



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

Μεταπτυχιακή Εργασία

“Εκτίμηση επικινδυνότητας της ποιότητας του νερού του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου του Νομού Ηρακλείου Κρήτης”

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΔΑΝΑΗ ΒΕΝΙΕΡΗ

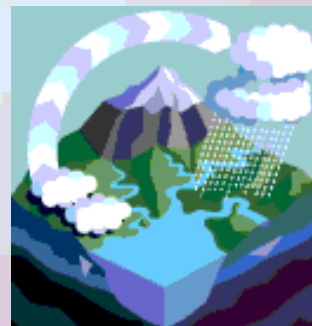
ΛΕΚΤΟΡΑΣ

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια

ΕΙΡΗΝΗ ΣΟΥΛΤΑΤΟΥ

A.M.: 2006059226

ΧΑΝΙΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2008



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σελίδα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	i
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	i
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1.1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ	
Γενικά	2.1
Ελληνική Νομοθεσία για την ποιότητα του πόσιμου νερού – Υπάρχον θεσμικό πλαίσιο	2.2
Εκτίμηση της ποιότητας του πόσιμου νερού	2.3
1. Επιτόπια υγειονομική εξέταση	2.4
2. Οργανοληπτικές παράμετροι	2.4
3. Φυσική εξέταση	2.5
4. Χημική εξέταση	2.6
Α. Απλές χημικές παράμετροι.....	2.6
Β. Παράμετροι που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες	2.8
Γ. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες	2.10
5. Βιολογική έρευνα	2.12
6. Μικροβιολογική εξέταση	2.12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Γενικά	3.1
Πηγές ρύπανσης	3.2
Επιδράσεις υγείας	3.3
Χαρακτηριστικά πόσιμου νερού βάσει επιδημιολογικών μελετών	3.4
Γιατί η επιδημιολογία των χημικών στο πόσιμο νερό είναι δύσκολη.....	3.6
Πηγές νερού.....	3.9
Κίνδυνοι που διατρέχουν επιφανειακά και υπόγεια ύδατα.....	3.10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Υδροδότηση και ποιότητα νερού της πόλης του Ηρακλείου.....	4.1
Περιγραφή του συστήματος υδροδότησης του Δήμου Ηρακλείου.....	4.5
Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού ύδρευσης	4.18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Διαχείριση κινδύνου για την διασφάλιση ασφαλούς πόσιμου νερού - Διαχείριση κινδύνου σε σύγχρονες επιχειρήσεις δημόσιας ωφέλειας νερού	5.1
Η ιδέα ενός ασφαλούς πόσιμου νερού	5.2
Χαρακτηριστικά της διαχείρισης του κινδύνου για ασφαλές πόσιμο νερό	5.3
Μαθαίνοντας από την εμπειρία.....	5.4
Η γενική διαχείριση του κινδύνου για τις χρησιμότητες του πόσιμου νερού.....	5.8
Μια συνοπτική διοικητική προσέγγιση του κινδύνου για την ασφάλεια πόσιμου νερού	5.9
Διαχείριση κινδύνου για μικρό σύστημα επεξεργασίας	5.12
Ανάλυση χημικών αναλύσεων του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου κατά το έτος 2007	5.14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	6.1
-----------------------------	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α:

Τιμές των αναλύσεων που συλλέχθηκαν κατά το έτος 2007 στα διάφορα σημεία των δειγματοληψιών.....	i
---	---

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β:

Πίνακες 1-12.....	i
-------------------	---

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ:

Φωτογραφίες.....	i
------------------	---

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	i
-------------------	---

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σελίδα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ

Πίνακας 2.1:	Διατάξεις υπάρχοντος θεσμικού πλαισίου.....	2.2
Πίνακας 2.2:	Σημαντικές ομάδες ταξινόμησης μεταδιδόμενων από το νερό βακτηριακών παθογόνων που εξετάζονται για τις πηγές και τις προμήθειες πόσιμου νερού.....	2.14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Πίνακας 3.1:	Επιδράσεις υγείας των χημικών στο πόσιμο νερό.....	3.4
Πίνακας 3.2:	Χαρακτηριστικά επιδημιολογικών μελετών των χημικών μολυσματικών παραγόντων του πόσιμου νερού.....	3.5
Πίνακας 3.3:	Παραδείγματα πληθυσμιακής ευαισθησίας σε επιδράσεις που σχετίζονται με την έκθεση πόσιμου νερού που περιέχει χημικά συστατικά	3.8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Πίνακας 4.1α:	Γεωτρήσεις πεδίων εκμετάλλευσης ΔΕΥΑΗ. Οι συντεταγμένες είναι σε ΕΓΣΑ 87 (υψόμετρα γεωτρήσεων πλην αυτών του Αγ. Μύρωνα από ΔΕΥΑΗ).....	4.13
Πίνακας 4.1β:	Γεωτρήσεις πεδίων εκμετάλλευσης ΔΕΥΑΗ. Οι συντεταγμένες είναι σε ΕΓΣΑ 87 (υψόμετρα γεωτρήσεων Μαλίων και Θραψανού από ΔΕΥΑΗ).....	4.14
Πίνακας 4.1γ:	Γεωτρήσεις και πηγές πεδίων εκμετάλλευσης ΔΕΥΑΗ. Οι συντεταγμένες είναι σε ΕΓΣΑ 87.....	4.15
Πίνακας 4.2:	Συντεταγμένες και χωρητικότητες δεξαμενών και αντλιοστασίων.....	4.16
Πίνακας 4.3:	Μήκη (σε μέτρα) και χαρακτηριστικά αγωγών εξωτερικών	

	δικτύων.....	4.17
Πίνακας 4.4:	Διακυμάνσεις ως προς την χημική και μικροβιολογική ανάλυση ανάλογα με την περιοχή.....	4.19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Πίνακας 5.1:	Συνοπτικά θανάσιμα ξεσπάσματα από πόσιμο νερό σε χώρες τα τελευταία 20 χρόνια	5.6
Πίνακας 5.2:	Μέσος όρος χημικών παραμέτρων πόσιμου νερού του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου κατά το έτος 2007	5.14

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σελίδα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σχήμα 3.1:	Παράδειγμα περιβαλλοντικής υγείας πόσιμου νερού.....	3.6
Σχήμα 3.2:	Πηγές υπόγειας μόλυνσης	3.10
Σχήμα 3.3:	Πηγές μόλυνσης	3.11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Σχήμα 4.1:	Γενική άποψη εξωτερικών δικτύων – Δεξαμενών – Πεδίων εκμετάλλευσης Δ.Ε.Υ.Α.Η.....	4.8
Σχήμα 4.2:	Τομείς μέτρησης Δ.Ε.Υ.Α.Η.....	4.10
Σχήμα 4.3:	Τομείς κατανάλωσης Δ.Ε.Υ.Α.Η.....	4.11
Σχήμα 4.4:	Υψομετρικές ζώνες του Δήμου Ηρακλείου	4.12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σχήμα 5.1:	Σχέδιο διαχείρισης κινδύνου πόσιμου νερού και η πολλαπλάσια προσέγγιση εμποδίων	5.4
Σχήμα 5.2:	Σχέδιο λόγων για τις διακοπές του συστήματος	5.5
Σχήμα 5.3:	Διαχείριση της ποιότητας πόσιμου νερού (που ανατυπώνεται από την άδεια του Εθνικού Συμβουλίου Υγείας και Ιατρικής Έρευνας, Καμπέρα της Αυστραλίας).....	5.11
Σχήμα 5.4:	Μέσος όρος pH	5.15
Σχήμα 5.5:	Μέσος όρος αγωγιμότητας	5.15
Σχήμα 5.6:	Μέσος όρος ολικής σκληρότητας	5.16
Σχήμα 5.7:	Μέσος όρος χλωριόντων	5.16
Σχήμα 5.8:	Μέσος όρος θειικών	5.17

Σχήμα 5.9:	Μέσος όρος νιτρικών	5.17
Σχήμα 5.10:	Μέσος όρος νιτρώδων	5.18
Σχήμα 5.11:	Μέσος όρος αμμωνιακών	5.18

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Φωτογραφία 1:	Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια της Τυλίσου του Δήμου Τυλίσου με κωδικό T15. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 5.100 μέτρα ενώ το υψόμετρό της ανέρχεται σε 162,80 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 3 Αυγούστου 2008)	i
Φωτογραφία 2:	Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια της Τυλίσου του Δήμου Τυλίσου με κωδικό T15. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 5.100 μέτρα ενώ το υψόμετρό της ανέρχεται σε 162,80 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 3 Αυγούστου 2008)	ii
Φωτογραφία 3:	Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Βουτών του Δήμου Ηρακλείου χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 9.200 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 300,57 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008).....	iii
Φωτογραφία 4:	Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Βουτών του Δήμου Ηρακλείου χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 9.200 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 300,57 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)	iv
Φωτογραφία 5:	Γενική άποψη της θέσης της δεξαμενής Βουτών Δβτ της κτηματικής περιφέρειας των Βουτών του Δήμου Ηρακλείου όπου περικλείεται κυρίως από αμπελώνες και ελαιώνες. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 9.200 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 300,57 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)	v

- Φωτογραφία 6: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Δαφνών (Αγ. Αντωνίου) του Δήμου Παλιανής χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.900 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 191,00 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008) vi
- Φωτογραφία 7: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Δαφνών (Αγ. Αντωνίου) του Δήμου Παλιανής χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.900 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 191,00 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008) vii
- Φωτογραφία 8: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Δαφνών (Αγ. Αντωνίου) του Δήμου Παλιανής χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.900 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 191,00 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008) viii
- Φωτογραφία 9: Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια Λουτρακίου του Δήμου Κρουσώνα με κωδικό Κρ6. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.500 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008) ix
- Φωτογραφία 10: Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια του Δήμου Κρουσώνα με κωδικό Κρ6. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.500 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008) x
- Φωτογραφία 11: Δεξαμενή Δαγμ της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.700 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 439,00 μέτρα.. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008) xi
- Φωτογραφία 12: Δεξαμενή Δαγμ της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι

	περίπου 12.700 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 439,00 μέτρα.. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)	xii
Φωτογραφία 13:	Γενική άποψη της περιοχής όπου βρίσκεται η δεξαμενή Δαγμ της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.700 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 439,00 μέτρα.. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)	xiii
Φωτογραφία 14:	Γεώτρηση της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)	xiv
Φωτογραφία 15:	Γεώτρηση της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)	xv

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία, με τίτλο «**Εκτίμηση επικινδυνότητας της ποιότητας του νερού του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου του Νομού Ηρακλείου Κρήτης**», εκπονήθηκε στα πλαίσια των απαραίτητων διαδικασιών για την απόκτηση του διπλώματος του διατμηματικού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «Έλεγχος Ποιότητας και Διαχείριση Περιβάλλοντος» των τμημάτων Μηχανικών Περιβάλλοντος και Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Στόχος της είναι να εξεταστεί η επικινδυνότητα της ποιότητας του νερού του δικτύου ύδρευσης, οι μέθοδοι απολύμανσης που χρησιμοποιούνται και να προταθούν τρόποι αναβάθμισης και βελτίωσης της ποιότητας και εκμετάλλευσης του νερού στο Δήμο Ηρακλείου Κρήτης.

Η εργασία έχει οργανωθεί σε έξι κεφάλαια, συμπεριλαμβανομένης και της παρούσας εισαγωγής, ενώ περιέχει και τρία παραρτήματα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η νομοθεσία που ισχύει σήμερα για το πόσιμο νερό και αναφέρονται οι διαδικασίες που συμβάλλουν στον έλεγχο της ποιότητας και της καταλληλότητας του.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται η επιδημιολογία των χημικών παραμέτρων στο πόσιμο νερό και διάφορες επιδημιολογικές μελέτες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η κατάσταση που επικρατεί στον τρόπο ύδρευσης και της ποιότητας του νερού της πόλης του Ηρακλείου Κρήτης, η γεωγραφική του θέση αλλά και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου ύδρευσης. Δίνονται γενικά στοιχεία για την Δημόσια Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης του Νομού Ηρακλείου (Δ.Ε.Υ.Α.Η.), η οποία διαχειρίζεται το νερό της πόλης από τις διάφορες γεωτρήσεις και πηγές.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται εκτίμηση της επικινδυνότητας για το πόσιμο νερό. Επίσης, περιέχει αποτελέσματα αναλύσεων δειγμάτων νερού του δικτύου ύδρευσης του

δήμου Ηρακλείου που έχουν καταγραφεί τον τελευταίο χρόνο, το 2007 και γίνεται παρουσίαση, επεξεργασία καθώς και ανάλυση αυτών των αποτελεσμάτων.

Στο έκτο κεφάλαιο προτείνονται τρόποι αναβάθμισης του επιπέδου ποιότητας του πόσιμου νερού του Δήμου Ηρακλείου, που προέκυψαν από τη μελέτη όλων των στοιχείων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, τόσο από βιβλιογραφικές αναφορές και από το διαδίκτυο, όσο και από την έρευνα που έγινε στην ίδια την Δ.Ε.Υ.Α.Η.

Το παράρτημα Α περιέχει τον Πίνακα 1 σε υπολογιστικά φύλλα (δεδομένα που έχουν καταγραφεί κατά το έτος 2007 στα διάφορα σημεία των δειγματοληψιών από την επιχείρηση της Δ.Ε.Υ.Α.Η.) τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο πέμπτο κεφάλαιο.

Στο παράρτημα Β παρατίθενται σε Πίνακες από 1 μέχρι 12 οι τιμές των δειγματοληψιών του Πίνακα Α του Παραρτήματος Α ανά μήνα καθώς και ο μέσος όρος αυτών των τιμών. Επίσης, προκύπτει και ο Πίνακας 13 ο οποίος περιλαμβάνει συγκεντρωτικά το μέσο όρο των προαναφερόμενων τιμών ανά μήνα.

Ακόμα, στο Παράρτημα Γ περιέχονται μερικές φωτογραφίες από τις γεωτρήσεις και τις πηγές που χρησιμοποιούνται και ανήκουν στο δίκτυο ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου του Νομού Ηρακλείου Κρήτης.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα διπλωματική εργασία, υπάρχει η ανάγκη να εκφραστούν ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνησή της. Αρχικά, ευχαριστίες οφείλονται στην Λέκτορα Περιβαλλοντικής Μικροβιολογίας του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης, κ. Δανάη Βενιέρη, κύρια επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας, για τις χρήσιμες συμβουλές και οδηγίες της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Ευχαριστίες οφείλονται επίσης στους κ. Μιχάλη Κουμάκη και κ. Παρίτση, από τους οποίους αποκτήθηκαν οι πληροφορίες που αφορούν την Δ.Ε.Υ.Α.Η. και στη γραμματεία του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης για τη βοήθειά της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ

Γενικά

Το νερό είναι ουσιώδες για τη ζωή στον πλανήτη. Η ίδια η ύπαρξή μας καθώς και οι οικονομικές δραστηριότητές μας εξαρτώνται ολοκληρωτικά από αυτόν τον πολύτιμο πόρο. Ωστόσο, σε παγκόσμιο επίπεδο το νερό είναι συχνά ένας περιορισμένος πόρος.

Το νερό είναι ένα πολύτιμο κοινωνικό αγαθό και η πρόσβαση στο πόσιμο νερό είναι βασική υποχρέωση του Δήμου και της Πολιτείας γενικότερα. Το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση δεν πρέπει να περιέχει χημικές ουσίες και παθογόνα μικρόβια και προϊόντα τους, επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. Πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ώστε το πόσιμο νερό να πληρεί ορισμένους όρους Υγιεινής.

Γενικά, το νερό πρέπει να είναι ασφαλές και ακίνδυνο για την υγεία. Η τοποθεσία, η κατασκευή, η λειτουργία και η επίβλεψη μιας πηγής υδροληψίας (πηγές, δεξαμενές, επεξεργασία και διανομή νερού) πρέπει να είναι τέτοιες που να αποκλείουν οποιαδήποτε υποβάθμιση της ποιότητας του νερού. Επίσης, πρέπει να γίνονται αυστηροί έλεγχοι από τους υπευθύνους των συστημάτων υδροληψίας και τις αρμόδιες αρχές υγείας, ώστε επιδημίες από ασθένειες υδρικής προέλευσης να μπορεί να αποφευχθούν, όσον αφορά την ποιότητα του πόσιμου νερού.

Πόσιμο νερό χαρακτηρίζεται το νερό που είναι καθαρό από φυσική, χημική, βιολογική και μικροβιολογική άποψη και μπορεί να καταναλώνεται χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του ανθρώπου. [http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=71]

Το πόσιμο νερό πρέπει να εξετάζεται φυσικά (θερμοκρασία, διαύγεια, γεύση, οσμή), χημικά (ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος ουσιών, σκληρομετρία), μικροβιολογικά (καλλιέργεια των μικροβίων του νερού) και τοπογραφικά (θέση πηγής, διαδρομή του νερού).

Ελληνική Νομοθεσία για την Ποιότητα του Πόσιμου Νερού - Υπάρχον θεσμικό πλαίσιο

Το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο για την ποιότητα του πόσιμου νερού περιλαμβάνει τις ακόλουθες διατάξεις που φαίνονται στον **Πίνακα 2.1**:

Πίνακας 2.1: Διατάξεις υπάρχοντος θεσμικού πλαισίου

ΔΥΓ2/Γ/Π/ οικ. 38295/2007 (ΦΕΚ 630/τ.β./26-4-07) ΚΥΑ	Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
Υ2/οικ. 2600/2001 ΚΥΑ (ΦΕΚ 892/Β/11-7-01)	Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
Γ3α/761/68 Υγ. Διάταξη	
ΥΜ/5673/57 (ΦΕΚ 5/58 Β) Υγ. Διάταξη	Μέθοδοι απολύμανσης νερού ύδρευσης
Ε1β/221/65 (ΦΕΚ 138τ.β./24-2-65) Υγ. Διάταξη	Αποστάσεις ασφαλείας των πηγών υδροληψίας από χώρους διάθεσης λυμάτων
Άρθρα 8 έως 17 του Υγειονομικού Κανονισμού	Μέτρα προστασίας πηγών υδροληψίας και συστημάτων ύδρευσης
Α5/2280/85 (ΦΕΚ 720 τ.β./13-12-83) Υγ. Διάταξη	Θέματα προστασίας των πηγών υδροληψίας της ευρύτερης περιοχής της Πρωτεύουσας

Για την παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, χρησιμοποιούνται διάφοροι όροι όπως «υποχρεωτικές», «ενδεικτικές» και για τους οποίους ισχύει ότι:

1. οι όροι «υποχρεωτικές» και «ενδεικτικές» παράμετροι αναφέρονται στην έννοια των τιμών των αντίστοιχων παραμέτρων και ειδικότερα:

Α) στις «υποχρεωτικές» παραμέτρους οι ανώτατες τιμές τους είναι αυστηρότατα καθορισμένες και οποιαδήποτε υπέρβασή τους πρέπει να ανακοινώνεται στο κοινό και να διακόπτεται (υπό προϋποθέσεις) αμέσως η παροχή του νερού.

