικές ανταποκρίσεις. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άοσμο και άγευστο. Όλα τα νερά έχουν την ιδιαίτερη γεύση τους που οφείλονται στα διαλυμένα άλατα και αέρια που περιέχουν. Γεύση και οσμή στο νερό συνήθως δε 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.

### Οξειδωσιμότητα

Η παράμετρος αυτή σύμφωνα με την οδηγία 98/83 δεν χρειάζεται να μετράται, εφόσον αναλύεται η παράμετρος ολικού οργανικού άνθρακα.

### Θειικά άλατα

Βρίσκονται στο νερό ως αποτέλεσμα διάθεσης βιομηχανικών αποβλήτων, ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης και διάλυσης από πετρώματα. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 250 mg/l αλλοιώνει τη γεύση του νερού και επιτείνει τα φαινόμενα διάβρωσης. Δεν έχουν διαπιστωθεί σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία από τα θειικά, με ελαφρές γαστρεντερικές διαταραχές να έχουν αναφερθεί για συγκεντρώσεις στο πόσιμο νερό της τάξης των 1000 mg/l.

### Νάτριο

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. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 200 mg/l επηρεάζει τη γεύση του νερού.

Άτομα που πάσχουν από χρόνιες καρδιακές παθήσεις χρειάζονται νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο. Υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που αναφέρουν επιπτώσεις στην υγεία από ψηλές συγκεντρώσεις νατρίου στο πόσιμο νερό, αλλά με τα υπάρχοντα δεδομένα δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν σίγουρα συμπεράσματα για τη σχέση νατρίου στο νερό και δημιουργία υπέρτασης.

### Ολικός οργανικός άνθρακας

Η μέτρηση του ολικού οργανικού άνθρακα αποτελεί ένδειξη παρουσίας οργανικών ενώσεων στο νερό, υποδεικνύοντας έμμεσα την παρουσία υγρών αποβλήτων και φυτικών οργανισμών λόγω ευτροφισμού. Η υφιστάμενη νομοθεσία δεν θέτει ανώτατη τιμή, επιβάλλει ωστόσο τη διατήρηση σχετικά σταθερών τιμών χωρίς ασυνήθεις μεταβολές, οι οποίες αποτελούν ένδειξη ενδεχόμενης σημαντικής ρύπανσης.

### Θολότητα

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.

Η εμπειρία έχει δείξει ότι υπάρχει αρκετά καλή συσχέτιση μεταξύ θολότητας του νερού και παθογόνων και ότι η αυτοματοποίηση λειτουργίας της εγκατάστασης βάσει συνεχών καταγραφών της θολότητας και επιδίωξης της διατήρησής της σε χαμηλά επίπεδα (π.χ. <0,1 – 0,4 μονάδες NTU) έχει θετικά αποτελέσματα.



## Κεφάλαιο 3

### Νομοθεσία για το πόσιμο νερό

---

*«Υδατος δε χωρίς, ούτε ενάλιον, ουδέ χερσαίον, ουκ αιθέριον»*

*(Πλούταρχος, Περί Υδάτων, 955 D)*

#### 3.1 Γενικά

Κάνοντας μια σύντομη ανασκόπηση της Ελληνικής νομοθεσίας, σχετικά με το πόσιμο νερό, βλέπουμε ότι η πρώτη Υπουργική Απόφαση (32694/51) εκδόθηκε το 1951, αφορώντας την απολύμανση του μεταφερόμενου προς πώληση νερού. Ακολούθησε το 1957 η απόφαση Υ.Μ. 657/57 με οδηγίες για τη μέθοδο χλωρίωσης, η Υγειονομική Διάταξη Γ3α/761/68 με καθορισμό μικροβιολογικών ορίων και απαιτούμενων αναλύσεων και τέλος, το 1974, η απόφαση Γ4/90/74 με αναφορά στην υποχρεωτική φθορίωση των συστημάτων ύδρευσης.

Στη συνέχεια επήλθε εναρμόνιση με τα ισχύοντα στην ΕΕ. Η οδηγία 80/778/ΕΟΚ περί της ποιότητας του πόσιμου νερού εκδόθηκε στις 15 Ιουλ 1980 και ενσωματώθηκε στην Ελληνική νομοθεσία το 1986 με την υπ' αριθμ. Α5/288 Υγειονομική Διάταξη.

Η ισχύουσα τώρα οδηγία 98/83/ΕΕ περί της ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης εκδόθηκε στις 3 Νοε 1998 σε αντικατάσταση της προηγούμενης οδηγίας. Η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίσθηκε με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Υ2/2600/2001 από τις 25 Δεκ 2003 με μια τροποποίηση στις 26 Απρ 2007 (Αρ. ΦΕΚ 630, Τεύχος δεύτερο).

## **3.2 Η Οδηγία 98/83/ΕΕ και η ΚΥΑ Υ2/2600/2001 – ΦΕΚ-892 Β´/11-7-01**

### **3.2.1 Σύνοψη**

Η Οδηγία αποσκοπεί στην προστασία της υγείας του κοινού με την καθιέρωση κριτηρίων υγιεινής και καθαριότητας στα οποία πρέπει να ανταποκρίνεται το πόσιμο νερό στην Κοινότητα. Ισχύει για όλα τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, εξαιρουμένων των φυσικών μεταλλικών νερών και των θεραπευτικών νερών.

Τα κράτη μέλη μεριμνούν ώστε το πόσιμο νερό:

- να μην περιέχει συγκεντρώσεις μικροοργανισμούς, παράσιτα ή κάθε άλλη ουσία σε συγκέντρωση τέτοια που μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο για την υγεία των ανθρώπων·
- να τηρεί τις μίνιμουμ απαιτήσεις (μικροβιολογικές, χημικές και ραδιενεργές παράμετροι) που καθορίζονται στην Οδηγία.

Τα κράτη μέλη λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να προσφέρονται εγγυήσεις υγιεινής και καθαριότητας των νερών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Επίσης, καθορίζουν παραμετρικές τιμές που αντιστοιχούν τουλάχιστον στις τιμές που διευκρινίζονται στην Οδηγία. Σε ό,τι αφορά τις παραμέτρους που δεν εμφανίζονται στην οδηγία, οι οριακές τιμές καθορίζονται από τα κράτη μέλη, αν αυτό κρίνεται απαραίτητο, για την προστασία της υγείας.

Η οδηγία επιβάλλει στα κράτη μέλη την υποχρέωση να ελέγχουν τακτικά την ποιότητα των νερών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, ακολουθώντας τις προσδιοριζόμενες αναλυτικές μεθόδους στην οδηγία ή άλλες ισοδύναμες μεθόδους. Για το λόγο αυτό, προσδιορίζουν τα σημεία δειγματοληψίας και καθορίζουν προγράμματα ελέγχων.

Σε περίπτωση μη τήρησης των παραμετρικών τιμών, τα εκάστοτε ενδιαφερόμενα κράτη μέλη μεριμνούν για τη λήψη των απαραίτητων διορθωτικών μέτρων, το δυνατόν γρηγορότερα, για να αποκαταστήσουν την ποιότητα του νερού.

Ανεξάρτητα από την τήρηση ή μη τήρηση των παραμετρικών τιμών, τα κράτη μέλη απαγορεύουν τη διάθεση πόσιμου νερού ή περιορίζουν τη χρήση ή και λαμβάνουν κάθε απαραίτητο μέτρο αν διαπιστώσουν ότι το νερό αυτό παρουσιάζει ενδεχομένως κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Οι καταναλωτές ενημερώνονται για τα εν λόγω μέτρα.

Η οδηγία προβλέπει τη δυνατότητα για τα κράτη μέλη να θεσπίζουν παρεκκλίσεις στις παραμετρικές τιμές μέχρι κάποια μέγιστη τιμή, υπό την προϋπόθεση ότι:

- η παρέκκλιση δεν συνιστά κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία·
- δεν υπάρχει άλλος ενδεδειγμένος τρόπος για να διατηρηθεί η διάθεση πόσιμου νερού σε μια συγκεκριμένη περιοχή·
- η παρέκκλιση πρέπει να είναι περιορισμένης το δυνατόν χρονικής διάρκειας και να μη ξεπερνά τα τρία χρόνια (η ανανέωση της παρέκκλισης για δύο πρόσθετες περιόδους των τριών ετών είναι δυνατή).

Η εκχώρηση της παρέκκλισης πρέπει να συνοδεύεται με εμπειριστατωμένη αιτιολογία, εκτός αν το υπόψη κράτος μέλος εκτιμά ότι η μη τήρηση της οριακής τιμής δεν είναι σοβαρή και μπορεί να διορθωθεί σύντομα. Τα νερά που πωλούνται σε φιάλες ή σε δοχεία δεν μπορούν να τύχουν παρεκκλίσεων.

Το κράτος μέλος που εκχωρεί παρέκκλιση πρέπει να ενημερώνει:

- τον πληθυσμό της περιοχής·
- την Επιτροπή, σε προθεσμία δύο μηνών, αν η παρέκκλιση αφορά τη διάθεση περισσότερων από 1000 m<sup>3</sup> κατά μέσο όρο ή τον εφοδιασμό περισσότερων των 5000 ατόμων.

Τα χρησιμοποιούμενα υλικά σε νέες εγκαταστάσεις παρασκευής ή διάθεσης πόσιμου νερού δεν μπορούν να περιέχονται στο πόσιμο νερό πέρα από κάποιο εντελώς απαραίτητο επίπεδο.

Τουλάχιστον κάθε πέντε χρόνια η Επιτροπή επανεξετάζει τις καθορισμένες με την Οδηγία παραμέτρους υπό το φως των τεχνολογικών και επιστημονικών εξελίξεων. Στην αποστολή αυτή συνεπικουρείται από επιτροπή συγκροτούμενη από εκπροσώπους των κρατών μελών.

Κάθε τρία χρόνια, τα κράτη μέλη δημοσιεύουν έκθεση προς τους καταναλωτές σχετικά με την ποιότητα του πόσιμου νερού. Με βάση τις εκθέσεις αυτές, η Επιτροπή εκπονεί κάθε τρία χρόνια μια συνθετική έκθεση για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης στην Κοινότητα.

Σε προθεσμία πέντε ετών το αργότερο, τα κράτη μέλη λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι η ποιότητα του νερού είναι σύμφωνη προς τις διατάξεις της οδηγίας. Η προθεσμία αυτή μπορεί, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, να παραταθεί για περίοδο που δεν ξεπερνά τα τρία χρόνια.

Η οδηγία 80/778/ΕΟΚ καταργείται και αντικαθίσταται από την οδηγία 98/83/ΕΚ με ισχύ από 25 Δεκεμβρίου 2003. Ωστόσο, τα κράτη μέλη υποχρεώθηκαν να εφαρμόσουν την οδηγία 98/83/ΕΚ αντί της οδηγίας 80/778/ΕΟΚ από τη στιγμή που προέβηκαν στις απαραίτητες ενέργειες για να συμμορφωθούν με την οδηγία.

### **3.2.2 Σύγκριση με την προγενέστερη Οδηγία 80/778 ΕΟΚ**

Η Οδηγία 98/83/ΕΚ εκδόθηκε με σκοπό την αναθεώρηση της Οδηγίας 80/778 ΕΟΚ «περί ποιότητας του πόσιμου νερού». Η προγενέστερη Οδηγία (80/778) είχε υιοθετηθεί το 1980 μετά από πρόταση που διατυπώθηκε το 1975. Από τότε άλλαξαν πολλά τόσο όσον αφορά τις γνώσεις μας για τις επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία των διαφόρων δυνητικών επιμολυντών όσο και την ικανότητα ανίχνευσης και απομάκρυνσης τους καθώς και τη δομή και την οργάνωση της βιομηχανίας του νερού.

Κρίθηκε λοιπόν αναγκαίο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή να προταθεί το 1995 μία νέα Οδηγία αναθεωρημένη σύμφωνα με την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο, με βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε από την εφαρμογή της παλαιάς Οδηγίας και με στόχο να καταστεί εφικτή η τήρηση των βασικών ποιοτικών και υγειονομικών παραμέτρων, η οποία και υιοθετήθηκε σαν Ευρωπαϊκός Νόμος, το Νοέμβριο του 1998. Επιπλέον, η αναθεώρηση αυτή, έφερε την Οδηγία σε παράλληλη γραμμή με τη συνθήκη της Ευρωπαϊκής Ένωσης του Μάαστριχ και ειδικότερα με την αρχή της επικουρικότητας και της προληπτικής δράσης.

Τα Κράτη – Μέλη είχαν την υποχρέωση εναρμόνισης της Εθνικής τους Νομοθεσίας με την Οδηγία μέχρι το Δεκέμβριο του 2000 και εφαρμογής των περισσότερων παραμέτρων από την 25 Δεκεμβρίου 2003.

Η Οδηγία αποτελείται από 18 άρθρα και 5 παραρτήματα, τα δε βασικά της σημεία είναι:

- ▷ στόχοι και ορισμοί σχετικά με το πόσιμο νερό
- ▷ πεδίο εφαρμογής και εξαιρέσεις
- ▷ γενικές υποχρεώσεις
- ▷ ποιοτικές προδιαγραφές
- ▷ παρακολούθηση ποιότητας
- ▷ επανορθωτικές ενέργειες, περιορισμοί χρήσης
- ▷ παρεκκλίσεις.

Στόχος της Οδηγίας είναι η προστασία της ανθρώπινης Υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Καθιερώνει δε πρότυπα για νερό που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευση του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο, ή σε φιάλες ή δοχεία. Τα πρότυπα αυτά ισχύουν και για το νερό που προορίζεται για παραγωγή τροφίμων εκτός από τις περιπτώσεις εκείνες όπου η ποιότητα του νερού δεν μπορεί να επηρεάσει την υγιεινή των τροφίμων στη τελική τους μορφή.

Με την Οδηγία, η Επιτροπή επαναπροσανατολίζει τους κανόνες και τους κανονισμούς για το πόσιμο νερό κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συμμορφώνονται με τις βασικές παραμέτρους ποιότητας και υγείας, αφήνοντας ελεύθερα τα Κράτη – Μέλη να προσθέσουν δευτερεύουσες παραμέτρους, αν το κρίνουν σκόπιμο.

Η Οδηγία καθιερώνει παραμετρικές τιμές για τα πρότυπα του πόσιμου νερού με βάση τις καθοδηγητικές τιμές της ΠΟΥ για το πόσιμο νερό που θεσπίσθηκαν το 1993, καθώς επίσης και μετά από γνωμοδοτήσεις της συμβουλευτικής επιστημονικής επιτροπής της Ε.Ε. για τις χημικές ουσίες. Οι περισ-

σότερες από τις παραμετρικές τιμές εμπριέχουν σημαντικό προληπτικό παράγοντα ασφαλείας. Έτσι μια οποιαδήποτε αδυναμία συμμόρφωσης με την παραμετρική τιμή δεν συνεπάγεται άμεση απειλή για την υγεία. Εξαίρεση από τα προαναφερόμενα αποτελούν οι μικροβιολογικές παράμετροι. Οι προτεινόμενες παραμετρικές τιμές για τις μικροβιολογικές παραμέτρους είναι ίσες προς το μηδέν. Έτσι κάθε θετικό αποτέλεσμα αποτελεί ένδειξη πιθανής παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών και επομένως χρήζει άμεσης αντιμετώπισης.

Στο παράρτημα Ι της Οδηγίας όπου καθορίζονται οι παράμετροι και οι παραμετρικές τους τιμές, που αποτελούν τις ελάχιστες απαιτήσεις, οι αναλυτικές παράμετροι έχουν απ' αρχής αναθεωρηθεί και υπάρχουν οι εξής βασικές αλλαγές σε σχέση με την προηγούμενη Οδηγία 80/778:

A. Διαφοροποίηση των παραμέτρων:

- σε παραμέτρους που έχουν άμεση σημασία για την προστασία της ανθρώπινης Υγείας και είναι μικροβιολογικές και χημικές παράμετροι, αναφέρονται δε αντίστοιχα στο μέρος Α και Β του παραρτήματος Ι και

- σε παραμέτρους που αναφέρονται σαν Ενδεικτικές παράμετροι στο μέρος Γ του παραρτήματος Ι και που περιλαμβάνουν παραμέτρους που από μόνες τους, στις προτεινόμενες τιμές, δεν εμφανίζουν κινδύνους για την ανθρώπινη Υγεία αλλά η παρουσία τους παρέχει σαφείς ενδείξεις μεταβολών στην ποιότητα του νερού και την ενδεχομένη ανάγκη επανορθωτικών δράσεων κατά τρόπο ώστε να προστατεύεται η ανθρώπινη Υγεία.

B. Σημαντικός περιορισμός του αριθμού των παραμέτρων:

Έχει αφαιρεθεί σημαντικός αριθμός παραμέτρων (19), διατηρήθηκαν δε μόνον εκείνες οι παράμετροι που θεωρήθηκαν βασικές σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εξασφάλιση συνεχούς υψηλού επιπέδου προστασίας της Υγείας. Δίνεται όμως η δυνατότητα στα Κράτη – Μέλη να ορίζουν τιμές για επιπρόσθετες Εθνικές παραμέτρους όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο λόγω τοπικών συνθηκών, με σκοπό την προστασία της ανθρώπινης Υγείας.

Γ. Προσθήκη δεκατριών νέων παραμέτρων.

Νέες επιστημονικές έρευνες έδειξαν ότι είναι απαραίτητη η προσθήκη αυτών των παραμέτρων και είναι ακρυλαμίδιο, βενζόλιο, βρωμικά άλατα, 1,2

διχλωροαιθάνιο, επιχλωρυδρίνη, βινυλοχλωρίδιο, ραδιενέργεια [πίνακας 1(B)]. Οι περισσότερες από αυτές χρησιμοποιούνται για απολύμανση ή είναι παραπροϊόντα απολύμανσης και ενοχοποιούνται για καρκινογόνο δράση.

Τελικά, ο συνολικός αριθμός των ποιοτικών παραμέτρων για το πόσιμο νερό που αναφέρονται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 98/83 περιορίζεται από 67 της Οδηγίας 80/778 σε 48.

Δ. Αναθεώρηση των παραμετρικών τιμών για πολλές από τις παραμέτρους που διατηρήθηκαν, σύμφωνα με τα νεότερα επιστημονικά δεδομένα.

Στον πίνακα 3.1 φαίνονται τα υποχρεωτικά πρότυπα της Οδηγίας 98/83 σε σύγκριση με αυτά της Οδηγίας 80/778 και περιλαμβάνουν τις νέες παραμέτρους που προστέθηκαν καθώς και τις νέες παραμετρικές τιμές των παραμέτρων της Οδηγίας 80/778 που διατηρήθηκαν και αφορούν μικροβιολογικές και χημικές παραμέτρους που έχουν άμεση σημασία για την προστασία της Υγείας.

Όσον αφορά τις μικροβιολογικές παραμέτρους (πίνακας 3.1.A), που περιλαμβάνουν μικροοργανισμούς που δεν είναι παθογόνοι από μόνοι τους αλλά η παρουσία τους επισημαίνει ενδεχομένως την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών, η παράμετρος των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών της Οδηγίας 80/778 αντικαθίσταται από την παράμετρο της *E. coli* [πίνακας 1(A)]. Η μεταβολή αυτή υιοθετείται για να προσδιορίζεται ακριβέστερα η παράμετρος σε ευθυγράμμιση με την επιστημονική εξέλιξη. Είναι καλλίτερος δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης. Επίσης η παράμετρος για τους κοπρανώδεις στρεπτόκοκκους αντικαθίσταται από αυτή των εντεροκόκκων.

Για το νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή δοχεία προστίθεται μία νέα παράμετρος, αυτή της *Pseudomonas aeruginosa*, οι δε μικροβιολογικές παραμετρικές τιμές βασίζονται σε δείγματα νερού των 250 ml και όχι των 100 ml που ήταν μέχρι τώρα. Οι δύο αυτές αλλαγές, έγιναν για να εξασφαλιστεί η άψογη ποιότητα του πόσιμου νερού, που παραμένει για αρκετό χρονικό διάστημα στις φιάλες ή τα δοχεία. Δηλ. οι τιμές αυτές είναι αυστηρότερες από αυτές που αφορούν τα περισσότερα νερά τα προοριζόμενα για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η παραμετρική τιμή των ενδεικτικών οργανισμών είναι μηδενική για έναν ορισμένο όγκο νερού και τούτο διότι σε ότι αφορά την μικροβιακή μόλυνση, δεν υπάρχει όριο ανοχής που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ασφαλές.

### Πίνακας 3.1: Νέα Υποχρεωτικά Πρότυπα

#### A. Μικροβιολογικές παράμετροι :

Παράμετρος	Οδηγία 80/778	Οδηγία 98/83	Μονάδα	Παρατηρήσεις
------------	---------------	--------------	--------	--------------

Κοπρανώδη κωλ/δμή	0		Αρ/100 ml	Αλλαγή ονόματος
E. coli		0'	Αρ/100 ml	
Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι	0		Αρ/100 ml	Αλλαγή ονόματος
Εντερόκοκκοι		0	Αρ/100 ml	

Για νερό που πωλείται σε φιάλες ή δοχεία :

Παράμετρος	Παραμετρική Τιμή
E. coli	0/250 ml
Εντερόκοκκοι	0/250 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0/250 ml
Αριθμός αποικιών σε 22°C	100/ml
Αριθμός αποικιών σε 37°C	20/ml

Επί πλέον, για την εξασφάλιση αυξημένης προστασίας από παθήσεις από βιολογικά αίτια, σύμφωνα με το άρθρο 4, παράγραφο 1, σημείο α της Οδηγίας 98/83 τα Κράτη – Μέλη πρέπει να εξασφαλίζουν την απουσία από το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης παθογόνων μικροοργανισμών και παρασίτων και οποιωνδήποτε ουσιών, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη Υγεία.

Όσον αφορά τις χημικές παραμέτρους, στον πίνακα 1(B) αναφέρονται οι νέες παράμετροι που έχουν προστεθεί λόγω των νεότερων επιστημονικών



δεδομένων και οι παραμετρικές τιμές τους. Οι παράμετροι αυτές είναι: ακρυλαμίδιο, βενζόλιο, βρωμικά άλατα, 1,2 διχλωροαιθάνιο, επιχλωρυδρίνη, βινυλοχλωρίδιο, ραδιενέργεια κ.α. Οι περισσότερες από αυτές χρησιμοποιούνται για απολύμανση ή είναι παραπροϊόντα απολύμανσης και ενοχοποιούνται για καρκινογόνο δράση και για πολλές δίνονται οι προθεσμίες προσαρμογής.

**Πίνακας 3.1: Νέα Υποχρεωτικά Πρότυπα**

**B. Χημικές Παράμετροι :**

Παράμετρος Οδηγία 80/778 Οδηγία 98/83 Μονάδα Παρατηρήσεις

Παράμετρος	80/778	98/83	Μονάδα	Παρατηρήσεις
<u>Ακρυλαμίδιο</u>		0.10	μg/l	Ελεγχος παραπροϊόντος
Αντιμόνιο	10	5.0	μg/l	
Αρσενικό	50	10	μg/l	
<u>Βενζόλιο</u>		1	μg/l	
Βενζο3,4 πυρένιο	0.01*	0.01	μg/l	
Βόριο	2.0	1.0	μg/l	
<u>Βρωμικά ιόντα</u>		25	μg/l	Τέλος του 2003
Χαλκός	3.0	2.0	mg/l	Τέλος του 2008
<u>1.2-διχλωροαιθάνιο</u>		3.0	μg/l	
<u>Επιχλωρυδρίνη</u>		0.10	μg/l	Ελεγχος παραπροϊόντος
Μόλυβδος	50	25	μg/l	Τέλος του 2003
		10	μg/l	Τέλος του 2013
Νικέλιο	50	20	μg/l	
Νιτρικά άλ.	0.1	0.1	mg/l	Εγκ/σεις επεξεργασίας
	0.1	0.5	mg/l	Βρύση καταναλωτού
Νιτρώδη/Νιτρικά		Τύπος*		
Πολυκυκλικοί αρωμ.υδρογο-0.2			μg/l	6 ουσίες
νάνθρακες		0.1	μg/l	4 ουσίες
Τετραχλωροαιθέριο	10		μg/l	
Τριχλωροαιθέριο	30	10	μg/l	Αθροισμα 2 ουσιών
Τριαλομεθάνια	100	150	μg/l	Τέλος του 2003
		100	μg/l	Τέλος του 2008
<u>Βινυλοχλωρίδιο</u>		0.5	μg/l	

\* Ο τύπος είναι  $(\text{Νιτρικά})/50 + (\text{Νιτρώδη})/3 \leq 1$

Αναφέρονται επίσης οι παράμετροι που παρέμειναν αλλά με αναθεωρημένες τιμές και είναι:

Αντιμόνιο, Αρσενικό, Χαλκός, Μόλυβδος, Νικέλιο, Πολυκυκλικοί Αρωματικοί υδρογονάνθρακες κ.α., σε όλους παρατηρείται μείωση της παραμετρικής τιμής. Σημαντικότερη μεταβολή είναι η ελάττωση από 50 μg/l σε 10μg/l του ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου συγκέντρωσης του μόλυβδου στο πόσιμο νερό. Η μεταβολή αυτή, εισάγεται για την προστασία των βρεφών, των μικρών παιδιών και των εγκύων γυναικών από τις νευροτοξικές δράσεις του μόλυβδου που όπως είναι γνωστό συμβάλλουν σε ελλείμματα του δείκτη νοημοσύνης και σε προβλήματα μάθησης και συμπεριφοράς.

Στον πίνακα 3.2 αναφέρονται οι χημικές παράμετροι που παραμένουν ίδιες με την Οδηγία 80/778 και αφορούν το Κάδμιο, Χρώμιο, Κυανιούχα άλατα, Φθοριούχα άλατα, Υδράργυρος, Παρασιτοκτόνα, Σελήνιο.

**Πίνακας 3.2. Νέα υποχρεωτικά Πρότυπα (χημικά) που παραμένουν τα ίδια με την Οδηγία 80/778.**

Παράμετρος	Παραμετρική Τιμή	Μονάδα
Κάδμιο	5.0	μg/l
Χρώμιο	50.0	μg/l
Κυανιούχα άλατα	50.0	μg/l
Φθοριούχα άλατα	1.5	mg/l
Υδράργυρος	1.0	μg/l
Παρασιτοκτόνα	0.10	μg/l
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0.50	μg/l
Σελήνιο	10.0	μg/l

Στον Πίνακα 3.3 αναφέρονται οι ενδεικτικές παράμετροι, δηλαδή οι παράμετροι που αναφέρονται σε ουσίες που από μόνες τους, στις προτεινόμενες τιμές δεν εμφανίζουν κινδύνους για την ανθρώπινη Υγεία. Αποτελούν ένδειξη

μεταβολών στην ποιότητα του νερού και της ενδεχομένης ανάγκης επανορθωτικών δράσεων ώστε να προστατεύεται η ανθρώπινη Υγεία.

**Πίνακας 3.3: Ένδεικτικές Παράμετροι**

Παράμετρος	Παραμετρική Τιμή	Μονάδα	Σημ/σεις
Αργίλιο	200	μg/l	
Αμμώνιο	0.50	mg/l	
Χλωριούχα άλατα	250	mg/l	1
<i>Clostridium perfringens</i> (+ σπόρια)	0	αρ/100 ml	2
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή		
Αγωγιμότητα	2500	μS cm <sup>2</sup> /20°C	1
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	≥6.5 και ≤9.5	μον.pH	1,3
Σίδηρος	200	μg/l	
Μαγγάνιο	50	μg/l	
Οσμή	Αποδεκτή στους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή		
Οξειδωσιμότητα	5.0	mg/l O <sup>2</sup>	4
Θειικά άλατα	250	mg/l	1
Νάτριο	200	mg/l	
Γεύση	Αποδεκτή στους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή		
Αριθμός αποικιών σε 22° C	Χωρίς ασυνήθη μεταβολή		
Κωλοβακτηριοειδή	0	αρ/100ml	5
Ολικός οργαν. άνθρακας (TOC)	Χωρίς ασυνήθη μεταβολή		
Θολότητα	Αποδεκτή στους καταναλωτές και χωρίς ασυνήθη μεταβολή		
<b>ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>			
Τρίτιο	100	becquerel/l	8,10
Ολική ενδεικτική δόση	0.10	mS/χρόνο	9,10

Η Οδηγία καθιερώνει απλοποιημένες υποχρεώσεις ελέγχων:

Οι απαιτήσεις ελέγχου, παρακολούθησης της ποιότητας του νερού, έχουν αναθεωρηθεί στην Οδηγία 98/83, επιτρέπεται δε στα Κράτη – Μέλη να προσαρμόζουν τον αριθμό και τη φύση των ελέγχων στις τοπικές συνθήκες. Επιπλέον υιοθετείται η εγκατάλειψη συγκεκριμένων αναλυτικών μεθόδων αναφοράς για τους ελέγχους, επιτρέποντας έτσι τη χρησιμοποίηση κάθε μεθόδου που επιτυγχάνει τις προδιαγραφές επιδόσεων. Το γεγονός αυτό, επιτρέπει στα Κράτη – Μέλη να προσαρμόζουν τις μεθόδους τους στην τεχνική και επιστημονική πρόοδο χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στα παραρτήματα της Οδηγίας.