Β) στις «ενδεικτικές» παραμέτρους η υπέρβαση της ανώτατης τιμής είναι δυνατόν να επιτραπεί ανάλογα με το χρονικό διάστημα έκθεσης, την ομάδα πληθυσμού, το ποσοστό (%) υπέρβασης και μόνον μετά από τη σύμφωνη γνώμη των συναρμοδίων Αρχών.

2. οι όροι «δοκιμαστική», «ελεγκτική» αλλά και «συμπληρωματική» παρακολούθηση, αναφέρονται σε όλες τις περιπτώσεις στους «υπευθύνους» και η διαφοροποίηση τους συνίσταται κυρίως στη συχνότητα παρακολούθησης καθώς και στις ίδιες τις παραμέτρους που ελέγχονται κάθε φορά.

3. ως σημείο δειγματοληψίας καθορίζεται η βρύση του καταναλωτή που χρησιμοποιείται για παροχή πόσιμου νερού. Ως σημείο αναφοράς για την παρακολούθηση της ποιότητας πόσιμου νερού λαμβάνεται ο υδροδοτούμενος πληθυσμός ανά μονάδα υδροδότησης (π.χ. δεξαμενή), στην οποία η ποιότητα του νερού είναι ομοιόμορφη και όχι αναγκαστικά ο πληθυσμός ενός Διαμερίσματος, ή Δήμου, ο οποίος πιθανόν υδροδοτείται από περισσότερες της μιας παροχών, με ανομοιόμορφη ποιότητα πόσιμου νερού. [Υπουργείο Υγείας και Κοιν. Αλληλεγγύης, 2007]

Η ελληνική νομοθεσία για την προστασία και τη διαχείριση του νερού αποτελείται, σε ποσοστό μεγαλύτερο από 80%, από την κοινοτική νομοθεσία. Οι κοινοτικές οδηγίες, οι οποίες έχουν ενσωματωθεί στην ελληνική έννομη τάξη, συνήθως με υπουργικές αποφάσεις, ρυθμίζουν την ποιότητα των επιφανειακών νερών από τα οποία αντλείται πόσιμο νερό (75/440), την ποιότητα του πόσιμου νερού (80/778), τη ρύπανση από τα απορρυπαντικά (73/404), την έκχυση επικίνδυνων ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον (76/464), την απαιτούμενη ποιότητα των νερών για τα οστρακοειδή (79/923, 2006/113) και για τη διατήρηση της ζωής των ψαριών (78/659), την προστασία των υπόγειων νερών (80/68, 2006/118) και την προστασία των νερών από την νιτρορύπανση που προκαλεί η γεωργία (91/676).

Εκτίμηση της ποιότητας του πόσιμου νερού

Οι διαδικασίες που συμβάλλουν στον έλεγχο της ποιότητας και της καταλληλότητας του πόσιμου νερού είναι:

1. η επιτόπια υγειονομική εξέταση
2. οι οργανοληπτικές παράμετροι
3. η φυσική εξέταση
4. η χημική εξέταση
5. η βιολογική έρευνα και
6. η μικροβιολογική εξέταση.

Κάθε διαδικασία επεξεργασίας παρέχει ένα πολύτιμο μέρος ολόκληρης της ροής επεξεργασίας, ενώ παράλληλα, έχει ελλείψεις και μπορεί να αποτύχει, να αφαιρέσει έναν βασικό ρύπο ή να εισαγάγει αντιθέτως τα νέα συστατικά στο επεξεργασμένο νερό. Καμία επεξεργασία δεν αφαιρεί το 100% ενός συστατικού. Πολλές λειτουργούν στο 2 ± 3 του log αφαιρώντας μεταξύ του 99% και 99.9%. Ο αντίκτυπος της διαφοράς του μεγέθους σε πρότυπα θα μπορούσε να είναι πολύ ιδιαίτερος από την άποψη της δυνατότητας εγκαταστάσεων να εξεταστεί η μέγιστη φόρτωση και να επιτευχθεί ένα υποχωρητικό προϊόν. Οι περισσότερες εργασίες επεξεργασίας στηρίζονται σε μια σειρά «εμποδίων» στη ρύπανση και περιλαμβάνουν περισσότερες της μιας από τις παραπάνω διαδικασίες. Όσο αυστηρότερα είναι τα πρότυπα τόσο υψηλότερο είναι και το κόστος. [Bates, 2000]

Για την παρουσία ραδιενεργών ουσιών, στο νερό, ισχύουν τα ανώτατα όρια που καθορίζονται στην Υ.Α. Γ3α/761 της 26.3.1968.

Εάν τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων σ' ένα νερό υπερβαίνουν τις ανώτερες παραδεκτές συγκεντρώσεις που ορίζει η Υγειονομική Διάταξη, τότε ή το νερό κρίνεται ακατάλληλο ή λαμβάνονται μέτρα για τον καθαρισμό του (π.χ. χλωρίωση, καθίζηση, προστασία πηγής).

1. Επιτόπια υγειονομική εξέταση

Η επιτόπια Υγειονομική εξέταση γίνεται από εξειδικευμένο άτομο στην περιοχή της υδροληψίας. Γίνεται εκτίμηση των γενικότερων συνθηκών που αφορούν στην περιοχή και στην ενδεχόμενη ύπαρξη εστιών μόλυνσης και ρύπανσης του νερού, αλλά και της υπόλοιπης τεχνικής υποδομής (αν πρόκειται για υδραγωγείο κλπ.).

Είναι απαραίτητη γιατί δίνει σειρά πληροφοριών, που κανενός είδους εξέταση δε μπορεί να δώσει. Για παράδειγμα είναι πιθανόν μια πηγή ρύπανσης να μην είναι ενεργοποιημένη με αποτέλεσμα η μικροβιολογική εξέταση να δίνει αποδεκτά αποτελέσματα και έτσι να μην είναι δυνατόν να προληφθεί μια υδατογενής επιδημία. [Βελονάκης]

2. Οργανοληπτικές παράμετροι

- **Οσμή και Γεύση (Odor – Taste):**

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άγευστο και άοσμο. Όλα τα νερά έχουν την ιδιαίτερη γεύση τους που οφείλεται στα διαλυμένα άλατα και διαλυμένα αέρια που περιέχουν. Γεύση και οσμή στο νερό συνήθως δεν θεωρείται σημαντική από άποψη υγείας.

- ο **Χρώμα (Color):**

Εάν υπάρχει, είναι ανεπιθύμητο για το πόσιμο νερό και υπάρχει περίπτωση να οφείλεται στην παρουσία χρωστικών ουσιών εν διαλύσει, είτε φυτικών από ρίζες φυτών, φύλλα δέντρων, είτε οργανικών ή ανόργανων (άλατα, σίδηρος από διάβρωση σωλήνων). Δεν προτείνεται επιτρεπτό όριο για το χρώμα στο πόσιμο νερό.

- ο **Θολερότητα (Turbidity):**

Οφείλεται σε κολλοειδείς ανόργανες ή οργανικές ύλες που αιωρούνται. Νερό που είναι θολό πρέπει να ελεγχθεί για ρύπανση. Επίσης, τα αιωρούμενα στερεά καθιζάνουν και δημιουργούν προβλήματα στις σωληνώσεις και στις δεξαμενές. Κατανάλωση θολού νερού μπορεί να είναι επικίνδυνη για την υγεία. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές όταν φτάσει στον καταναλωτή. [Παππά, 2001]

3. Φυσική εξέταση

- ο **Θερμοκρασία (Temperature)**

Η θερμοκρασία του νερού επηρεάζει τη γεύση του. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, το νερό είναι λιγότερο εύγευστο γιατί εκδιώκονται τα διαλυμένα σ' αυτό αέρια. Η πλέον ευχάριστη γεύση είναι μεταξύ 5 – 15 °C, (κυρίως 9-10 °C). Όταν η θερμοκρασία του νερού υπερβαίνει τους 15 °C πολλαπλασιάζονται τα τυχόν υπάρχοντα σε αυτό μικρόβια. Επίσης, ελαττώνεται η ικανότητα του να διαλύει αέρια, ενώ αυξάνει η διαλυτότητα σε στερεά, ή και επιταχύνονται οι βιολογικές δράσεις.

- ο **Αγωγιμότητα (Conductivity):**

Η αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση της ικανότητας ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, την ολική τους συγκέντρωση, το σθένος και τις επιμέρους συγκεντρώσεις τους, καθώς και την θερμοκρασία μέτρησης. Η αγωγιμότητα στα νερά αυξάνει με την θερμοκρασία. [Παππά, 2001]

4. Χημική εξέταση

Σύμφωνα με την σχετική Ελληνική Νομοθεσία που είναι εναρμονισμένη με τη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπάρχουν περί τις πενήντα (50) χημικές παράμετροι που κατατάσσονται ως εξής:

Α. Απλές χημικές παράμετροι, όπως pH, Ασβέστιο.

Β. Ανεπιθύμητες χημικές παράμετροι, όπως αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά

Γ. Τοξικές χημικές παράμετροι, όπως βαρέα μέταλλα.

Α. Απλές χημικές παράμετροι

ο Χλωριούχα (Chlorides – Cl⁻)

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 διεύδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές.

Δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση.

Επειδή δεν έχει παρατηρηθεί τοξικότητα των χλωριόντων στον άνθρωπο δεν έχει καθορισθεί ανώτατο επίπεδο στο πόσιμο νερό.

ο Ασβέστιο (Calcium – Ca)

Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τα πετρώματα (ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος) δια μέσου των οποίων διέρχεται το νερό. Η συγκέντρωση ασβεστίου κυμαίνεται από μηδέν μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/l ανάλογα με την προέλευση του νερού και συμβάλλει στην ολική σκληρότητα του. Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

ο Μαγνήσιο (Magnesium – Mg)

Είναι σε αφθονία στη φύση (όγδοο σε σειρά) και είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών. Τα άλατά του μαζί με του ασβεστίου αποτελούν την ολική σκληρότητα του νερού και όταν θερμομανθούν σχηματίζουν επικαθήματα στις σωληνώσεις και τους λέβητες.

ο **Σκληρότητα (Hardness)**

Η σκληρότητα εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου και εξαρτάται από τα πετρώματα που έχει περάσει το νερό. Διακρίνεται σε ανθρακική (ή παροδική) σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά (διττανθρακικά) άλατα και στην μη ανθρακική (μόνιμη) σκληρότητα που οφείλεται στα υπόλοιπα άλατα (χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά). Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία.

Το σκληρό νερό δεν έχει καλή γεύση, εμποδίζει το καλό βράσιμο των τροφίμων, δεν κάνει αφρό με το σαπούνι και δημιουργεί επικαθήματα στις σωληνώσεις και στις οικιακές συσκευές. Νερό με σκληρότητα μέχρι και 500mg/l CaCO_3 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά οι πιο καλές τιμές είναι μεταξύ 80 και 150.

ο **Νάτριο (Sodium – Na)**

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

Η διαπερατότητα του εδάφους επηρεάζεται αρνητικά από μεγάλη αναλογία νατρίου στο νερό.

ο **Κάλιο (Potassium)**

Είναι το έβδομο στοιχείο σε αφθονία στη φύση. Επομένως, βρίσκεται σε όλα τα φυσικά νερά. Σπάνια όμως, η περιεκτικότητα των πόσιμων νερών φθάνει τα 20 mg/l σε κάλιο. Δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

ο **Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen)**

Η περιεκτικότητα του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο σημείο κορεσμού, δηλ. 100%, οπότε το νερό έχει ευχάριστη γεύση. Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία, που να συνδέονται άμεσα με την ελάττωση ή την έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου στο πόσιμο νερό. Το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού. [Παππά, 2001]

B. Παράμετροι που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες

ο **Ενώσεις Αζώτου (Αμμωνία – Νιτρώδη – Νιτρικά) (Nitrogen compounds: Ammonia – Nitrites – Nitrates)**

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 ρύπανση. 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.

Αμμωνία (NH_3). 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.

Νιτρώδη (NO_2) – Νιτρικά (NO_3). 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 μόλυνσης, με αποτέλεσμα να παρασύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος. Σε αερόβιες συνθήκες τα νιτρικά διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα.

ο **Σίδηρος**

Υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, που διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να

προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς (αιμοχρωμάτωση). Ο σίδηρος δίνει στο νερό γεύση που είναι ανιχνεύσιμη σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις.

ο **Μαγγάνιο**

Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από πόσιμο νερό που περιέχει μαγγάνιο. Θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο. Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση.

ο **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/l. Γι' αυτό το λόγο, η Υγειονομική Διάταξη αναφέρει δύο ενδεικτικά επίπεδα: στην έξοδο των εγκαταστάσεων και μετά από ηρεμία 12 ωρών στις σωληνώσεις. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

ο **Ψευδάργυρος**

Είναι σημαντικό στοιχείο για τον άνθρωπο και τα ζώα. Πηγές ψευδαργύρου στο νερό είναι η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων και τα απόβλητα μεταλλείων και επιμεταλλωτηρίων. Συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 5 mg/l προσδίδουν χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δεν έχουν παρατηρηθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

ο **Φώσφορος**

Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στα νερά είτε διαλυμένες, είτε σαν σωματίδια είτε στο σώμα των υδρόβιων οργανισμών. Ο φώσφορος, όπως και το άζωτο, είναι βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των αλγών και η περιεκτικότητά του στα νερά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον ευτροφισμό των επιφανειακών νερών.

Η μεγαλύτερη ποσότητα ανόργανου φωσφόρου οφείλεται στα ανθρώπινα λύματα και προέρχεται από τη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τον μεταβολισμό. Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία.

ο **Φθόριο**

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.

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.

ο **Χλώριο υπολειμματικό**

Σε νερά που χλωριώνονται πρέπει να μετρηθεί το υπολειμματικό χλώριο. Η τιμή του μας δείχνει αν η χλωρίωση που γίνεται είναι επαρκής. Κατά την χλωρίωση προστίθεται στο νερό ποσότητα χλωρίου αρκετή ώστε να καταστραφούν τα παθογόνα μικρόβια και να παραμείνει ελεύθερο χλώριο για να μη ρυπανθεί το νερό μέσα στις σωληνώσεις.

Το χλώριο δίνει στο νερό ελαφρά οσμή και αλλοιώνει τη γεύση του. Οι μικρές ποσότητες χλωρίου που υπάρχουν στα πόσιμα νερά εξαφανίζονται με το γαστρικό υγρό και επομένως είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Μεγάλες ποσότητες χλωρίου προκαλούν ερεθισμό του στόματος και του λάρυγγα. Η χλωρίωση του νερού πρέπει να γίνεται σωστά και να παρακολουθείται συστηματικά, ώστε να φθάνουν στους καταναλωτές μικρά μόνο ποσά χλωρίου. [Παππά, 2001]

Γ. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

ο **Αρσενικό**

Τα περισσότερα φυσικά νερά περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 $\mu\text{g/l}$. 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 τοξικό και πιθανόν καρκινογόνο. Η τοξικότητα του αρσενικού εξαρτάται από τη χημική και φυσική του μορφή, τη δόση, το χρόνο έκθεσης και τον τρόπο που εισάγεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Προκαλεί βλάβες στο γαστρικό, νευρικό και

αναπνευστικό σύστημα και διάφορες αλλοιώσεις στο δέρμα. Δόσεις μεταξύ 70 και 180 mg As είναι θανατηφόρες.

ο **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 διαλυτότητα του καδμίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη σκληρότητα.

ο **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 συκώτι και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

ο **Μόλυβδος**

Είναι πολύ τοξικό μέταλλο. Τα φυσικά νερά συνήθως περιέχουν μέχρι 5 μg/l μόλυβδο. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων, βιομηχανιών, στη διάβρωση μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Μεγάλες

ποσότητες μολύβδου υπάρχουν στην ατμόσφαιρα από τον τετρααιθυλιούχο μολύβδο που προστίθεται στη βενζίνη σαν αντικροτικό. [Παππά, 2001]

5. Βιολογική έρευνα

Ένα παράδειγμα για τη βιολογική έρευνα είναι η αναζήτηση πρωτόζωων και αλγών, κύρια σε νερά ποταμών που αποθηκεύονται σε δεξαμενές (σε συνδυασμό με τη χημική ανάλυση) για να εκτιμηθεί ο βαθμός π.χ. ανάπτυξης των αλγών και να προβλεφθεί η κατάλληλη χρονική στιγμή για έγκαιρη επέμβαση και πρόληψή της. Διαφορετικά, είναι δυνατόν να προκληθεί πρόβλημα στο δίκτυο με ελάττωση της παροχής νερού, διότι τα άλγη πολλαπλασιάζονται ταχύτατα σ' ορισμένες εποχές του έτους αποφράσσοντας τα φίλτρα των διυλιστηρίων. [Βελονάκης]

6. Μικροβιολογική εξέταση

Τα ανθρώπινα βακτηριακά παθογόνα θεωρούνται ως αυξανόμενη απειλή στις παροχές πόσιμου νερού παγκοσμίως λόγω της αυξανόμενης ζήτησης της υψηλής ποιότητας πόσιμου νερού και της μειωμένης ποιότητας και της ποσότητας του διαθέσιμου ακατέργαστου νερού. Οι πρόσφατες πρόοδοι στις μοριακές τεχνολογίες ανίχνευσης για τα βακτηριακά παθογόνα στο πόσιμο νερό υποστηρίζουν την υπόσχεση στη βελτίωση της ασφάλειας των παροχών πόσιμου νερού από την ακριβή ανίχνευση και τον προσδιορισμό των παθογόνων. Το πιο σημαντικό είναι ότι η μοριακή προσέγγιση επιτρέπει τον προσδιορισμό των λεπτομερών διαδρομών μόλυνσης στο νερό, των αποτελεσμάτων των αλλαγών στην επεξεργασία του πόσιμου νερού και τη διαχείριση των πόρων του γλυκού νερού. [Brettar & Höfle, 2008]

Η ποιότητα και ο πιθανός κίνδυνος της υγείας από την κατανάλωση πόσιμου νερού αξιολογούνται από την ανίχνευση συγκεκριμένων βακτηριακών δεικτών, σύμφωνα με την οδηγία του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης 98/83/EC. Αυτή η κλασική μικροβιολογική μεθοδολογία έχει μια ποικιλομορφία σοβαρών μειονεκτημάτων, όπως είναι η δυσκολία συσχετισμού των δεικτών με άλλα παθογόνα, που μεταδίδονται με το νερό και η αδυναμία έγκυρου προσδιορισμού του παθογόνου. [Szewzyk et al., 2000].

Ένα σοβαρό πρόβλημα που αντιμετωπίζεται κατά τη μικροβιολογική εξέταση δειγμάτων νερού είναι η αδυναμία ανίχνευσης και καλλιέργειας ορισμένων περιβαλλοντικών βακτηριακών στελεχών με τις συμβατικές καλλιεργητικές τεχνικές. Σε πολλές περιπτώσεις στελέχη της *Escherichia coli* ή του *Enterococcus faecalis*, αφού εισέλθουν στο πόσιμο νερό, ενώ επιβιώνουν μεταδίδοντας την παθογένειά τους δεν είναι εφικτή η ανίχνευση και καταμέτρησή τους, καθώς δεν είναι δυνατή η καλλιέργειά τους (VBNC viable but non culturable microorganisms) [Lleo et al., 2005 & Brettar et al., 1992].

Άλλοι βακτηριακοί δείκτες όπως το *Legionella pneumophila*, έχουν έναν σύνθετο υδρόβιο κύκλο ζωής που έχει επιπτώσεις στην κατάσταση δραστηριότητάς τους [Marre et al., 2002 & Bartram et al., 2007].

Παρόλο που η παθογένεια των βακτηρίων είναι ουσιαστικά πολύ σύνθετη και πιο πολύπλοκη από αυτή των ιών, ο κυτταρικός τους μεταβολισμός επιτρέπει την άμεση ανάλυση κι εκτίμηση της μολυσματικότητάς τους. Εντούτοις, η σύγχρονη μεθοδολογία που βασίζεται στην καλλιέργεια μικροοργανισμών κρίνεται ακατάλληλη, δεδομένης της ανάπτυξης των μοριακών τεχνικών, οι οποίες βασίζονται στην ανίχνευση του γενετικού υλικού των μικροοργανισμών. Τέτοιες μέθοδοι είναι η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (Polymerase Chain Reaction – PCR), μέθοδοι που στηρίζονται σε συστοιχίες DNA (DNA array-based) ή και τεχνικές υβριδισμού (in situ hybridization). Οι μοριακές αυτές μεθοδολογίες είναι εξαιρετικά ακριβείς κι ευαίσθητες, με πολύ χαμηλά όρια ανιχνευσιμότητας των βακτηριακών δεικτών στο εξεταζόμενο δείγμα νερού, παρέχοντας άμεσα και αξιόπιστα αποτελέσματα [Brettar & Höfle, 2008].

Στον **Πίνακα 2.2** παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά βακτηριακά παθογόνα, που μεταδίδονται με το νερό στις αναπτυγμένες χώρες. Επιπλέον, το *L. pneumophila* προστέθηκε στον κατάλογο, παρόλο που δεν είναι αυστηρά μεταδιδόμενο από το νερό, λόγω πολλών κρουσμάτων επιδημίας που αναφέρθηκαν σε αναπτυγμένες χώρες κατά τη διάρκεια των προηγούμενων ετών [Marre et al., 2007].

Πίνακας 2.2: Σημαντικές ομάδες ταξινόμησης μεταδιδόμενων από το νερό βακτηριδιακών παθογόνων που εξετάζονται για τις πηγές και τις προμήθειες πόσιμου νερού

Παθογόνα είδη	Σημασία για τη δημόσια υγεία	Σχετική μολυσματική δόση ^α	Μοριακή μέθοδος ανίχνευσης	Όριο ανιχνευσιμότητας (αριθμός αποικιών – colony forming units – CFU)
Pathogenic <i>Escherichia coli</i>	Υψηλή	Χαμηλή	Multiplex PCR	100 CFU/ml
<i>Shigella flexneri</i>	Υψηλή	Χαμηλή	Real-time PCR	104 CFU/g περιττωμάτων
<i>Salmonella enterica</i>	Υψηλή	Υψηλή	Real-time PCR	2 κύτταρα
<i>Vibrio cholerae</i>	Υψηλή	Υψηλή	Nested, multiplex PCR	3 CFU
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Υψηλή	Μεταβλητή	Real-time-PCR	4.2 *10 ³ CFU /ml
<i>Campylobacter jejuni</i> ^β , <i>C. coli</i> ^β	Υψηλή	Χαμηλή	Multiplex real-time PCR	10 CFU/ ml
<i>Helicobacter pylori</i> ^β	Άγνωστη	Άγνωστη	Real-time PCR	2 κύτταρα/ ml
<i>Arcobacter butzleri</i>	Υψηλή	Μέτρια	Multiplex PCR	<10 CFU
<i>Legionella pneumophila</i>	Υψηλή	Μεταβλητή	Real-time PCR	100 κύτταρα/ l
<i>Mycobacterium avium complex</i> ^β	Άγνωστη	Άγνωστη	Real-time PCR	<10 CFU/ g περιττωμάτων
<i>Francisella tularensis</i>	Υψηλή	Χαμηλή	Real-time PCR and hybridization probes	13 κύτταρα

[Mendes et al., 2008, Schönenbrücher et al., 2008, Yang et al. 2007, Hong et al., 2007, Nayak et al., 2007, Brightwell et al., 2007, Morio et al., 2007, Tomaso et al., 2007] Nguyen et al., 2005, Fey et al., 2004, Wolffs et al.,2004]

^α Η σχετική μολυσματική δόση που υποδεικνύεται αφορά τα ακόλουθα φορτία:

- Χαμηλή μολυσματική δόση: αναφέρεται σε λιγότερα από 1000 βακτηριακά κύτταρα.
- Μέτρια μολυσματική δόση: αναφέρεται σε αριθμό βακτηριακών κυττάρων που κυμαίνεται μεταξύ 1000 και 10^5 .
- Υψηλή μολυσματική δόση: αναφέρεται σε περισσότερα από 10^5 βακτηριακά κύτταρα.

^β Αναδυόμενο παθογόνο σύμφωνα με την αναφορά του WHO «ανερχόμενα ζητήματα στο νερό και τη μολυσματική ασθένεια», 2003.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Γενικά

Ένας αριθμός από χημικούς παράγοντες έχουν αναγνωριστεί στο πόσιμο νερό. Αυτοί οι παράγοντες καταλήγουν στο πόσιμο νερό από διάφορες πηγές, περιλαμβάνοντας δημοτικές και βιομηχανικές εκροές, αστικές και αγροτικές απορροές, φυσικούς γεωλογικούς σχηματισμούς, φυσική κατανομή πόσιμου νερού και τη διαδικασία μεταχείρισης του πόσιμου νερού. Οι χημικοί παράγοντες που έχουν αναφερθεί σε επιδημιολογικές μελέτες είναι αλουμίνιο, αρσενικό, προϊόντα απολύμανσης, φθόριο, μόλυβδος, μικροβιοκτόνα και ραδόνιο. Αναφερόμενες επιδράσεις στην υγεία είναι ποικίλοι καρκίνοι, επιπτώσεις στην αναπαραγωγή καθώς και καρδιαγγειακές και νευρολογικές ασθένειες. Στις επιδημιολογικές μελέτες για την εκτίμηση της επικινδυνότητας, μελετώντας είτε το σχέδιο μελέτης ποιοτικά (δημιουργώντας υποθέσεις) είτε ποσοτικά (ελέγχοντας υποθέσεις), είναι σημαντικό το κατά πόσο τα διαθέσιμα επιδημιολογικά δεδομένα είναι επαρκή ώστε να καθορισθεί η «καμπύλη δράσης – αντίδρασης». Για τη ρύπανση του πόσιμου νερού, το σχέδιο επιδημιολογικών μελετών και η ερμηνεία τους πρέπει να εστιάζονται στα ακόλουθα θέματα: πηγή της ρύπανσης, άλλες πηγές ρύπανσης, διαδρομή έκθεσης, συχνότητα, διάρκεια και μέγεθος της έκθεσης, ικανότητα να οριστεί μια ακριβής «δόση» του χημικού παράγοντα, τοξική για τον οργανισμό ή για συγκεκριμένο τμήμα του.

Η σημασία της καλής ποιότητας νερού, καθαρού αέρα και ασφαλών συνθηκών εργασίας οδήγησε στην περίοδο της “δημόσιας υγείας” στα μέσα του 1850. Η επιστήμη της επιδημιολογίας ξεκίνησε με ορόσημο έρευνας το ξέσπασμα της χολέρας. Η είσοδος του χλωρίου ως ένα χημικό απολυμαντικό ήταν μία εναλλακτική για κείνες τις κοινότητες που δεν μπορούσαν να ανεχθούν οικονομικά τα έξοδα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας διήθησης. Με την εισαγωγή της χλωρίωσης του πόσιμου νερού, ακολούθησε μια αξιοσημείωτη μείωση της χολέρας, δυσεντερίας και τύφου παγκοσμίως. Σήμερα, η επεξεργασία του νερού και ειδικά η χλωρίωση ή και το

φιλτράρισμα του πόσιμου νερού έχει γίνει η κυρίαρχη επίτευξη υγείας του 20^{ου} αιώνα. Η αναγνώριση της ρύπανσης του νερού κατευθύνεται από μικροβιολογική σε χημική. Καθώς η υποδομή της δημόσιας υγείας βελτιώνεται, ξεσπάσματα σχετιζόμενα με χημικούς αγωγούς υπερχείλισης ή διαρροές σε πόσιμο νερό τραβούν την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας. Ανησυχία για ανόργανους μολυσματικούς παράγοντες όπως το αρσενικό, ο μόλυβδος, ο χαλκός και άλατα ή εστέρες θειικού οξέος αναφέρεται συχνά. [Calderon, 2000]

Πηγές ρύπανσης

Τα συστατικά ρύπανσης είναι είτε ανόργανης είτε οργανικής προέλευσης. Παράλληλα, η πηγή ρύπανσης χαρακτηρίζεται σημειακή ή μη σημειακή, προερχόμενη από διαδικασία επεξεργασίας ή διαμέσου υλικών που χρησιμοποιούνται σε συστήματα διανομής. Με φυσικό τρόπο, τα ρυπασμένα συστατικά βρίσκονται σε γεωλογικούς σχηματισμούς και κυρίως σε υπόγεια νερά. Οι αναλογίες των μολυσματικών αυτών παραγόντων κυμαίνονται λιγότερο από ένα δισεκατομμυριοστό του γραμμαρίου ανά λίτρο σε χιλιοστό του γραμμαρίου ανά λίτρο. Σημειακές πηγές ρυπασμένου πόσιμου νερού είναι οικιακά και βιομηχανικά βοθρολύματα. Άλλες πηγές ρύπανσης περιέχουν την απορροή από εφαρμογή χημικών στο έδαφος ή διήθησης από επιχωμάτωση στερεών απορριμμάτων. Τελικά, υπονομεύοντας πρακτικές ή λειτουργίες μπορεί να αυξηθούν οι συγκεντρώσεις των μετάλλων σε πηγές νερού μέσω της ατμοσφαιρικής απόθεσης.

Η διαδικασία επεξεργασίας του νερού μπορεί να είναι μια σημαντική πηγή χημικών ρύπων. Τα απολυμαντικά αυτά καθαυτά δεν αποτελούν σημαντικό κίνδυνο υγείας στο επίπεδο που χρησιμοποιούνται για να επεξεργασθεί το νερό για πόση. Τα απολυμαντικά και κυρίως το χλώριο και όσα βασίζονται σε αυτό, εξαιτίας των ισχυρών οξειδωτικών ιδιοτήτων τους αντιδρούν με άλλες οργανικές ουσίες στο νερό σχηματίζοντας μίγματα χλωρίου ή βρωμίου, τα οποία έχουν υψηλά επίπεδα τοξικότητας. Το αλουμίνιο και το φθόριο προστίθενται σε διαδικασίες επεξεργασίας αλλά δεν προκαλούν ανησυχία στο επίπεδο που χρησιμοποιούνται. Είναι ανησυχητικό όταν παρουσιάζονται σαν αποτέλεσμα γεωλογικής διήθησης. Περιστατικά ρύπανσης μπορεί να λάβουν χώρα εξαιτίας της διανομής του συστήματος. Σαν συνέπεια της

διάβρωσης ή της διήθησης κατά τη διανομή των συστατικών, πολλά από αυτά μπορεί να βρεθούν ως χημικά στο πόσιμο νερό. [Calderon, 2000]

Επιδράσεις υγείας

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η ανησυχία για τα χημικά στο πόσιμο νερό ξεκίνησε από περιπτώσεις κρουσμάτων που εξελίχθηκαν σοβαρά δυσάρεστα. Χημικοί αγωγοί υπερχείλισης ή διαρροές συμβαίνουν ακόμα προκαλώντας τοξικότητα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, 75 κρούσματα που περιλάμβαναν χημικά έχουν καταγραφεί από το 1971. Στον **Πίνακα 3.1** παρουσιάζονται οι επιδράσεις στην υγεία από χημικά ρυπασμένο νερό, που έχουν καταγραφεί στην επιδημιολογική βιβλιογραφία. Με βάση τα τοξικολογικά δεδομένα (ανθρώπινα και ζώων) αναζητείται η σχέση μεταξύ της έκθεσης και των επιδράσεων για το αρσενικό, τον μόλυβδο, τα νιτρικά λιπάσματα και το ραδόνιο. [Calderon, 2000]

Πίνακας 3.1: Επιδράσεις υγείας των χημικών στο πόσιμο νερό

Χημικά	Καρκίνος	Ανάπτυξη / Αναπαραγωγή	Νευρολογικό	Άλλο
Αλουμίνιο			Alzheimer's	
Αρσενικό	Δέρμα, εσωτερικό	SAB	Επιφανειακό	Καρδιαγγειακός, Ανοσολογικός, Δερματολογικός
DBPs	Κύστη, έντερο, λευχαιμία	SAB, LBW, ελλείψεις		
Φθόριο	Οστεοσάρκωμα			Φθορίωση
Μόλυβδος	Εσωτερικό ^{OCC}		Ευφύης συμπεριφορά	Αίμοπρωτεΐνη, Νεφρό
Νιτρικά	Εσωτερικό	SAB		
Μικροβιοκτόνα	Λευχαιμία	LBW		
Ραδόνιο	Πνεύμονας			
Θειικά				Διάρροια

OCC = επαγγελματικός

SAB = αναπτυσσόμενο εσωτερικά εξάμβλωμα

LBW = χαμηλό βάρος γέννησης

Χαρακτηριστικά πόσιμου νερού βάσει επιδημιολογικών μελετών

Οι επιδημιολογικές μελέτες χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους. Ο πρώτος είναι ο πειραματικός όπου οι επικίνδυνοι παράγοντες ή οι εκθέσεις ελέγχονται μέσω της έρευνας. Αυτές είναι τυπικά μελέτες που εκτιμούν φάρμακα, ιατρικές συσκευές ή κύριους μεσολαβητές της δημόσιας υγείας όπως είναι οι εμβολιασμοί. Ο δεύτερος και περισσότερο συνήθης τύπος είναι η παρατηρητική επιδημιολογία. Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες των παρατηρητικών μελετών. Η πρώτη είναι περιγραφικές ή ποιοτικές μελέτες, το αντικείμενο των οποίων είναι να καθοριστούν θέσεις και τάσεις και να παραχθούν υποθέσεις. Αυτές οι μελέτες συχνά συγκρίνουν πληθυσμούς πάρα μια πληθυσμιακή μελέτη αποτελούμενη από χαρακτηριστικές πληροφορίες. Είναι δύσκολο να μελετηθούν άλλοι παράγοντες κινδύνου σ' αυτούς τους τύπους των μελετών και συνεπώς μπορεί να είναι θέμα προκατάληψης ή σύγχυσης.

Ο δεύτερος τύπος των παρατηρητικών μελετών είναι η αναλυτική και ποσοτική μελέτη. Συχνά αναφέρεται ως αιτιολογική μελέτη. Το αντικείμενο αυτής της μελέτης είναι να ελέγξει υποθέσεις, προτείνει βιολογικούς μηχανισμούς και αποκτήσει πληροφορία δράσης - αντίδρασης. Υπάρχουν μελέτες που δείξει δράσης - αντίδρασης επιδράσεις για περιβαλλοντικά χημικά όπως είναι ο αμίαντος, το ραδόνιο, ο

μόλυβδος και οι μεταδιδόμενοι από το νερό μικροοργανισμοί. Στον **Πίνακα 3.2**, ο οποίος περιέχει και ποιοτικές και ποσοτικές μελέτες, γίνεται λόγος για εννέα χημικά συστατικά. [Calderon, 2000]

Πίνακας 3.2: Χαρακτηριστικά χημικών μολυσματικών παραγόντων του πόσιμου νερού, όπως αυτά παρουσιάζονται σε επιδημιολογικές μελέτες. +

Χημικό στοιχείο	Ποιοτικά χαρακτηριστικά	Ποσοτικά χαρακτηριστικά	Εύρος κινδύνου	Δόση-αντίδραση	Παρουσία μg/litre
Αλουμίνιο	X		1.0 - 5.0	X	1 - 3000
Αρσενικό	X	X	1.2→20	X	40 - 2000
DBPs	X	X	1.0 - 3.0		ND - 200
Φθόριο	X	X	0 - 3.6		200 - 4000
Μόλυβδος	X	X	0 - 10***	X	ND - 600
Νιτρικά	X	X	2 -3.5	X	ND - 27.000
Μικροβιοκτόνα	X		0 - 1.7		1 - 25
Ραδόνιο	X	X	1.5 - 15***	X	1 - 2000 pCi
Θειικά	X	x	0 - 2	x	1 - 770 mg*

*ND = μη ανιχνεύσιμο

** = αφορά σε επαγγελματικές μελέτες

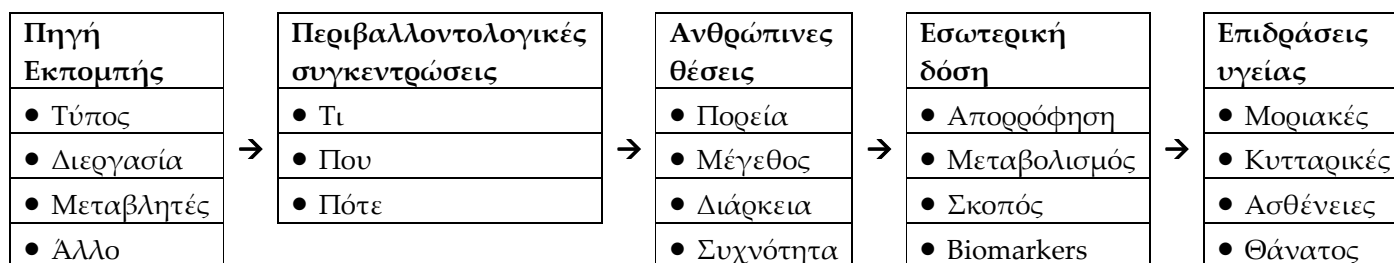
*** = αφορά σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί μελετώντας άλλες πηγές πλην του πόσιμου νερού

Το βασικό στοιχείο στην επιδημιολογία είναι η εκτίμηση κινδύνου («risk»). Ο κίνδυνος ορίζεται ως η πιθανότητα να νοσήσει κάποιο άτομο κατόπιν δεδομένης έκθεσης σε συγκεκριμένο παράγοντα. Οι τιμές που λαμβάνει ο παράγοντας του «κινδύνου» κυμαίνονται από 0 έως 1. Συνήθως ο «κίνδυνος» εκφράζεται ως αναλογία ατόμων που εκτέθηκαν στον εκάστοτε παράγοντα προς τα άτομα που δεν είχαν καμιά επαφή. Είναι εμφανές ότι το μέγεθος της αναλογίας παίζει σημαντικό ρόλο κατά την εκτίμηση επικινδυνότητας. Αν δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ατόμων (έκθεση στον παράγοντα & μη έκθεση), τότε η αναλογία είναι ίση με τη μονάδα. Αν ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος για τα άτομα που εκτέθηκαν στον μολυσματικό παράγοντα τότε ο λόγος είναι μεγαλύτερος της μονάδας. Η σπουδαιότητα των χημικών μολυσματικών παραγόντων αναφέρεται στον **Πίνακα 3.2** στον οποίο παρατηρείται ότι ο λόγος κινδύνου κυμαίνεται μέχρι πέντε. Εξαιρέση αποτελούν ο μόλυβδος και το ραδόνιο όπου έχουν εκτιμηθεί σε διαφορετικές μολυσμένες πηγές από πηγές πόσιμου νερού.