Διευκρινίζονται δύο είδη ελέγχων:

- α) δοκιμαστική παρακολούθηση (check monitoring) και
- β) ελεγκτική παρακολούθηση (audit monitoring).

α. Δοκιμαστική παρακολούθηση (check monitoring): σκοπός της είναι να παρέχονται, σε τακτική βάση, στοιχεία για την οργανοληπτική, μικροβιολογική και χημική ποιότητα του νερού που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση καθώς και πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του νερού, εφ' όσον γίνεται, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο το νερό το προοριζόμενο για ανθρώπινη κατανάλωση τηρεί τις σχετικές παραμετρικές τιμές της Οδηγίας.

Οι παράμετροι που υπόκεινται σε δοκιμαστική παρακολούθηση αναφέρονται στο Παράρτημα II της Οδηγίας και είναι:

- *Αργίλιο*: απαιτείται μόνον όταν χρησιμοποιείται σαν κροκιδωτικό.
- *Αμμώνιο*
- *Χρώμα*
- *Αγωγιμότητα*
- *Clostridium perfringens*: απαιτείται μόνον όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακό νερό.
- *E. coli*
- *Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου*
- *Σίδηρος*: απαιτείται μόνον όταν χρησιμοποιείται σαν κροκιδωτικό.

- *Νιτρώδη άλατα:* απαιτείται μόνον όταν για την απολύμανση γίνεται χλωραμίνωση.
- *Οσμή*
- *Pseudomonas aeruginosa:* απαιτείται μόνον για νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή σε δοχεία.
- *Γεύση*
- *Αριθμός αποικιών σε 22° C και 37° C:* απαιτείται μόνο για νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή σε δοχεία.
- *Κολοβακτηριοειδή*
- *Θολότητα*

Τα Κράτη – Μέλη μπορούν να προσθέτουν και άλλες παραμέτρους στον πίνακα αυτόν εάν το κρίνουν σκόπιμο.

β. Ελεγκτική παρακολούθηση (audit monitoring): σκοπός της είναι να παρέχονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να διαπιστωθεί κατά πόσον τηρούνται όλες οι παραμετρικές τιμές της Οδηγίας. Σε ελεγκτική παρακολούθηση υπόκεινται όλες οι παράμετροι του παραρτήματος I καθώς και οι μικροοργανισμοί και τα παράσιτα και οποιεσδήποτε ουσίες που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη Υγεία.

Μέθοδοι ελέγχου: Όσον αφορά τις μικροβιολογικές παραμέτρους, η Οδηγία προκαθορίζει τις μεθόδους αναζήτησης αυτών είτε ως μεθόδους αναφοράς είτε ως καθοδηγητικές μεθόδους, ανάλογα με το αν υπάρχουν ή όχι μέθοδοι ISO/CEN (παράρτημα III). Οι προκαθορισμένες αυτές μέθοδοι είναι:

- # Για Αναζήτηση Κολ/δών και E. Coli: ISO 9308-1
- # Για Αναζήτηση Εντεροκόκκων: ISO 7899-2
- # Για Αναζήτηση Pseudomonas aeruginosa: pr EN ISO 12780
- # Αρίθμηση κοινών μεσοφίλων μικροοργανισμών στους 36° και 22° C: pr EN ISO 6222
- # Clostridium perfringens: Η καθοριζόμενη μέθοδος δύσκολη, σχεδόν άγνωστη θα πρέπει να προταθεί η μέθοδος που αναφέρεται στο ISO 7937 και αφορά την αρίθμηση του Cl. Perfringens στα τρόφιμα.

Παράλληλα όμως, η Οδηγία επιτρέπει στα Κράτη – Μέλη να χρησιμοποιούν και εναλλακτικές μεθόδους με την προϋπόθεση όμως ότι μπορεί να αποδειχθεί ότι τα λαμβανόμενα αποτελέσματα είναι εξίσου αξιόπιστα με εκείνα της προκαθορισθείσης μεθόδου. Στην περίπτωση αυτή, τα Κράτη – Μέλη πρέπει να διαβιβάζουν στην Επιτροπή όλα τα σχετικά με τη μέθοδο στοιχεία

και την ισοδυναμία της. Όσον αφορά τις χημικές παραμέτρους, υιοθετείται η εγκατάλειψη συγκεκριμένων αναλυτικών μεθόδων αναφοράς, επιτρέποντας έτσι τη χρησιμοποίηση κάθε μεθόδου που επιτυγχάνει τις προδιαγραφές επιδόσεων.

Με τον τρόπο αυτό, τα Κράτη – Μέλη μπορούν να προσαρμόζουν τις μεθόδους τους στην τεχνική και επιστημονική πρόοδο χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στα παραρτήματα της Οδηγίας. Σε ό,τι αφορά τα εργαστήρια στα οποία αναλύονται δείγματα τα Κράτη – Μέλη, σύμφωνα πάντα με την Οδηγία 98/83, θα πρέπει να διασφαλίζουν ότι διαθέτουν σύστημα ποιοτικού ελέγχου το οποίο από καιρού εις καιρόν υποβάλλεται σε έλεγχο από πρόσωπο μη ελεγχόμενο από το Εργαστήριο και που έχει εγκριθεί για το σκοπό αυτό από την Αρμόδια Αρχή.

Τέλος η Οδηγία καθιερώνει την αρχή της αυξημένης διαφάνειας. Τα Κράτη – Μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι παρέχονται στους καταναλωτές κατάλληλες και ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Κάθε Κράτος – Μέλος πρέπει να δημοσιεύει κάθε τριετία έκθεση για την ποιότητα του νερού, αντίγραφο της οποίας θα πρέπει να διαβιβάζεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

## Κεφάλαιο 4

### Οδηγίες προστασίας νερού ύδρευσης σε στρατιωτικές εγκαταστάσεις

---

*"When the well is dry, they know the worth of water."*

*(Benjamin Franklin)*

#### 4.1 Γενικά – Περιβαλλοντική Πολιτική του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας

Από πλευράς του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας, στο πλαίσιο του σχεδιασμού και της ανάπτυξης ενός αποτελεσματικού συστήματος για την αντιμετώπιση και διαχείριση του συνόλου των περιβαλλοντικών θεμάτων, συντάχθηκε στην αρμόδια Γενική Διεύθυνση Οικονομικού Σχεδιασμού και Υποστήριξης και στην υπαγόμενη Διεύθυνση Ανθρώπινου Δυναμικού και Περιβάλλοντος, το Τμήμα Υγιεινής Ασφάλειας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης στις Ένοπλες Δυνάμεις (Ε.Δ.).

Το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας συνεργάζεται στενά με το Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων για την εφαρμογή της Εθνικής και Κοινοτικής Νομοθεσίας για την προστασία του περιβάλλοντος, κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων των Ε.Δ. σε ξηρά, θάλασσα και αέρα. Συμμετέχει ενεργά στις συσκέψεις των Υπουργείων Άμυνας των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (DEFNET)<sup>(1)</sup> και του NATO (EPWG)<sup>(2)</sup> σε θέματα που άπτονται του περιβάλλοντος.

---

<sup>(1)</sup> **DEFence Environmental NETwork**: Άτυπη ομάδα ειδικών σχετικών με το περιβάλλον, από τα Υπουργεία Άμυνας των μελών της ΕΕ, για την υποβολή του έργου τους, σ' ό,τι αφορά την ευρύτερη περιβαλλοντική πολιτική τους και την εν γένει εναρμόνιση με τα δεδομένα της ισχύουσας περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Παράλληλα και προκειμένου να αποτραπούν οι επιβλαβείς για το περιβάλλον επιδράσεις από δραστηριότητες του ΥΠΕΘΑ και να επιτευχθεί κατάλληλος συντονισμός και έλεγχος των παραμέτρων εκείνων που έχουν επίδραση στο περιβάλλον, συντάχθηκε η Περιβαλλοντική Πολιτική του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας<sup>(3)</sup>. Στόχος της είναι η ολοκληρωμένη και ορθολογική αντιμετώπιση του συνόλου των περιβαλλοντικών θεμάτων των Ενόπλων Δυνάμεων και της Αμυντικής Βιομηχανίας.

## 4.2 Τεχνικές Οδηγίες Υγιεινής Ύδρευσης

### 4.2.1 Γενικά

Η προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη ρύπανση ή και στη μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και η εναρμόνιση με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 υπήρξε ο σκοπός της σύνταξης των «Τεχνικών οδηγιών υγιεινής ύδρευσης» οι οποίες εκδόθηκαν από την αντίστοιχη υπηρεσία των Ε.Δ., το Μάιο του 2004, και σε συντομία θα αναπτυχθούν παρακάτω. Αποστολή τους ήταν η υποβοήθηση του έργου των Υγειονομικών Υπηρεσιών των Ε.Δ.

### 4.2.2 Προστασία της υγιεινής του νερού – Αρμοδιότητες

Η προστασία του νερού από μόλυνση και ρύπανση αποτελεί το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για τη διασφάλιση της υγιεινής του, δεδομένου ότι η χλωρίωση δεν είναι πάντοτε ικανή να εξυγιάνει ένα νερό έντονα μολυσμένο και πλούσιο σε οργανικές ουσίες ή ένα νερό που μολύνεται λίγο πριν από τις βρύσες. Η προστασία του νερού αφορά:

✓ *Στην πηγή:* Καλό καθαρισμό του χώρου από κάθε είδος απορριμμάτων, σε ικανή απόσταση από την πηγή. Αποτροπή της προσέγγισης ζώων, για ύδρευση ή βόσκηση.

---

<sup>(2)</sup> *Environmental Protection Working Group (EPWG): Νεοσύστατη ομάδα εργασίας στο ΝΑΤΟ, με σκοπό το σχεδιασμό της περιβαλλοντικής πολιτικής και τη σύνταξη δόγματος και οδηγιών σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, προς τους Διοικητές και επιτελείς της συμμαχίας.*

<sup>(3)</sup> <http://www.mod.mil.gr/images/perivalon/p-p.pdf>



✓ *Στις συλλογές νερού (από τις οποίες το νερό μεταφέρεται σε δεξαμενή με άντληση ή με ελεύθερη ροή):* Καλός καθαρισμός του πέριξ χώρου, στεγανοποίηση της υδατοσυλλογής και τοποθέτηση κατάλληλου καλύμματος με λουκέτο ασφαλείας.

✓ *Στις δεξαμενές άντλησης και συγκέντρωσης νερού:* Περιοδική κένωση, καλός καθαρισμός με βούρτσα και βάψιμο με ρητινούχα βαφή ή όποια άλλη εγκεκριμένη.

✓ *Στα στόμια των δεξαμενών:* Επισκευή των στομιών και των καλυμμάτων τους ώστε να είναι στεγανά και να αποτρέπεται η είσοδος σκουπιδιών, ζωυφίων και βρόχινων νερών (π.χ. τα καπάκια υπονόμων είναι ακατάλληλα για υδατοδεξαμενές).

✓ *Στις μεταλλικές δεξαμενές και τις υδροφόρες:* Θα περιγραφεί αναλυτικά παρακάτω.

✓ *Στις σωληνώσεις του δικτύου ύδρευσης:* Τακτική επιθεώρηση του δικτύου και αποκατάσταση των διαρροών.

Γενικά, αμέσως μετά την ανάβλυση από το έδαφος με οποιοδήποτε τρόπο, το νερό πρέπει να ρέει σε στεγανές σωληνώσεις και σε κλειστές δεξαμενές, ώστε να αποφεύγεται οπωσδήποτε η μόλυνσή του.

Οι αρμοδιότητες των υπευθύνων για την εξασφάλιση υγιεινού νερού έχουν ως εξής:

### **Διοίκηση**

Λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων για την εξασφάλιση υγιεινού νερού και απολύμανση του νερού. Εκπαίδευση του προσωπικού σε θέματα εφοδιασμού και χρησιμοποίησης σε περίπτωση ανάγκης υγιεινού νερού και επιπλέον αποφυγής της ρύπανσης και μόλυνσης των πηγών υδροληψίας.

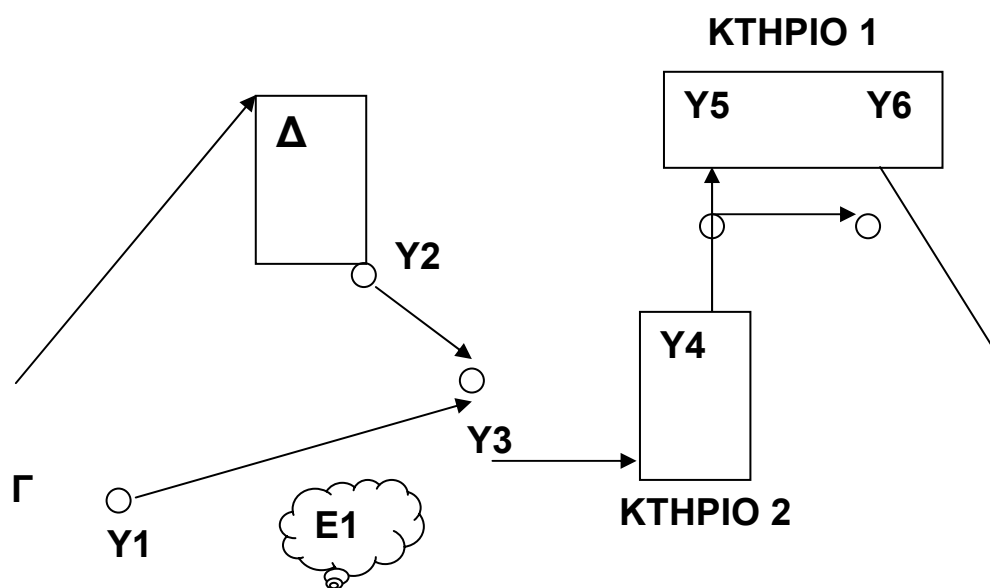
### **Όργανα διοικητικής υποστήριξης (αρμόδια γραφεία επιμελητείας)**

Τήρηση φακέλου «Παρακολούθησης υγιεινής του νερού», στον οποίο πρέπει να υπάρχουν:

➤ Σχεδιάγραμμα ύδρευσης του στρατοπέδου όπου θα κωδικοποιούνται τα στοιχεία του δικτύου όπως γεωτρήσεις (Γ), δεξαμενές (Δ), σημεία υ-

δροληψίας (Y1, Y2, κλπ) κατά τη φορά ροής, πιθανές πηγές μόλυνσης (E1) (σχήμα 4.1). Η κωδικοποίηση των σημείων υδροληψίας θα δώσει τη δυνατότητα δημιουργίας αρχείου σε βάθος χρόνου για κάθε ένα από αυτά.

➤ Επεξήγηση κωδικοποιημένων σημείων δειγματοληψίας (ΚΣΔ), αντιπροσωπευτικών της ποιότητας του εισερχόμενου νερού και του δικτύου του στρατοπέδου.



Σχήμα 4.1 Παράδειγμα σχεδιαγράμματος ύδρευσης στρατοπέδου

- Αποτελέσματα προηγούμενων εργαστηριακών εξετάσεων.
- Πρωτόκολλα καθαρισμού των δεξαμενών.
- Εγκεκριμένα χρησιμοποιούμενα υλικά εξυγίανσης και οδηγίες ασφαλούς χρήσης τους.
- Εγχειρίδιο χρήσης του χλωριωτήρα.
- Ημερολόγιο ενεργειών και πρωτόκολλο αποτελεσμάτων των μετρήσεων της συγκέντρωσης υπολειμματικού χλωρίου του νερού.
- Εναλλακτική πηγή υδροληψίας, σε περίπτωση ανάγκης.

#### **Αρμοδιότητες υγειονομικών υπηρεσιών**

- Επίβλεψη των μέτρων εξυγίανσης του νερού.
- Εκτέλεση επιτόπιων δοκιμών ελέγχου, για τη διαπίστωση ορισμένων παραμέτρων (μέτρηση συγκέντρωσης υπολειμματικού χλωρίου).
- Υγειονομικός έλεγχος του πόσιμου νερού. Για το σκοπό αυτό διενεργούνται τακτικοί έλεγχοι της καταλληλότητας του νερού με τη διενέργεια περιοδικών δειγματοληψιών και αποστολή των δειγμάτων σε εντεταλμένα στρατιωτικά εργαστήρια για τη διενέργεια μικροβιολογικών και φυσικοχημικών εξετάσεων.
- Παροχή στη Διοίκηση τεχνικών οδηγιών για τη λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων για τον εφοδιασμό και την εξυγίανση του χρησιμοποιούμενου νερού καθώς και των μέτρων που πρέπει να λαμβάνονται σε συνεργασία με το Μηχανικό σε περίπτωση διαπίστωσης ακαταλληλότητάς του.

#### **4.2.3 Εξυγίανση με χλώριο, υδροφόρες, υδροδοχεία**

Ο ασφαλέστερος τρόπος χλωρίωσης του νερού είναι η χρησιμοποίηση αυτόματων χλωριωτήρων. Όταν αυτό δεν είναι δυνατό, η χλωρίωση πρέπει να γίνεται «με το χέρι». Ο βαθμός χλωρίωσης του νερού μετράται με ειδική συσκευή μέτρησης της συγκέντρωσης υπολειμματικού χλωρίου του πόσιμου νερού και εκφράζεται σε PPM (δηλ. mg/L, ή μέρη στο εκατομμύριο). Για νερά που δε μολύνονται σημαντικά, συγκέντρωση 0,1 έως 0,3 PPM είναι ικανοποιητική. Για νερά που μολύνονται, απαιτούνται 0,3 – 0,5 PPM (ωστόσο, η αποφυγή της μόλυνσης του νερού αποτελεί τον πρώτο στόχο).

Η αναλογία πρέπει να αυξάνεται όταν εργαστηριακές εξετάσεις κρίνουν το νερό ως ακατάλληλο, όταν συμβαίνουν αλλαγές ή βλάβες του δικτύου, διακοπές νερού, κατά την περίοδο Μαΐου – Σεπτεμβρίου, σε περιπτώσεις καταρρακτωδών βροχών, πλημμυρών, σεισμών, επιδημιών με πιθανή υδατογενή προέλευση, κλπ. Σε τέτοιες περιπτώσεις κρίνεται σκόπιμη η διενέργεια εκτάκτων δειγματοληψιών.

Ο επιθυμητός βαθμός χλωρίωσης επιτυγχάνεται αυξομειώνοντας την παροχή του χλωριωτήρα (ή την ποσότητα της χλωριούχου ουσίας, όταν η χλωρίωση γίνεται με το χέρι), ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή αναλογία χλωρίου στις βρύσες του δικτύου. Στην περίπτωση που γίνεται χλωρίωση νερού

που θα διανεμηθεί μέσω δικτύου, η συγκέντρωση του χλωρίου πρέπει να μετράται στο πλέον απομακρυσμένο σημείο του δικτύου.

Για να δράσει το χλώριο κατά των μικροβίων, απαιτείται χρόνος 15 – 20 λεπτών. Συνεπώς, στα δίκτυα ύδρευσης που υπάρχουν υδατοδεξαμενές το νερό πρέπει να παραμείνει τον απαιτούμενο χρόνο. Η χλωρίωση μετά τη δεξαμενή δεν είναι αποτελεσματική. Το νερό των κανίστρων και των υδροδοχείων πρέπει επίσης να παραμείνει επί 15 – 20 λεπτά μετά τη χλωρίωση, πριν καταναλωθεί.

Επισημαίνεται ότι στις περιπτώσεις που στρατόπεδα υδρεύονται από δίκτυα ύδρευσης των ΟΤΑ (Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης), υπεύθυνοι για την ποιότητα του νερού του δικτύου και μέχρι την είσοδό του στο στρατόπεδο είναι οι ΟΤΑ. Η στρατιωτική υπηρεσία είναι υπεύθυνη για την ποιότητα του νερού εντός του στρατοπέδου. Σε περίπτωση ακαταλληλότητας του διατιθέμενου από τους ΟΤΑ νερού, ειδοποιείται η αρμόδια υπηρεσία του ΟΤΑ και η Διεύθυνση Υγείας της αντίστοιχης Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης.

Για τη χλωρίωση με το χέρι, ως συνηθέστερο απολυμαντικό χρησιμοποιείται η κοινή χλωρίνη (1,5 ml ανά τόνο νερού). Σε περίπτωση χρήσης κοινής χλωρίνης απαγορεύεται η χρήση χλωρίνης με ειδικά πρόσθετα (π.χ. άρωμα). Υπενθυμίζεται ότι η ποσότητα που πρέπει να προστεθεί εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και ότι υπολογίζεται με βάση τις μετρήσεις της συγκέντρωσης του ελεύθερου χλωρίου που γίνονται με τη συσκευή ελέγχου της χλωρίωσης του νερού.

Οι συσκευές μέτρησης της χλωρίωσης του πόσιμου νερού διατίθενται στο εμπόριο. Η ύπαρξη μιας συσκευής σε κάθε εγκατάσταση ύδρευσης είναι απαραίτητη. Αναγκαίος επίσης είναι ο εβδομαδιαίος έλεγχος της λειτουργίας του χλωριωτήρα, της επάρκειας της χλωριούχου ουσίας και της στάθμης του χλωρίου του νερού του δικτύου. Καλό είναι ο χλωριωτήρας να διαθέτει οπτικό και ηχητικό συναγερμό για την περίπτωση διακοπής της λειτουργίας του ή μείωση της ποσότητας της χλωριούχου ουσίας. Η χρήση υποχλωριώδους νατρίου και διοξειδίου του χλωρίου προτείνεται για τους αυτόματους χλωριωτήρες.

Οι υδροφόρες πρέπει να υποβάλλονται σε αρχικό και στη συνέχεια σε περιοδικό ετήσιο καθαρισμό και απολύμανση. Το ίδιο επιβάλλεται να γίνεται και εκτάκτως, όποτε οι συνθήκες ευνοούν τη μόλυνση του νερού. Ο καθαρισμός διενεργείται ως εξής:

- Πλύσιμο εσωτερικά με άφθονο νερό.
- Τρίψιμο με βούρτσα.
- Καλό ξέπλυμα με άφθονο καθαρό νερό.
- Η παρουσία κακώσεων ή διάβρωσης των εσωτερικών τοιχωμάτων των μεταλλικών δεξαμενών (π.χ. οξείδωση), αντιμετωπίζεται με τρίψιμο για τη μηχανική απομάκρυνση των οξειδίων και στη συνέχεια με βαφή με ρητινούχο ουσία, κατάλληλη να έλθει σε επαφή με τρόφιμα και πόσιμο νερό (όχι μίνιο).
- Η απολύμανση (υπερχλωρίωση) διενεργείται ως εξής:
  - Πλήρωση με νερό και επίτευξη συγκέντρωσης χλωρίου 5 ppm περίπου, με προσθήκη 15 – 20 ml κοινής χλωρίνης ανά τόνο νερού και παραμονή του επί μία ώρα.
  - Εκροή του νερού από όλες τις βρύσες και έκπλυση με άφθονο καθαρό νερό.

Τα πλαστικά κάνιστρα (μπετόνια)-υδροδοχεία είναι συχνά έντονα μολυσμένα εσωτερικά, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη μόλυνση του νερού. Γι' αυτό και πρέπει να καθαρίζονται και να απολυμαίνονται κάθε μήνα, ή με συχνότητα που σχετίζεται με τη χρήση τους. Ο τρόπος καθαρισμού και απολύμανσης είναι:

- Πλήρωση με νερό που ήδη έχει εξυγιανθεί με χλωρίωση.
- Έντονη ανακίνηση.
- Ξέπλυμα με άφθονο καθαρό νερό.

#### **4.2.4 Δειγματοληψία, αποστολή δειγμάτων στο εργαστήριο**

Υπεύθυνος για τη διενέργεια δειγματοληψίας νερού είναι ο ιατρός της Μονάδας, ο οποίος θα φροντίσει και για την αποστολή των δειγμάτων στο εργαστήριο.

Τα δείγματα πρέπει πάντοτε να συνοδεύονται από το πρωτόκολλο δειγματοληψίας, όπως το παρακάτω υπόδειγμα, λεπτομερώς συμπληρωμένο.

## ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΥΔΑΤΟΣ

Εν..... σήμερα ..... του μηνός ..... έτους  
..... και ώρα ..... ο υπογεγραμμένος .....  
ιδιότητα ..... (κτηνίατρος-ιατρός) πραγματοποίησα δειγματολη-  
ψία νερού στ... ..... (Μονάδα-Στρδο-πλοίο κ.λ.π.)  
από τα παρακάτω σημεία:

(Αριθμός πρωτοκόλλου Στρατιωτικού  
Κτηνιατρικού Εργαστηρίου)

No 1 .....  
No 2 .....  
No 3 .....  
No 4 .....  
No 5 .....  
No 6 .....  
No 7 .....  
No 8 .....

<b>ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: ΑΡΙΘ. ΠΡΩΤΟΚ. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ:</b>	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8
<b>ΤΡΟΠΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ</b>								
α. Από βρύση								
β. Με δοχείο άντλησης								
γ. Με εμβάπτιση φιάλης								
<b>ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ</b>								
α. Δίκτυο πόλης								
β. Γεώτρηση								
γ. Πηγή								
δ. Δεξαμενή								
ε. Εμφιαλωμένο								
στ. Λύμα								
ζ. Θαλασσινό								
<b>ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΔΙΑΝΟΜΗΣ</b>								
α. Παλιό δίκτυο								
β. Νέο δίκτυο								
<b>ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ</b>								
α. Διαυγές								
β. Ανώμαλη οσμή								
γ. Θολερότητα								
δ. Αιωρούμενα σωματίδια								
<b>ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ</b>								
α. Χλωριώνεται								
β. Ελεύθερο χλώριο σε ppm								
γ. Αυτόματος χλωριωτήρας								
δ. Περιοδική χλωρίωση με το χέρι								
ε. Δεν χλωριώνεται								
στ. Άγνωστο								

## ΠΙΘΑΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Αναφέρεται τους αριθμούς των δειγμάτων που αφορούν, το είδος της εστίας μόλυνσης (αποχωρητήρια, βόθροι, στάνες κ.λ.π.) και την απόσταση των εστιών μόλυνσης από την πηγή προέλευσης του νερού και των σωληνώσεών μεταφοράς του.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## ΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Μικροβιολογική:

Χημική

.....

## ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ

(Συμπληρώνεται από τη Γραμματεία Εργαστηρίων)

Ημερομηνία και ώρα άφιξης δειγμάτων στο εργαστήριο:

.....

Θερμοκρασία δειγμάτων κατά την άφιξη:

.....