Για τους σκοπούς της εκτίμησης της επικινδυνότητας, η διαθεσιμότητα των δεδομένων δράσης – αντίδρασης είναι σημαντική. Αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν την επιλογή μιας συγκεκριμένης στάθμης πάνω στην οποία η πολιτική ή ο κανονισμός θα βασιστεί. Σημειώνεται ότι στον **Πίνακα 3.2** και οι ποιοτικές και οι ποσοτικές μελέτες μπορούν να εκτιμήσουν τη σχέση δράσης – αντίδρασης, αλλά λόγω της περιγραφικής φύσης των ποιοτικών μελετών αυτές δε συστήνονται για εκτίμηση επικινδυνότητας. Η τελευταία στήλη στον **Πίνακα 3.2** είναι τα υπάρχοντα επίπεδα των ρυπασμένων συστατικών που εκτιμήθηκαν στην μελέτη. Με εξαίρεση το ραδόνιο και το θειικό οξύ, όλα καταγράφηκαν σε μικρογραμμάριο. Οι περισσότερες χρονικές βιοχημικές αναλύσεις ζώων χρησιμοποιούν ποσότητες χιλιοστού του γραμμαρίου εκτιμώντας τοξικές επιδράσεις. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της επιδημιολογίας είναι ότι πραγματικές παγκόσμιες θέσεις έχουν μελετηθεί. Συνεπώς, οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν μικρότερη αβεβαιότητα σχετικά με το σκοπό της εκτίμησης της επικινδυνότητας. [Calderon R. L., 2000]

Γιατί η επιδημιολογία των χημικών στο πόσιμο νερό είναι δύσκολη

Η περιβαλλοντική επιδημιολογία επικεντρώνεται στην έκθεση. Πολλοί περιγράφουν τη περιβαλλοντική επιδημιολογία σαν ένα μαύρο κουτί. Ένα παράδειγμα περιβαλλοντικής υγείας [Sexton et al, 1992] δείχνει την πολυπλοκότητα των θεμάτων των επιδημιολογικών μελετών όπως φαίνεται παρακάτω στο **Σχήμα 3.1**.



Σχήμα 3.1: Παράδειγμα περιβαλλοντικής υγείας πόσιμου νερού

Κάθε μια από τις πέντε περιοχές του παραδείγματος της περιβαλλοντικής υγείας μπορεί να είναι μια πηγή αξιοσημείωτης παραλλαγής. Η πηγή εκπομπής έχει τέσσερις υποκατηγορίες. Για το πόσιμο νερό, ο τύπος θα μπορούσε να είναι το υπόγειο ή το επιφανειακό νερό και η ποιότητα θα μπορούσε να είναι από υψηλή έως χαμηλή.

Μελέτες απολύμανσης μέσω προϊόντων (disinfection by products, DBPs) συγκρίνουν υπόγεια νερά (χαμηλά ή όχι DBPs) με κοινότητες που χρησιμοποιούν επιφανειακό νερό (υψηλά επίπεδα των DBPs). Η έκθεση ποικίλλει βασισμένη σε χαμηλή ποιότητα (υψηλές συγκεντρώσεις ανόργανου άνθρακα ή υψηλές συγκεντρώσεις βρωμίνης) έναντι υψηλής ποιότητας νερού (χαμηλά οργανικά συστατικά). Ο τύπος της διεργασίας που χρησιμοποιείται μπορεί να επιδράσει στη συγκέντρωση των χημικών συστατικών. Η θρόμβωση, τύπος απολύμανσης, τύποι διήθησης και άλλες διεργασίες όπως η χρήση κοκκώδους ενεργοποιημένου άνθρακα πρέπει να μελετηθούν. Άλλες μεταβλητές που χρειάζεται να μελετηθούν είναι η γεωγραφία, συνδυασμοί και εποχικές μεταβολές. Αλλα θέματα που μπορούν να επηρεάσουν την περιγραφή της πηγής είναι η δυναμική του συστήματος διανομής και η διαθεσιμότητα του νερού.

Οι περιβαλλοντικές συγκεντρώσεις κάνουν λόγο για το τι, που, πότε και πώς συμβάλλει η πηγή. Υπάρχουν πολλές απόψεις για το «ΤΙ» είναι μέτρηση. Ιστορικά, με τη παρακολούθηση έχουν αποκτηθεί πληροφορίες πάνω στα τριαλομεθάνια (THMs). Τα τριαλομεθάνια μπορεί να μην είναι τόσο διαδεδομένα όσο άλλα απολυμαντικά όπως τα άλατα οξέος, ή τόσο αντιπροσωπευτικά όσο ο ολικός οργανικός άνθρακας ή total organic halide. Τα περισσότερα παρακολουθητικά προγράμματα περιέχουν περισσότερες από μια τοποθεσία. Το «ΠΟΥ» να μετρηθούν περιλαμβάνει το ανεπεξέργαστο νερό, φυτικούς παραπόταμους, το σύστημα διανομής και τις βρύσες των καταναλωτών. Το «ΠΩΣ» να γίνει μία μέτρηση είναι ευμετάβλητο στο ενδιαφέρον του ρυπασμένου υλικού. Πολύ λίγα προγράμματα παρακολουθούν τα μικροβιοκτόνα κάθε εβδομάδα. Υπάρχουν προγράμματα που μπορούν να δώσουν ωριαία εκτίμηση των προϊόντων απολύμανσης στη βρύση που εξαρτάται από τη ροή και τη συγκέντρωση του υπολειμματικού χλωρίου. Η τελευταία ερώτηση αφορά το «ΠΟΣΟ» η χημική έκθεση σχετίζεται στη σχέση του νερού με τον αέρα, το έδαφος και τα τρόφιμα. Στις Ηνωμένες Πολιτείες υπάρχει αξιοσημείωτη αμφισβήτηση για τον κανονισμό του ραδονίου στο νερό δεδομένου ότι η πλειοψηφία της έκθεσης είναι στο αέριο ραδόνιο στο σπίτι. Ο μόλυβδος είναι άλλο ένα χημικό που θα μπορούσε να έχει άλλες σημαντικές πηγές έκθεσης από το νερό.

Στοιχεία πάνω στην πηγή εκπομπής και περιβαλλοντικής συγκέντρωσης είναι εύκολα διαθέσιμα για τα περισσότερα χημικά συστατικά που προκαλούν ανησυχία.

Αυτό είναι ένα μικρό μέρος των δεδομένων που χρειάζονται για να κατανοηθεί η ανθρώπινη έκθεση σε χημικά μέσω του πόσιμου νερού. Η ανθρώπινη έκθεση είναι η πραγματική αλληλεπίδραση ανάμεσα στις περιβαλλοντικές συγκεντρώσεις και στο ανθρώπινο σώμα. Η επαφή με χημικό μέσω του πόσιμου νερού δεν είναι ένα απλό συμβάν. Επειδή πλενόμαστε και πίνουμε νερό, η «ΔΙΑΔΡΟΜΗ» της έκθεσης μπορεί να είναι εισπνοή ή δερματική απορρόφηση. Η εκτίμηση επικινδυνότητας για τα τριαλομεθάνια προτείνει έναν αυξημένο κίνδυνο σχετιζόμενο είτε με εισπνοή είτε απορρόφηση. Το «ΜΕΓΕΘΟΣ» και η «ΔΙΑΡΚΕΙΑ» χρειάζεται να μελετηθούν σε έκθεση που μετριέται. Τέλος, η «ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ» (μια φορά, συνεχής, καθημερινά) πρέπει να είναι μέρος της μήτρας της έκθεσης.

Η επιδημιολογία και η εκτίμηση της επικινδυνότητας άρχισαν να ανοίγουν το «μαύρο κουτί» μέσω του καθορισμού μιας εσωτερικής δράσης ενός συστατικού που ρυπαίνει το περιβάλλον. Οι πληροφορίες μιας εσωτερικής δόσης μπορεί να μοντελοποιηθούν χρησιμοποιώντας modeling φαρμακοκινηματικής που λαμβάνει υπόψη την απορροφητική δόση, το μεταβολισμό και τον στόχο της δόσης. Τέσσερις συνιστώσες αποτελούν την έκθεση. Λάθη που σχετίζονται με την έκθεση περιέχουν μετρήσεις και λαθεμένες ταξινομήσεις.

Στον **Πίνακα 3.3** παρουσιάζονται παραδείγματα πληθυσμιακής ευαισθησίας σε επιδράσεις που σχετίζονται με την κατανάλωση πόσιμου νερού που περιέχει χημικά συστατικά. [Calderon, 2000]

Πίνακας 3.3: Παραδείγματα πληθυσμιακής ευαισθησίας σε επιδράσεις που σχετίζονται με την έκθεση πόσιμου νερού που περιέχει χημικά συστατικά [Calderon, 2000]

Χημικό	Ευπαθείς πληθυσμοί
Αλουμίνιο	Dialysis patients
Αρσενικό	Γενετικοί, θρεπτικοί
Απολυμαντικά από προϊόντα	Ηλικιωμένοι άντρες, έγκυες
Φθόριο	Νήπια
Μόλυβδος	Έμβρυα, παιδιά
Νιτρικά	Έγκυες, νήπια
Μικροβιοκτόνα	Άγνωστο
Ραδόνιο	Καπνιστές
Θειικά	Νήπια

Πηγές νερού

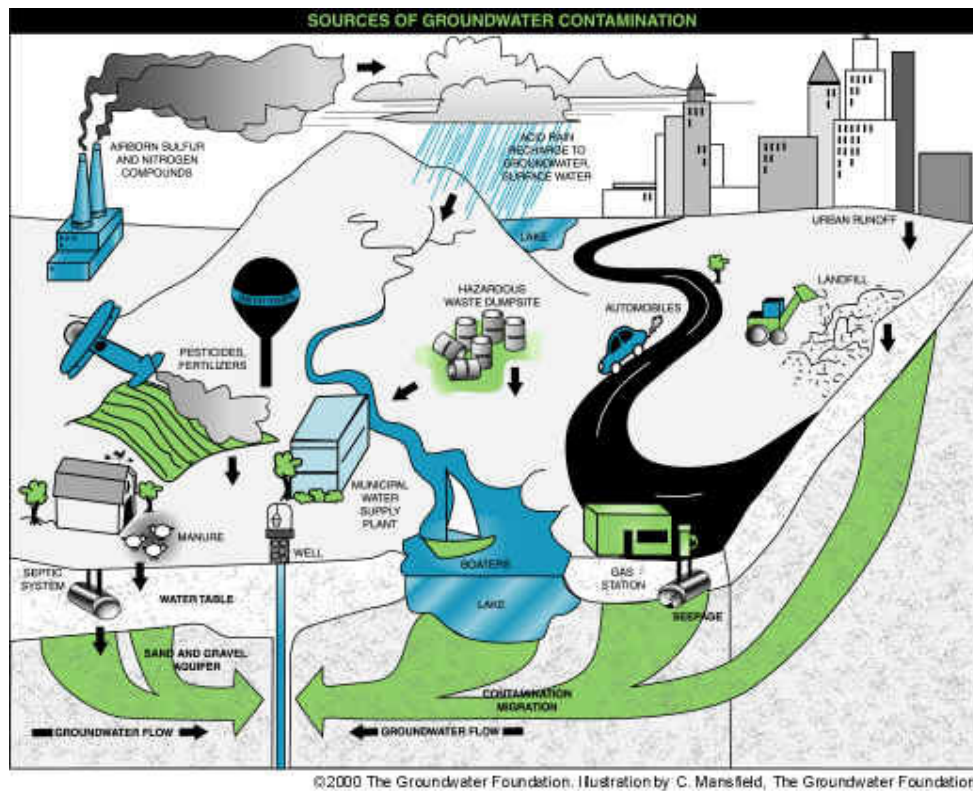
Το νερό είναι άφθονο, αλλά το κατάλληλο πόσιμο νερό περιορίζεται από τη γεωγραφία, τη δημογραφία και την οικονομία. Οι πιθανές πηγές νερού είναι οι τρεις παρακάτω: [Bates, 2000]

1. Θαλάσσιο νερό

Η μεγαλύτερη πηγή νερού είναι η θάλασσα. Εντούτοις, δεν είναι πόσιμο χωρίς τεράστιες δαπάνες σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Η εντατική επεξεργασία οποιασδήποτε πηγής αυξάνει το ίδιο ζήτημα. Η χρήση υφάλμυρου ή θαλάσσιου νερού είναι συνήθως η τελευταία λύση όταν εξαντληθούν ή αμφισβητηθούν όλες οι άλλες πηγές σε μια κοινότητα. Το θαλάσσιο νερό είναι μια επιλογή μέσα σε μια σχετικά κοντινή απόσταση της ακτής, διαφορετικά οι δαπάνες μεταφοράς προσθέτουν ένα ανεπιθύμητο φορτίο στο ήδη υψηλό κόστος επεξεργασίας.

2. Υπόγειο νερό

Το υπόγειο νερό αποτελείται από τα βαθιά υδροφόρα στρώματα και από τις ανανεώσιμες πηγές. Το πρώτο, αν και άφθονο σε μερικές περιοχές, είναι μετρήσιμο με τον ίδιο τρόπο όπως τα αποθέματα πετρελαίου. Τέτοιες πηγές έχουν μια σχετικά σταθερή σύνθεση, αλλά θα μπορούσαν να περιέχουν ανεπιθύμητα συστατικά όπως το αρσενικό, το ουράνιο, το ραδόνιο, κ.λπ. Το δεύτερο μπορεί εξίσου να περιέχει έμφυτα ανεπιθύμητα συστατικά αλλά μπορεί επίσης να είναι επιρρεπές σε ρύπανση από τις δραστηριότητες στην επιφάνεια του εδάφους όπως τη βιομηχανία, την καλλιέργεια, κ.λπ.



Σχήμα 3.2: Πηγές υπόγειας μόλυνσης [2000 The Groundwater Foundation]

3. Επιφανειακό νερό

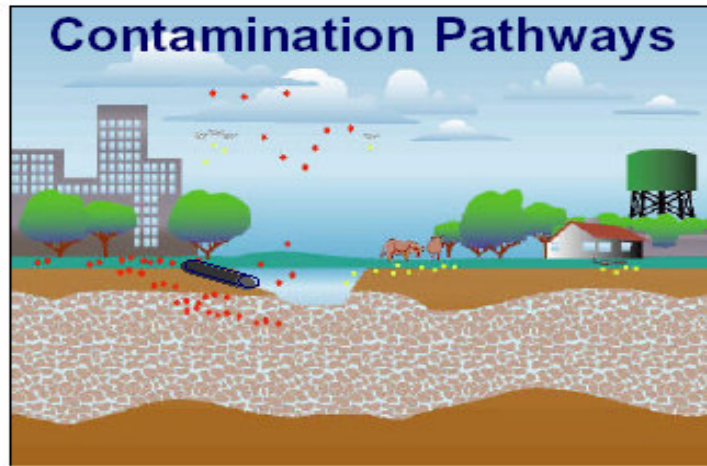
Το επιφανειακό νερό προέρχεται από προσιτές & επιφανειακές πηγές, όπως είναι τα ποτάμια και οι φυσικές λίμνες. Αυτές οι πηγές χρησιμοποιούνται οπουδήποτε είναι δυνατόν.

Κίνδυνοι που διατρέχουν επιφανειακά και υπόγεια ύδατα

Η ρύπανση των υπόγειων νερών εμφανίζεται όταν προϊόντα προερχόμενα από τον άνθρωπο όπως η βενζίνη, το λάδι, τα οδικά άλατα και οι χημικές ουσίες εισδύουν στα υπόγεια νερά και τα καθιστούν μη ασφαλή και ακατάλληλα για ανθρώπινη χρήση. Μερικές από τις σημαντικότερες πηγές αυτών των προϊόντων, αποκαλούμενες μολυσματικοί παράγοντες, είναι οι δεξαμενές αποθήκευσης, τα σηπτικά συστήματα, επιβλαβή απόβλητα, υλικά οδοστρώματος και η διαδεδομένη χρήση των οδικών αλάτων και των χημικών ουσιών.

Οι δεξαμενές αποθήκευσης μπορούν να περιέχουν βενζίνη, πετρέλαιο, χημικές ουσίες ή άλλους τύπους υγρών και μπορούν είτε να είναι πάνω είτε κάτω από το

έδαφος. Εάν οι μολυσματικοί παράγοντες διαρρέουν έξω και εισρέουν στα υπόγεια νερά, μπορεί να προκληθεί σοβαρή μόλυνση.



Σχήμα 3.3: Πηγές μόλυνσης [Drinking Water Academy, 2002]

Το επιφανειακό νερό είναι ευαίσθητο στη μόλυνση από τις άμεσες απαλλαγές, την απορροή και την υπόγεια εισροή νερού. Χημικοί και μικροβιολογικοί μολυσματικοί παράγοντες μπορούν να εισαγάγουν το επιφανειακό νερό μέσω της απορροής, ή μέσω της άμεσης διάθεσης στους ποταμούς ή η όξινη βροχή μπορεί να έχει επιπτώσεις στις επιφανειακές πηγές νερού και το ρυπασμένο υπόγειο νερό μπορεί να αλληλεπιδράσει με το επιφανειακό νερό και να διαδοθεί η ρύπανση. Το επιφανειακό νερό είναι ευαίσθητο και στις δύο, χημική ρύπανση και μικροβιολογική μόλυνση και απαιτεί στις περισσότερες περιπτώσεις την επεξεργασία, διήθηση ή / και απολύμανση προτού να είναι ασφαλές για πόση. Απορροή από τις επιφανειακές περιοχές σε έναν υδροκρίτη, κοντά σε μια είσοδο παροχής πόσιμου νερού μπορεί να περιέχει μολυσματικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπινων ή ζωικών αποβλήτων (στο **Σχήμα 3.3** παριστάνονται με τους κίτρινους κύκλους). [Drinking Water Academy, 2002]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Υδροδότηση και ποιότητα νερού της πόλης του Ηρακλείου

Η Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης Ηρακλείου (Δ.Ε.Υ.Α.Η.) ιδρύθηκε το 1983 και διέπεται από το Νόμο 1069/80. Είναι Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου, με κοινωφελή – μη κερδοσκοπικό χαρακτήρα, που σκοπό έχει τη μελέτη, κατασκευή, συντήρηση, εκμετάλλευση, διοίκηση και λειτουργία των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης, ακάθαρτων και όμβριων, καθώς και μονάδων υγρών αποβλήτων της περιοχής Ηρακλείου, όπως ο Νόμος 1069/80 ορίζει.

Πρωταρχική φροντίδα της Δ.Ε.Υ.Α.Η. είναι ο συνεχής έλεγχος και η σωστή διαχείριση των υδροφόρων οριζόντων, από τους οποίους αντλείται νερό, για τις ανάγκες υδροδότησης της πόλης.

Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιούνται καθημερινές μετρήσεις της στάθμης τους, αλλά και συνεχείς δειγματοληψίες και αναλύσεις, ούτως ώστε να διατηρηθεί η καλή ποιότητα των νερών και να προστατευτούν οι υδροφόροι ορίζοντες από υπεραντλήσεις, οι οποίες ενδέχεται να επιφέρουν δυσάρεστες συνέπειες.

Η διανομή του νερού στην πόλη, εξαιρουμένων των περιπτώσεων των αναγκαστικών διακοπών στα Αντλιοστάσια (λόγω των διακοπών ρεύματος της Δ.Ε.Η. ή βλαβών στα εξωτερικά δίκτυα) είναι αρκετά ικανοποιητική, σε σχέση με τα παλαιότερα χρόνια.

Η Δ.Ε.Υ.Α.Η. καταβάλλει συνεχείς και συστηματικές προσπάθειες για την επίτευξη των βασικών στόχων της, οι οποίοι, όσον αφορά στην Ύδρευση είναι η οριστική επίλυση του προβλήματος υδροδότησης της πόλης (με την εξασφάλιση συνεχούς ροής στα δίκτυα και την ύπαρξη εφεδρικών λύσεων) και όσον αφορά στην Αποχέτευση, είναι η κάλυψη όλης της πόλης με δίκτυα, τα οποία θα οδηγούν τα λύματα στο Βιολογικό Καθαρισμό του Ηρακλείου.

Το Ηράκλειο είναι η μοναδική πόλη της Κρήτης με μη συνεχή ροή στα δίκτυα ύδρευσης, με πολλαπλά αρνητικά αποτελέσματα, το κυριότερο των οποίων είναι πως το νερό δεν είναι πόσιμο, παρά το ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του είναι γενικά καλά.

Η πόλη του Ηρακλείου υδρεύεται από πολλές περιοχές του Νομού με πολλές γεωτρήσεις και πηγές.

Επειδή η πόλη έχει αυξημένες ανάγκες σε νερό, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες όπου ο πληθυσμός πολλαπλασιάζεται λόγω τουρισμού, το δίκτυο έχει ασυνεχή ροή με αποτέλεσμα να καταπονείται περισσότερο με δυνητικό κίνδυνο σπασίματος και άρα χρειάζεται αυξημένη παρακολούθηση ώστε το υπόλειμμα απολυμαντικού να ανιχνεύεται και στο πιο απομακρυσμένο σημείο του.

Λόγω της διακοπτόμενης παροχής νερού στο δίκτυο, τα περισσότερα σπίτια διαθέτουν δεξαμενές αποθήκευσης νερού στις ταράτσες τους, συνήθως 1-2 κυβικών/οικογένεια, από λαμαρίνα (επιψευδαργυρωμένο χάλυβα), εκτός από νεότερες κατασκευές που διαθέτουν υπόγειες τσιμεντοδεξαμενές μεγαλύτερης χωρητικότητας με πιεστικό σύστημα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού στις δεξαμενές αυτές, κυρίως το καλοκαίρι και σε σπίτια που έχουν περιορισμένες καταναλώσεις. Επομένως, το νερό παραμένει περισσότερες ώρες στάσιμο, με κίνδυνο τον πολλαπλασιασμό των μικροβίων σε περίπτωση ύπαρξής τους. Αυτό έχει ως συνέπεια τη γενική υποβάθμιση της ποιότητας του νερού εξαιτίας συνεχών διακοπών [Κουμάκης & Διαλυνάς, 2007].

Το βιοφιλμ θεωρείται ότι είναι η αρχική πηγή μικροοργανισμών σε συστήματα διανομής που τρέφονται επαρκώς με επεξεργασμένο νερό και δεν έχουν καμία διακοπή στις σωληνώσεις [LeChevallier, 1987]. Το βιοφιλμ υπερισχύει επειδή τα προσαρτημένα κύτταρα έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα, όπως η δυνατότητα να μεταβολιστούν οι ασταθείς οργανικές ενώσεις [Camper, 2004] και η αυξανόμενη αντίσταση στο χλώριο και σε άλλες βιοκτόνες ουσίες [Tachikawa et al., 2005 & Emtiazi et al., 2004]. Η απολύμανση με διοξείδιο του χλωρίου, για παράδειγμα, μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση των βακτηρίων, αλλά έχει μικρή επίδραση στη συγκέντρωση των βακτηρίων του βιοφιλμ [Gagnon, 2005]. Ο μηχανισμός που υφίσταται πίσω από την παρατηρηθείσα αντίσταση των κυττάρων του βιοφιλμ στην απολύμανση είναι άγνωστος, παρόλο που οι υποθέσεις περιλαμβάνουν την μαζική αντίσταση μεταφοράς

[Stewart et al., 1996], το σχηματισμό των κυττάρων που παραμένουν [Roberts et al., 2005], και την προστασία εξαιτίας της παραγωγής των εξωκυτταρικών πολυμερών ουσιών [Allesen-Holm et al., 2006]. Το ιστορικό της απολύμανσης σε συστήματα διανομής μπορεί επίσης να επηρεάσει την αύξηση του βιοφιλμ. Τα σφάλματα στη χλωρίωση μπορούν να οδηγήσουν στην επανακαλλιέργεια του βιοφιλμ και την αυξανόμενη αντίσταση των βακτηρίων του βιοφιλμ στο χλώριο [Codony et al., 2005]. Τέτοιες διαπιστώσεις εμπλέκουν τη σημασία ενός συνεχούς απολυμαντικού υπόλοιπου στα συστήματα διανομής [Berry et al., 2006].

Για την αποφυγή της μόλυνσης του νερού με κάθε είδους μικροοργανισμούς, έχουν εγκατασταθεί συστήματα απολύμανσης με διάλυμα Υποχλωριώδους Νατρίου σε όλα τα αντλιοστάσια υδροληψίας με αυτόματες δοσομετρικές αντλίες.

Το χλώριο είναι το πιο διαδεδομένο μέσο απολύμανσης για την μικροβιολογική ποιότητα του νερού. Η συγκέντρωση και ο χρόνος επαφής του χλωρίου είναι τα κυριότερα (όχι τα μόνα) στοιχεία που καθορίζουν τη σωστή απολύμανση του.

Εκτός από την προληπτική απολύμανση, δεν γίνεται καμία άλλη επεξεργασία στο νερό του Ηρακλείου (εκτός από μια ποσότητα 10% που είναι πηγές επιφανειακές και πριν τη διάθεσή τους στο δίκτυο γίνεται ταχυδιύλιση σε πολυστρωματικό φίλτρο άμμου πριν τη χλωρίωση). Αυτό, διότι το νερό των γεωτρήσεων προέρχεται από μεγάλα βάθη, είναι διαυγές χωρίς τοξικές ή ανεπιθύμητες ουσίες.

Ένα αρνητικό φαινόμενο που εμφανίζεται σε γεωτρήσεις που γειτνιάζουν με την θάλασσα και επηρεάζονται από υφάλμυρους υδροφορείς είναι η υφαλμύριση. Αποτέλεσμα είναι η αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων χλωρίου ιδιαίτερα την καλοκαιρινή περίοδο λόγω ξηρασίας και μη γρήγορης ανανέωσης των υδροφόρων με γλυκό νερό. Συνέπεια των παραπάνω είναι η ανάγκη διακοπής της άντλησης γεωτρήσεων που υφαλμυρίζουν για χρονικά διαστήματα τέτοια ώστε η συγκέντρωση σε χλωριούχο νάτριο του μικτού νερού που καταλήγει στον καταναλωτή να μην υπερβαίνει τα επιθυμητά επίπεδα. Αυτό όμως δημιουργεί πρόβλημα στην ποσότητα του νερού που υδροδοτεί την πόλη (σε ορισμένες περιοχές του Ηρακλείου) και κατ' επέκταση την παρατεταμένη διακοπτόμενη ροή στα δίκτυα, κάτι που η ισχύουσα Νομοθεσία και πολύ περισσότερο η νέα οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης θεωρεί

μεγαλύτερο πρόβλημα από οποιαδήποτε αύξηση μιας ενδεικτικής παραμέτρου όπως τα χλωριόντα.

Η ποιότητα του νερού που υδροδοτεί το Ηράκλειο και τα δημοτικά διαμερίσματα είναι καλή χωρίς οργανικούς μικρορύπους και βαριά μέταλλα, στοιχεία που αποτελούν άμεσο αλλά και μακροπρόθεσμο κίνδυνο για την δημόσια υγεία.

Η ποιότητα του νερού σε ορισμένες περιοχές του Ηρακλείου που υδροδοτούνται από τις υφάλμυρες γεωτρήσεις της περιοχής Τυλίσου – Κέρης παρουσιάζει αυξημένες συγκεντρώσεις σε χλωριόντα που υποβαθμίζουν γενετικά την ποιότητά του και για το λόγο αυτό η Δ.Ε.Υ.Α.Η. προσπαθεί να βελτιώσει την ποιότητα αλλά και την ποσότητα του νερού με την έρευνα και ανόρυξη νέων γεωτρήσεων (Αγ. Μύρωνα, Κρουσώνα) μεσοπρόθεσμα, αλλά και με άμεσες ενέργειες όπως διακοπή άντλησης των πιο υφάλμυρων γεωτρήσεων για ορισμένα χρονικά διαστήματα που όμως δεν μπορούν να αποτελέσουν μόνιμη λύση λόγω κινδύνων που θα προέκυπταν από την παρατεταμένη διακοπτόμενη παροχή ή τον περιορισμό της χρήσης του.

Το εργαστήριο της Δ.Ε.Υ.Α.Η. με τους καθημερινούς ελέγχους που διενεργεί και την εφαρμογή της όσο το δυνατόν καλύτερης απολύμανσης, προσπαθεί για την διασφάλιση της υγιεινής του νερού που διανέμει στους δημότες του Ηρακλείου [Κουμάκης & Διαλυνάς, 2007].

Περιγραφή του συστήματος υδροδότησης του Δήμου Ηρακλείου

Μια γενική άποψη του συστήματος υδροδότησης του Ηρακλείου δηλαδή πηγές, γεωτρήσεις δεξαμενές και εξωτερικά δίκτυα απεικονίζεται στο **Σχήμα 4.1**. Οι γεωτρήσεις και οι πηγές που απαρτίζουν τα διάφορα πεδία εκμετάλλευσης περιλαμβάνονται στους **Πίνακες 4.1α, 4.1β και 4.1γ** ενώ τα χαρακτηριστικά των δεξαμενών και αγωγών που συνθέτουν τα εξωτερικά δίκτυα, περιγράφονται στους **Πίνακες 4.2 και 4.3** αντιστοίχως.

Κομβικά σημεία της τροφοδοσίας του Ηρακλείου είναι οι δεξαμενές Παπά Τίτου, Δ2/Δ1 και Φορτέτσας που είναι οι καταληκτικοί κόμβοι τριών ομάδων εξωτερικών δικτύων που απαρτίζουν το σύστημα αυτό. Οι τρεις αυτές ομάδες δικτύων δεν είναι αυτόνομες αλλά με επικοινωνία μεταξύ τους, και η υποδιαίρεση γίνεται για λόγους καθαρά περιγραφικούς.

Δίκτυα δεξαμενής Παπά Τίτου. Στη δεξαμενή αυτή καταλήγουν οι αγωγοί Μαλίων, Σκαλανίου / Αϊτανίων και Τυλίσου.

1. Ο αγωγός των Μαλίων τροφοδοτεί τη δεξαμενή Παπά Τίτου (και Δ3α) από το πεδίο εκμετάλλευσης Μαλίων μέσω του αντλιοστασίου και της δεξαμενής Μαλίων με ενδιάμεσες τις υδροληψίες Γουβών, ΒΙΠΕΗ, Αλικάρνασού, Κατσαμπά καθώς και το αντλιοστάσιο τροφοδοσίας Καλλιθέας και Πρασά.
2. Ο αγωγός Σκαλανίου τροφοδοτεί τη δεξαμενή Παπά Τίτου (και Δ3α) από τις πηγές Ασπρακών (Μηλιαρά, Κρύες Βρύσες, φράγμα και Νεραϊδόσπηλιο) και Φοντάνας καθώς και τις γεωτρήσεις του Σκαλανίου μέσω του διυλιστηρίου Σκαλανίου. Στον αγωγό του Σκαλανίου συμβάλλει, λίγο μετά την έξοδο του φαραγγιού του Καρτερού και ο αγωγός των Αϊτανίων που τροφοδοτείται από το πεδίο Αϊτανίων μέσω της ομώνυμης δεξαμενής. Ενδιάμεσες υδροληψίες προ της κατάληξης του αγωγού στη δεξαμενή Παπά Τίτου, είναι αυτές της Μέσα Αλικάρνασού, φυλακών Αλικάρνασού, Λαχαναγοράς καθώς και της νέας δεξαμενής Δ7 που προορίζεται για την υδροδότηση της Αλικάρνασού.
3. Ο αγωγός Τυλίσου τροφοδοτείται από το πεδίο Τυλίσου μέσω της δεξαμενής φορτίου Τυλίσου. Στον αγωγό αυτό συμβάλλει στην περιοχή του κτήματος Καραμπίνη ο αγωγός Λουτρακίου που τροφοδοτείται από το πεδίο Λουτρακίου μέσω της ομώνυμης δεξαμενής. Παρά την έξοδο του κτήματος Καραμπίνη στον

αγωγό Τυλίσου συμβάλλει και ο αγωγός βαρύτητας της Κέρης που τροφοδοτείται από το πεδίο της Κέρης μέσω της ομώνυμης δεξαμενής. Προ της κατάληξής του στη δεξαμενή Παπά Τίτου ο αγωγός τροφοδοτεί τη δεξαμενή Δ3, το υδροστόμιο καθώς και τη δεξαμενή Δ4. ο αγωγός μπορεί επίσης να τροφοδοτήσει και τις δεξαμενές Δ1 και Δ2 αλλά επί του παρόντος τροφοδοτείται από αυτές.

Δίκτυα δεξαμενών Δ2 / Δ1. Αποτελείται από τους αγωγούς Αγ. Μύρωνα – Βουτών, Βουτών – Δ2 και Δ2 – Δ1.

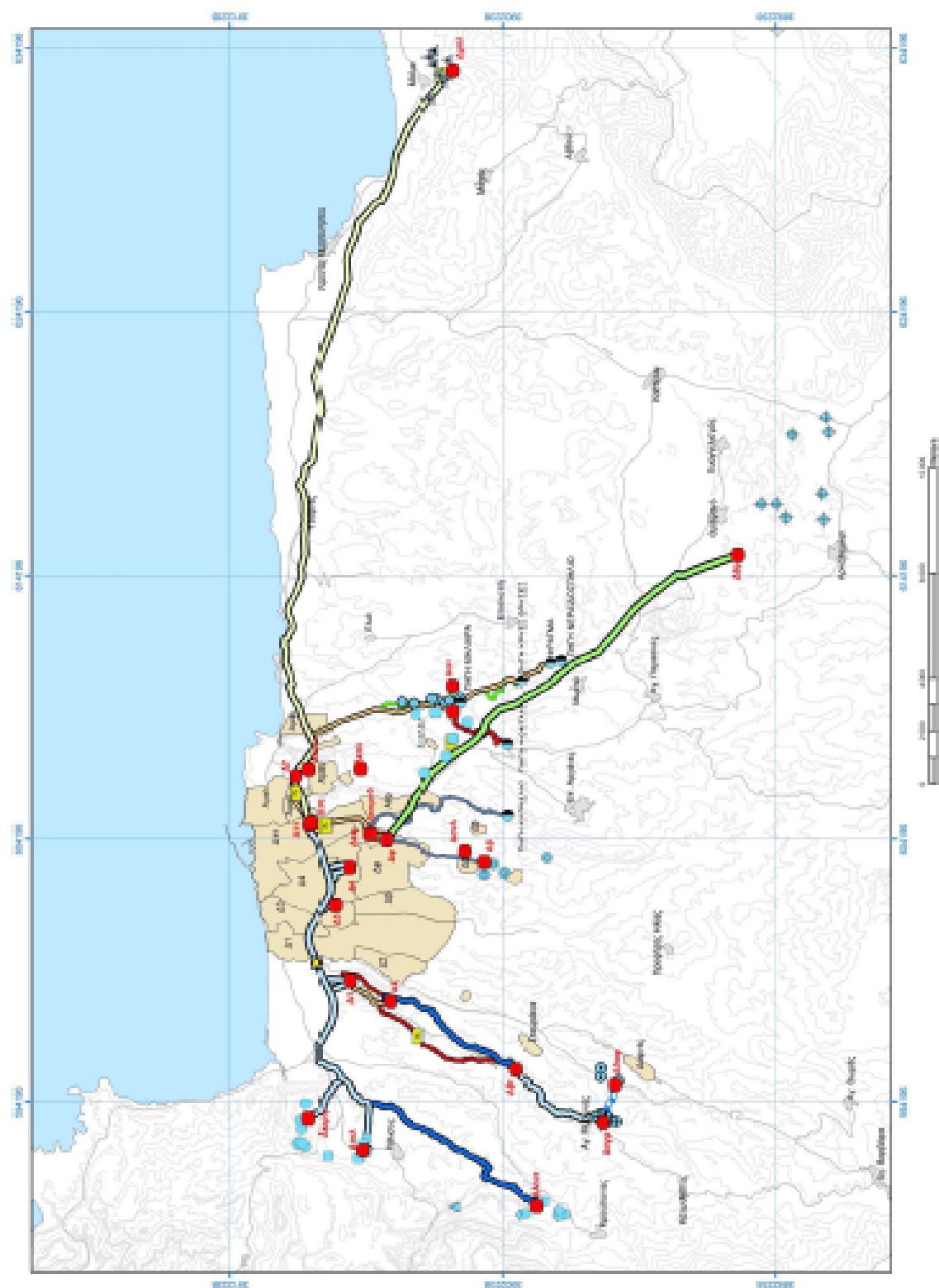
1. Ο αγωγός Αγ. Μύρωνα τροφοδοτείται από το πεδίο του Αγ. Μύρωνα μέσω της ομώνυμης δεξαμενής και καταλήγει στη δεξαμενή φορτίου Βουτών με ενδιάμεση την υδροληψία Πετροκεφάλου – Πενταμοδίου. Από την δεξαμενή του Αγ. Μύρωνα υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο του Αγ. Μύρωνα με βάνα διακοπής και υδρόμετρο. Από τη δεξαμενή Βουτών τροφοδοτούνται οι Βούτες και τα Σταυράκια.
2. Η δεξαμενή Δ2 τροφοδοτείται από τη δεξαμενή φορτίου Βουτών μέσω δύο αγωγών. Ο δυτικός (παλαιότερος) αγωγός Βουτών – Δ2 τροφοδοτεί τα Καλέσα με ενδιάμεση την υδροληψία της ΔΕΗ προ της κατάληξης του στη Δ2. ο ανατολικός είναι κατασκευής 2002 και συνδέει απευθείας τη δεξαμενή των Βουτών με τη Δ2 χωρίς ενδιάμεση υδροληψία.
3. Η δεξαμενή Δ2 συνδέεται με τη δεξαμενή Δ1 με δύο αγωγούς εκ των οποίων ο ανατολικός τροφοδοτεί με ενδιάμεσες υδροληψίες τις Γούρνες, το ΠΕΠΑΓΝΗ και το Γάζι. Η δεξαμενή Δ1 συνδέεται με τον αγωγό Τυλίσου με δύο αγωγούς με δυνατότητα και να το τροφοδοτεί αλλά και να τροφοδοτείται απ'αυτόν.