Τρόπος μεταφοράς τους:

α. Ψυγείο ή ισόθερμο με πάγο

β. Προψυγμένο ισόθερμο

γ. Εκτός ψυγείου

Το παρόν συντάχθηκε εις τριπλούν και υπογράφεται ως εξής:

- Ο -  
ΔΙΟΙΚΗΤΗΣ

- Ο -  
Ενεργήσας τη Δειγματοληψία

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ

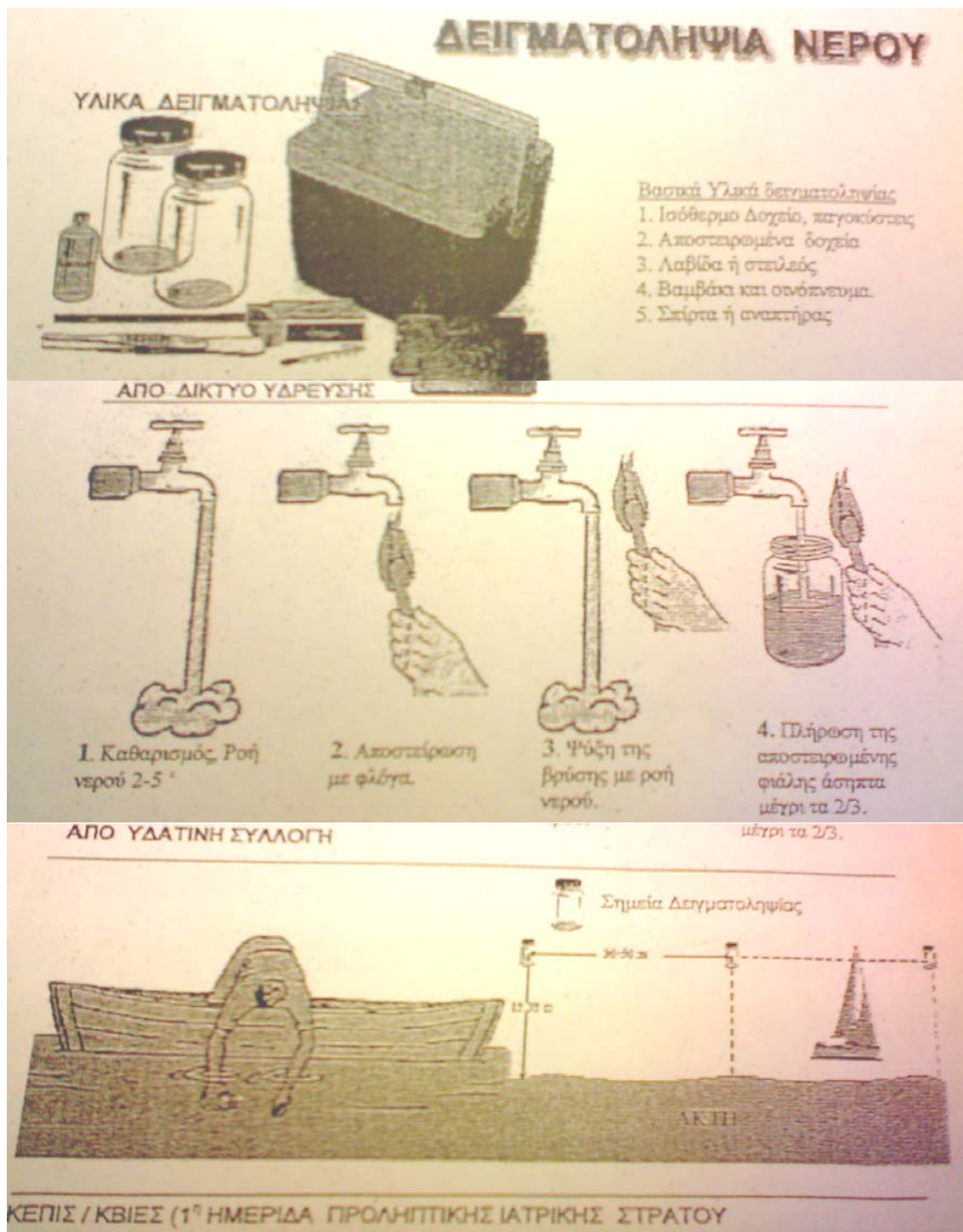
## **Δειγματοληψία για μικροβιολογική εξέταση (Σχ. 4.2)**

Όταν το νερό χρησιμοποιείται για πόση, πάντοτε πριν από τη δειγματοληψία, να προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε υπολειπόμενο χλώριο και να γνωστοποιείται στο εργαστήριο, διότι είναι πολύ βασικό κριτήριο για την εκτίμηση της υγιεινής κατάστασης του νερού.

Οι φιάλες δειγματοληψίας να λαμβάνονται από το εργαστήριο, να μην ανοίγονται παρά μόνο κατά τη δειγματοληψία και να μην αφαιρείται το υγρό που είναι δυνατόν να περιέχουν. Η δειγματοληψία εκτελείται ως εξής, κατά περίπτωση:

- ✓ Δειγματοληψία από βρύση (δικτύου, υδροφόρα, κλπ)
  - Ροή του νερού της βρύσης για 3 – 5 λεπτά.
  - Σε υποψία επιμόλυνσης του δείγματος από το στόμιο της βρύσης, αποστείρωση του στομίου για 20 – 30 δευτερόλεπτα με εμβάπτισή του σε φιάλη με οινόπνευμα ή έκπλυσή του με οινόπνευμα.
  - Ροή του νερού επί 30 δευτερόλεπτα.
  - Λήψη του δείγματος άσηπτα. Η φιάλη δειγματοληψίας ανοίγεται χωρίς να αγγίξουμε το χείλος της, γεμίζεται άσηπτα μέχρι τα 4/5 του ύψους της και επαναπωματίζεται. Ποσότητα 0,4 – 0,5 λίτρων είναι αρκετή.
- ✓ Δειγματοληψία από κρουνό συνεχούς ροής
  - Η φιάλη γεμίζεται απευθείας όπως ανωτέρω.
- ✓ Δειγματοληψία από υδατοσυλλογή (δεξαμενή νερού, πηγάδι, θάλασσα, κλπ.)
  - Η φιάλη βυθίζεται κλειστή σε βάθος 30 – 40 εκατ. Περίπου κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του νερού (όχι πολύ κοντά στην ακτή προκειμένου για θάλασσα, λίμνες ή ποτάμια). Με την ελάχιστη δυνατή ανατάραξη του νερού, ανοίγεται χωρίς να εξαχθεί το πώμα από το νερό, μετακινείται με το στόμιο της φιάλης εμπρός και πωματίζεται κάτω από την επιφάνεια μόλις πληρωθεί κατά τα 4/5.





Σχήμα 4.2: Οδηγίες δειγματοληψίας νερού  
(από ημερίδα προληπτικής ιατρικής στρατού)

✓ Δειγματοληψία από γεώτρηση

- Πραγματοποιείται όπως ακριβώς και από τη βρύση. Σε περίπτωση που η γεώτρηση χρησιμοποιείται για πρώτη φορά, το νερό πρέπει να τρέξει για αρκετές ώρες (μέχρι και 24 ώρες) προκειμένου το δείγμα να έχει τη σύνθεση που θα έχει το νερό κατά την κανονική του χρήση.

Ο μικροβιακός πληθυσμός των δειγμάτων μεταβάλλεται εύκολα μετά τη συλλογή τους, γεγονός που είναι δυνατόν να οδηγήσει στην εξαγωγή λανθασμένων αποτελεσμάτων. Για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας αυτής, πρέπει να εφαρμόζονται σχολαστικά τα ακόλουθα:

- Η δειγματοληψία να ολοκληρώνεται μέσα στον ελάχιστο δυνατό χρόνο και να λαμβάνεται πρώτο το πλέον απομακρυσμένο δείγμα.

- Τα δείγματα να τοποθετούνται σε ψυγείο, αμέσως μετά τη λήψη τους.

- Η αποστολή των δειγμάτων στο εργαστήριο να γίνεται κατά απόλυτη προτεραιότητα.

- Να ειδοποιείται το εργαστήριο σχετικά με τον αριθμό και την ώρα αφίξεως των δειγμάτων, ιδιαίτερα όταν αυτά είναι πολλά, ώστε να προετοιμαστεί κατάλληλα. Για λειτουργικούς λόγους του εργαστηρίου τα δείγματα να φθάνουν στο εργαστήριο τις ημέρες Δευτέρα έως Τετάρτη και μέχρι τις 12:00 πμ. Εκτός από έκτακτες περιπτώσεις (πχ. τροφοδηλητηριάσεις) ή απομακρυσμένες Μονάδες (πχ. νησιά). Πάντοτε όμως να έχει ενημερωθεί προηγουμένως το αντίστοιχο εργαστήριο.

- Εφόσον τα δείγματα μεταφερθούν στο εργαστήριο εντός μίας ώρας από τη λήψη τους και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν ξεπερνά τους 10° C, δεν απαιτείται ψύξη κατά τη μεταφορά τους. Σε διαφορετικές περιπτώσεις, πρέπει να μεταφέρονται μέσα σε ισόθερμο (φορητό ψυγείο) εφοδιασμένο με παγοκύστες, ώστε η θερμοκρασία τους να μην ξεπεράσει τους 8 βαθμούς Κελσίου και να φθάνουν στον προορισμό τους μέσα σε 8 ώρες το αργότερο ή 24 ώρες από απομακρυσμένες περιοχές, από τη λήψη του πρώτου δείγματος.

- Οι Μονάδες είναι δυνατόν να λάβουν τηλεφωνικά τα αποτελέσματα, 2 – 3 ημέρες μετά τη δειγματοληψία. Στην περίπτωση, που κατά την πορεία των εργαστηριακών εξετάσεων διαπιστώνεται επικινδυνότητα των δειγμάτων, το εργαστήριο ειδοποιεί τη Μονάδα τηλεφωνικά και με σήμα για λήψη μέτρων. Για την υλοποίηση της άμεσης ενημέρωσης είναι απαραίτητο να συμπληρώνονται από τη Μονάδα οι τηλεφωνικοί αριθμοί επικοινωνίας στο έντυπο δειγματοληψίας.

### **Δειγματοληψία για χημική εξέταση**

Στην περίπτωση που το νερό προορίζεται για χημική εξέταση, ο περιέκτης είναι δυνατό να είναι ένα καθαρό δοχείο του 1,5 λίτρου (π.χ. γυάλινη ή πλαστική φιάλη εμφιαλωμένου νερού, σχήμα 4.2) και δεν απαιτούνται άσηπτες συνθήκες κατά τη δειγματοληψία. Η φιάλη να καθαρίζεται επιμελώς, μόνο με ξέπλυμα. Απαγορεύεται ο καθαρισμός της με απορρυπαντικό. Η μεταφορά του δείγματος υπό ψύξη είναι απαραίτητα, όπως και η προστασία από τον ήλιο, η δε εξέταση να πραγματοποιείται μέσα στις 1 – 2 ημέρες.



*Σχήμα 4.2: Φιάλες νερού για χημική εξέταση στο εργαστήριο*

## **4.3 Σύγκριση των Τεχνικών Οδηγιών με την οδηγία 98/83 της ΕΕ**

### **4.3.1 Γενικά**

Το κείμενο των τεχνικών οδηγιών υγιεινής ύδρευσης στις Ε.Δ., αποτελεί εναρμόνιση του καθεστώτος νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που επικρατεί στις Ε.Δ., με την ΚΥΑ Υ2 2600/2001 (ΦΕΚ 892/ΤΒ/11 Ιουλ 2001) και άρα κατ' επέκταση συνιστά εναρμόνιση με την οδηγία 98/83 της ΕΕ. Συχνά οι οδηγίες αυτές εφαρμόζονται παράλληλα με το πρόγραμμα ελέγχου και παρακολούθησης του νερού που ακολουθείται από ΟΤΑ. Ως πλήρης εναρμόνιση με την ΚΥΑ, οι οδηγίες προφανώς θεωρούν ότι η παρακολούθηση των υδάτων και η συχνότητα των δειγματοληψιών πρέπει να ακολουθούν τις κατευθύνσεις της εν λόγω κείμενης νομοθεσίας.

### **4.3.2 Τρόπος παρακολούθησης**

Η παρακολούθηση των υδάτων πρέπει να γίνεται σε τρία επίπεδα: i) δοκιμαστική, ii) ελεγκτική και iii) συμπληρωματική. Κάθε επίπεδο παρακολούθησης περιλαμβάνει συγκεκριμένες παραμέτρους που πρέπει να εξετάζονται, σε αριθμό δειγμάτων, που προσδιορίζεται, βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας, ανάλογα με την παροχή προς ύδρευση.

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 παραμετρικές τιμές της ΚΥΑ.

Η ελεγκτική παρακολούθηση έχει ως στόχο να παρέχονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να διαπιστωθεί κατά πόσο τηρούνται όλες οι παραμετρικές τιμές της ΚΥΑ 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 ουσίες και 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.

Η παρακολούθηση του νερού πρέπει να πραγματοποιείται σε ετήσια βάση σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΚΥΑ που αναφέρονται στη δοκιμαστική και ελεγκτική παρακολούθηση (παράρτημα ΙΙ της οδηγίας 98/83/ΕΕ). Οι παραμετρικές τιμές του παραρτήματος Ι της Οδηγίας 98/83/ΕΕ θα πρέπει να τηρούνται στη βρύση του καταναλωτή ή για παραμέτρους που δεν επηρεάζονται από τη διαδρομή του νερού προς τον καταναλωτή ο έλεγχος μπορεί να πραγματοποιείται στην έξοδο από την εγκατάσταση επεξεργασίας νερού, τη δεξαμενή ή τη γεώτρηση και υπεύθυνοι για τη συμμόρφωση με τους όρους της διάταξης είναι οι φορείς λειτουργίας του δικτύου ύδρευσης.

Στις τεχνικές οδηγίες των Ε.Δ. καθορίζονται οι ενέργειες προστασίας του πόσιμου νερού στα διάφορα σημεία της πορείας του μέχρι την κατανάλωση (πηγή, συλλογές νερού, δεξαμενές άντλησης και συγκέντρωσης, στόμια δεξαμενών, υδροφόρες και σωληνώσεις του δικτύου ύδρευσης) και ο τρόπος εξυγίανσης του νερού με χλώριο. Θεωρείται αναγκαίος ο εβδομαδιαίος έλεγχος καλής λειτουργίας του χλωριωτήρα, επάρκειας της χλωριούχου ουσίας και στάθμης του χλωρίου του νερού στο δίκτυο.

Κυρίως επισημαίνεται ότι στις περιπτώσεις που Στρατόπεδα – Μονάδες υδρεύονται από δίκτυα ύδρευσης των ΟΤΑ (Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης), υπεύθυνοι για την ποιότητα του νερού του δικτύου και μέχρι την είσοδό του στο Στρατόπεδο είναι οι ΟΤΑ. Η στρατιωτική υπηρεσία είναι υπεύθυνη για την ποιότητα του νερού εντός του Στρατοπέδου. Σε περίπτωση ακαταλληλότητας του διατιθέμενου από τους ΟΤΑ νερού, ειδοποιείται η αρμόδια υπηρεσία του ΟΤΑ και η διεύθυνση υγείας της αντίστοιχης Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης.

#### **4.3.3 Συχνότητα δειγματοληψιών**

Στο παράρτημα ΙΙ η οδηγία 98/83/ΕΕ καθορίζει την ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και αναλύσεων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που παρέχεται από δίκτυο διανομής ή από βυτίο ή χρησιμοποιείται σε επιχείρηση παραγωγής τροφίμων. Στον πίνακα 4.1 φαίνονται οι συχνότητες δειγματοληψιών ανάλογα με τον όγκο του διανεμόμενου ή παραγόμενου νερού ημερησίως σε μια ζώνη παροχής και για τα δύο είδη παρακολούθησης, δοκιμαστική και ελεγκτική.

Πίνακας 4.1: Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας πόσιμου νερού από δίκτυο διανομής ή από βυτίο

Όγκος διανεμόμενου ή παραγόμενου νερού ημερησίως σε μια ζώνη παροχής (Σημειώσεις 1 και 2) m <sup>3</sup>	Δοκιμαστική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως (Σημειώσεις 3, 4 και 5)	Ελεγκτική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως (Σημειώσεις 3 και 5)
≤ 100	(Σημείωση 6)	(Σημείωση 6)
> 100 ≤ 1 000	4	1
> 1 000 ≤ 10 000	4 + 3 ανά 1 000 m <sup>3</sup> και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου	1 + 1 ανά 3 300 m <sup>3</sup> και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου
> 10 000 ≤ 100 000		3 + 1 ανά 10 000 m <sup>3</sup> και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου
> 100 000		10 + 1 ανά 25 000 m <sup>3</sup> και άνω/ημερησίως του συνολικού όγκου

**Σημείωση 1:** Ως ζώνη παροχής νοείται μια γεωγραφικά καθορισμένη περιοχή εντός της οποίας το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εισέρχεται από μία ή περισσότερες πηγές και εντός της οποίας η ποιότητα του νερού μπορεί να θεωρηθεί ως περίπου ομοιόμορφη.

**Σημείωση 2:** Οι όγκοι υπολογίζονται ως μέσες τιμές για ένα ημερολογιακό έτος. Για τον καθορισμό της ελάχιστης συχνότητας, τα κράτη μέλη μπορούν να χρησιμοποιούν τον αριθμό κατοίκων μιας ζώνης παροχής αντί του όγκου του νερού, θεωρώντας ότι κάθε άτομο καταναλώνει 200 l/ημερησίως.

**Σημείωση 3:** Στην περίπτωση περιοδικής παροχής, βραχείας διάρκειας, η συχνότητα παρακολούθησης του νερού που διανέμεται με βυτία αποφασίζεται από τα ενδιαφερόμενα κράτη μέλη.

**Σημείωση 4:** Για τις διάφορες παραμέτρους του παραρτήματος I, τα κράτη μέλη δύνανται να μειώνουν τον αριθμό δειγμάτων που αναφέρονται στον πίνακα εάν:

α) οι τιμές των αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται από δείγματα λαμβανόμενα επί περίοδο τουλάχιστον δύο συνεχών ετών είναι σταθερές και σημαντικώς καλύτερες από τις οριακές τιμές του παραρτήματος I και

β) δεν υπάρχει κάποιος παράγων που ενδέχεται να υποβιβάσει την ποιότητα του νερού.

Η κατώτατη συχνότητα δεν πρέπει να είναι μικρότερη του 50 % του αριθμού των δειγμάτων που αναφέρονται στον πίνακα εκτός της ειδικής περιπτώσεως της σημείωσης 6.

**Σημείωση 5:** Στο μέτρο του δυνατού, ο αριθμός των δειγμάτων πρέπει να κατανέμεται ομοιόμορφα στο χρόνο και το χώρο.

**Σημείωση 6:** Η συχνότητα πρέπει να αποφασίζεται από τα ενδιαφερόμενα κράτη μέλη.

Σημειώνεται ότι ως ζώνη παροχής νοείται μια γεωγραφικά καθορισμένη περιοχή εντός της οποίας το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εισέρχεται από μία ή περισσότερες πηγές και εντός της οποίας η ποιότητα του νερού μπορεί να θεωρηθεί ως περίπου ομοιόμορφη. Επίσης ότι οι όγκοι υπολογίζονται ως μέσες τιμές για ένα ημερολογιακό έτος. Τέλος για τον καθορισμό της ελάχιστης συχνότητας, μπορεί να γίνει χρήση του αριθμού κατοίκων μιας ζώνης παροχής αντί του όγκου του νερού, θεωρώντας ότι κάθε άτομο καταναλίσκει 200 l ημερησίως. Στην ΚΥΑ ο προηγούμενος πίνακας συχνότητας δειγματοληψιών παρουσιάζεται με τη μορφή συγκεκριμένων τιμών (πίνακας 4.2).

Συγκρίνοντας την κείμενη νομοθεσία με τις τεχνικές οδηγίες παρατηρούμε ότι ενώ στην οδηγία της ΕΕ και την ΚΥΑ η συχνότητα των δειγματοληψιών σε μια ζώνη παροχής έχει άμεση συνάρτηση με την ποσότητα του νερού που παράγεται ή καταναλίσκεται, στις τεχνικές οδηγίες ορίζεται ότι οι δειγματοληψίες θα γίνονται κάθε δίμηνο, ανεξάρτητα από την ποσότητα νερού ή τον αριθμό των υδροδοτούμενων.

Αυτή η διμηνιαία συχνότητα προληπτικών δειγματοληψιών, που αντιστοιχεί σε 6 δειγματοληψίες ανά έτος αφορά, σύμφωνα με τη νομοθεσία, μία παροχή μέχρι 1.000 m<sup>3</sup> νερού ή, θεωρώντας ότι κάθε άτομο καταναλίσκει 200 l ημερησίως, μία εξυπηρέτηση 5.000 υδροδοτούμενων. Επισημαίνεται ότι αναφερόμαστε στη συχνότητα δειγματοληψιών για τη δοκιμαστική παρακολούθηση, δεδομένου ότι για την ελεγκτική παρακολούθηση απαιτείται μόνο μία δειγματοληψία ανά έτος για παροχή 1.000 m<sup>3</sup> νερού. Οι 6 δειγματοληψίες για ελεγκτική παρακολούθηση αντιστοιχούν σε ημερήσια χρήση 40.000 m<sup>3</sup> νερού ή σε εξυπηρέτηση 200.000 υδροδοτούμενων.

Με βάση τα παραπάνω η συχνότητα δειγματοληψιών που καθορίζεται από τις τεχνικές οδηγίες είναι επαρκής, δεδομένου ότι ο αριθμός των υδροδοτούμενων που αντιστοιχεί στην εν λόγω συχνότητα, υπερκαλύπτει κάθε περίπτωση δύναμης υπηρετούντων.

Πίνακας 4.2: Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας πόσιμου  
Νερού (ΚΥΑ Υ2 2600/2001)

Όγκος διανεμόμενου ή παραγόμενου νερού ημερησίως σε μια ζώνη παροχής (πίεσεως) m <sup>3</sup> (Σημειώσεις 1 και 2)	Δοκιμαστική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως (Σημειώσεις 3, 4 και 5)	Ελεγκτική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως (Σημειώσεις 3 και 5)
≤ 100	1	(Σημείωση 6)
101 - 500	4	1
501 - 1000	6	1
1001 - 2000	9	1
2001 - 3000	12	1
3001 - 4000	15	1
4001 - 5000	18	2
5001 - 6000	21	2
6001 - 7000	24	2 +1 ανά 3 300 m <sup>3</sup> /ημ
7001 - 8000	27	3
8001 - 9000	30	3
9001 -10000	33	3
.....	..... +3 ανά 1000m <sup>3</sup> /ημ	.....
19001 - 20000	63	4
.....	..... +3 ανά 1000m <sup>3</sup> /ημ	.....
29001 - 30000	93	5 +1 ανά 10000 m <sup>3</sup> /ημ
.....	.....	.....
99001 - 100000	303	12
100001 - 200000	603	16
.....	..... +3 ανά 1000m <sup>3</sup> /ημ	..... +1 ανά 25000 m <sup>3</sup> /ημ
900001 -1000000	3000	52

Σημείωση 1: Ως ζώνη παροχής (πίεσεως) νοείται μία γεωγραφικά καθορισμένη περιοχή εντός της οποίας το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εισέρχεται από μία ή περισσότερες πηγές και εντός της οποίας η ποιότητα του νερού μπορεί να θεωρηθεί ως περίπου ομοιόμορφη.

Σημείωση 2: Οι όγκοι υπολογίζονται ως μέσες τιμές για ένα ημερολογιακό έτος. Για τον καθορισμό της ελάχιστης συχνότητας, οι συναρμόδιες αρχές μπορούν να χρησιμοποιούνταν αριθμό κατοίκων μιας ζώνης παροχής αντί του όγκου του νερού, θεωρώντας ότι κάθε άτομο καταναλίσκει 200 l/ημερησίως.

Σημείωση 3: Στην περίπτωση περιοδικής παροχής, βραχείας διάρκειας, η συχνότητα παρακολούθησης του νερού που διανέμεται με βυτία αποφασίζεται από τις συναρμόδιες αρχές.

Σημείωση 4: Για τις διάφορες παραμέτρους του παραρτήματος I, οι συναρμόδιες αρχές δύνανται να μειώνουν τον αριθμό δειγμάτων που αναφέρονται στον πίνακα εάν:

α) οι τιμές των αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται από δείγματα λαμβανόμενα επί περίοδο τουλάχιστον δύο συνεχών ετών είναι σταθερές και σημαντικώς καλύτερες από τις οριακές τιμές του παραρτήματος I και

β) δεν υπάρχει κάποιος παράγων που ενδέχεται να υποβαθμίσει την ποιότητα του νερού.

Η κατώτατη συχνότητα δεν πρέπει να είναι μικρότερη του 50% του αριθμού των δειγμάτων που αναφέρονται στον πίνακα εκτός της ειδικής περιπτώσεως της σημείωσης 6.

Σημείωση 5: Στο μέτρο του δυνατού, ο αριθμός των δειγμάτων πρέπει να κατανέμεται ομοιόμορφα στο χρόνο και το χώρο.

Σημείωση 6: Η συχνότητα πρέπει να αποφασίζεται από τις συναρμόδιες Αρχές



#### 4.4 Το νερό στο πεδίο των επιχειρήσεων – Διεθνείς Συμφωνίες Τυποποίησης

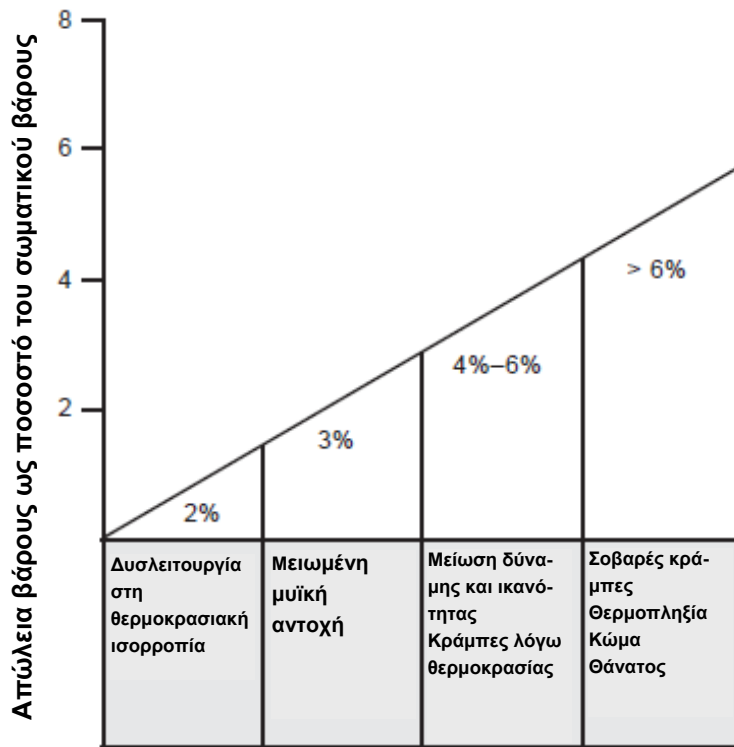
##### 4.4.1 Παροχή πόσιμου νερού στο πεδίο (σχ. 4.3)



*Σχήμα 4.3: Δειγματοληψία νερού στο πεδίο των επιχειρήσεων*

#### **Γενικά**

Η παροχή πόσιμου νερού στους υπηρετούντες όταν βρίσκονται σε καταστάσεις πεδίου επιχειρήσεων είναι αποφασιστικής σημασίας για την εκπλήρωση της αποστολής τους. Το νερό πρέπει να είναι ταυτόχρονα ασφαλές για χρήση ως πόσιμο και αισθητικά ευχάριστο. Για να αποφευχθούν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των στρατιωτών από έλλειψη νερού (σχήμα 4.4), οι υπηρετούντες πρέπει να πίνουν ικανές ποσότητες νερού. Επιπρόσθετα το νερό είναι απαραίτητο για την προετοιμασία της τροφής και το μαγείρεμα, την προσωπική υγιεινή, την ιατρική φροντίδα, το πλύσιμο, κλπ.