Δίκτυα Φορτέτσας. Στις δεξαμενές Φορτέτσας καταλήγουν:

1. Ο αγωγός που τροφοδοτείται από το πεδίο των Βασιλειών μέσω της ομώνυμης δεξαμενής. Από τη δεξαμενή των Βασιλειών με ανεξάρτητη τροφοδοσία τροφοδοτείται και η δεξαμενή της Συλάμου.
 2. Ο αγωγός που τροφοδοτείται από το πεδίο του Θραψανού μέσω της ομώνυμης δεξαμενής με ενδιάμεση την υδροληψία της Κνωσού.
- Οι δεξαμενές της Φορτέτσας τροφοδοτούν τη δεξαμενή της Κάτω Φορτέτσας η οποία τροφοδοτείται όμως και από τη δεξαμενή του Πάπα Τίτου μέσω του

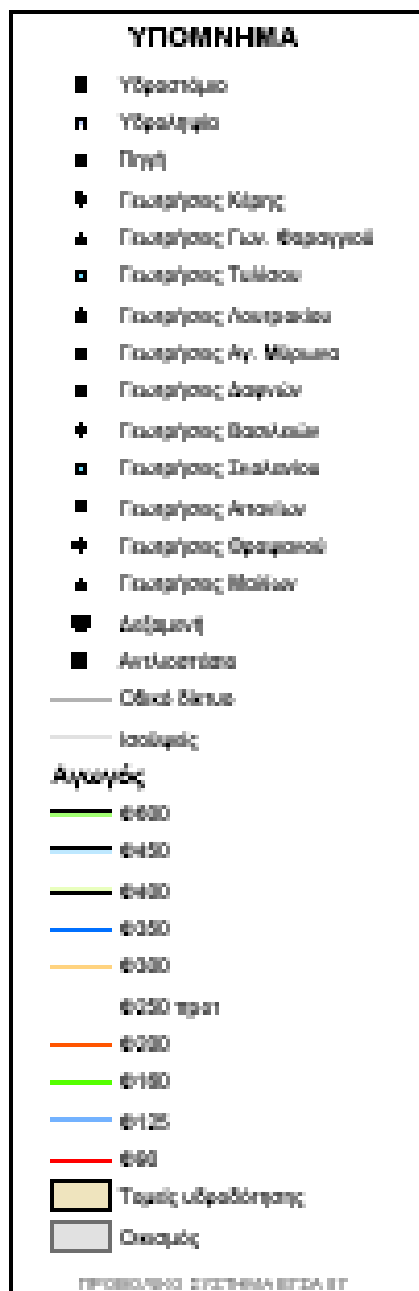
αντλιοστασίου του Αη Γιάννη. Στην Φορτέτσα σε μικρή δεξαμενή καταλήγει και ο αγωγός από τη πηγή Καρυδάκι με ενδιάμεση υδροληψία αυτή της περιοχής Σπήλια.

Ο αριθμός των υδρομέτρων που διατίθενται αντιστοιχεί σε 68 τομείς μέτρησης που αφορούν κυρίως συγκεκριμένες περιοχές αλλά και είδος κατανάλωσης (π.χ. δημόσιες υπηρεσίες). Από την οριοθέτηση των τομέων κατανάλωσης της Δ.Ε.Υ.Α.Η. προκύπτει η σύνθεση του χάρτη που απεικονίζεται στο **Σχήμα 4.2**. Ενώ στο **Σχήμα 4.3** παρουσιάζονται οι τομείς κατανάλωσης της Δ.Ε.Υ.Α.Η. και στο **Σχήμα 4.4** φαίνονται οι υψομετρικές ζώνες του δήμου Ηρακλείου. [Παρίσης, 2003]

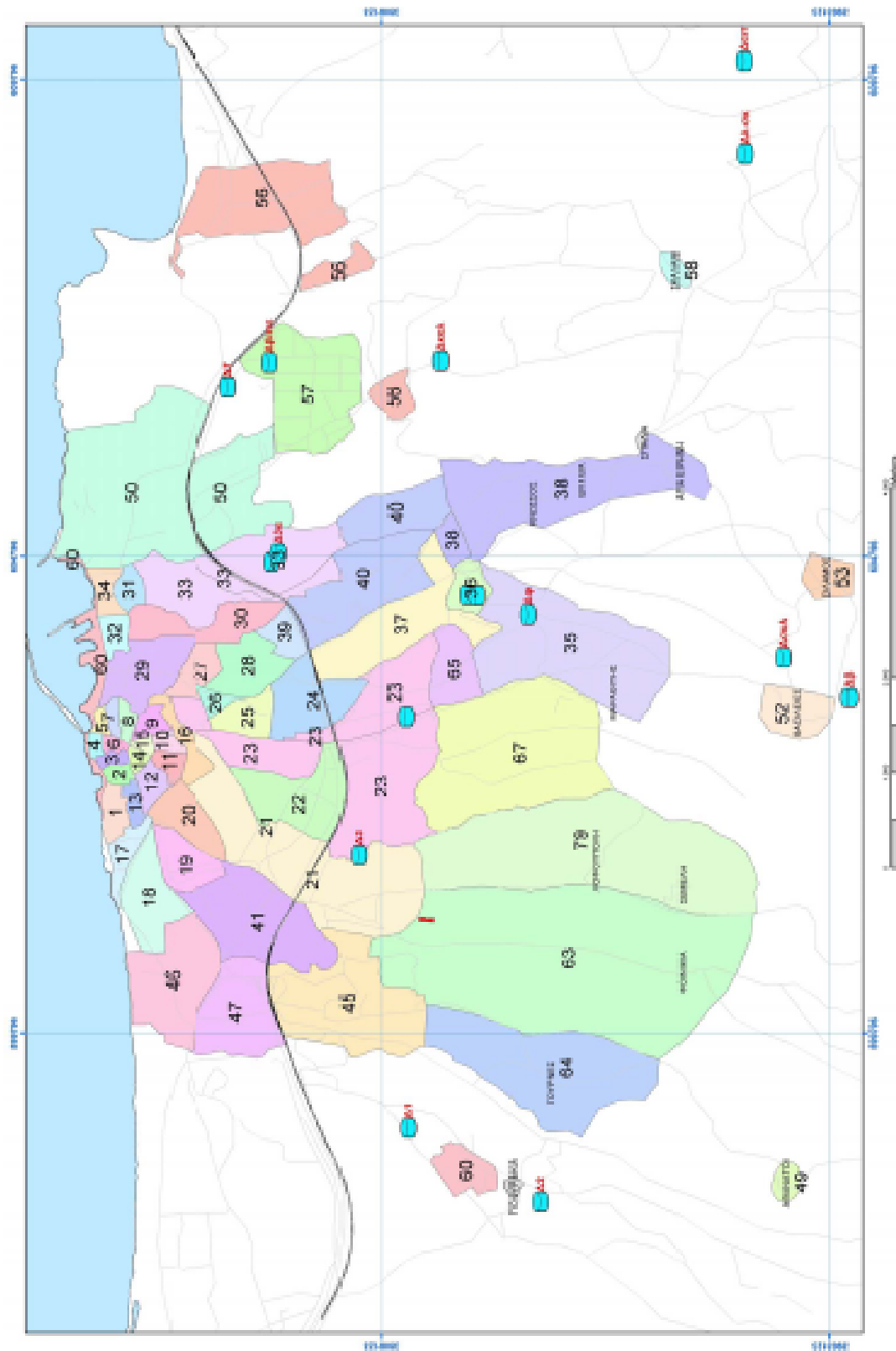


Σχήμα 4.1: Γενική άποψη εξωτερικών δικτύων – Δεξαμενών – Πεδίων εκμετάλλευσης Δ.Ε.Υ.Α.Η. [Παρίτσης, 2003]

Το υπόμνημα που ακολουθεί αναφέρεται στη γενική άποψη των εξωτερικών δικτύων, δεξαμενών και πεδίων εκμετάλλευσης της Δ.Ε.Υ.Α.Η. του **Σχήματος 4.1**.

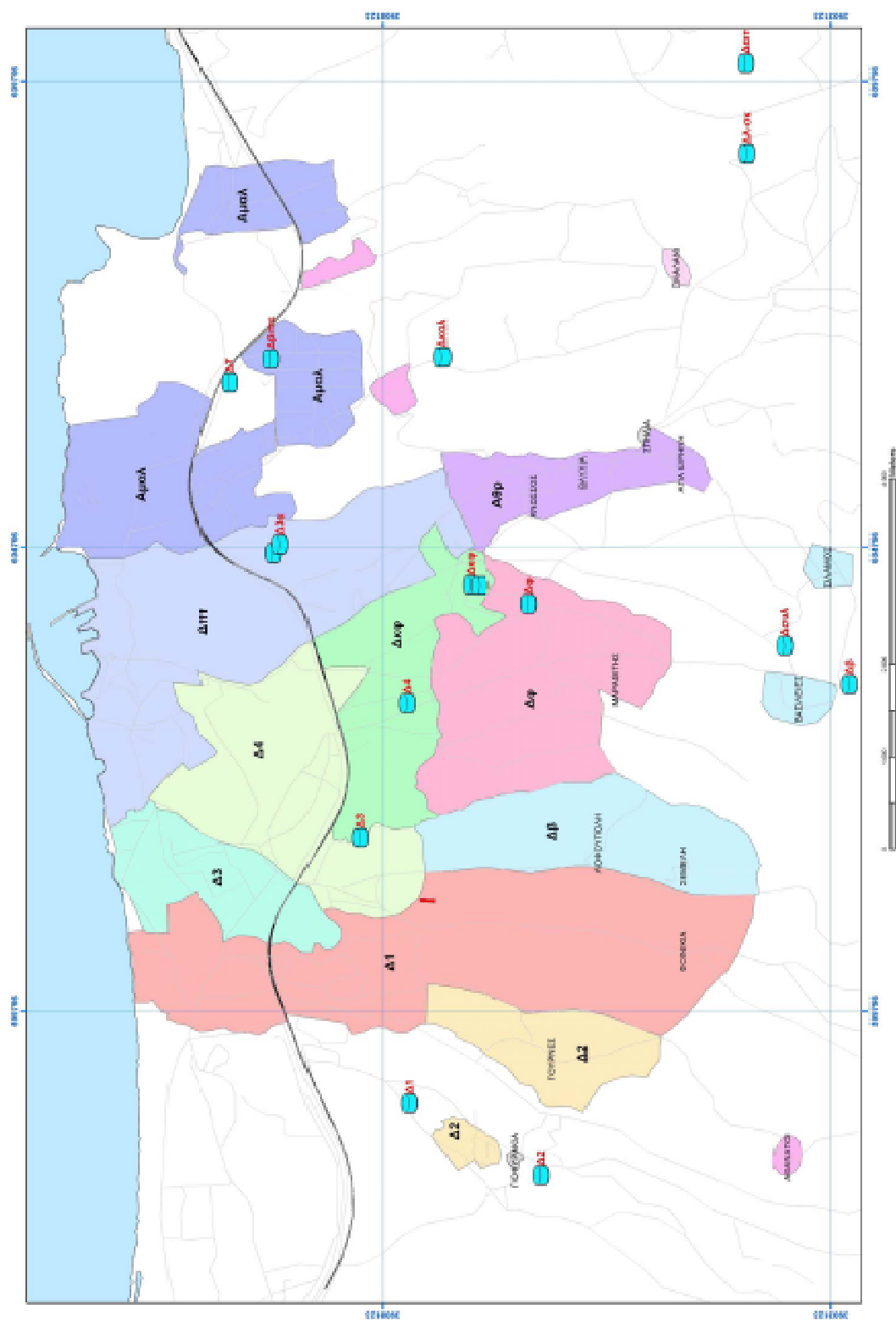


[Παρίτσης, 2003]

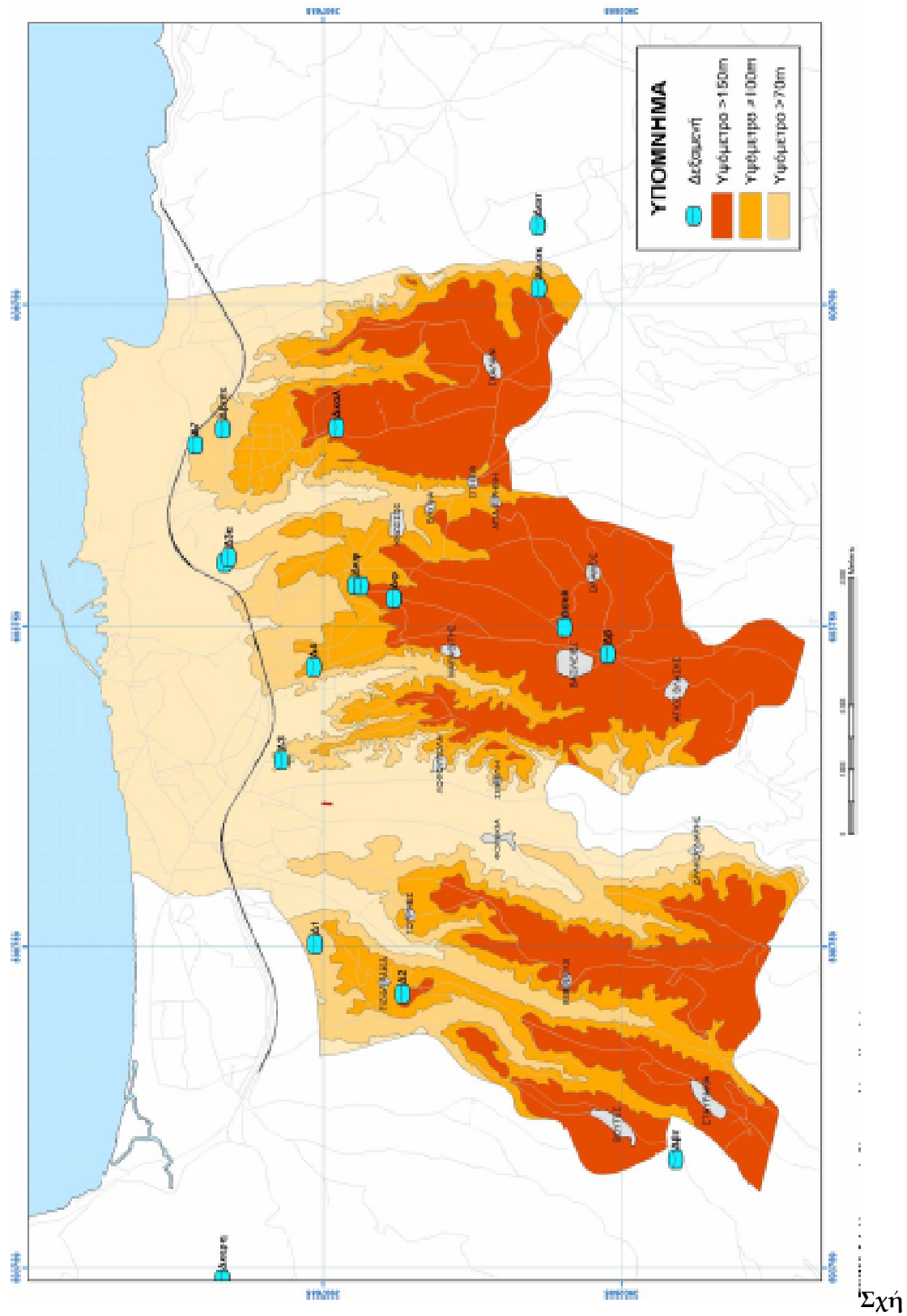


Σ

χάρτη 4.2: Τομείς μέτρησης Δ.Ε.Υ.Α.Η. [Παρίσης, 2003]



Σχήμα 4.3: Τομείς κατανάλωσης Δ.Ε.Υ.Α.Η. [Παρίσης, 2003]



Πίνακας 4.1α: Γεωτρήσεις πεδίων εκμετάλλευσης ΔΕΥΑΗ. Οι συντεταγμένες είναι σε ΕΓΣΑ 87 (υψόμετρα γεωτρήσεων πλην αυτών του Αγ. Μύρωνα από ΔΕΥΑΗ).

ΠΕΔΙΟ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	Χ	Υ	Ζ
ΚΕΡΗ	K9	592510	3909487	340.07
	K1	592623	3909794	341.92
	K2	592668	3909680	338.27
	K3	593181	3909611	298.69
	K5	593523	3909655	290.36
	K7	594146	3909464	289.27
	K10	592647	3909575	333.80
ΤΥΛΙΣΟΣ	ΣΥΝΔ	592152	3908658	200.56
	T17	592833	3907237	127.15
	T12	592127	3907498	191.31
	T21	592068	3907563	206.50
	T11	592605	3907374	123.25
	T15	592331	3907215	162.80
ΓΩΝΙΑΝΟ ΦΑΡΑΓΓΙ	T19	590240	3904071	226.01
	T22	590210	3903990	220.94
ΛΟΥΤΡΑΚΙ	KP4	589930	3899994	393.80
	KP5	589895	3900207	399.80
	KP3	590097	3900202	355.30
	KP13	589920	3901601	354.10
	KP9	589967	3901417	345.00
	KP8	590209	3900976	296.90
	KP7	590445	3900741	277.20
ΑΓ. ΜΥΡΩΝ	AM6	593447	3898102	393.90
	AM4	593636	3898456	406.50
	AM2	593735	3898679	387.50
	AM5	593667	3898813	406.10

[Παρίτσης, 2003]

Πίνακας 4.1β: Γεωτρήσεις πεδίων εκμετάλλευσης ΔΕΥΑΗ. Οι συντεταγμένες είναι σε ΕΓΣΑ 87 (υψόμετρα γεωτρήσεων Μαλίων και Θραψανού από ΔΕΥΑΗ).

ΠΕΔΙΟ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	Χ	Υ	Ζ
ΔΑΦΝΕΣ	Δντ	595168	3898659	204.00
	Δ4	594867	3898130	189.00
	Δ2	595511	3898644	175.00
	Δ12	595018	3898017	188.00
ΒΑΣΙΛΕΙΕΣ	B1	603318	3902915	324.38
	B2	603243	3902588	330.46
	B6	603488	3900635	421.69
	BK	602914	3902188	290.93
	B4	602836	3902913	216.93
ΘΡΑΨΑΝΟ	A6	620200	3890410	351.41
	A4	619562	3891645	364.78
	Δ3	616902	3892767	334.80
	Δ2	616383	3891862	350.50
	Δ5	617303	3890535	345.06
	A5	619652	3890296	347.00
	Δ1	616319	3890478	347.00
	Δ4	616903	3892209	354.30
ΜΑΛΙΑ	N6	634106	3904823	52.94
	N5	633886	3904958	53.60
	N4	633606	3904823	58.00
	N9	633749	3904300	91.20
	N8	633169	3904287	85.60
	N3A	633222	3904626	53.90
	N3B	633156	3904613	47.50
	N2	632933	3904502	52.50
	N1	632271	3904956	40.00

[Παρίτσης, 2003]

Πίνακας 4.1γ: Γεωτρήσεις και πηγές πεδίων εκμετάλλευσης ΔΕΥΑΗ. Οι συντεταγμένες είναι σε ΕΓΣΑ 87.

ΠΕΔΙΟ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ	Χ	Υ	Ζ
ΣΚΑΛΑΝΙ	ΣΚ1	606712	3905105	185.00
	ΣΚ2	607325	3904323	254.00
	ΣΚ3	608003	3904068	157.00
	ΣΚ4	608620	3903553	134.00
	ΣΚ5	609049	3904074	132.00
	ΣΚ6	608992	3904707	116.00
	ΣΚ7	608934	3905399	184.00
ΑΪΤΑΝΙΑ	12	609338	3905509	42.00
	13	609382	3905919	39.00
	7	609470	3904672	93.00
	8	609511	3904831	96.00
	6	609370	3904353	83.00
	5	609445	3904190	73.00
	4	609546	3903806	100.50
ΠΗΓΕΣ	Μηλιαρά	609360	3903800	65.00
	Νεραϊδόσπηλιο	610974	3900114	164.33
	Φράγμα	610887	3900505	148.43
	Καρυδάκι	605098	3902067	234.00
	Κρύες Βρύσες	610180	0901547	114.09
	Φοντάνα	607794	3902085	180.00

[Παρίτσης, 2003]

Πίνακας 4.2: Συντεταγμένες και χωρητικότητες δεξαμενών και αντλιοστασίων

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	Χ	Υ	Ζ
Δ4	Δ4	6000	603099	3907843	109.78
Δπτ	Παπά Τίτου	6000	604735	3909339	72.87
Δθρ	Θραψανού	6000	614967	3893628	390.00
Δ3	Δ3	7500	601665	3908376	81.06
Δλ-σκ	Διυλιστήριο Σκαλανίου		609040	3904078	135.38
Δφ	Φορτέτσας (πάνω)	5000	604184	3906496	190.00
Δαλ-αιτ	Αϊτανίων		609991	3904088	150.50
Δ2	Δ2	1500	598024	3906353	154.36
Δ1	Δ1	9000	598801	3907820	81.15
Δαγμ	Αγίου Μύρωνα	750	593410	3898570	439.00
Δκφ	Κάτω Φορτέτσας	1300	604392	3907148	141.07
Δβτ	Βουτών	750	595448	3901783	300.57
Δβ	Βασιλειών	120	603318	3902915	324.38
Δκερη	Κέρης	750	593573	3909374	283.00
Δτυλ	Τυλίσου	750	592365	3907365	164.00
Δλουτ	Λουτρακίου	750	590256	3901011	302.00
Δδαφ	Δαφνων (Αγ. Αντωνίου)	750	594867	3898130	191.00
Δβιπε	ΒΙΠΕ	1200	606827	3909364	80.73
Δ7	Δ7	1500	606574	3909830	76.52
Δ3α	Δ3α	4500	604826	3909263	76.00
Δκαρυδ	Καρυδάκι / Φορτέτσας	50	604385	3907046	152.00
Δμαλ	Μαλίων	750	633347	3904078	172.00
Δσυλ	Συλάμου		603732	3903641	299.50
Δκαλ	Καλλιθέας		606848	3907458	188.87
Αντλιοστάσιο Καλλιθέας			605947	3909849	65.49
Αντλιοστάσιο Αη Γιάννη			604696	3908731	68.98
Αντλιοστάσιο Σκαλανίου			607870	3904141	176.00
Αντλιοστάσιο Καλεσίων			596713	3905361	126.50
Αντλιοστάσιο Μαλίων			633208	3904530	58.00

[Παρίτσης, 2003]

Πίνακας 4.3: Μήκη (σε μέτρα) και χαρακτηριστικά αγωγών εξωτερικών δικτύων.

ΑΓΩΓΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ	ΜΗΚΟΣ
Αγωγός Μαλίων → Παπά Τίτου	Φ400	ΧΑΛ+ΑΜ	32093
Αγωγός Θραψανού → Φορτέτσα	Φ600	ΧΑΛ	17613
Αγωγός Τυλίσου	Φ450	ΧΑΛ+ΑΜ	14573
Αγωγός Κέρης	Φ450	ΧΑΛ	2143
Αγωγός Λουτρακίου	Φ350	ΧΥΤ	8649
Αγωγός Τυλίσου → Δ3	Φ450	ΧΑΛ	803
Αγωγός Τυλίσου → Δ4	Φ450	ΧΑΛ	1150
Δ4 → αγωγός Τυλίσου	Φ450	ΧΑΛ	1000
Αγωγός Αγ. Μύρωνα → Βούτες	Φ450	ΧΑΛ	4496
Αγωγός Βούτες → Δ2	Φ350	ΧΥΤ	6503
Αγωγός Βούτες → Καλέσα → Δ2	Φ200	ΧΑΛ+PVC	6749
Αγωγός Δ2 → Δ1 (ανατολικός)	Φ300/Φ200	ΧΑΛ/PVC	2655
Αγωγός Δ2 → Δ1 (δυτικός)	Φ300	ΧΑΛ	2017
Αγωγός Δ1 → Τυλίσου	Φ450	ΧΑΛ	1003
Αγωγός Τυλίσου → Δ1	Φ450	ΧΑΛ	930
Αγωγός Τυλίσου → Δ1	Φ450	ΧΑΛ	1125
Αγωγός Σκαλάνι → Παπά Τίτου	Φ300	ΧΑΛ	9765
Αγωγός Πηγής Φοντάνα → Διυλιστήριο	Φ200	MANT	3501
Αγωγός Πηγής Αστρακών → Διυλιστήριο	Φ300	ΧΑΛ	4884
Αγωγός Πηγής Κρύες Βρύσες → Διυλιστήριο	Φ160/Φ110	ΧΑΛ/ PE	3686
Αγωγός Αϊτάνια → Σκαλάνι / Παπά Τίτου	Φ160	PVC	3498
Αγωγός Βασιλειές → Φορτέτσα	Φ125	PVC	3802
Αγωγός Βασιλειές → Σύλαμος	Φ90	PVC	970
Αγωγός Φορτέτσα → Κάτω Φορτέτσα	Φ600	ΧΑΛ	800
Αγωγός Παπά Τίτου → Κάτω Φορτέτσα	Φ250	ΑΜ/PVC/ΧΑΛ/ΧΥΤ/PE	3375
Αγωγός Καρυδάκι → Φορτέτσα	Φ125	ΑΜ/ΧΥΤ	7228
Αγωγός υδροληψίας Γαζίου	Φ22	ΧΑΛΚ	
Αγωγός Δαφνών → Αγ. Μύρωνα	Φ250	ΧΑΛ	2274

[Παρίτσης, 2003]

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού ύδρευσης

Η ποιότητα του νερού που υδρεύεται το Ηράκλειο ανάλογα με την εποχή, παρουσιάζει διακυμάνσεις ως προς την χημική και μικροβιολογική του ανάλυση. Στον **Πίνακα 4.4** φαίνονται οι διακυμάνσεις αυτές ανάλογα με την περιοχή. Η πόλη του Ηρακλείου χωρίζεται σε 6 περιοχές και είναι οι εξής:

1. Δυτικά προάστια εκτός τειχών (Δειλινά, Καμίνια, Θέρισσος, ΤΑΛΩΣ κ.λ.π.), καθώς και Νοτιοδυτικά (Ατσαλένιο, Παπαναστασίου, Νοτιοδυτικός Μασταμπάς κ.λ.π.), που υδρεύονται από τις γεωτρήσεις Τυλίσσου – Κέρης.
 2. Περιοχή εντός τειχών καθώς και Νότια – Νοτιοανατολικά προάστια (κέντρο Ηρακλείου, Πόρος, Χρυσοπηγή, Πατέλλες, Μπεντεβή, Αγ. Κων/νος), που υδρεύονται από δεξαμενή Παπά – Τίτου (ανάμικτο νερό από γεωτρήσεις Μαλίων και από πηγές Αστρακών).
 3. Περιοχή Κατσαμπά, που υδρεύεται από τις γεωτρήσεις Μαλίων.
 4. Περιοχή Φορτέτσας, Λ. Κνωσού (από Αγ. Κων/νο έως Αρχαιότητες Κνωσού), που υδρεύεται από γεωτρήσεις Θραψανού και Τυλίσσου – Κέρης.
- Σημείωση:** Η παραπάνω περιοχή ανάλογα με τις ανάγκες υδροδότησης μπορεί να ενισχυθεί και από άλλες περιοχές με αποτέλεσμα κάποιες μέρες να έχει την ποιότητα όπως των δυτικών προαστίων.
5. Περιοχή Αλικαρνασσού, που υδρεύεται από γεωτρήσεις Μαλίων και Αϊτανίων καθώς και από πηγές Αστρακών.
 6. Περιοχή ΠΕ.ΠΑ.ΓΝΗ., ΤΕΙ, κ.λ.π., που υδρεύονται από γεωτρήσεις Αγ. Μύρωνα.

Πίνακας 4.4: Διακυμάνσεις ως προς την χημική και μικροβιολογική ανάλυση ανάλογα με την περιοχή [Δ.Ε.Υ.Α.Η., 2007]

	1. Δυτικά προάστια εκτός τειχών καθώς και Νοτιοδυτικά που υδρεύονται από τις γεωτρήσεις Τυλίσσου – Κέρης.	2. Περιοχή εντός τειχών καθώς και Νότια – Νοτιοανατολικά προάστια	3. Περιοχή Κατσαμπά, που υδρεύεται από τις γεωτρήσεις Μαλίων.	4. Περιοχή Φορτέτσας, Λ. Κνωσού που υδρεύεται από γεωτρήσεις Θραψανού και Τυλίσσου – Κέρης.	5. Περιοχή Αλικαρνασσού, που υδρεύεται από γεωτρήσεις Μαλίων και Αϊτανίων καθώς και από πηγές Αστρακών.	6. Περιοχή ΠΕ.ΠΑ.ΓΝΗ., ΤΕΙ, κ.λ.π., που υδρεύονται από γεωτρήσεις Αγ. Μύρωνα.
PH	7,2-7,8	7,2-7,6	7,0-7,5	7,2-8,0	7,5-7,8	7,2 – 7,8
Αγωγιμότητα (μS/cm)	980-2280	670-1100	380-1037	700-1000	400-1050	416 – 680
Ολική Σκληρότητα (Γερμανικοί Βαθμοί)	18,0-28,5	12,0-21,8	9,5-16,0	16,0-20,0	12,0-26,8	13,2– 15,2
Χλωριόντα (mg/l)	180-600	95-224	35,5-220,0	85-225	35,5-85,2	28,4–95,8
Θειικά (mg/l)	48-112	70-105	19-46	21-105	20-140	68– 84
Νιτρικά (mg/l)	<2,0-7,4	8,8-11,4	6,4-6,8	8,4-12,8	6,4-22,0	6,6– 8,7
Νιτρώδη (mg/l)	0	0	0	0	0	0
Ασβέστιο (mg/l)	64-105	60-120	48-105	65-115	60-120	58,0– 90
Μαγνήσιο (mg/l)	30-38	13-41	13,0-30,5	16-38	15-40	16,0 –20,0
Νάτριο (mg/l)	98,5-360,0	60,5-130,0	20,0-135,0	50-125	20-52	16,0 –58,0
Κάλιο (mg/l)	<3,0	<2,5	<1,5	<2,5	<2,5	< 2,0
Φθοριόντα (mg/l)	< 0,2 - < 0,37	< 0,2 - < 0,37	< 0,2 <0,37	<0,2 - <0,37	< 0,2 - < 0,37	< 0,2 - <0,37
Σίδηρος (mg/l)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Χαλκός (mg/l)	<0,2	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Μαγγάνιο (mg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ψευδάργυρος (mg/l)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3

Μόλυβδος (μg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Χρώμιο (μg/l)	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Κάδμιο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο
Νικέλιο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο
Φυτοφάρμακα	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο	μη ανιχνεύσιμο
Τριαλομεθάνια (μg/l)	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50	0-50
Υπολ. Χλώριο (mg/l)	0,05 – 0,5	0,05 – 0,5	0,05 – 0,5	0,05 – 0,5	0,05 – 0,5	0,05 – 0,5
Ολικά κολοβακτηριοειδή Αποικίες/100 ml	0	0	0	0	0	0
Κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή Αποικίες/100 ml	0	0	0	0	0	0
Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι Αποικίες/100 ml	0	0	0	0	0	0
Ψευδομονάδα πυοκυανική Αποικίες/100 ml	0	0	0	0	0	0

Επίσης, στο **Παράρτημα Α** παρατίθενται στον **Πίνακα Α** οι τιμές των αναλύσεων που συλλέχθηκαν κατά το έτος 2007 στα διάφορα σημεία των δειγματοληψιών και αναφέρονται οι αντίστοιχες τιμές των pH, αγωγιμότητας, ολικής σκληρότητας, χλωριώντων, θεικών, νιτρικών, νιτρωδών και αμμωνιακών. Πρέπει να σημειωθεί ακόμα ότι οι μικροβιολογικές αναλύσεις δεν διενεργούνται με συστηματικό τρόπο.

Ενώ στο **Παράρτημα Β** παρατίθενται σε **Πίνακες** από **1** μέχρι **12** οι τιμές των δειγματοληψιών του **Πίνακα Α** του **Παραρτήματος Α** ανά μήνα καθώς και ο μέσος όρος αυτών των τιμών. Επίσης, προκύπτει και ο **Πίνακας 13** ο οποίος περιλαμβάνει συγκεντρωτικά το μέσο όρο των προαναφερόμενων τιμών ανά μήνα. Τέλος, στο **Παράρτημα Γ** παρουσιάζονται φωτογραφίες από διάφορες πηγές και γεωτρήσεις του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου του Νομού Ηρακλείου Κρήτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Διαχείριση κινδύνου για την διασφάλιση ασφαλούς πόσιμου νερού -

Διαχείριση κινδύνου σε σύγχρονες επιχειρήσεις δημόσιας ωφέλειας νερού.

Η διαχείριση του κινδύνου είναι μια απαραίτητη ανάγκη απέναντι σε διαδικαστικούς και πρακτικούς τομείς σ' όλες τις επιχειρήσεις. Για μια καλή συνεργασία των κυβερνήσεων με τους οργανισμούς μέσω της διαχείρισης των ερευνητικών έργων, η απαίτηση να κατανοηθεί και να εκτιμηθεί ο κίνδυνος και να υλοποιηθούν προληπτικές μετρήσεις για να βελτιωθεί ο έλεγχος του κινδύνου είναι μία δεσπόζουσα εργασία. [Pollard et al., 2004]. Πολλές από τις μεγαλύτερες κοινωφελείς υπηρεσίες νερού έχουν αναλάβει τις ευθύνες τους για τον οικονομικό έλεγχο με προγράμματα διαχείρισης κινδύνου που εφαρμόζονται σε κάθε σημείο στις επιχειρήσεις τους, περιλαμβάνοντας τη λειτουργική ανάλυση κινδύνου και διοικητικές δραστηριότητες. Σε βιομηχανίες νερού, υπάρχει ανάγκη για μια συνεχή κατεύθυνση στην προσέγγιση της διαχείρισης του κινδύνου ώστε να παρέχεται ένα ασφαλές και υγιεινό πόσιμο νερό που αξίζει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών.

Τα οφέλη από την καλή διαχείριση του κινδύνου θα πρέπει να πετυχαίνουν τη προληπτική διαχείριση των κινδύνων παντού στην επιχείρηση. Ένας πιθανός κίνδυνος μπορεί να είναι ότι ο κύριος σκοπός της εξασφάλισης της προστασίας της δημόσιας υγείας για το πόσιμο νερό μπορεί να εξεταστεί ως μια ισοδύναμη με πολλές άλλες προτεραιότητες στον οργανισμό. Για την φροντίδα του πόσιμου νερού, νέες ευκολίες σχεδιάζονται για να βελτιώσουν τα όρια της ασφάλειας. Οι κοινωφελείς υπηρεσίες νερού πρέπει να αναζητούν όχι μόνο να ικανοποιήσουν τις δικές τους νομοθετικές απαιτήσεις αλλά επίσης να μεγιστοποιήσουν τη διαθεσιμότητα, τη δυνατότητα εξυπηρέτησης και τη διάρκεια ζωής των περιουσιακών στοιχείων τους και να ελαχιστοποιήσουν τη δαπάνη ενέργειας σε χημικές μεθόδους.