Σχήμα 4.4: Συνέπειες της έλλειψης νερού στις σωματικές λειτουργίες (Πηγή: Bordeninstitute)

Οι συνολικές ανάγκες νερού σε περιβάλλον ερήμου έχουν υπολογιστεί από το στρατό των ΗΠΑ σε 76 λίτρα (20 γαλόνια) ανά άτομο και ανά ημέρα, με τα 15 λίτρα (4 γαλόνια) από αυτά απαραίτητα για πόση (σχήμα 4.5)



Σχ. 4.5 Διάφορες προστατευτικές στολές ανεβάζουν τον κίνδυνο θερμοπληξίας. Η προστασία από απώλειες λόγω θερμότητας εξαρτάται από την επιτυχή διατήρηση της απαιτούμενης υγρασίας στο σώμα. Πηγή: Bordeninstitute

## Επεξεργασία νερού

Η παροχή πόσιμου νερού είναι συνάρτηση της επιχειρησιακής κατάστασης που κάθε φορά επικρατεί. Για παράδειγμα και σύμφωνα με το εγχειρίδιο εκστρατείας 21-10 του στρατού των ΗΠΑ [FM (Field Manual) 21-10] σε πολύ επείγουσες καταστάσεις δεν εφαρμόζονται καθόλου όρια, όταν οι στρατιώτες έχουν αποκοπεί από τις γραμμές εφοδιασμού και δεν έχουν διαθέσιμο επεξεργασμένο νερό. Κάθε στρατιώτης πρέπει να επιλέξει το καθαρότερο και διαυγέστερο νερό με την ελάχιστη οσμή και στη συνέχεια να το επεξεργαστεί, εφαρμόζοντας ατομικές διαδικασίες καθαρισμού. Αυτές οι διαδικασίες περιορίζονται στην απολύμανσή του χρησιμοποιώντας ταμπλέτες ιωδίου, αμπούλες χλωρίου ή με βρασμό του νερού.

Σε οργανωμένες καταστάσεις, οι πηγές υδροληψίας πρέπει να επιλέγονται με βάση την εξυπηρέτηση της ευελιξίας των δυνάμεων αλλά και τον περιορισμό της μόλυνσης. Οι πηγές πρέπει να προστατεύονται από περαιτέρω επιμόλυνση. Επίσης το επεξεργασμένο νερό πρέπει να προστατεύεται από επιμόλυνση κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και διανομής του, μέχρι την κατανάλωση.

Ένας τρόπος επεξεργασίας του νερού στο πεδίο είναι με τη χρήση μονάδων αντίστροφης ώσμωσης (σχήμα 4.6). Η μέθοδος αυτή επιτρέπει τη χρήση ως πηγής, νερού όχι μόνο από λίμνες και ποτάμια αλλά και υφάλμυρου καθώς και θαλασσινού νερού. Επίσης η αντίστροφη ώσμωση έχει περισσότερες δυνατότητες αφαίρεσης μολυσματικών παραγόντων χημικού πολέμου, από άλλες πιο συμβατικές μεθόδους επεξεργασίας.



*Σχ. 4.6 Μονάδα παραγωγής νερού με αντίστροφη ώσμωση. Πάνω αριστερά: Φίλτρα μεμβράνης της μονάδας. Πάνω δεξιά: Η μονάδα επεξεργασίας. Κάτω: Άποψη της πλήρους μονάδας και του υδροφόρου οχήματος.*

## 4.4.2 Τυποποίηση

### Γενικά

Υπάρχουν δύο διεθνείς συμφωνίες που έχουν καθορίσει τα όρια για το πόσιμο νερό σε περίοδο επιχειρήσεων και για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους: Η συμφωνία τυποποίησης (ΣΤΥΠ) 2136 [Stanadardization Agreement (STANAG) 2136] του NATO και η τετραμερής συμφωνία τυποποίησης ABCA<sup>(4)</sup> 's QSTAG 245 (American, British, Canadian, and Australian Quadripartite Standardization Agreement 245). Η QSTAG 245 δημοσιεύθηκε το 1985 και η STANAG 2136 το 1994 με επιπρόσθετες τροποποιήσεις το 1995.

### Παράμετροι και όρια

Οι παράμετροι και τα τιθέμενα όρια ανάμεσα στις δύο συμφωνίες έχουν ελάχιστες διαφορές μεταξύ τους. Γενικά, τα όρια της ποιότητας του νερού στο πεδίο των επιχειρήσεων βασίζονται στη διάρκεια του χρόνου κατανάλωσης. Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζονται οι απαιτήσεις που θέτει η QSTAG 245. Διακρίνουμε δύο είδη χρονικών περιόδων κατανάλωσης:

Πίνακας 4.3 Όρια και ανάλυση ρουτίνας για το νερό στο πεδίο των επιχειρήσεων. σύμφωνα με την QSTAG 245 (Πηγή: Bordeninstitute)

Contaminants* (listed under QSTAG 245)	Requirements of QSTAG 245		Personnel Performing Analysis <sup>†</sup>
	Short Term (< 7 d)	Long Term (> 7 d, < 1 yr)	
Microbiological			
Coliform	1 CFU/100 mL	1 CFU/100 mL	Health
Viruses	1 PFU/100 mL	1 PFU/100 mL	NA
Spores/Cysts	1 CFU/100 mL	1 CFU/100 mL	NA
Physical			
pH	5 to 9.2	5 to 9.2	Operational, Health
Temperature	2°C to 35°C	15°C to 22°	Operational, Health, Unit
Turbidity	5 NTU	1 NTU	Operational, Health
Total dissolved solids	1,500 mg/L	1,500 mg/L	Operational, Health
Color	NA	15 color units	Operational, Health
Chemical			
Arsenic	2 mg/L	0.05 mg/L	NA
Cyanides	20 mg/L	0.5 mg/L	NA
Mustard	0.2 mg/L	0.05 mg/L	NA
Nerve agents	0.02 mg/L	0.005 mg/L	NA
Chloride	NA	600 mg/L	Health
Magnesium	NA	150 mg/L	Health
Sulphates	NA	400 mg/L	Health
Radiological			
Mixed fission products	NA	0.06 µCi/L	NA

<sup>(4)</sup> ABCA: Ομάδα ειδικών από τους στρατούς των ΗΠΑ, του Η.Β. του Καναδά, της Αυστραλίας και της Ν. Ζηλανδίας, με σκοπό την ανάπτυξη της τυποποίησης, στο πλαίσιο της διαλειτουργικότητας (interoperability) και της συνεργασίας στους εξοπλισμούς.

- *Βραχεία περίοδος:* Τα όρια αυτά έχουν εφαρμογή σε επιχειρήσεις διάρκειας έως 7 ημερών. Η διοίκηση πρέπει να θεωρεί αποδεκτά πιθανά περιστατικά ασθενειών και απωλειών από τοξικές ουσίες καθώς και μειωμένης δυναμικότητας. Η επεξεργασία του νερού πραγματοποιείται ατομικά με φορητές συσκευές καθαρισμού.
- *Μακρά περίοδος:* Τα όρια αυτά ισχύουν σε όλες τις περιπτώσεις επιχειρήσεων άνω των 7 ημερών, όπου το νερό παρέχεται από μονάδες επεξεργασίας.

### **Τοξικές χημικές ουσίες**

Ο χημικός πόλεμος (Σχ. 4.7) περιλαμβάνει τη χρήση τοξικών συσκευασμάτων από χημικές ουσίες με σκοπό να προκαλέσει το θάνατο, τον τραυματισμό ή γενικά να θέσει εκτός μάχης τον αντίπαλο. Τα συμβατικά και τα πυρηνικά όπλα δε συμπεριλαμβάνονται στους παράγοντες του χημικού πολέμου. Επίσης η επιθετική χρήση ζωντανών οργανισμών (όπως ο άνθρακας) θεωρείται βιολογικός πόλεμος. Η χρήση μη ζωντανών τοξικών προϊόντων, που παράγονται από ζωντανούς οργανισμούς θεωρείται χημικός πόλεμος, σύμφωνα με τις προβλέψεις της Συνθήκης Χημικών Όπλων του 1993. Σύμφωνα με αυτή τη Συνθήκη κάθε τοξικό χημικό, άσχετα από την προέλευσή του, θεωρείται ως χημικό όπλο εκτός εάν χρησιμοποιείται για σκοπούς που δεν απαγορεύονται.



*Σχ. 4.7: Το προσωπικό που μεριμνά για την επεξεργασία του νερού πρέπει να γνωρίζει τα χαρακτηριστικά των επιχειρήσεων χημικού πολέμου*

Περίπου 70 διαφορετικά χημικά έχουν χρησιμοποιηθεί ή ταξινομηθεί ως παράγοντες χημικού πολέμου. Τα χημικά όπλα εντάσσονται από τα Ηνωμένα Έθνη στην κατηγορία των όπλων μαζικής καταστροφής. Χημικά όπλα που συνιστούν απειλή μέσω της χρήσης του πόσιμου νερού, είναι:

➤ *BZ (incapacitants)*: Πρόκειται για άοσμο χημικό παράγοντα στην κατηγορία αυτών που προκαλούν ανικανότητα. Ο κωδικός του στο NATO είναι BZ και επηρεάζει το περιφερειακό νευρικό σύστημα με αποτελέσματα αντίθετα από αυτά των νευρικών παραγόντων (nerve agents). Η δράση του στο κεντρικό νευρικό σύστημα περιλαμβάνει πρόκληση αναισθησίας, σύγχυσης και λογοδιάρροιας, με ταυτόχρονη ύπαρξη παραισθήσεων και με τολμηρές συμπεριφορές.

➤ *Lewisite (arsenic fraction)*: Χημικός συνδυασμός με ενεργό συστατικό το αρσενικό και με μορφή ελαιώδους καφεκίτρινου υγρού, που δρα προκαλώντας εκδορές στο δέρμα και ερεθισμό στους πνεύμονες. Σοβαρά εγκαύματα, νέκρωση του ήπατος και θάνατος είναι τα τελικά αποτελέσματα της δράσης του. Το όνομά του το οφείλει στον Αμερικανό χημικό και στρατιώτη Winford Lee Lewis (1878-1943).

➤ *Sulphur mustard*: Πρόκειται για μια ομάδα χημικών παραγόντων υγρών σε θερμοκρασία δωματίου, άχρωμων και άοσμων. Ως επεξεργασμένα σκευάσματα χημικού πολέμου έχουν οσμή που προσομοιάζει με αυτήν της μουστάρδας. Έχουν εξαιρετικά έντονη διεισδυτική δράση και προκαλούν ερεθισμό του δέρματος, σοβαρά εγκαύματα και εκδορές. Η επαφή τους με τα μάτια μπορεί να οδηγήσει σε τύφλωση. Σε περίπτωση εισπνοής και εισόδου στο αναπνευστικό σύστημα έχουν σαν αποτέλεσμα το πνευμονικό οίδημα, ενώ σε περίπτωση κατάποσης προκαλεί εμετό και πυρετό καθώς καίει τα τοιχώματα του στομάχου και του εντέρου. Επίσης οδηγούν σε καρκινογενέσεις και σε μεταλλάξεις.

➤ *Nerve agents*: Οι παράγοντες αυτοί προσβάλλουν τα ένζυμα που ρυθμίζουν το νευρικό σύστημα και με αυτόν τον τρόπο απενεργοποιούν το μηχανισμό με τον οποίο τα νεύρα μεταφέρουν μηνύματα στα διάφορα όργανα. Όταν ένα άτομο εκτεθεί, εμφανίζει συμπτώματα μωρολογίας, δυσκολίας στην αναπνοή, ναυτίας, στομαχικού πόνου, εμετού και έλλειψης ελέγχου των δια-

φόρων σωματικών λειτουργιών (ούρηση, εκροή σιέλου και δακρύων, αφόδευση, κλπ.). Σε υψηλές δόσεις το θύμα καταλήγει σε αδυναμία αναπνοής, σπασμούς, κώμα και τελικά σε θάνατο.

➤ *T-2 toxins*: Ισχυρό μυκητοτοξικό που έχει σοβαρή δράση καύσου σε ζώα καθώς και τερατογενή αποτελέσματα.

## Κεφάλαιο 5

# Αξιολόγηση ποιοτικών χαρακτηριστικών – αποτελεσμάτων νερού ύδρευσης σε στρατιωτικές εγκαταστάσεις

*«Νερό, είσαι η πηγή κάθε πράγματος και κάθε ύπαρξης»*

*(Ινδικό κείμενο, Bhavicyottarapurana, 31, 14)*

### 5.1 Γενικά

Στα πλαίσια υλοποίησης των προβλεπόμενων στην κείμενη νομοθεσία και τις τεχνικές οδηγίες των Ε.Δ. για την ποιότητα του πόσιμου νερού, πραγματοποιούνται τακτικές δειγματοληψίες από Μονάδες – Στρατόπεδα και έλεγχοι των δειγμάτων στο μικροβιολογικό και χημικό εργαστήριο (σχ. 5.1) του Κέντρου Βιολογικών Ερευνών Στρατού (Κ.ΒΙ.Ε.Σ.).



Σχ. 5.1: Θάλαμος επώασης στο μικροβιολογικό εργαστήριο και τμήμα του χημικού εργαστηρίου, στο Κ.ΒΙ.Ε.Σ.



Η εξέταση των δειγμάτων πόσιμου νερού πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα από 01-01-2006 έως το 1<sup>ο</sup> εξάμηνο του 2008 και αφορούσε δείγματα προερχόμενα από δίκτυα διαφόρων Μονάδων της Νότιας Ελλάδας, των νησιών του Ανατολικού και Βόριου Αιγαίου καθώς και δείγματα πολεμικών πλοίων.

Συνολικά εξετάσθηκαν 3.137 δείγματα (μικροβιολογικές εξετάσεις) και 1254 δείγματα (χημικές εξετάσεις) στη διετία 2006 – 2007 καθώς και 863 δείγματα (μικροβιολογικές εξετάσεις) και 363 δείγματα (χημικές εξετάσεις) από την αρχή μέχρι τον Ιουλ του 2008. Αναλυτικά στοιχεία από τα αποτελέσματα των δειγματοληψιών σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων παρατίθενται στο τέλος του κεφαλαίου.

## **5.2 Έλεγχος δειγμάτων από το ΚΒΙΕΣ**

### **5.2.1 Έλεγχος μικροβιολογικών παραμέτρων**

Οι παράμετροι που ελέγχονται στα δείγματα (σχήμα 5.2) που αποστέλλονται στο ΚΒΙΕΣ είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή (TC), η *Escherichia coli* (*E. coli*), η ομάδα των εντερόκοκκων (*enterococci*), το ολικό μικροβιακό φορτίο στους 37° C και το ολικό μικροβιακό φορτίο στους 22° C (ολική μεσόφιλη χλωρίδα). Περιπτώσεις αποκλίσεων από τις οριακές τιμές της νομοθεσίας πηγάζουν κυρίως από το ολικό μικροβιακό φορτίο στους 37° C και το ολικό μικροβιακό φορτίο στους 22° C. Παρατηρήθηκαν και περιπτώσεις υπερβάσεων στις άλλες παραμέτρους, όπως φαίνεται στα σχετικά γραφήματα (Διαγράμματα 5. – 5. ).



*Σχ. 5.2 Τρυβλία θρεπτικού υποστρώματος για την πιθανή ανάπτυξη αποικιών μικροοργανισμών. Φωτογραφία από το μικροβιολογικό εργαστήριο του ΚΒΙΕΣ.*

Για την αποφυγή τέτοιων περιστατικών επισημαίνεται η ανάγκη για συστηματικότερους ελέγχους σε προβληματικές θέσεις καθώς και η διερεύνηση της υπολειμματικής δράσης του χλωρίου που εφαρμόζεται. Συνιστάται ο καθαρισμός των δεξαμενών και ο έλεγχος της χλωρίωσης. Επίσης τίθενται υπόψη οι Τεχνικές Οδηγίες υγιεινής ύδρευσης των Ε.Δ. (για τις οποίες έγινε αναφορά στο Κεφ. 4) και τέλος συνιστάται επανάληψη της δειγματοληψίας από τα ίδια σημεία μετά τη διενέργεια των διορθωτικών ενεργειών. Συνήθως είναι απαραίτητη η αύξηση της δόσης του χλωρίου, ώστε να επιτευχθεί η ελάχιστη συγκέντρωση του υπολειμματικού χλωρίου σε απομακρυσμένα σημεία του δικτύου (0,2 – 0,3 mg/l).

### **5.2.2 Έλεγχος φυσικοχημικών παραμέτρων**

Οι φυσικοχημικές παράμετροι που μετρούνται στα δείγματα νερού από το χημικό εργαστήριο του ΚΒΙΕΣ είναι η οσμή, η γεύση, το χρώμα, η θολότητα, η αγωγιμότητα, το pH, τα χλωριούχα, τα νιτρικά, τα νιτρώδη, τα ιόντα αμμωνίου, το TDS, τα θειικά, τα φθοριούχα, ο σίδηρος, το βόριο, το αργίλιο, το χρώμιο, το μαγγάνιο, το νικέλιο, ο χαλκός, το αρσενικό, το σελήνιο, το κάδμιο, το αντιμόνιο και ο μόλυβδος. Επίσης στα αποτελέσματα των δειγμάτων του έτους 2006 υπήρχαν μετρήσεις της ολικής σκληρότητας, του ασβεστίου και του μαγνησίου.

### **5.3 Γενικά συμπεράσματα - προτάσεις**

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η ΚΥΑ Υ2/2600/2001, η οποία αποτελεί εναρμόνιση της κοινοτικής οδηγίας στο εθνικό δίκαιο προβλέπει την παρακολούθηση των υδάτων σε τρία επίπεδα: i) δοκιμαστική, ii) ελεγκτική και iii) συμπληρωματική. Κάθε επίπεδο παρακολούθησης περιλαμβάνει συγκεκριμένες παραμέτρους που πρέπει να εξετάζονται, σε αριθμό δειγμάτων που προσδιορίζεται, βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας, ανάλογα με την παροχή προς ύδρευση.

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 παραμετρικές τιμές της ΚΥΑ.

Η ελεγκτική παρακολούθηση έχει ως στόχο να παρέχονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να διαπιστωθεί κατά πόσο τηρούνται όλες οι παραμετρικές τιμές της ΚΥΑ 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 ουσίες και 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.

Όπως έχει αναφερθεί οι Τεχνικές Οδηγίες ύδρευσης των Ε.Δ. αποσκοπούν στην εναρμόνιση των διαδικασιών ελέγχου με την κείμενη νομοθεσία. Άρα σ' ότι αφορά την ελεγκτική παρακολούθηση πρέπει επιπλέον να εξετάζονται οι εξής παράμετροι: ακρυλαμίδιο, βενζόλιο, βενζο-α-πυρένιο, βρωμικά άλατα, κυανιούχα άλατα, 1,2-διχλωροαιθάνιο, επιχλωρυδρίνη, υδράργυρος, παρασιτοκτόνα, σύνολο παρασιτοκτόνων, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, τετραχλωροαιθάνιο και τριχλωροαιθάνιο, ολικά τριαλογονομεθάνια, βινυλοχλωρίδιο, οξειδωσιμότητα, νάτριο και ολικός οργανικός άνθρακας.

Η εξέταση των παραπάνω παραμέτρων συνδυάζεται και με τη συχνότητα των απαιτούμενων δειγματοληψιών σε συνάρτηση με τον όγκο του προς χρήση νερού ή τον αριθμό των υδροδοτούμενων. Οι παράμετροι της δοκιμαστικής παρακολούθησης και αντίστοιχα της ελεγκτικής παρουσιάζονται στους πίνακες 5.1 και 5.2.

Πίνακας 5.1: Δοκιμαστική Παρακολούθηση (Παράμετροι και τιμές)

Παράμετρος	Έλεγχος ΚΒΙΕΣ	Παραμετρική τιμή	Είδος παραμέτρου	Σημείωση
Αργίλιο	✓	200 µg/l	Ενδεικτική	Απαιτείται μόνο όταν χρησιμοποιείται ως κροκιδωτικό
Αμμώνιο	✓	0,50 mg/l	Ενδεικτική	
Χρώμα	✓	Αποδεκτό και άνευ ασυνήθους μεταβολής	Ενδεικτική	
Αγωγιμότητα	✓	2.500 µS/cm στους 20° C	Ενδεικτική	
Clostridium Perfringens (συμπεριλαμβανομένων των спорίων)	--	0/100 ml	Ενδεικτική	Απαιτείται μόνο όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακό νερό
Escherichia coli (E. Coli)	✓	0		
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	✓	≥ 6,5 και ≤ 9,5 (Μονάδες pH)	Ενδεικτική	
Σίδηρος	✓	200 µg/l	Ενδεικτική	Απαιτείται μόνο όταν χρησιμοποιείται ως κροκιδωτικό
Νιτρώδη άλατα	✓	0,50 mg/l		
Οσμή	✓	Αποδεκτή και άνευ ασυνήθους μεταβολής	Ενδεικτική	
Pseudomonas aeruginosa	--	0/250 ml		Απαιτείται μόνο για νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή σε δοχεία
Γεύση	✓	Αποδεκτή και άνευ ασυνήθους μεταβολής	Ενδεικτική	
Αριθμός αποικιών σε 22° C	✓	100/ml	Ενδεικτική	Απαιτείται μόνο για νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή σε δοχεία
Αριθμός αποικιών σε 37° C	✓	20/ml		Απαιτείται μόνο για νερό που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή σε δοχεία
Κολοβακτηριοειδή	✓	0/100 ml	Ενδεικτική	
Θολότητα	✓	Αποδεκτή και άνευ ασυνήθους μεταβολής	Ενδεικτική	
Υπολειμματικό χλώριο	✓	Όχι σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από το σκοπό της χρήσης τους, που μπορεί να υποβαθμίζουν την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Κατ' εκτίμηση 0,2 – 0,3 mg/l	Ενδεικτική	Απαιτείται μόνο όταν για την απολύμανση χρησιμοποιείται η μέθοδος της χλωρίωσης

Πίνακας 5.2: Ελεγκτική Παρακολούθηση (Παράμετροι και τιμές)

Παράμετρος	Έλεγχος ΚΒΙΕΣ	Παραμετρική τιμή	Είδος παραμέτρου	Σημείωση
Εντερόκοκκοι	✓	0		
Ακρυλαμίδιο	---	0,10 µg/l		
Αντιμόνιο	✓	5,0 µg/l		
Αρσενικό	✓	10 µg/l		
Βενζόλιο	---	1,0 µg/l		
Βενζο-α-πυρένιο	---	0,010 µg/l		
Βόριο	✓	1,0 mg/l		
Βρωμικά άλατα	---	10 µg/l		
Κάδμιο	✓	5,0 µg/l		
Χρώμιο	✓	50 µg/l		
Χαλκός	✓	2,0 mg/l		
Κυανιούχα άλατα	---	50 µg/l		
1,2-διχλωροαιθάνιο	---	3,0 µg/l		
Επιχλωρυδρίνη	---	0,10 µg/l		
Φθοριούχα άλατα	✓	1,5 mg/l		
Μόλυβδος	✓	10 µg/l		Η παραμετρική τιμή μέχρι τις 25/12/2013 είναι 25 µg/l
Υδράργυρος	---	1,0 µg/l		
Νικέλιο	✓	20 µg/l		
Νιτρικά άλατα	✓	50 mg/l		Πρέπει να τηρείται ο όρος $[\text{νιτρικά άλατα}]/50 + [\text{νιτρώδη άλατα}]/3 \leq 1$ , οι αγκύλες υποδηλούν συγκέντρωση σε mg/l.
Νιτρώδη άλατα	✓	0,50 mg/l		
Παρασιτοκτόνα	---	0,10 µg/l		Για τις συγκεκριμένες ενώσεις aldrine, dieldrin, heptachlor και epoxi-heptachlor η τιμή είναι 0,030 µg/l
Σύνολο παρασιτοκτόνων	---	0,50 µg/l		
Πολυκυκλικό αρωματικό υδρογονάνθρακες	---	0,10 µg/l		Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων
Σελήνιο	✓	10 µg/l		
Τετραχλωροαιθένιο και τριχλωραιθένιο	---	10 µg/l		Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων παραμέτρων
Ολικά τριαλογομεθάνια	---	100 µg/l		Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων
Βινυλοχλωρίδιο	---	0,50 µg/l		
Χλωριούχα άλατα	✓	250 mg/l	Ενδεικτική	
Σίδηρος	✓	200 µg/l	Ενδεικτική	
Μαγγάνιο	✓	50 µg/l	Ενδεικτική	
Θειικά άλατα	✓	250 mg/l	Ενδεικτική	
Νάτριο	---	200 mg/l	Ενδεικτική	
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	---	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	Ενδεικτική	Η παράμετρος αυτή δε χρειάζεται να μετράται για παροχές κάτω των 10.000 m <sup>3</sup> ημερησίως

Η τήρηση του βασικού προγράμματος παρακολούθησης ως προς τη συχνότητα παρακολούθησης, εκτιμάται ότι χρήζει επανελέγχου διότι παρατηρείται μη ομαλή ροή αποστολής δειγμάτων στα εργαστήρια του ΚΒΙΕΣ.

Η ποιοτική κατάσταση των υδάτων με βάση μια συνολική εποπτεία των αναλύσεων του ΚΒΙΕΣ στα δύο τελευταία χρόνια είναι εν γένει ικανοποιητική. Περιπτώσεις στις οποίες παρατηρούνται υπερβάσεις από τα όρια της ισχύουσας νομοθεσίας για την ποιότητα του πόσιμου νερού, εκτιμάται ότι πρέπει να επανεξετασθούν, με σκοπό την ανεύρεση των αιτίων που τις προκαλούν και την ελαχιστοποίησή τους.

Τέλος θα πρέπει κατά την άποψή μας να διευκρινιστεί ότι τα αποτελέσματα των αναλύσεων του ΚΒΙΕΣ εφόσον το πρόγραμμα παρακολούθησης υλοποιείται πλήρως, συνιστούν μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία ελέγχου του πόσιμου νερού για το προσωπικό των στρατοπέδων. Λόγω όμως της περιορισμένης περιοχής ελέγχου (ουσιαστικά εντός του στρατοπέδου), τα αποτελέσματα δεν μπορούν από μόνα τους να αποτελέσουν πλήρη βάση αξιολόγησης για το σύνολο του προσφερόμενου νερού της ευρύτερης περιοχής από τους εκάστοτε ΟΤΑ. Είναι προφανές ότι μπορούν να ενταχθούν στο συνολικό πρόγραμμα ελέγχου του φορέα παροχής νερού και να συνδράμουν στο σχεδιασμό παρακολούθησής του.

#### **5.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων από τις επιλεγείσες περιοχές**

Από το σύνολο των δειγμάτων και λόγω του πλήθους τους, έγινε μια επιλογή με σκοπό την όσο το δυνατόν πιο ευρεία παρουσίαση από πλευράς γεωγραφικής κατανομής, σε συνάρτηση και με τον αριθμό των διαθέσιμων στοιχείων καθώς και με τη δύναμη του προσωπικού. Ορισμένες από τις Μονάδες υδροδότησης έχουν ομαδοποιηθεί, δεδομένης της γεωγραφικής εγγύτητας (νησιά) ή της υδροδότησης τους από κοινό δίκτυο παροχής.

Συνολικά εξετάστηκαν 18 Μονάδες εκ των οποίων έχουν ομαδοποιηθεί λόγω εγγύτητας. Από τις συνολικά 12 περιοχές που εξετάστηκαν οι τρεις είναι σε νησιά του Βόρειου και Ανατολικού Αιγαίου και οι υπόλοιπες βρίσκονται στην ηπειρωτική χώρα.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων καταγράφηκαν ανά Μονάδα και ανά παράμετρο ελέγχου. Στη συνέχεια παρατίθενται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα σε μορφή μέγιστης τιμής, ελάχιστης τιμής και μέσου όρου, ανά παράμετρο για όλες τις Μονάδες. Περιπτώσεις αποκλίσεων από τα όρια των παραμέτρων σχολιάζονται ανάλογα με τη συχνότητα παρουσίασης και την πηγή υδροδότησης.

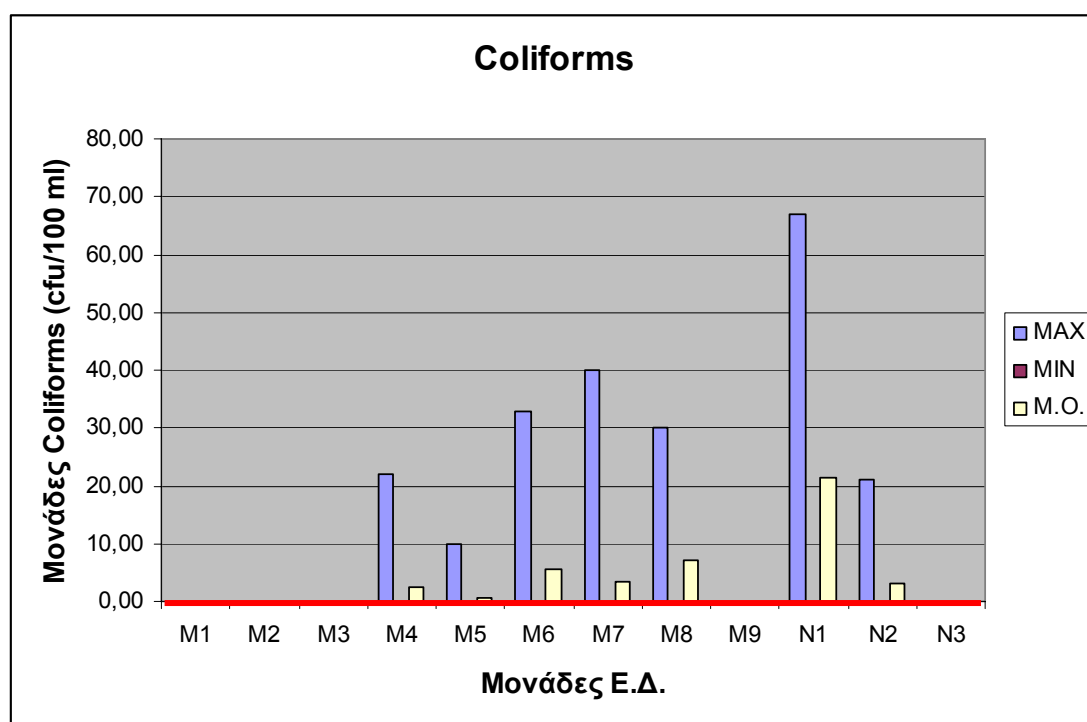
#### 5.4.1 Αποτελέσματα μικροβιολογικών παραμέτρων

##### Κολοβακτηριοειδή

Παρατηρούνται περιπτώσεις 7 Μονάδων στις οποίες εμφανίστηκαν δείγματα με κολοβακτηριοειδή, όπως φαίνεται στο συγκεντρωτικό πίνακα (Πιν. 5.3) και το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχ. 5.3).

Πίνακας 5.3: Τιμές coliforms (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

Coliforms Παραμετρική τιμή: 0 /100 ml												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	N1	N2	N3
MAX	0,00	0,00	0,00	22,00	10,00	33,00	40,00	30,00	0,00	67,00	21,00	0,00
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.O.	0,00	0,00	0,00	2,59	0,50	5,53	3,47	7,16	0,00	21,40	2,95	0,00



Σχ. 5.3: Διάγραμμα τιμών Coliforms (max, min, Μ.Ο.)

Πιο αναλυτικά (Σχ. 5.4), στη M4 οι υπερβάσεις αφορούσαν 3 δείγματα το έτος 2006, τα οποία στο σύνολο των 37 δειγμάτων όλης της περιόδου 2006-2008 αποτελούν το 5,4 %. Στα συγκεκριμένα δείγματα παρατηρήθηκαν υπερβάσεις και στις παραμέτρους E. Coli και enterococci καθώς και στην Ο.Μ.Χ. Μετέπειτα δειγματοληψίες δεν έδειξαν συνέχιση του φαινομένου και επομένως μπορεί να θεωρηθεί μεμονωμένο περιστατικό οφειλόμενο σε κάποια περιστασιακή μόλυνση.

Στη M5 παρουσιάστηκε υπέρβαση σε 1 δείγμα, δηλ. 2,7 % στο σύνολο των 36 δειγμάτων, το έτος 2007. Το συγκεκριμένο δείγμα είχε υπέρβαση και στην E. coli και στην Ο.Μ.Χ. Εκτιμάται επίσης ως μεμονωμένο περιστατικό.

Στη M6 υπάρχει υπέρβαση σε 4 δείγματα (7,5 % στα 53 συνολικά δείγματα), το έτος 2006. Τα 2 από αυτά αφορούσαν νερό γεώτρησης. Στη συνέχεια δεν παρατηρήθηκαν παρόμοια περιστατικά και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι το πρόβλημα αντιμετωπίστηκε από τη Μονάδα.

Στη M7 εμφανίστηκαν 5 δείγματα το έτος 2006 με υπέρβαση, δηλ. ποσοστό 11 %. Επόμενα δείγματα από τα ίδια σημεία δειγματοληψίας δείχνουν εξάλειψη του φαινομένου.

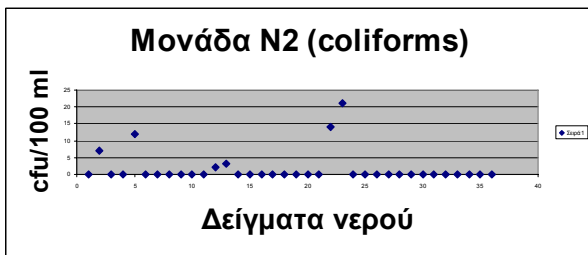
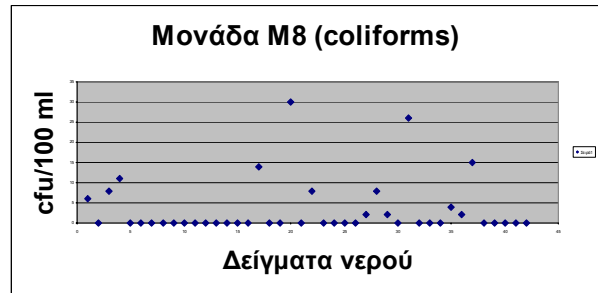
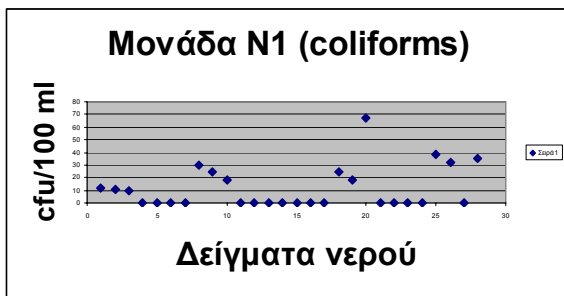
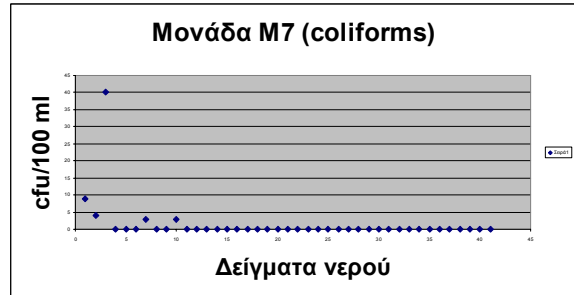
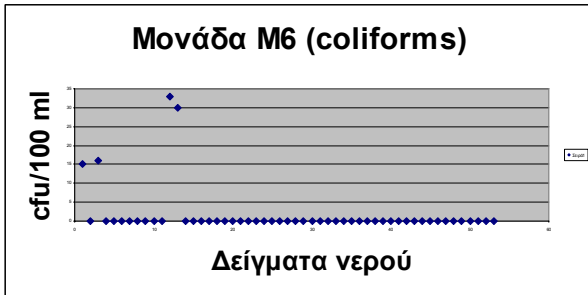
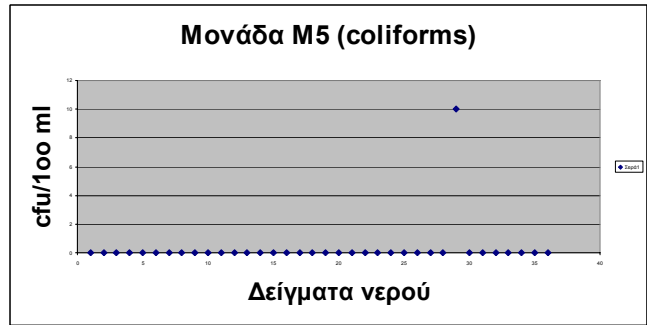
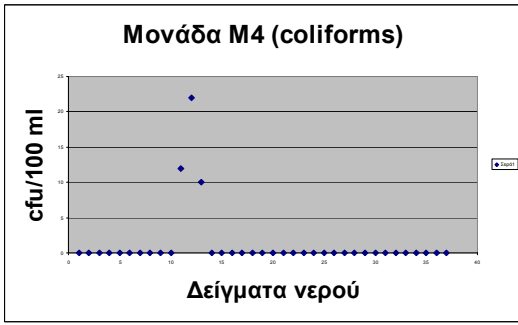
Στη M8 παρουσιάστηκε υπέρβαση σε 18 δείγματα που αποτελούν ποσοστό 42 % στο σύνολο των 42 δειγμάτων. Πρόκειται για Μονάδα που υδροδοτείται κυρίως από γεωτρήσεις.

Στη N1 σημειώνεται υπέρβαση σε 13 από τα 28 δείγματα (ποσοστό 46 %). Στο σύνολό τους σχεδόν τα παραπάνω δείγματα παρουσιάζουν υπερβάσεις και στις άλλες μικροβιολογικές παραμέτρους. Η συγκεκριμένη Μονάδα είναι νησί όπου εν γένει παρουσιάζονται προβλήματα στο πόσιμο νερό.

Τέλος στη N2 έχουμε 6 δείγματα από τα 36, με υπέρβαση (ποσοστό 16%).

Παρακάτω βλέπουμε τη διασπορά των δειγμάτων στις Μονάδες που εμφάνισαν υπερβάσεις:





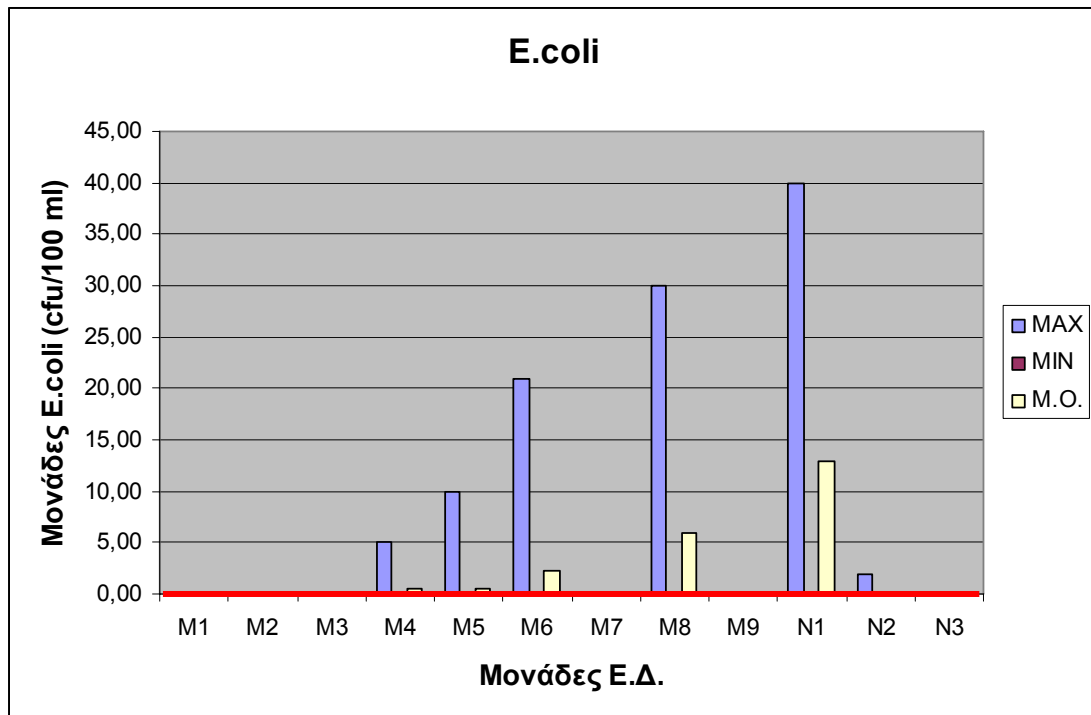
Σχ. 5.4: Τιμές Coliforms σε δείγματα Μονάδων

## E. coli

Παρατηρούνται περιπτώσεις 6 Μονάδων στις οποίες εμφανίστηκαν δείγματα με E. coli, όπως φαίνεται στο συγκεντρωτικό πίνακα (Πιν. 5.4) και το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχ. 5.5).

Πίνακας 5.4: Τιμές E. Coli (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

E. coli Παραμετρική τιμή: 0/100 ml												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	N1	N2	N3
MAX	0,00	0,00	0,00	5,00	10,00	21,00	0,00	30,00	0,00	40,00	2,00	0,00
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.O.	0,00	0,00	0,00	0,53	0,50	2,35	0,00	6,00	0,00	12,83	0,11	0,00



Σχ. 5.5: Διάγραμμα τιμών E. Coli (max, min, M.O.)

Πιο αναλυτικά στη M4 οι υπερβάσεις αφορούσαν 2 δείγματα το έτος 2006, στο σύνολο των 37 δειγμάτων (ποσοστό 5,4 %). Πρόκειται για δείγματα

που παρουσίασαν υπέρβαση και στα κολοβακτηριοειδή και ανάλογα σχολιάστηκαν.

Στη M5, έχουμε υπέρβαση σε ένα δείγμα (2,7 %) που όπως σχολιάστηκε και στην προηγούμενη παράγραφο πρόκειται για μεμονωμένο περιστατικό.

Στη M6 παρουσιάστηκε υπέρβαση σε 3 δείγματα (5,5 %) το έτος 2006, που είχαν εμφανίσει ανάλογη υπέρβαση των ορίων και στα κολοβακτηριοειδή.

Στη M8, 13 από τα 42 δείγματα (ποσοστό 30 %) εμφανίζουν υπέρβαση. Τα δείγματα αυτά εμφανίζουν υπέρβαση και στα κολοβακτηριοειδή. Ισχύει ο ίδιος σχολιασμός.

Στη N1 σημειώνεται υπέρβαση σε 8 από τα 28 δείγματα (ποσοστό 28 %). Ισχύει ο σχολιασμός της προηγούμενης παραμέτρου.

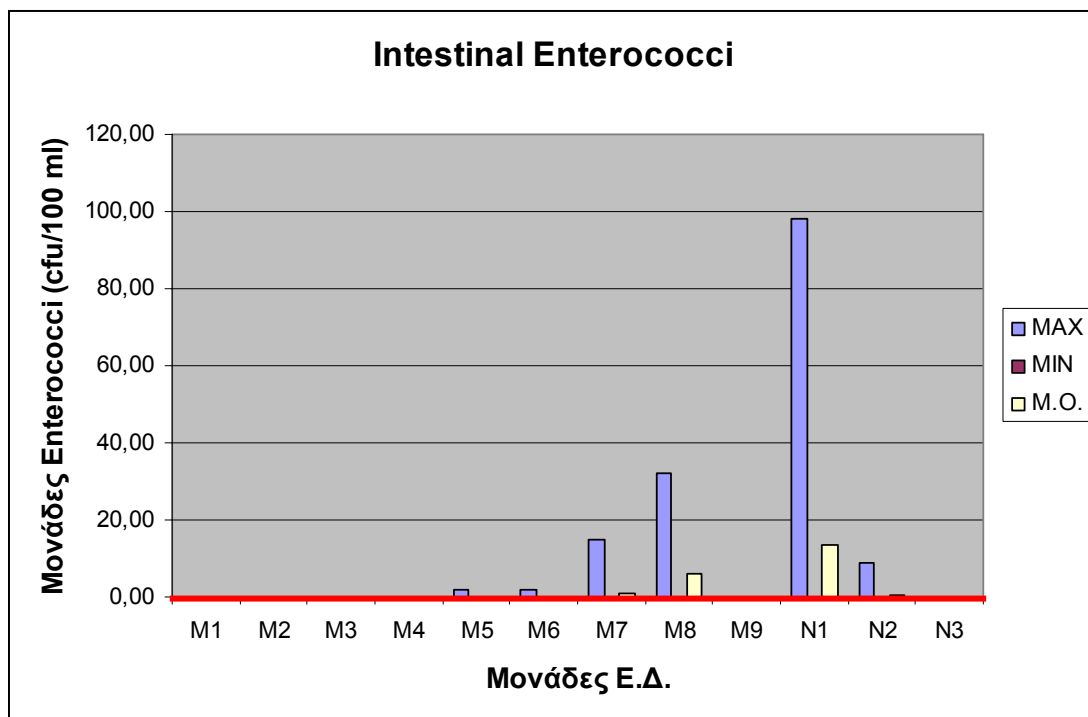
Στη N2 παρουσιάστηκε ένα δείγμα στα 36, το 2006 (ποσοστό 2,7 %). Το πρόβλημα μέχρι στιγμής δεν ξαναπαρουσιάστηκε.

## Enterococci

Παρατηρούνται περιπτώσεις 6 Μονάδων στις οποίες εμφανίστηκαν δείγματα με Enterococci, όπως φαίνεται στο συγκεντρωτικό πίνακα (Πιν. 5.5) και το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχ. 5.6).

Πίνακας 5.5: Τιμές Enterococci (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

Intestinal Enterococci Παραμετρική τιμή: 0/100 ml												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	N1	N2	N3
MAX	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	15,00	32,00	0,00	98,00	9,00	0,00
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M.O.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,18	0,83	5,84	0,00	13,67	0,61	0,00



Σχ. 5.6: Διάγραμμα τιμών Enterococci (max, min, M.O.)

Πιο αναλυτικά στη Μ5 οι υπερβάσεις αφορούσαν 1 δείγμα το έτος 2007 (2,7 %), που εκτιμάται ως μεμονωμένο περιστατικό.

Στη M6 έχουμε 2 περιστατικά με ελάχιστη υπέρβαση το έτος 2006 (ποσοστό 3,5 %).

Στη M7 παρουσιάστηκε ένα δείγμα το 2008.

Στη M8 έχουμε 14 δείγματα (ποσοστό 33 %), τα οποία παρουσιάζουν υπέρβαση. Ταυτόχρονα τα ίδια δείγματα εμφανίζουν υπέρβαση και στις μικροβιολογικές παραμέτρους που έχουν προαναφερθεί.

Στη N1 παρουσιάστηκαν 9 δείγματα (ποσοστό 32 %) με υπέρβαση. Σχεδόν στο σύνολό τους τα υπόψη δείγματα έχουν πρόβλημα και στις άλλες μικροβιολογικές παραμέτρους. Ισχύει ανάλογος σχολιασμός.

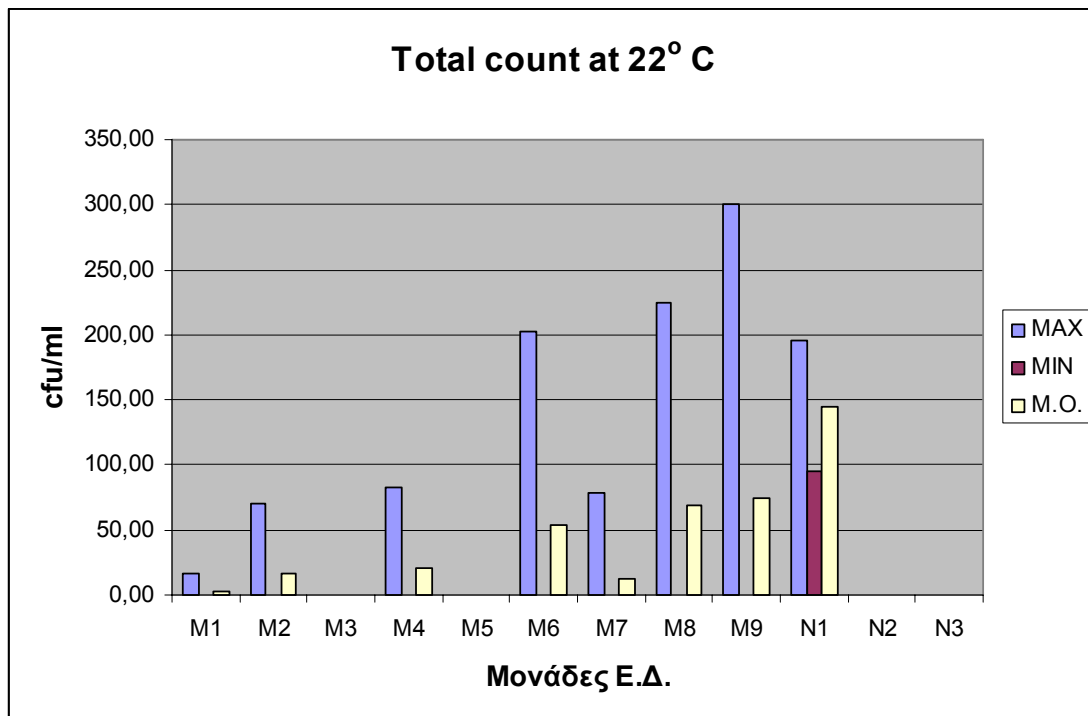
Στη N2 εμφανίστηκαν 2 προβληματικά δείγματα το 2006 (ποσοστό 5,5%). Δεν παρουσιάστηκε επανάληψη του προβλήματος.

### Ολικό μικροβιακό φορτίο στους 22° C

Ο έλεγχος του ολικού μικροβιακού φορτίου στους 22° C φαίνεται στο συγκεντρωτικό πίνακα (Πιν. 5.6) και το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχ. 5.7). Επειδή τα αποτελέσματα αφορούν κυρίως το έτος 2006, δε θα σχολιαστούν για κάθε Μονάδα ξεχωριστά.

Πίνακας 5.6: Τιμές Total count at 22° C (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

Total count at 22° C Παραμετρική τιμή:---												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	N1	N2	N3
MAX	17,00	70,00	0,00	82,00	0,00	203,00	78,00	224,00	300,00	195,00		0,00
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,00		0,00
M.O.	2,31	15,92	0,00	20,90	0,00	53,67	12,50	69,33	75,00	145,00		0,00



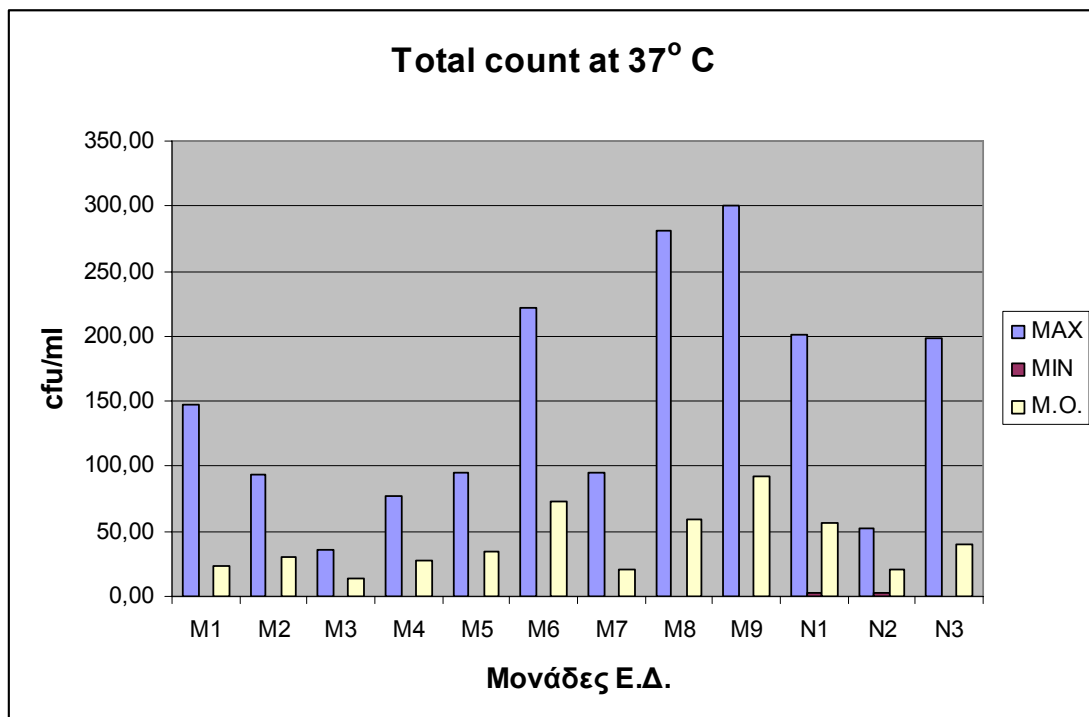
Σχ. 5.7: Διάγραμμα τιμών ολικού μικροβιακού φορτίου στους 22° C (max, min, M.O.)

### Ολικό μικροβιακό φορτίο στους 37° C

Παρατηρούνται περιπτώσεις 6 Μονάδων στις οποίες εμφανίστηκαν δείγματα με ολικό μικροβιακό φορτίο στους 37° C, όπως φαίνεται στο συγκεντρωτικό πίνακα (Πιν. 5.7) και το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχ. 5.8). Η συγκεκριμένη παράμετρος εντάσσεται στα πλαίσια της δοκιμαστικής παρακολούθησης και στην οδηγία δεν ορίζεται κάποια ανώτερη επιτρεπτή τιμή. Αναφέρεται όμως ότι δεν επιτρέπεται η μεγάλη και απότομη αύξηση της συγκέντρωσης της Ο.Μ.Χ.

Πίνακας 5.7: Τιμές Total count at 37° C (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

Total count at 37 °C Παραμετρική τιμή: ---												
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	N1	N2	N3
MAX	148,00	94,00	36,00	77,00	95,00	222,00	95,00	281,00	300,00	201,00	52,00	198,00
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00
M.O.	23,90	30,77	13,40	27,63	34,63	73,64	20,36	58,93	92,14	56,53	20,58	39,64



Σχ. 5.8: Διάγραμμα τιμών ολικού μικροβιακού φορτίου στους 37° C (max, min, M.O.)

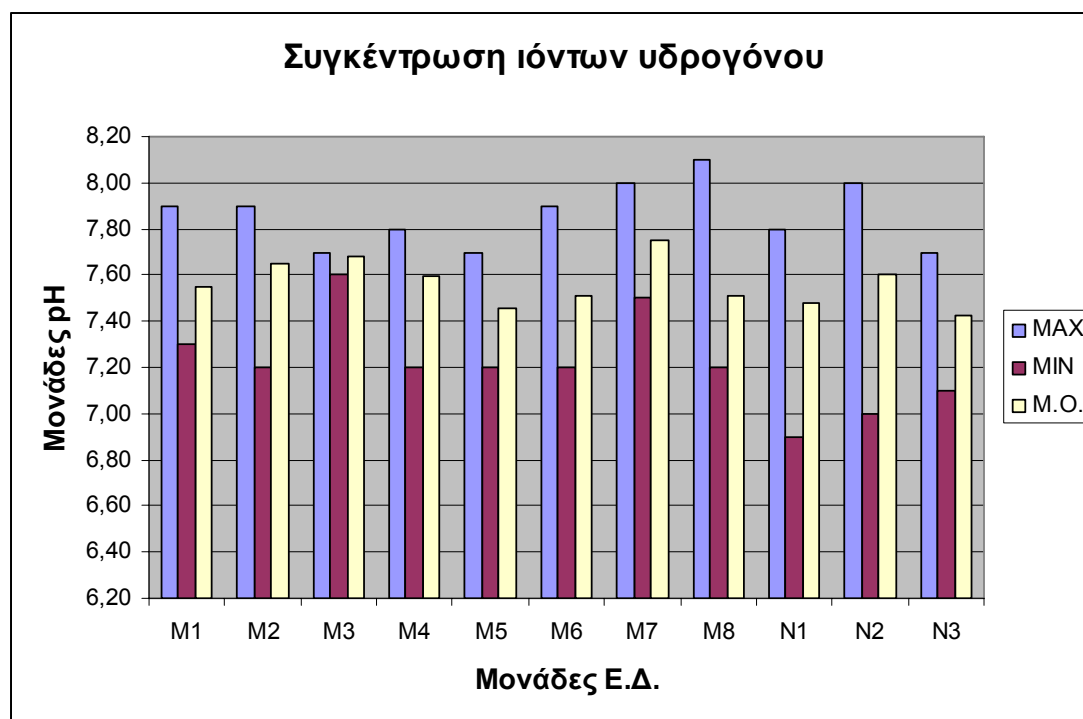
## 5.4.2 Αποτελέσματα χημικών παραμέτρων

### Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.8 και Σχ. 5.9).

Πίνακας 5.8: Τιμές Συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ											
Παραμετρική τιμή: $\geq 6,5$ και $\leq 9,5$											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	7,90	7,90	7,70	7,80	7,70	7,90	8,00	8,10	7,80	8,00	7,70
MIN	7,30	7,20	7,6	7,20	7,20	7,20	7,50	7,20	6,90	7,00	7,10
M.O.	7,55	7,65	7,68	7,59	7,45	7,51	7,75	7,51	7,48	7,60	7,42



Σχ. 5.9: Διάγραμμα τιμών συγκέντρωσης ιόντων υδρογόνου (max, min, M.O.)

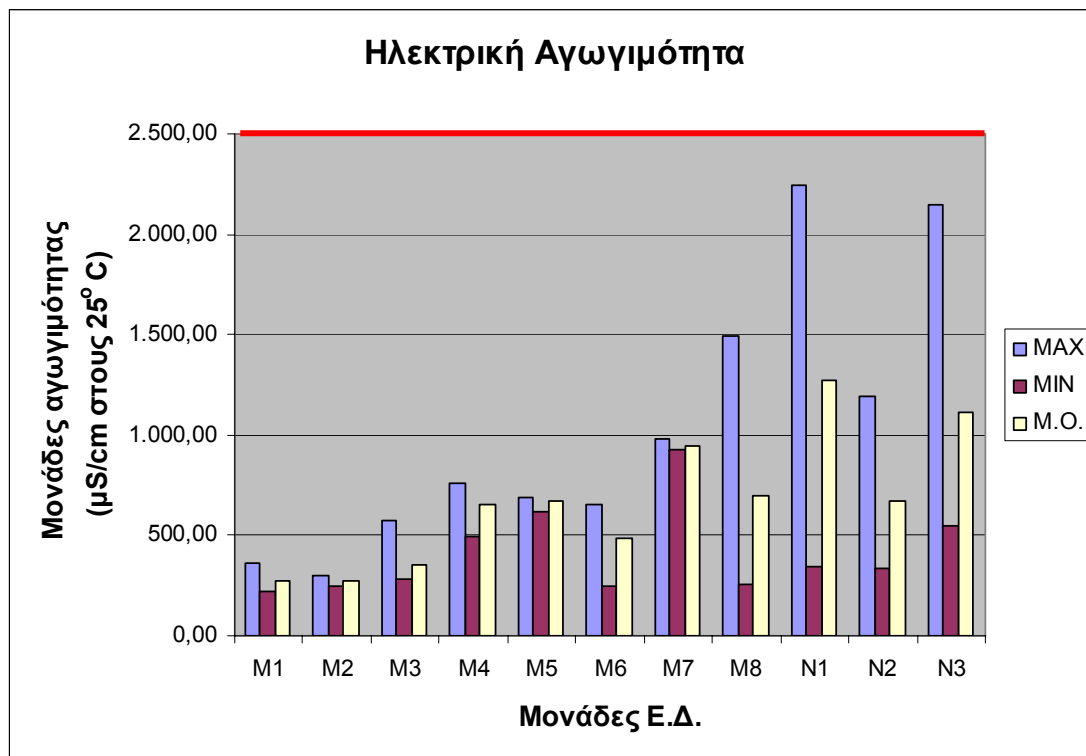


## Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.9 και Σχ. 5.10).

Πίνακας 5.9: Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ											
Παραμετρική τιμή: 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στους 20° C											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
<b>MAX</b>	360,00	302,00	570,00	759,00	692,00	655,00	978,00	1.496,00	2.240,00	8.515,00	2.150,00
<b>MIN</b>	224,00	244,00	281,00	494,00	618,00	245,00	927,00	259,00	348,00	339,00	550,00
<b>M.O.</b>	271,28	273,84	352,14	655,89	667,38	483,21	942,15	695,45	1.271,24	867,00	1.112,27



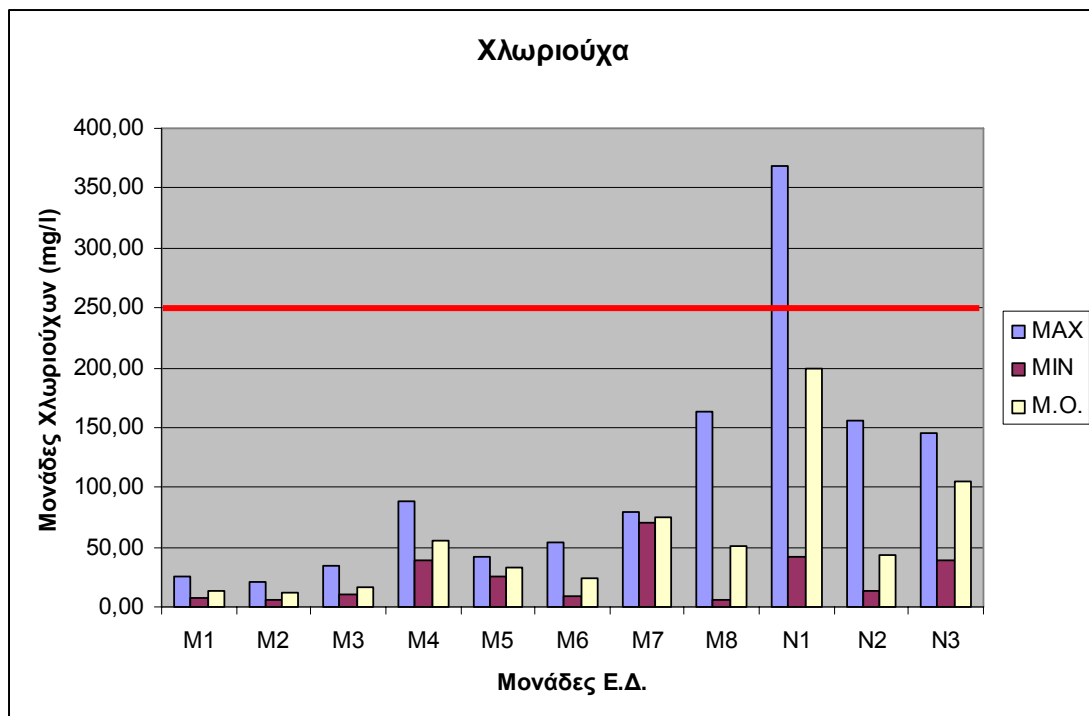
Σχ. 5.10: Διάγραμμα τιμών ηλεκτρικής αγωγιμότητας (max, min, Μ.Ο.)

## Χλωριούχα

Παρατηρείται περίπτωση μίας Μονάδας με δείγματα πέραν των ορίων, όπως φαίνεται στο συγκεντρωτικό πίνακα (Πιν. 5.10) και το αντίστοιχο διάγραμμα (Σχ. 5.11).

Πίνακας 5.10: Τιμές χλωριούχων (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΧΛΩΡΙΟΥΧΑ											
Παραμετρική τιμή: 250 mg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	24,80	21,30	34,70	88,70	42,60	53,30	79,90	163,00	369,00	156,20	146,00
MIN	7,10	6,74	10,60	39,00	24,80	8,90	70,20	5,67	42,60	14,20	39,00
M.O.	12,84	12,69	17,20	55,79	33,02	23,79	74,75	50,98	198,66	43,83	104,95



Σχ. 5.11: Διάγραμμα τιμών χλωριούχων (max, min,

στη Ν1 τα δείγματα του 2008 ξεπερνούν την ενδεικτική παραμετρική τιμή. Σύμφωνα με την Κοινοτική οδηγία, σε περίπτωση μη τήρησης των ενδει-

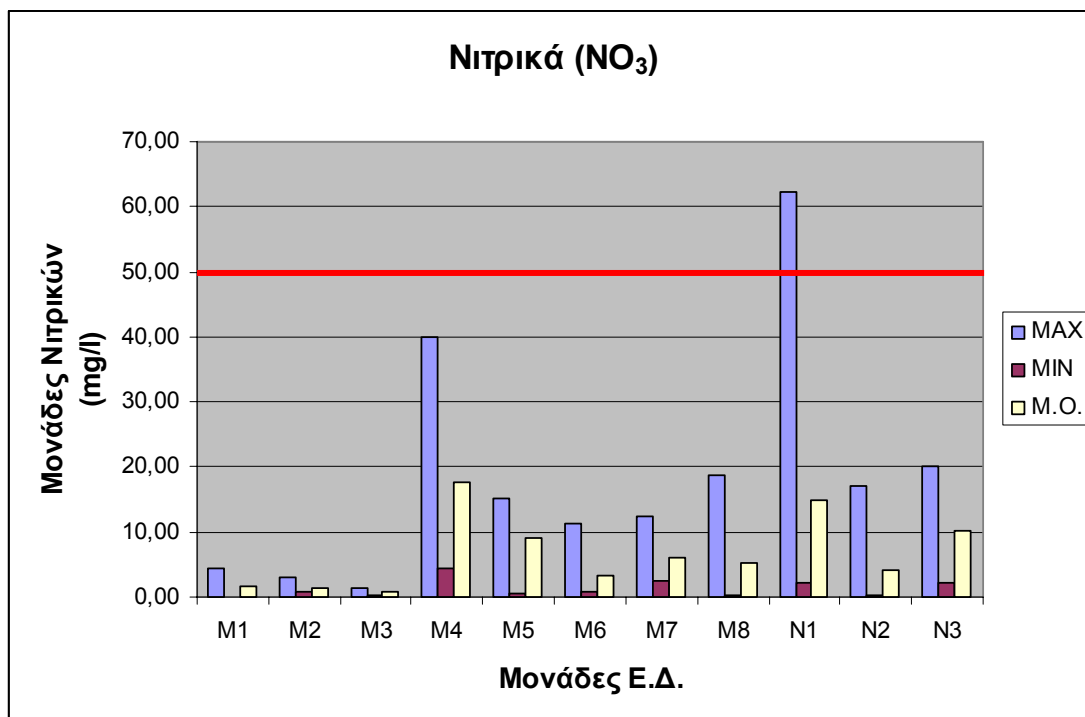
κτικών παραμετρικών τιμών, οι υπεύθυνοι φορείς εξετάζουν κατά πόσο αυτή η μη τήρηση δημιουργεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Εφόσον απαιτείται για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, αναλαμβάνουν επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού. Σημειώνεται ότι οι υψηλές τιμές χλωριόντων συνοδεύονται και από αντίστοιχες υψηλές τιμές αγωγιμότητας, γεγονός που υποδηλώνει υφαλμύρωση της πηγής νερού του στρατοπέδου.

## Νιτρικά

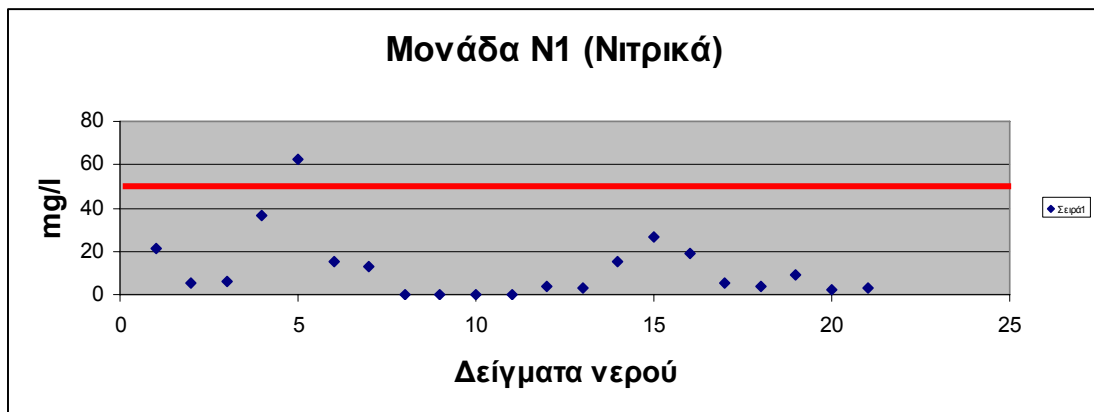
Παρατηρείται ένα δείγμα το 2007 σε σύνολο 21 δειγμάτων (ποσοστό 4,7 %), στη Μονάδα N1 (Πιν. 5.11 και Σχ. 5.12). Στο τελευταίο διάγραμμα (Σχ. 5.13) παρουσιάζεται η χρονοσειρά των τιμών στα νιτρικά στο σύνολο των δειγμάτων της N1, απ' όπου διαφαίνεται ότι το συγκεκριμένο δείγμα αποτελεί μεμονωμένη τιμή. Υπάρχει όμως για τη συγκεκριμένη θέση σημαντικό ποσοστό δειγμάτων που υπερβαίνει τη μέγιστη συνιστώμενη τιμή των νιτρικών που ανέρχεται σε 25 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Πίνακας 5.11: Τιμές νιτρικών (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΝΙΤΡΙΚΑ (NO <sub>3</sub> ) Παραμετρική τιμή: 50 mg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	4,30	3,10	1,30	39,90	15,10	11,40	12,30	18,70	62,20	17,00	20,10
MIN	0,10	0,70	0,20	4,30	0,60	0,70	2,40	0,20	2,20	0,40	2,30
M.O.	1,67	1,45	0,75	17,58	9,12	3,25	6,13	5,15	14,78	4,04	10,13



Σχ. 5.12: Διάγραμμα τιμών νιτρικών (max, min, M.O.)



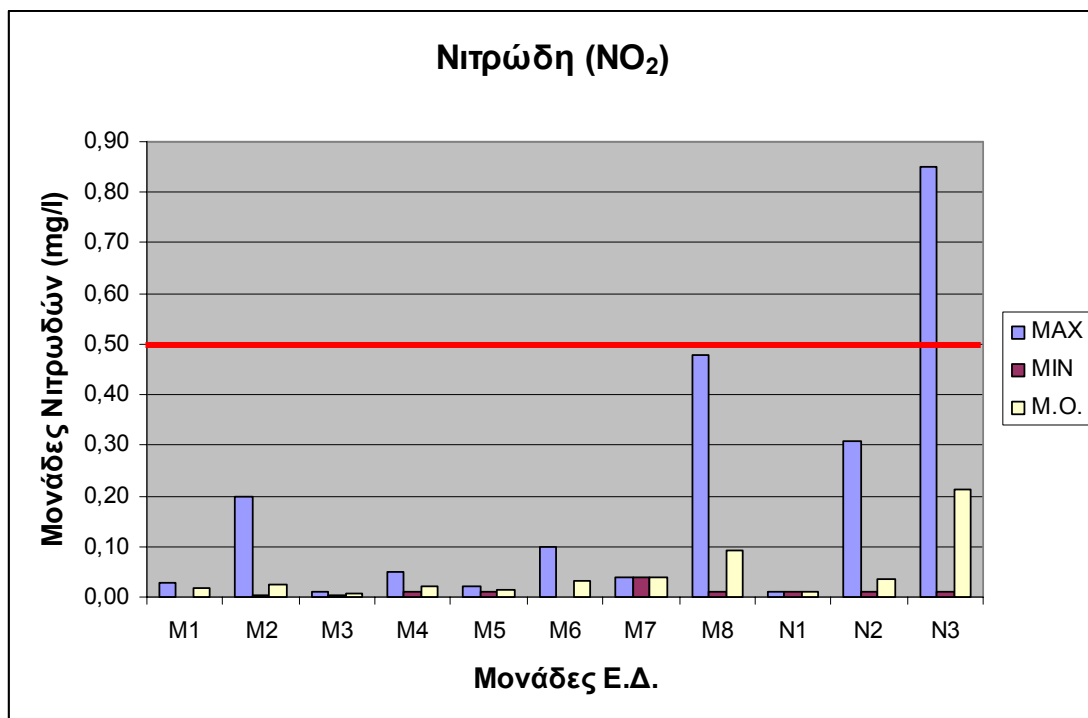
Σχ. 5.13: Τιμές Νιτρικών σε δείγματα Μονάδας N1

## Νιτρώδη

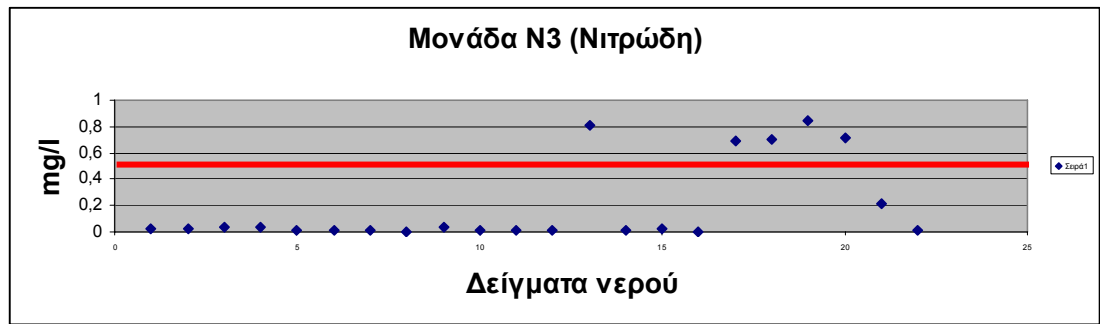
Στα Νιτρώδη παρατηρούνται υπερβάσεις στη Μονάδα N3, σε 5 δείγματα από σύνολο 22 (ποσοστό 22 %) (Πιν. 5.12 και Σχ. 5.14). Στο τελευταίο διάγραμμα (Σχ. 5.15) παρουσιάζεται η χρονοσειρά των τιμών στα νιτρώδη της N3. Στην κείμενη νομοθεσία η παραμετρική τιμή είναι 0,50 mg/l. Ωστόσο τοξικολογικές έρευνες έχουν δείξει ότι είναι σκόπιμη η διατήρηση των συγκεντρώσεων των νιτρωδών σε επίπεδα χαμηλότερα από 3 mg/l για μικρής διάρκειας έκθεση και χαμηλότερα από 0,2 mg/l για μακροχρόνια έκθεση.

Πίνακας 5.12: Τιμές νιτρωδών (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΝΙΤΡΩΔΗ (NO <sub>2</sub> )											
Παραμετρική τιμή: 0,50 mg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	0,03	0,20	0,01	0,05	0,02	0,10	0,04	0,48	0,01	0,31	0,85
MIN	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
M.O.	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	0,09	0,01	0,03	0,21



Σχ. 5.14: Διάγραμμα τιμών νιτρωδών (max, min, M.O.)



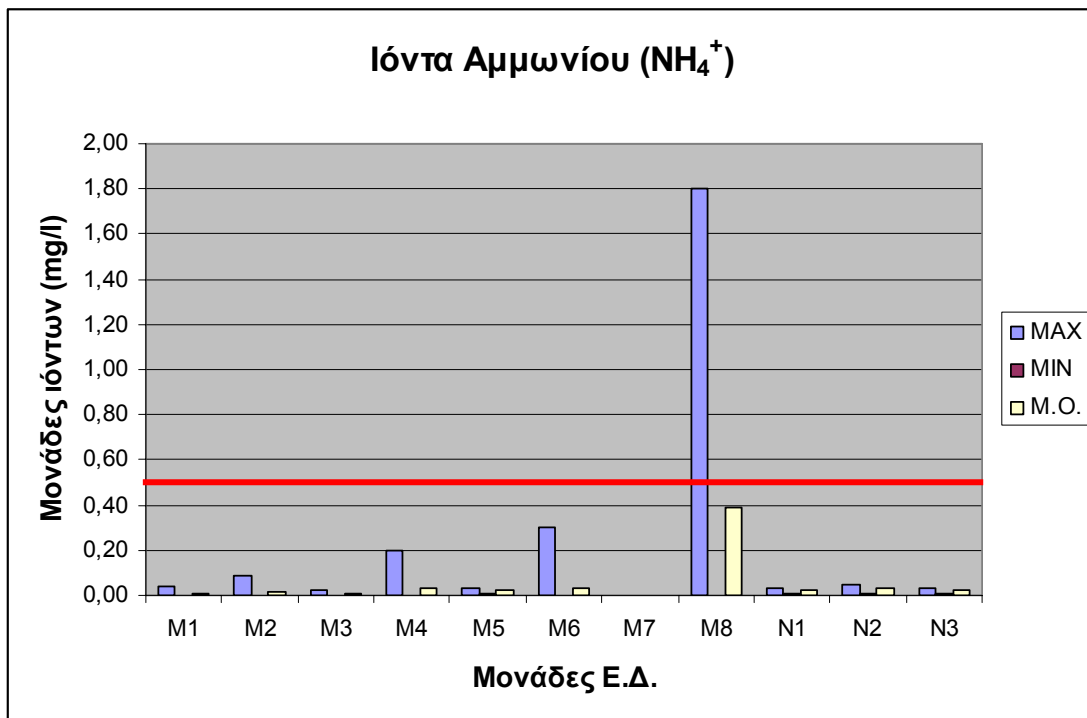
Σχ. 5.15: Τιμές Νιτρωδών σε δείγματα Μονάδας N3

## Ιόντα αμμωνίου

Στη Μονάδα M8 παρατηρούνται 5 δείγματα σε σύνολο 22 (ποσοστό 22%) (Πιν. 5.13 και Σχ. 5.16). Στα συγκεκριμένα δείγματα το νερό προέρχεται από γεωτρήσεις που ενδεχομένως τοπικά να έχουν δεχθεί φορτία λυμάτων και κτηνοτροφικών αποβλήτων. Σημειώνεται ότι σε αυτήν τη Μονάδα έχουν παρατηρηθεί και σημαντικές υπερβάσεις των ορίων που τίθενται για τις μικροβιολογικές παραμέτρους.

Πίνακας 5.13: Τιμές ιόντων αμμωνίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΙΟΝΤΑ ΑΜΜΩΝΙΟΥ (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) Παραμετρική τιμή: 0,50 mg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	0,04	0,09	0,02	0,20	0,03	0,30	0,00	1,80	0,03	0,05	0,03
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
M.O.	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,00	0,39	0,02	0,03	0,02



Σχ. 5.16: Διάγραμμα τιμών ιόντων αμμωνίου (max, min, M.O.)

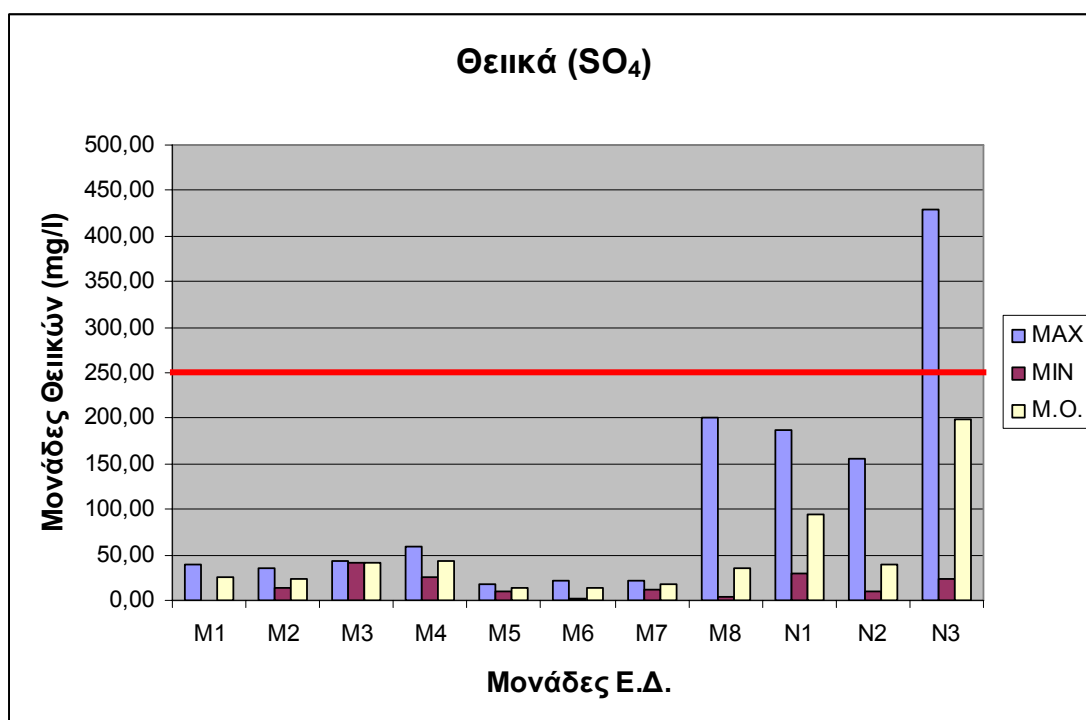


## Θειικά

Στα θειικά παρατηρείται υπέρβαση σε 6 δείγματα από συνολικά 15 (ποσοστό 40 %) στη Μονάδα Ν3 (Πιν. 5.14 και Σχ. 5.17). Δεν έχουν διαπιστωθεί δυσμενείς σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία από τα θειικά, με ελαφρές γαστρεντερικές διαταραχές να έχουν αναφερθεί για συγκεντρώσεις στο πόσιμο νερό της τάξης των 1000 mg/l.

Πίνακας 5.14: Τιμές θειικών (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΘΕΙΙΚΑ (SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> )											
Παραμετρική τιμή: 250 mg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	40,00	35,00	43,00	59,00	18,00	22,00	22,00	200,00	187,00	155,00	430,00
MIN	0,10	13,00	41,00	25,00	9,00	2,00	12,00	4,00	30,00	10,00	23,00
M.O.	25,19	24,28	42,00	43,61	14,30	13,16	17,85	36,31	93,90	38,63	198,33



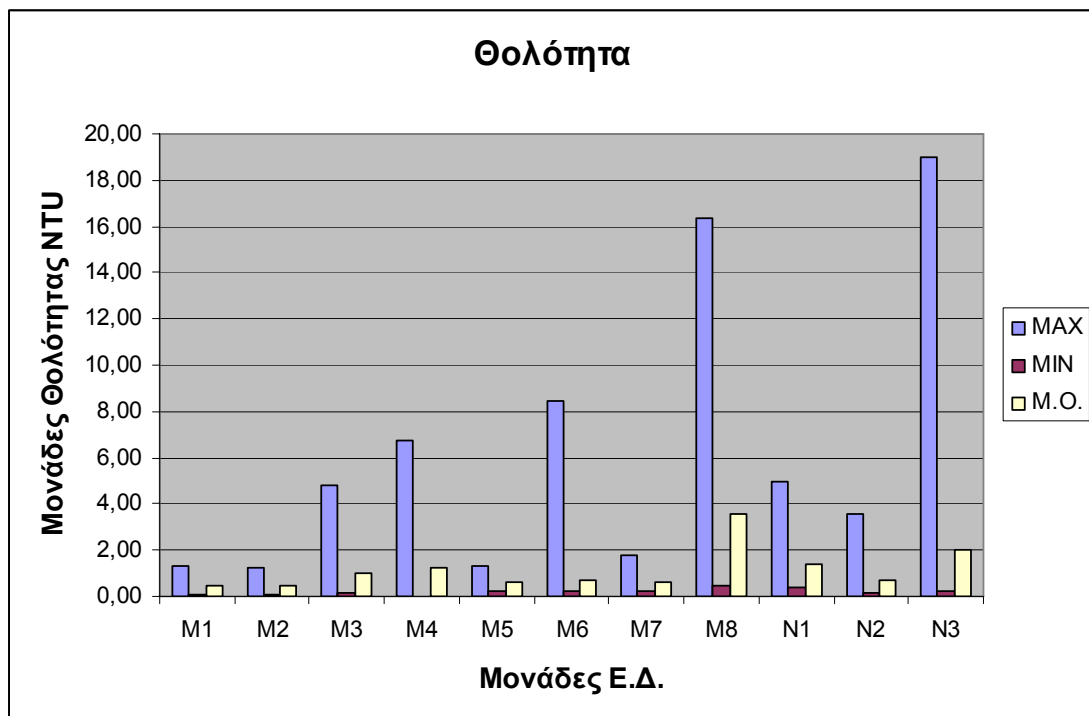
Σχ. 5.17: Διάγραμμα τιμών θειικών (max, min, Μ.Ο.)

## Θολότητα

Η θολότητα ανήκει στις ενδεικτικές παραμέτρους της Οδηγίας 98/83 και στις μετρούμενες κατά τη δοκιμαστική παρακολούθηση (Πιν. 5.15 και Σχ. 5.18). Άμεσα αποτελεί παράμετρο που σχετίζεται με «οργανοληπτικά» χαρακτηριστικά του νερού και είναι ανεπιθύμητη για αισθητικούς και ψυχολογικούς λόγους. Στο φυσικό νερό των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων στην Ελλάδα κυμαίνεται μεταξύ 5-50 NTU, χωρίς να αποκλείονται περιοδικά χαμηλότερες ή υψηλότερες τιμές. Η οδηγία επιβάλλει την τήρηση ορίων που είναι αποδεκτά από τον καταναλωτή.

Πίνακας 5.15: Τιμές θολότητας (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΘΟΛΟΤΗΤΑ Παραμετρική τιμή											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	1,35	1,23	4,80	6,74	1,32	8,43	1,80	16,36	4,93	3,60	19,00
MIN	0,10	0,10	0,13	0,03	0,23	0,22	0,20	0,48	0,37	0,12	0,23
M.O.	0,46	0,44	1,01	1,23	0,59	0,73	0,65	3,59	1,37	0,66	2,02



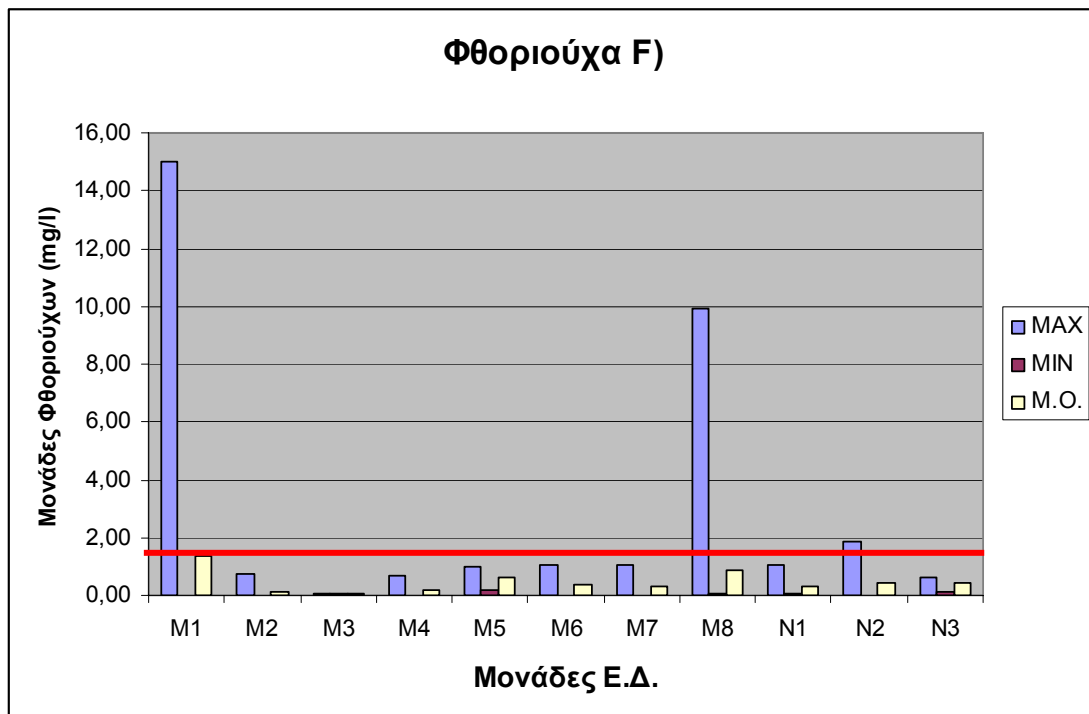
Σχ. 5.18: Διάγραμμα τιμών θολότητας (max, min, M.O.)

## Φθοριούχα

Παρατηρήθηκαν 2 Μονάδες, οι οποίες παρουσίασαν υπέρβαση από το ανώτατο όριο του 1,5 mg/l (Πιν. 5.16 και Σχ. 5.19). Στη Μ1 εμφανίστηκε ένα δείγμα σε σύνολο 12 (ποσοστό 8 %), το 2006 και στη Μονάδα Μ8, 1 δείγμα στα 17 (ποσοστό 5,8 %). Το δείγμα της Μ8 προήλθε από νέα γεώτρηση και μετρήθηκε το 2007. Η μη εμφάνιση άλλων δειγμάτων οδηγεί στην εκτίμηση ότι οι δύο περιπτώσεις ήταν μεμονωμένα περιστατικά.

Πίνακας 5.16: Τιμές φθοριούχων (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

<b>ΦΘΟΡΙΟΥΧΑ (F-)</b> Παραμετρική τιμή: 1,5 mg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	15,00	0,76	0,08	0,70	0,98	1,03	1,04	9,90	1,03	1,85	0,59
MIN	0,01	0,01	0,05	0,03	0,16	0,00	0,02	0,08	0,06	0,01	0,11
M.O.	1,38	0,13	0,06	0,16	0,62	0,37	0,34	0,88	0,29	0,44	0,40



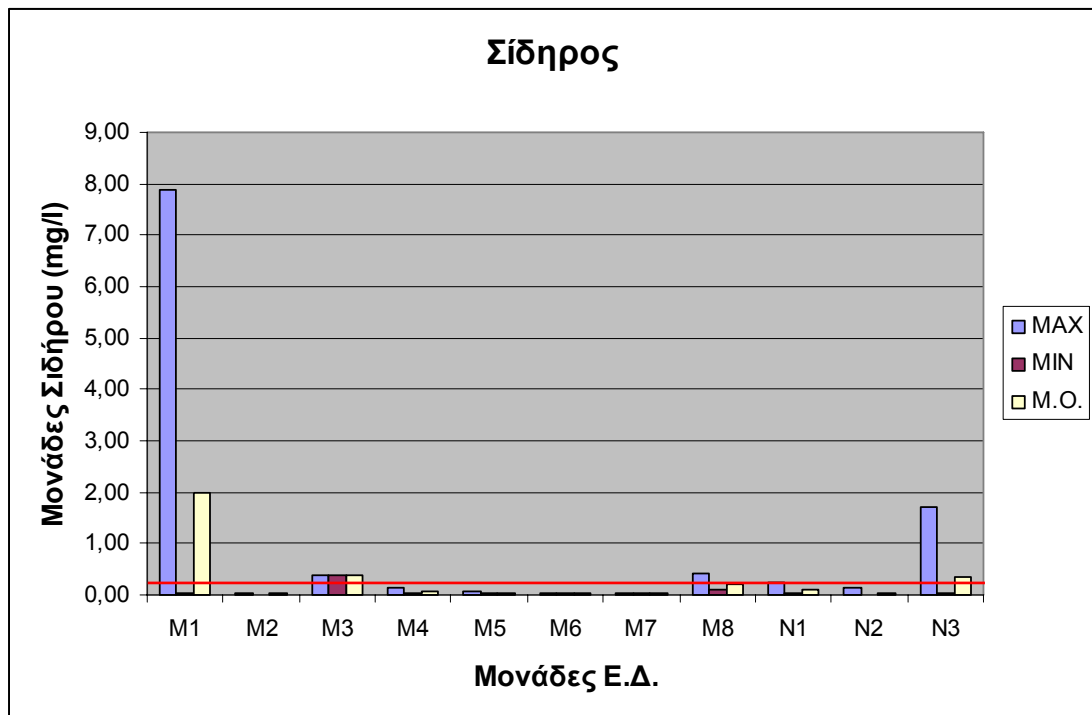
Σχ. 5.19: Διάγραμμα τιμών φθοριούχων (max, min, M.O.)

## Σίδηρος

Παρατηρήθηκαν 4 περιπτώσεις υπερβάσεων σε αντίστοιχες Μονάδες, όπως φαίνεται στον πίνακα (Πιν. 5.17) και το διάγραμμα (Σχ. 5.20).

Πίνακας 5.17: Τιμές σιδήρου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΣΙΔΗΡΟΣ											
Παραμετρική τιμή: 0,2 mg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	7,90	0,05	0,40	0,14	0,07	0,02	0,03	0,42	0,23	0,15	1,72
MIN	0,02	0,01	0,40	0,02	0,02	0,02	0,02	0,11	0,04	0,01	0,02
M.O.	2,00	0,02	0,40	0,07	0,03	0,02	0,02	0,22	0,09	0,04	0,37



Σχ. 5.20: Διάγραμμα τιμών σιδήρου (max, min, M.O.)

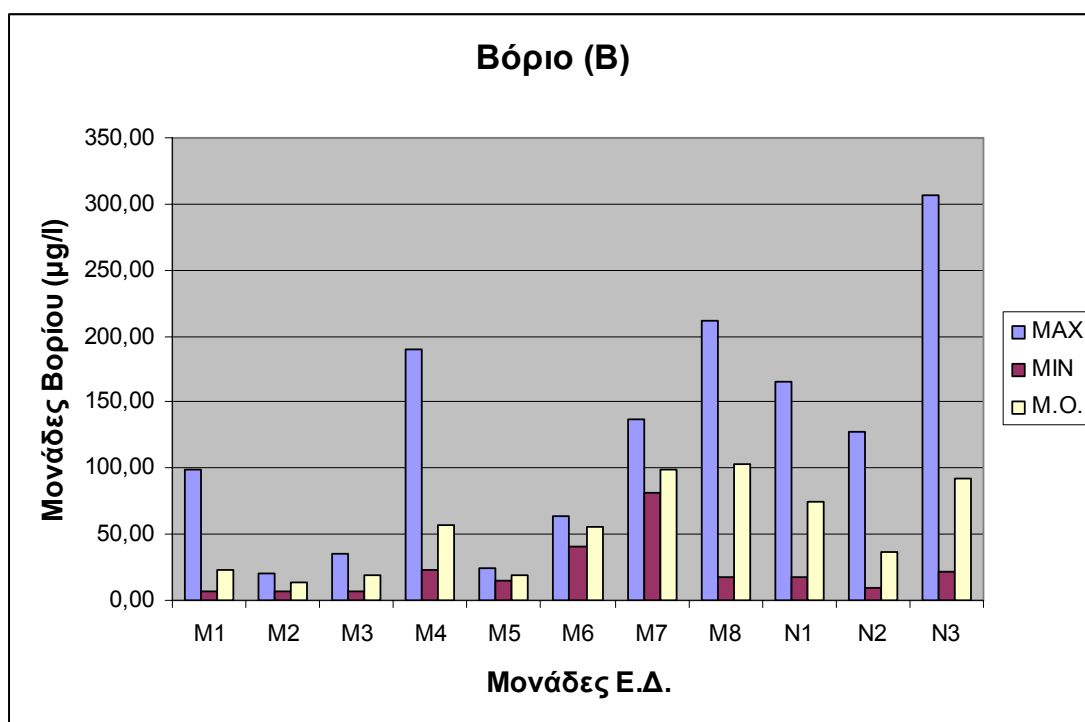
Στη M1 έχουμε 1 δείγμα στα 8 (ποσοστό 12,5 %). Η M3 εμφάνισε υπέρβαση σε 1 στα 5 δείγματα (ποσοστό 20 %). Στη M8 παρουσιάστηκαν 3 στα 10 δείγματα με υπέρβαση (ποσοστό 30 %) και στη N3 έχουμε 6 στα 15 δείγματα με υπέρβαση (ποσοστό 40 %). Ο σίδηρος περιλαμβάνεται στις ενδεικτικές παραμέτρους της κοινοτικής οδηγίας και η παραμετρική τιμή καθορίζεται για λόγους παρακολούθησης.

## Βόριο

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.18 και Σχ. 5.21).

Πίνακας 5.18: Τιμές βορίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΒΟΡΙΟ (B) Παραμετρική τιμή: 1000 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	99,00	19,70	35,20	190,00	24,00	63,20	137,00	212,00	166,00	128,00	306,00
MIN	6,40	6,40	7,20	23,10	15,10	40,70	80,80	17,70	17,70	9,50	21,40
M.O.	23,15	13,31	18,90	57,40	18,70	55,71	99,48	102,54	74,19	36,87	92,51



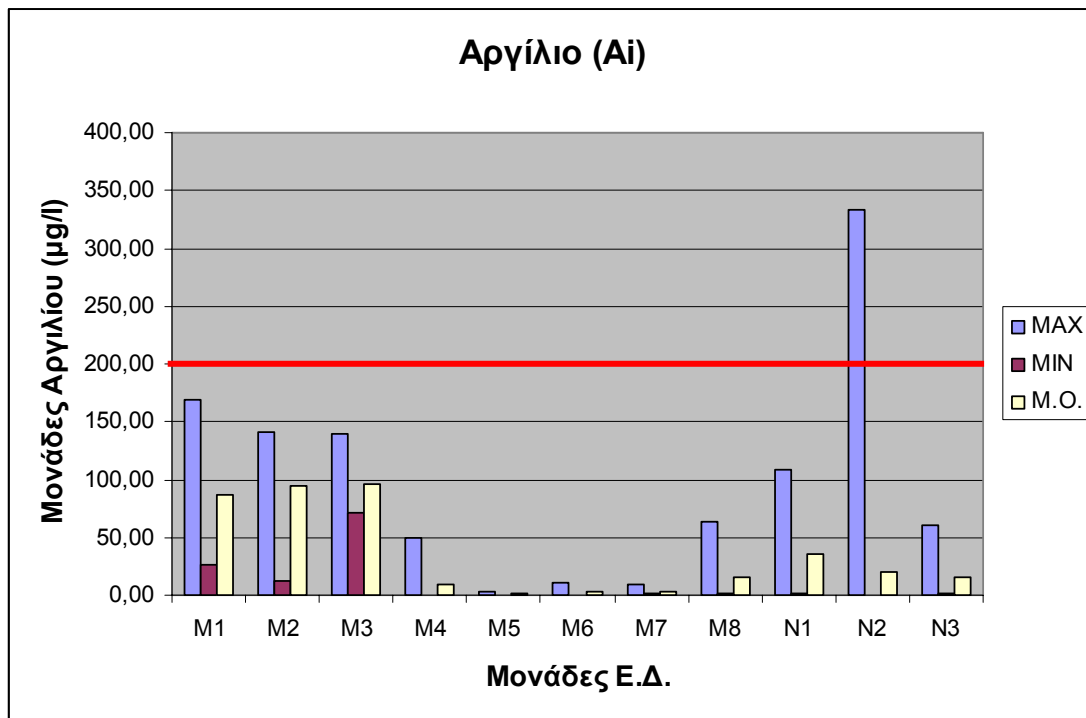
Σχ. 5.21: Διάγραμμα τιμών βορίου (max, min, Μ.Ο.)

## Αργίλιο

Παρατηρήθηκε 1 δείγμα στα 36 (ποσοστό 2,7 %), στη Μονάδα N2 (Πιν. 5.19 και Σχ. 5.22). Εκτιμάται ότι αποτελεί μεμονωμένο περιστατικό.

Πίνακας 5.19: Τιμές αργιλίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΑΡΓΙΛΙΟ (ΑΙ) Παραμετρική τιμή: 200 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	169,00	141,00	140,00	49,70	3,14	10,10	10,00	63,00	109,00	334,00	60,20
MIN	25,60	12,60	72,00	0,22	0,11	0,19	0,85	1,56	0,85	0,11	2,30
M.O.	86,86	94,21	95,62	9,00	1,59	2,80	3,26	15,40	35,44	20,06	15,93



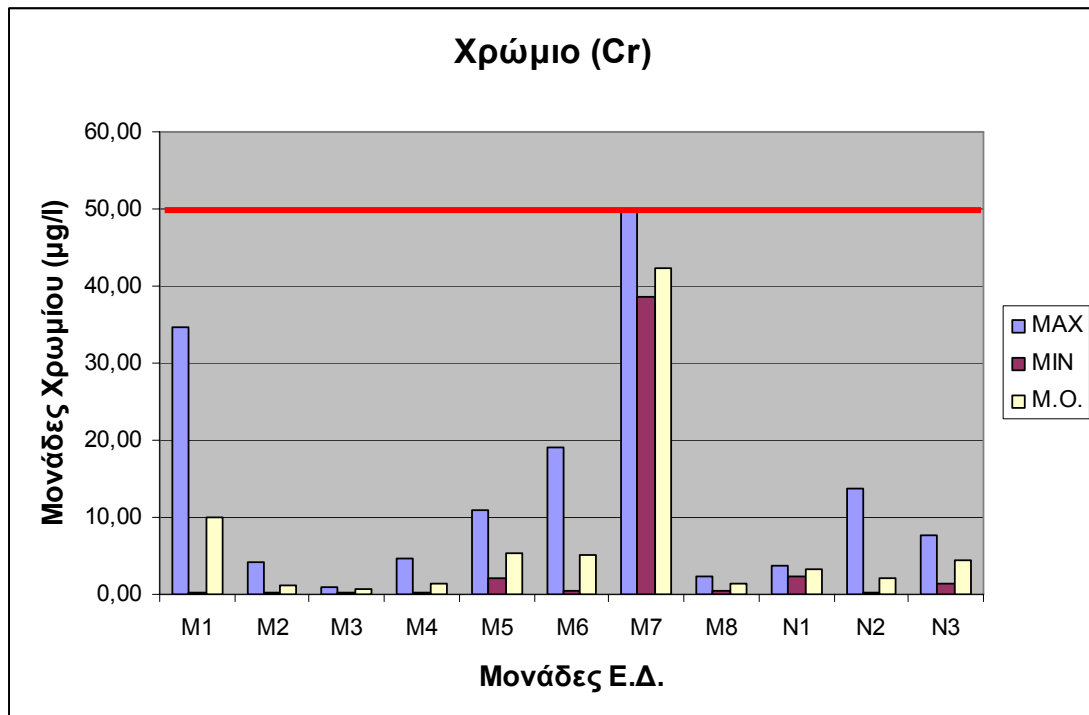
Σχ. 5.22: Διάγραμμα τιμών αργιλίου (max, min, M.O.)

## Χρώμιο

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.20 και Σχ. 5.23).

Πίνακας 5.20: Τιμές χρωμίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΧΡΩΜΙΟ (Cr) Παραμετρική τιμή: 50 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	34,70	4,22	0,88	4,68	10,90	19,10	49,90	2,32	3,83	13,70	7,70
MIN	0,30	0,13	0,20	0,33	2,09	0,36	38,70	0,58	2,29	0,31	1,47
M.O.	9,96	1,20	0,65	1,37	5,43	5,11	42,31	1,31	3,24	2,12	4,40



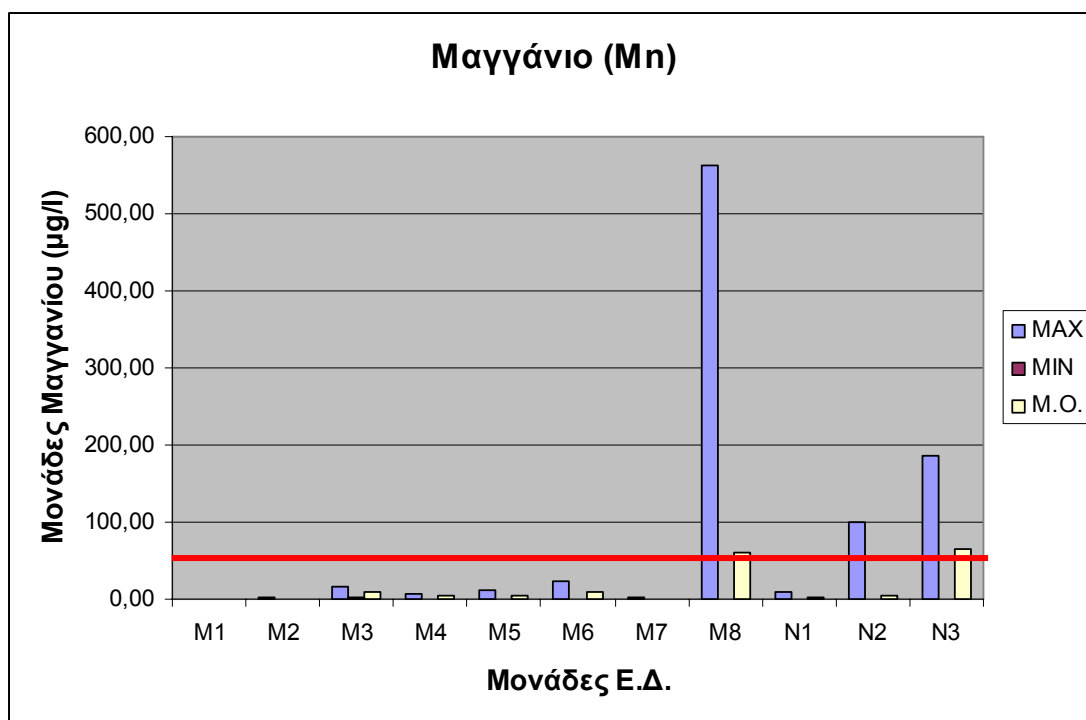
Σχ. 5.23: Διάγραμμα τιμών χρωμίου (max, min, M.O.)

## Μαγγάνιο

Υπερβάσεις παρατηρούνται στις Μονάδες M8, N2 και N3 (Πιν. 5.21 και Σχ. 5.24). Στη M8 υπερβαίνουν την παραμετρική τιμή 4 στα 15 δείγματα (ποσοστό 26 %), στη N2 1 δείγμα στα 36 (μεμονωμένο περιστατικό) και στη N3 5 δείγματα στα 15 (ποσοστό 33 %). Οι υψηλότερες τιμές των δειγμάτων στη M8 εμφανίστηκαν σε νερό από γεώτρηση.

Πίνακας 5.21: Τιμές μαγγανίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

<b>ΜΑΓΓΑΝΙΟ</b>											
Παραμετρική τιμή: 50 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	1,04	3,10	16,90	6,90	11,80	22,50	3,13	562,00	8,40	100,00	186,00
MIN	0,29	0,11	2,63	1,09	0,30	0,18	0,16	0,29	0,30	0,11	0,16
M.O.	0,65	0,85	9,77	3,91	5,42	9,35	0,97	61,28	2,83	4,96	66,19



Σχ. 5.24: Διάγραμμα τιμών μαγγανίου (max, min, M.O.)

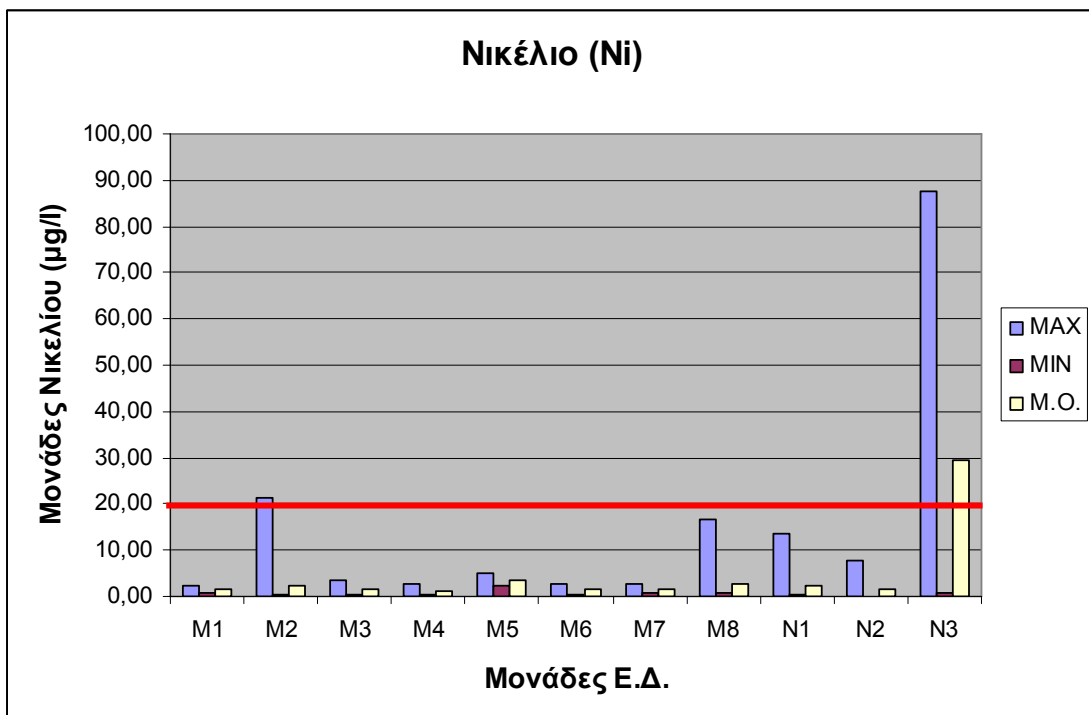


## Νικέλιο

Για το Νικέλιο παρατηρούνται υπερβάσεις στη Μ2 και τη Ν3 (Πιν. 5.22 και Σχ. 5.25). Στη Μ2 εμφανίστηκε ελαφρά υπέρβαση σε 1 από 27 δείγματα (ποσοστό 3,7 %) που μπορεί να θεωρηθεί μεμονωμένη περίπτωση. Στη Ν3 οι υπερβάσεις φθάνουν τις 6 στα 15 δείγματα (ποσοστό 41 %). Στις περιπτώσεις των υπερβάσεων στη Ν3 ενδέχεται οι υψηλές συγκεντρώσεις να οφείλονται στο δίκτυο διανομής, οπότε απαιτείται προσεκτική διαχείριση του δικτύου και ενδεχομένως έλεγχος της παλαιότητας του. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση της Ν3 συστηματικές υπερβάσεις στα όρια που τίθενται στην Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία παρατηρήθηκαν και για το μαγγάνιο, γεγονός που απαιτεί την περαιτέρω διερεύνηση της καταλληλότητας της πηγής για παραγωγή πόσιμου νερού.

Πίνακας 5.22: Τιμές νικελίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΝΙΚΕΛΙΟ (Ni) Παραμετρική τιμή: 20 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	2,15	21,50	3,63	2,77	5,10	2,66	2,69	16,60	13,70	7,80	87,70
MIN	0,59	0,25	0,22	0,52	2,46	0,55	0,79	0,73	0,54	0,12	0,59
M.O.	1,39	2,32	1,52	1,03	3,53	1,50	1,45	2,88	2,29	1,47	29,53



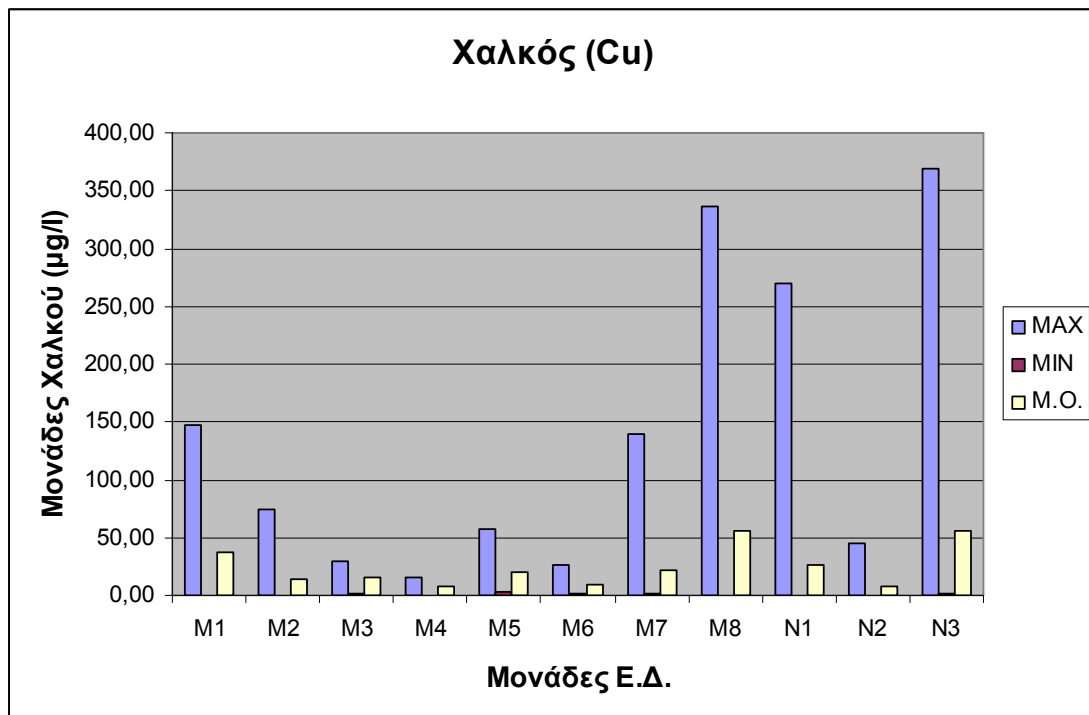
Σχ. 5.25: Διάγραμμα τιμών νικελίου (max, min, M.O.)

## Χαλκός

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.23 και Σχ. 5.26).

Πίνακας 5.23: Τιμές χαλκού (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΧΑΛΚΟΣ (Cu) Παραμετρική τιμή: 2000 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	148,00	74,20	28,90	14,80	58,00	26,80	139,00	337,00	269,00	44,20	369,00
MIN	0,49	0,32	2,18	0,74	2,61	0,95	1,03	0,57	0,49	0,62	1,06
M.O.	36,62	14,27	15,37	7,56	20,57	8,60	22,08	55,32	26,73	8,30	55,19



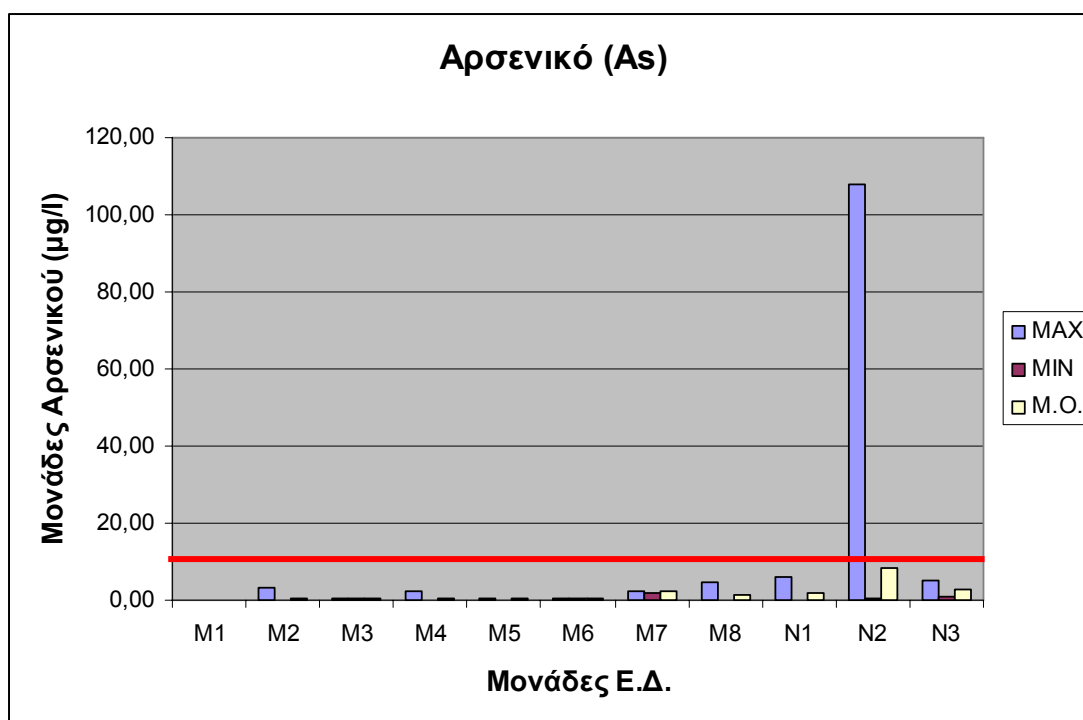
Σχ. 5.26: Διάγραμμα τιμών χαλκού (max, min, M.O.)

## Αρσενικό

Στη Ν2 έχουμε 6 υπερβάσεις στα 36 δείγματα (ποσοστό 16 %) (Πιν. 5.24 και Σχ. 5.27). Οι συγκεντρώσεις των δειγμάτων οφείλονται πιθανόν λόγω υπόγειων νερών (νερά από γεώτρηση) ή από παλιά χρήση λιπασμάτων με αρσενικό. Περίπτωση απόβλητων από βιομηχανίες αποκλείονται λόγω της γεωγραφικής θέσης της Ν2. Το νερό σ' αυτήν την περίπτωση κρίνεται ως ακατάλληλο, δεδομένου ότι το Αρσενικό είναι ένα από τα τοξικότερα στοιχεία και έχει χαρακτηριστεί ως καρκινογόνο.

Πίνακας 5.24: Τιμές αρσενικού (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

<b>ΑΡΣΕΝΙΚΟ (As)</b>											
Παραμετρική τιμή: 10 µG/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	0,14	3,06	0,58	2,13	0,44	0,35	2,47	4,45	6,20	108,00	5,11
MIN	0,11	0,13	0,57	0,19	0,22	0,24	2,09	0,22	0,11	0,38	0,87
M.O.	0,13	0,36	0,58	0,44	0,30	0,27	2,22	1,49	1,76	8,29	2,66



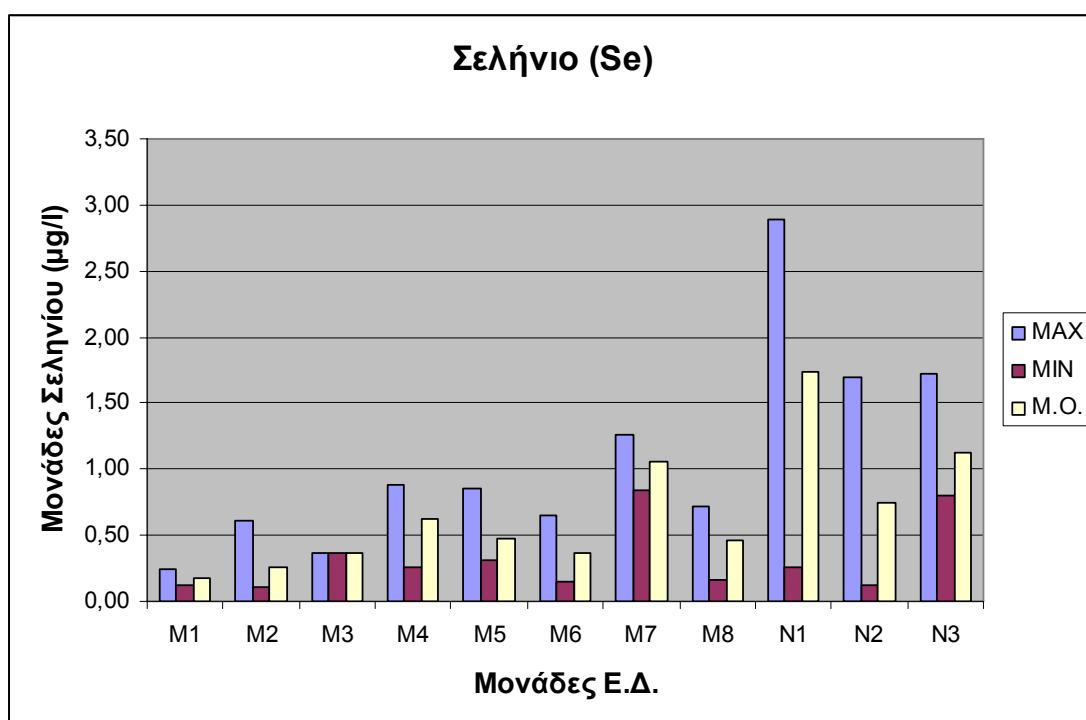
Σχ. 5.27: Διάγραμμα τιμών αρσενικού (max, min, M.O.)

## Σελήνιο

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.25 και Σχ. 5.28).

Πίνακας 5.25: Τιμές σεληνίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΣΕΛΗΝΙΟ (Se) Παραμετρική τιμή: 10 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	0,24	0,61	0,37	0,88	0,86	0,65	1,26	0,72	2,89	1,69	1,72
MIN	0,12	0,11	0,37	0,26	0,31	0,15	0,84	0,16	0,26	0,12	0,80
M.O.	0,18	0,26	0,37	0,62	0,47	0,37	1,06	0,46	1,74	0,75	1,12



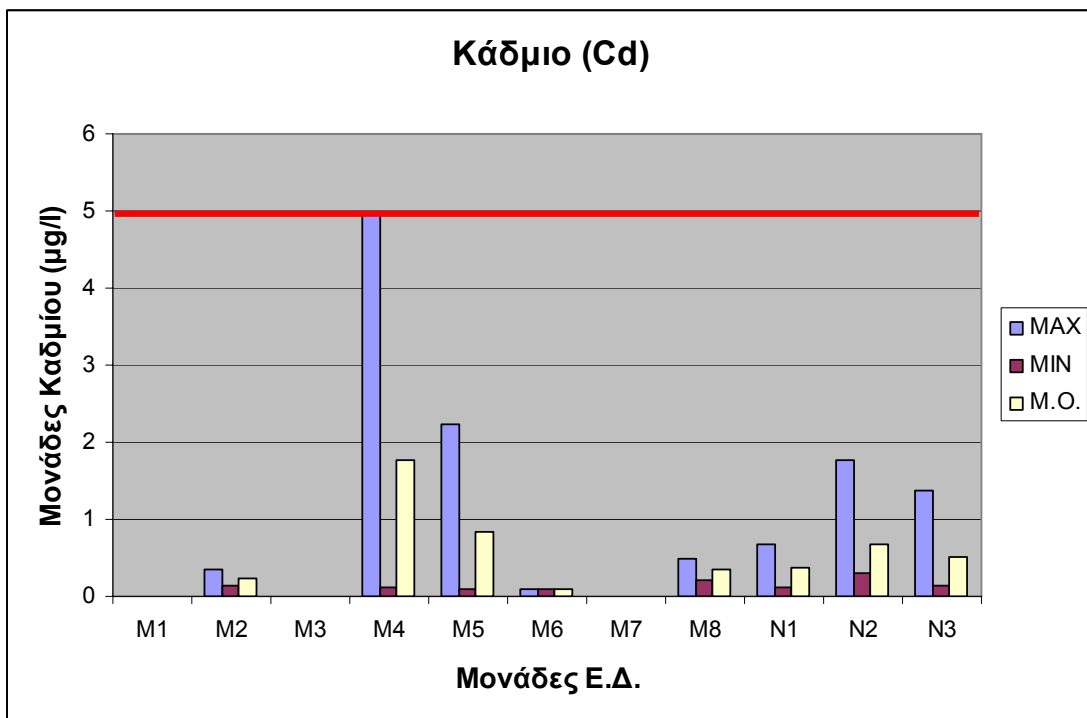
Σχ. 5.28: Διάγραμμα τιμών σεληνίου (max, min, M.O.)

## Κάδμιο

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.26 και Σχ. 5.29).

Πίνακας 5.26: Τιμές καδμίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΚΑΔΜΙΟ (Cd) Παραμετρική τιμή: 5 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	0	0,34	0,00	4,96	2,23	0,10	0,00	0,48	0,67	1,76	1,37
MIN	0	0,13	0,00	0,12	0,10	0,10	0,00	0,21	0,11	0,30	0,15
M.O.	0	0,24	0,00	1,77	0,84	0,10	0	0,35	0,36	0,68	0,51



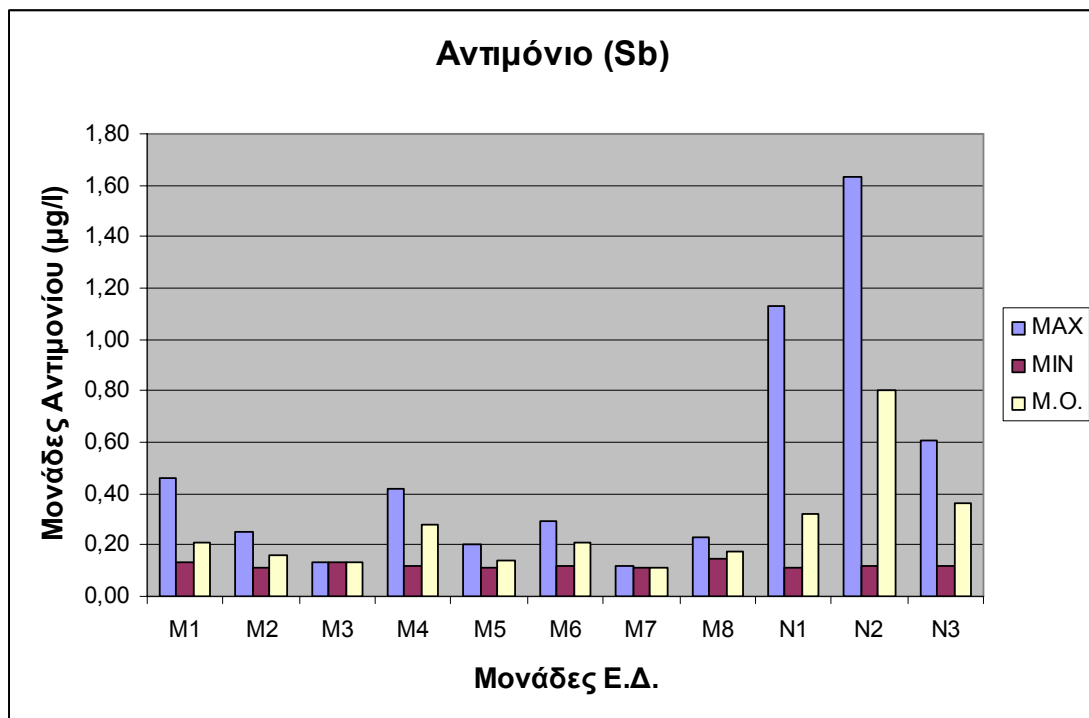
Σχ. 5.29: Διάγραμμα τιμών καδμίου (max, min, M.O.)

## Αντιμόνιο

Όλα τα δείγματα είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία (Πιν. 5.27 και Σχ. 5.30).

Πίνακας 5.27: Τιμές αντιμονίου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

ΑΝΤΙΜΟΝΙΟ (Sb) Παραμετρική τιμή: 5 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	0,46	0,25	0,13	0,42	0,20	0,29	0,12	0,23	1,13	1,63	0,61
MIN	0,13	0,11	0,13	0,12	0,11	0,12	0,11	0,15	0,11	0,12	0,12
M.O.	0,21	0,16	0,13	0,28	0,14	0,21	0,12	0,18	0,32	0,80	0,36



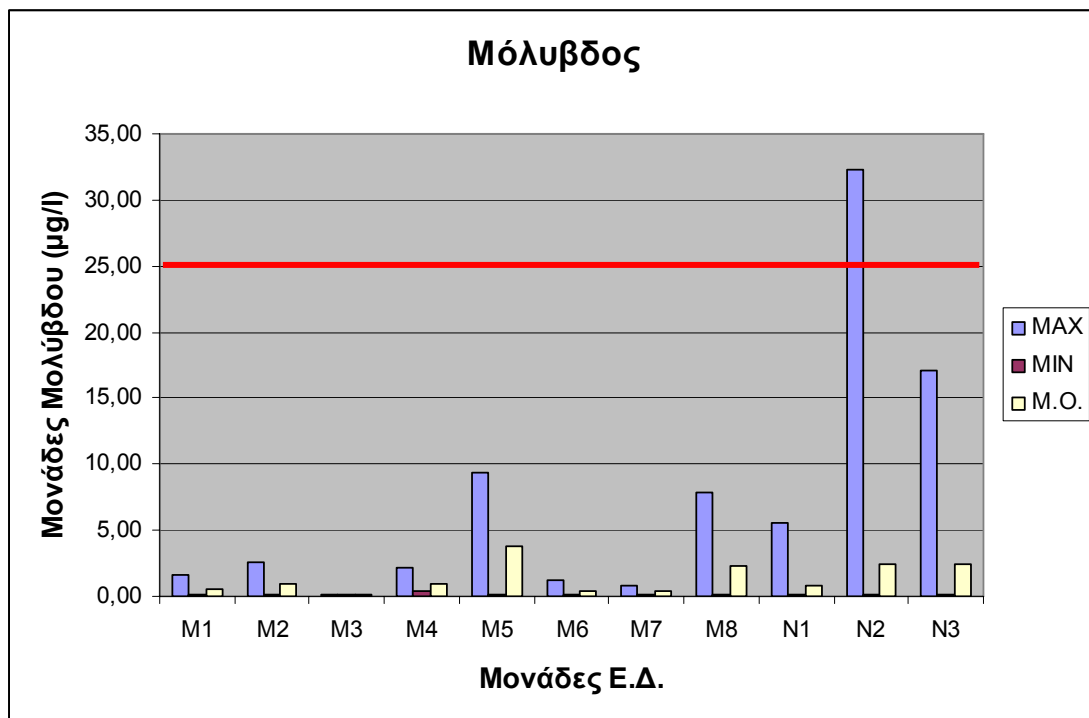
Σχ. 5.30: Διάγραμμα τιμών αντιμονίου (max, min, Μ.Ο.)

## Μόλυβδος

Για το Μόλυβδο παρατηρήθηκε 1 δείγμα υπέρβασης στα 36 συνολικά δείγματα (ποσοστό 2,7 %) (Πιν. 5.28 και Σχ. 5.31). Το δείγμα προέρχεται από τη Ν2 το έτος 2007 και έχει ληφθεί από υδροφόρο. Ενδεχομένως να οφείλεται σε χρήση μολυβδοσωλήνων ή συγκολλητικών ουσιών.

Πίνακας 5.28: Τιμές μολύβδου (μέγιστες, ελάχιστες και Μ.Ο.)

<b>ΜΟΛΥΒΔΟΣ (Pb)</b> Παραμετρική τιμή: 25 µg/l											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	N1	N2	N3
MAX	1,62	2,59	0,16	2,11	9,30	1,18	0,81	7,90	5,50	32,30	17,10
MIN	0,15	0,13	0,16	0,36	0,16	0,10	0,13	0,14	0,13	0,10	0,16
M.O.	0,53	0,89	0,16	0,95	3,74	0,42	0,47	2,27	0,80	2,39	2,40



Σχ. 5.31: Διάγραμμα τιμών μολύβδου (max, min, M.O.)

## Κεφάλαιο 6

### Συμπεράσματα – Επίλογος

---

*«Those who cannot remember the past are condemned to repeat it»  
(George Santayana, 1863 – 1952)*

#### 6.1 Συμπεράσματα

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα διπλωματική εργασία δίνονται συνοπτικά κατωτέρω:

- Το πρόγραμμα παρακολούθησης του νερού που εφαρμόζεται σε στρατιωτικές εγκαταστάσεις ακολουθεί τις γενικές επιταγές της ελληνικής και ευρωπαϊκής νομοθεσίας για το πόσιμο νερό όπως αυτές περιγράφονται στην ΚΥΑ Υ2 2600/2001 και στην Οδηγία 98/83 της ΕΕ. Η συχνότητα των δειγματοληψιών που προτείνεται να εκτελούνται είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη με βάση την κοινοτική νομοθεσία. Κάποιες συμπληρώσεις απαιτούνται στο πλήθος των φυσικοχημικών παραμέτρων, που ορίζονται στα πλαίσια εφαρμογής ελεγκτικής παρακολούθησης, όπου εκτός των 25 παραμέτρων που παρακολουθούνται απαιτούνται επίσης οι ακόλουθες παράμετροι: ακρυλαμίδιο, βενζόλιο, βενζο-α-πυρένιο, βρωμικά άλατα, κυανιούχα άλατα, 1,2-διχλωροαιθάνιο, επιχλωρυδρίνη, υδράργυρος, παρασιτοκτόνα, σύνολο παρασιτοκτόνων, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, τετραχλωροαιθάνιο και τριχλωροαιθάνιο, ολικά τριαλογονομεθάνια, βινυλοχλωρίδιο, νάτριο, ολικός οργανικός άνθρακας (TOC). Η συμπλήρωση των παραμέτρων παρακολούθησης μπορεί να γίνει είτε μέσω στοιχείων από ΟΤΑ είτε μέσω παρακολούθησης από το ΚΒΙΕΣ.



- Με βάση τα στοιχεία που συλλέγονται από το ΚΒΙΕΣ παρατηρείται πλήρης ικανοποίηση των απαιτούμενων ποιοτικών χαρακτηριστικών του πόσιμου νερού σε στρατιωτικές Μονάδες που υδρεύονται από μεγάλους ΟΤΑ ενώ σε περιπτώσεις στρατιωτικών εγκαταστάσεων εκτός αστικών κέντρων συχνά παρατηρούνται υπερβάσεις κυρίως σε μικροβιολογικές παραμέτρους.

- Συνολικά συγκεντρώθηκαν στοιχεία από 12 περιοχές της Ελλάδας, για το διάστημα 2006 – 2008, εκ των οποίων οι τρεις είναι σε νησιά και οι υπόλοιπες στην ηπειρωτική χώρα. Στο σύνολο των δειγμάτων περιστασιακή ή συστηματική υπέρβαση των ορίων παρατηρήθηκε στις ακόλουθες μικροβιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους:

- › Ολικά κολοβακτηριοειδή: Σε επτά περιοχές μελέτης παρατηρήθηκαν κάποιες υπερβάσεις.

- › E. coli: Σε έξι περιοχές μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με E. Coli.

- › Enterococci: Σε έξι περιοχές μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με Enterococci.

- › Χλωριούχα: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με χλωριούχα.

- › Νιτρικά: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με νιτρικά.

- › Νιτρώδη: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με νιτρώδη.

- › Ιόντα αμμωνίου: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με ιόντα αμμωνίου.

- › Θειικά: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με θειικά.

- Φθοριούχα: Σε δύο περιοχές μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με φθοριούχα.
- Σίδηρος: Σε τέσσερις περιοχές μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με σίδηρο.
- Αργίλιο: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκε 1 δείγμα με αργίλιο.
- Μαγγάνιο: Σε τρεις περιοχές μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με μαγγάνιο.
- Νικέλιο: Σε δύο περιοχές μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με Νικέλιο.
- Αρσενικό: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκαν δείγματα με Αρσενικό.
- Μόλυβδος: Σε μία περιοχή μελέτης εμφανίστηκε 1 δείγμα με Μόλυβδο.

## 6.2 Προστασία του νερού – αγάπη για τη φύση και τον άνθρωπο

### 6.2.1 Γενικά

Το ταξίδι στον κόσμο του νερού συναρπάζει αλλά ταυτόχρονα προβληματίζει. Η ζωή κάθε γνωστού οργανισμού είναι συνδεδεμένη με το νερό. Η ανάγκη του ανθρώπου για παροχή καθαρού νερού πέρασε από διάφορα στάδια (σχ.6.6), όπως έχουμε αναφέρει σε συντομία. Ο άνθρωπος στο λυκαυγές του τεχνολογικού πολιτισμού του, προσπάθησε να σηκώσει το βάρος της αντιμετώπισης των αναγκών του για νερό με αρκετή επιτυχία. Σύντομα όμως έγινε άπληστος και κατέληξε στην αλόγιστη χρήση αυτού του σπάνιου αγαθού.



*Σχ. 6.6: Μεταφορέας νερού στην Ινδία, 1882. Σε πολλά μέρη όπου το τρεχούμενο νερό δεν ήταν διαθέσιμο, άνθρωποι εκτελούσαν εργασίες μεταφοράς καθαρού νερού.*

### 6.2.2 Νερό και περιβάλλον

Έτσι φτάσαμε στην εποχή μας, εποχή μεγάλων προκλήσεων και ευθυνών απέναντι στο περιβάλλον που ζούμε. Η απειλή των κλιματικών αλλαγών, το λιώσιμο των πάγων, οι ενεργειακές ανάγκες συνιστούν το σύνθετο και δυσεπίλυτο πρόβλημα στο οποίο καλούμαστε όλοι ουσιαστικά να συμβάλλουμε.

Η προστασία και διατήρηση της ποιότητας του νερού, φυσικού πόρου ζωτικής σημασίας, μέσα στα πλαίσια της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης, σηματοδοτεί το πρώτο βήμα για τη σωτηρία του περιβάλλοντος. Επανακαθορίζοντας αξίες της ζωής που έχουν παραμεριστεί από τα θέλητρα της καταναλωτικής μέθης, ο άνθρωπος πρέπει να σταθεί υπεύθυνα απέναντι στον

εαυτό του και το περιβάλλον, θέτοντας τα όρια της πραγματικής αγάπης για τη ζωή και τον πλανήτη που μας φιλοξενεί.

### 6.2.3 Αντί επιλόγου

Αυτά τα όρια της πραγματικής αγάπης δεν είναι άγνωστα. Ας τα ξαναθυμηθούμε...

«...Πώς μπορείτε να αγοράζετε ή να πουλάτε τον ουρανό – τη ζέστα της γης; Για μας μοιάζει παράξενο. Η δροσιά του αγέρα ή το άφρισμα του νερού ωστόσο δε μας ανήκουν. Πώς μπορείτε να τα αγοράσετε από μας;...Ο Θεός μας είναι ο ίδιος Θεός. Αυτή η γη Του είναι ακριβή. Όποιος τη βλάπτει καταφρονάει το Δημιουργό της...

...Όταν μαγαρίζεις συνέχεια το στρώμα σου, κάποια νύχτα θα πλαντάξεις από τις μαγαρισιές σου. Όταν όλα τα βουβάλια σφαχτούν, όταν όλα τα άγρια αλόγατα μερέψουν, όταν την ιερή γωνιά του δάσους τη γιομίσει το ανθρώπινο χνότο και το θέαμα των φουντωμένων λόφων το κηλιδώσουν τα σύρματα του τηλέγραφου με το βουητό τους, τότες πού να βρεις το ρουμάνι; Πού να βρεις τον αϊτό; Και τι σημαίνει να πεις έχε γεια στο φαρί σου και στο κυνήγι; Σημαίνει το τέλος της ζωής και την αρχή του θανάτου...

...Μα τι μένει από τη ζωή, όταν ένας άνθρωπος δεν μπορεί να αφουγκραστεί τη γλυκιά φωνή που βγάνει το νυχτοπούλι ή τα συνακούσματα των βατράχων ολόγυρα σ' ένα βάλτο μέσα στη νυχτιά. Ο ερυθρόδερμος προτιμάει το απαλόαερο αεράκι λαγαρισμένο από την καταμεσήμερη βροχή ή μοσχοβολημένο με το πεύκο. Του ερυθρόδερμου του είναι ακριβός ο αγέρας, γιατί όλα, τα πάντα μοιράζονται την ίδια πνοή – τα ζώα, τα δέντρα, οι άνθρωποι...

...Όταν ο στερνός ερυθρόδερμος λείπει από τη γη και από τη μνήμη δεν απομείνει παρά ο ίσκιος από ένα σύννεφο που ταξιδεύει στον κάμπο, οι ακρογιαλιές αυτές και τα δάση θα φυλάγουν ακόμη τα πνεύματα του λαού μου – τι αυτή τη γη την αγαπούν, όπως το βρέφος αγαπάει το χτύπο της μητρικής καρδιάς...»

*(Σιάτλ, αρχηγός ινδιάνικης φυλής, 1885, στον πρόεδρο των ΗΠΑ Φραγκλίνο Πηρς, ο οποίος ζήτησε από τους Ινδιάνους να πουλήσουν τη γη τους στην αμερικανική κυβέρνηση.)*

*(Μτφρ. Ζήσιμος Λορεντζάτος)*

*(Το Βήμα, 16/1/1977)*

# Βιβλιογραφία

---

## Ελληνική και Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Μ. Παπαπετροπούλου και Α. Μαυρίδου (1995): Μικροβιολογία του Υδάτινου Περιβάλλοντος
- Α. Ανδρεαδάκη (Σημειώσεις ΕΜΠ): Παράμετροι Ποιότητας – Θεσμικό Πλαίσιο (πόσιμο νερό).
- Α. Ανδρεαδάκη (Σημειώσεις ΕΜΠ): Επεξεργασία νερού – Βασικές αρχές και διεργασίες
- Μ. Α. Μιμίκου και Φ. Σ. Φωτόπουλος (2004): Υδατικό Περιβάλλον και Ανάπτυξη (ΕΜΠ, Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος)
- Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (5/12/98): Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της 3<sup>ης</sup> Νοεμβρίου 1998, σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
- ΦΕΚ – 892 Β’/11-7-01: Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Υ2/2600/2001: Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) (Geneva 2004): Guidelines for Drinking-water Quality THIRD EDITION<sup>10</sup>

## Διαδικτυακοί τόποι:

- Περιβαλλοντική Πολιτική του Υπουργείου Εθνικής Άμυνας: <http://www.mod.mil.gr/images/perivalon/p-p.pdf>
- UNEP-DEWA (<http://www.unep.org>):
  - › Groundwater and its Susceptibility to Degradation (A global assessment of the problem and options for management)
  - › Water policy and strategy of UNEP
- U.S. Geological Survey (<http://water.usgs.gov/>)

- Borden Institute, The Textbooks of Military Medicine (<http://www.bordeninstitute.army.mil/>)
- The US Army Corps of Engineers: <http://www.usace.army.mil/>
- US Environmental Protection Agency (US EPA), Water Quality Handbook Water Quality Standards: <http://www.epa.gov/>