Σε συνεχής βάση σ' όλο τον κόσμο, περίπου 1.8 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες διάρροιας (περιλαμβάνοντας τη χολέρα). Η πλειοψηφία

αυτών των θανάτων είναι μεταξύ παιδιών σε αναπτυσσόμενες χώρες και πάνω από το 39% των διαρροϊκών ασθeneιών θα μπορούσαν να αποφευχθούν από διεργασία του νερού οικιακής χρήσης με χλωρίωση. [WHO, 2004a]. Σε αντίθεση, η ασφάλεια του πόσιμου νερού θεωρείται σε μεγάλο βαθμό δεδομένη από πολλούς πολίτες πολλών εθνικοτήτων. Η ικανότητα να πίνουμε νερό που διανέμεται στα νοικοκυριά χωρίς το φόβο να προκληθεί αρρώστια ίσως είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες που προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά των αναπτυσσόμενων εθνών.

Η ιδέα ενός ασφαλούς πόσιμου νερού

Αν ο στόχος της διαχείρισης του κινδύνου στον τομέα μιας κοινωφελούς υπηρεσίας νερού είναι να εγγυάται ασφαλές πόσιμο νερό, χρειάζεται να μελετηθεί τι είναι ασφαλές. Η ιδέα της ασφάλειας, ενώ ευρέως διαδεδομένη στο κοινό, έχει συγχυμένα επιχειρήματα για τη διαχείριση του κινδύνου για δεκαετίες. Ίσως αυτά τα επιχειρήματα μπορούν να επιλυθούν με αρχική συζήτηση τι δεν είναι ασφαλές. Ασφαλές δε σημαίνει μηδενικός κίνδυνος. Η ζήτηση ενός απόλυτου μέτρου εγγυάται ότι τίποτα δε μπορεί να θεωρηθεί ασφαλές. Δεν υπάρχει διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στα ασφαλές και μη επειδή η ασφάλεια έχει σημασία μιας σχετικής βάσης. Τελικά, κάθε άνθρωπος έχει τη δική του αντίληψη για το ασφαλές, που μπορεί να ποικίλει από έναν κίνδυνο σε έναν άλλον. Προτείνεται ως πραγματική έννοια του ασφαλούς «ένα επίπεδο κινδύνου τόσο αμελητέο που ένα λογικό καλά - πληροφορημένο άτομο δε χρειάζεται να ανησυχεί γι' αυτό κι ούτε βρίσκεται σε μη ορθολογιστική βάση για να αλλάξει την / του συμπεριφορά της / του για να αποφύγει ένα τόσο μικρό βαθμό αλλά μη μηδενικό». Αυτή η έννοια του ασφαλούς πόσιμου νερού σημαίνει ότι δεν αναμένεται να πεθάνει κανείς ή να αρρωστήσει σοβαρά πίνοντας το ή χρησιμοποιώντας το. Η βεβαίωση ότι το πόσιμο νερό είναι ουσιαστικά ελεύθερο (σε αμελητέα επίπεδα) από τον κίνδυνο μολυσματικής – μεταδοτικής ασθένειας, επιτυγχάνεται για τις περισσότερες δημόσιες πιστώσεις νερού σε άφθονα έθνη. Η απαίτηση διαχείρισης του πόσιμου νερού είναι να διατηρείται και εκτείνεται αυτή η αξιοσημείωτη επίτευξη τόσο ευρέως όσο είναι δυνατόν [Hrudey et al., 2006].

Χαρακτηριστικά της διαχείρισης του κινδύνου για ασφαλές πόσιμο νερό

Μερικά βασικά χαρακτηριστικά της διαχείρισης του κινδύνου είναι:

- ⇒ να είναι προληπτική παρά θεραπευτική
- ⇒ να διακρίνονται οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι από άλλους μικρότερου βαθμού και να αντιμετωπίζονται
- ⇒ να αφιερώνεται χρόνος μαθαίνοντας από την εμπειρία και
- ⇒ να γίνονται επενδύσεις σε πηγές διαχείρισης κινδύνου που είναι ανάλογες με άλλους κινδύνους. [O'Connor, 2002b]

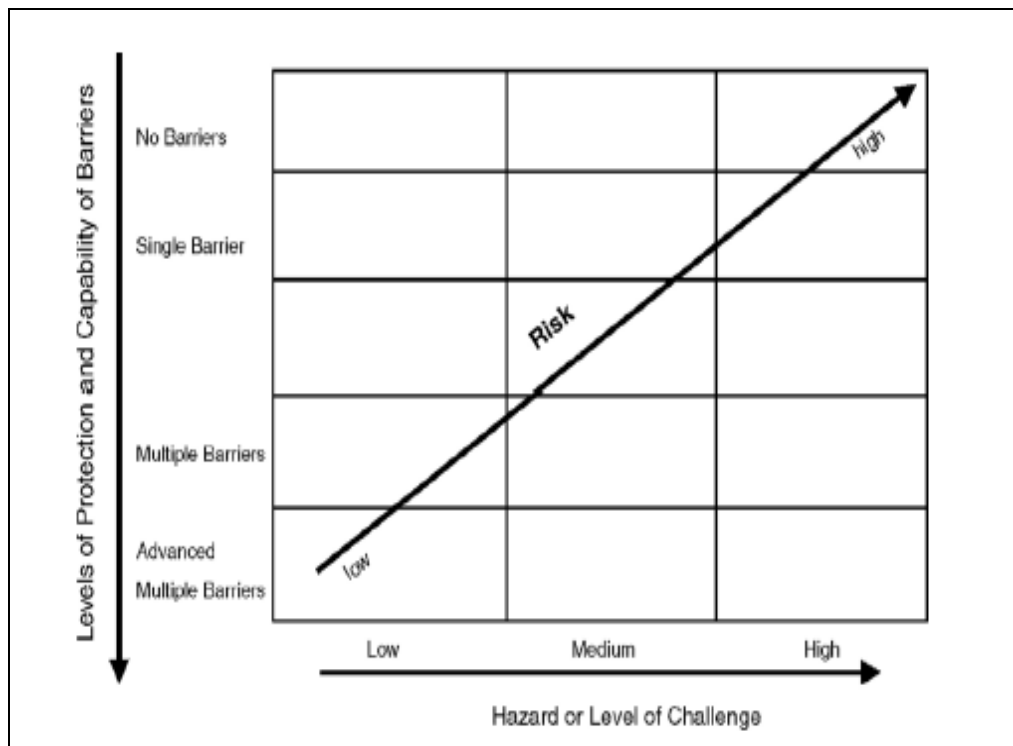
Η αποτελεσματική διαχείριση του κινδύνου απαιτεί να ληφθούν σοφές αποφάσεις μέσα στους περιορισμούς της γνώσης και των πηγών. Η διαχείριση του κινδύνου είναι μια άσκηση λήψης απόφασης υπό αβεβαιότητα. Για τα ξεσπάσματα ασθενειών από πόσιμο νερό, υποθέσεις με διαύγεια επιστημονικής απόδειξης είναι οι εξαιρέσεις πάρα ο κανόνας. Επειδή πάντα υπάρχει αβεβαιότητα στις αποδείξεις, τα λάθη στις αποφάσεις μπορεί να βρίσκονται σε δύο τύπους. [Hrudey & Leiss, 2003; Hrudey & Rizak, 2004]:

- ⇒ μια απόφαση μπορεί να παρθεί για να δράσει όταν δεν υπάρχει πραγματικά ανάγκη - ένα λανθασμένο θετικό σφάλμα
- ⇒ μια απόφαση μπορεί να παρθεί για να μην δράσει όταν υπάρχει πραγματικά ανάγκη - ένα λανθασμένο αρνητικό σφάλμα.

Εν τέλει, μια δέσμευση για την προφύλαξη των αποφάσεων της δημόσιας υγείας απαιτεί μια προτίμηση για τα ψεύτικα θετικά από τα ψεύτικα αρνητικά λάθη, επειδή οι συνέπειες των τελευταίων είναι συνήθως αμεσότερες και ενδεχομένως δυσκολότερες. Οι παραλείψεις των σχετικών αποφάσεων παραμένουν μια πηγή συζήτησης. Αν και οι παραλείψεις κάθε περίπτωσης διαφέρουν, η γενική πραγματικότητα δείχνει ότι τα συχνά ψεύτικα θετικά λάθη δημιουργούν τελικά μια "κραυγή λύκου" σε απάντηση του κοινού ότι τα σημαντικά μέτρα μπορεί να αγνοηθούν όταν πραγματικά απαιτούνται για να προστατεύσουν τη δημόσια υγεία. Αν και η πρόκληση λήψης αποφάσεων μπορεί να χαρακτηριστεί με σχετικά άκαμπτους όρους μετά από το γεγονός, όταν το αποτέλεσμα είναι γνωστό (με το όφελος της ύστερης γνώσης), η πραγματικότητα για οποιαδήποτε κατάσταση ξεσπάσματος είναι ότι η ένδειξη δεν είναι συνήθως σαφής καθώς τα γεγονότα εξελίσσονται.

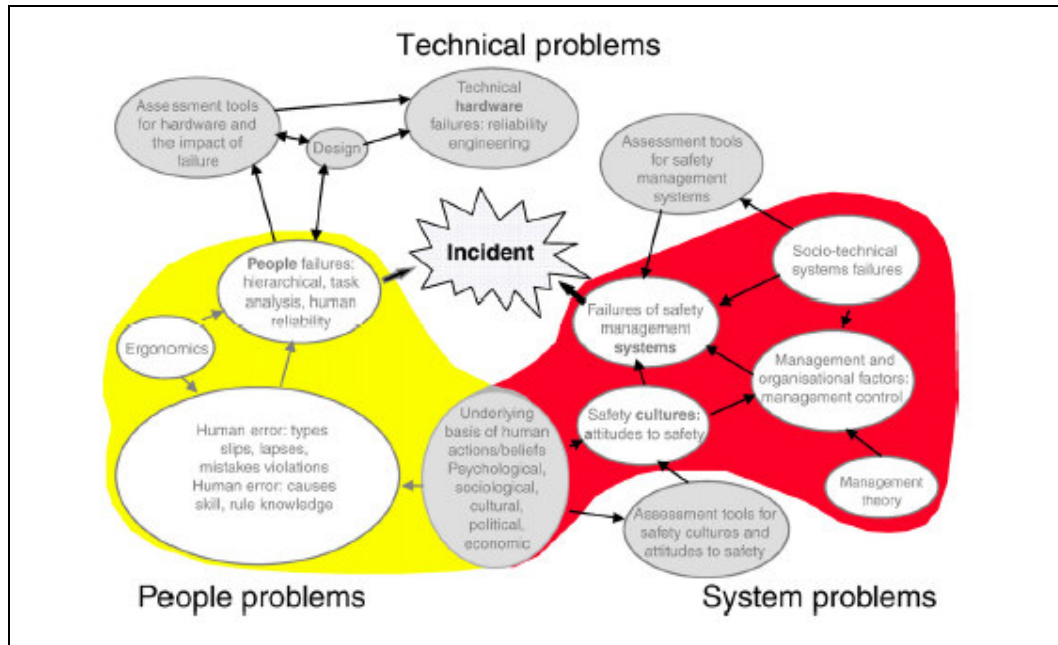
Μαθαίνοντας από την εμπειρία

Η πολλαπλάσια προσέγγιση των εμποδίων για την ύπαρξη του ασφαλούς πόσιμου νερού γίνεται για να εξασφαλίσει ότι τα παθογόνα και οι ανεπιθύμητες χημικές ουσίες δεν φθάνουν στον καταναλωτή. Το επίπεδο των εμποδίων που απαιτείται πρέπει να είναι μια συνάρτηση του επιπέδου πρόκλησης που τίθεται από τη πηγή νερού όπως φαίνεται στο **Σχήμα 5.1**.



Σχήμα 5.1: Σχέδιο διαχείρισης κινδύνου πόσιμου νερού και η πολλαπλάσια προσέγγιση εμποδίων [Hrudey, 2001].

Τα κρίσιμα εμπόδια περιλαμβάνουν: προστασία της πηγής νερού, ασφάλεια διανομής και τις ικανότητες έλεγχου. Η αποτυχία ή η παράκαμψη, οποιουδήποτε ενιαίου εμποδίου πρέπει να είναι μια σημαντική ανησυχία για τους χειριστές. Οι πιθανές τεχνικές αποτυχίες που ίσως εμφανιστούν παρέχουν μόνο ένα μέρος του ιστορικού επειδή οι κίνδυνοι φαίνονται συνήθως μέσω ενός συνδυασμού τεχνικών, διαχειριστικών και ανθρώπινων λαθών (**Σχήμα 5.2**).



Σχήμα 5.2: Λόγοι για τις διακοπές του συστήματος [Hurst, 1998].

Στον Πίνακα 5.1 περιέχονται έξι περιστατικά μόλυνσης από κατανάλωση πόσιμου νερού [Hrudey, 2004].

Οι παράγοντες που συμβάλλουν στην εξάπλωση τέτοιων περιστατικών είναι η είσοδος λυμάτων στο δίκτυο νερού, η ανεπαρκής γνώση κινδύνων που ενέχουν οι πηγές του νερού, η ανεπαρκής απολύμανση, διάφορα ακραία καιρικά φαινόμενα (έντονη βροχόπτωση, απορροή) καθώς και η κοπρανώδης μόλυνση. Περισσότεροι από ένα μηχανισμό περιλαμβάνονται σε κάθε ξεσπάσμα. Εκ του αποτελέσματος, όλα αυτά τα ξεσπάσματα ήταν προβλέψιμα.

Πίνακας 5.1: Κρούσματα από κατανάλωση μολυσμένου πόσιμου νερού σε διάφορες χώρες τα τελευταία 20 χρόνια [Hrudey and Hrudey, 2004]

Ημερομηνία	Τοποθεσία	Πηγή νερού	Επεξεργασία	Πιθανά αίτια	Παθογόνα	Συνέπειες στην υγεία	Σχόλια διαχείρισης κινδύνου
Φεβ 1983	Drumheller Alberta Canada	Red Deer River	Κοκκώδης διήθηση, χλωρίωση	Παρουσία παθογόνων στην πηγή	Μη προσδιορισμένο αλλά πιθανόν προερχόμενο από ιώ	1326 επιβεβαιωμένες περιπτώσεις της γαστρεντερίτιδας, 3000 κατ' εκτίμηση περιπτώσεις 2 θάνατοι	• ευάλωτη κατάσταση του σταθμού αντλιών λυμάτων προς τα πάνω δεν αναγνωρίζεται • αποτυχία της εσωτερικής αναφοράς χυσίματος λυμάτων σε λειτουργίες νερού • λειτουργούσα χειμερινή επεξεργασία χωρίς πήξη έκανε το σύστημα ευαίσθητο
Δεκ – Ιαν 1989 - 1990	Cabool Missouri USA	deep ground water	Καμία	Ρωγμές στο δίκτυο και είσοδος λυμάτων	Escherichia coli O157:H7	243 επιβεβαιωμένες περιπτώσεις E. coli O157:H7 32 εισαγωγές σε νοσοκομείο 4 θάνατοι	• κίνδυνοι που συνδέονται με την κύρια επισκευή σπασμάτων νερού κατά τη διάρκεια ακραίου καιρού δεν αναγνωρίζεται • φτωχά συστήματα αποχετεύσεων συντήρηση που εκθέτει τη διανομή του νερού σε κίνδυνο • κανένα εμπόδιο επεξεργασίας σε ισχύ
Μαρ –Απρ 1993	Milwaukee Wisconsin USA	Lake Michigan	Χλωρίωση, KMnO ₄ , πήξη, κοκκώδης διήθηση, chloramination	Είσοδος λυμάτων	Cryptosporidium parvum (genotype I, human strain).	285 επιβεβαιωμένες περιπτώσεις, 400.000 κατ' εκτίμηση περιπτώσεις, ~ 4400 υποθέσεις νοσοκομείων 50 θάνατοι	• κίνδυνοι που συνδέονται με τη μόλυνση λυμάτων εισροής νερού δεν αναγνωρίζεται • προφανώς έλλειψη ενημέρωσης για τον κίνδυνο του Cryptosporidium • αποτυχία να διατηρηθεί η βέλτιστη απόδοση διήθησης • αποτυχία να αναγνωριστεί το σήμα από τις καταναλωτικές καταγγελίες

Κεφάλαιο Πέμπτο

Εκτίμηση επικινδυνότητας πόσιμου νερού

Σεπτ 1999	Washington County Fair New York USA	shallow ground water	Καμία	μερικοί προμηθευτές τροφίμων και ποτών χρησιμοποιούσαν μη χλωρωμένο καλά νερό για τα ποτά και τον πάγο βρέθηκε ρηχό πηγάδι	E. coli O157:H7 Campylobacter jejuni	161 επιβεβαιωμένες περιπτώσεις 2800 –5000 υπολογισμένες 71 εισαγωγές σε νοσοκομείο 14 περιπτώσεις αιμολυτικού σύνδρομο ουραιμίας (HUS) 2 θάνατοι	• έλλειψη ενημέρωσης για τον κίνδυνο των πηγαδιών από το σηπτικό τομέα διήθησης • η χρήση του μη χλωρωμένου νερού από έναν ρηχό πηγάδι • αποτυχία να εξεταστεί εκείνη η ακραία ξηρασία το προηγούμενο καλοκαίρι ίσως είχε επιπτώσεις στην ασφάλεια παροχής νερού
Μαι 2000	Walkerton Ontario Canada	shallow ground water	Μόνο χλωρίωση	ανεπαρκής χλωρίωση ή άλλα εμπόδια για να αντιμετωπίσουν την εισροή ρυπασμένου νερού από λιπάσματα μετά από δυνατές βροχές	E. coli O157:H7 Campylobacter jejuni	163 επιβεβαιωμένες περιπτώσεις E. coli 105 περιπτώσεις Campylobacter 12 περιπτώσεις και με τις δύο 2300 περιπτώσεις συμπληρώνουν συνολικά κατ' εκτίμηση 65 εισαγωγές σε νοσοκομείο 27 περιπτώσεις HUS 7 θάνατοι	• αγνοημένες προειδοποιήσεις για την ευπάθεια ρηχού πηγαδιού όταν εγκαθίσταται το 1978 • αποτυχία να υιοθετηθούν συστάσεις προστασίας της πηγής στην εγκατάσταση • ο ρυθμιστής απέτυχε να εφαρμόσει την πολιτική απαίτηση για συνεχή έλεγχο του υπολειμματικού χλωρίου επάνω σε ευάλωτα ρηχά φρεάτια • χειριστές που εκπαιδεύονται ανεπαρκώς χωρίς τη γνώση ότι το μολυσμένο νερό θα μπορούσε να σκοτώσει τους καταναλωτές • αποτυχία να αναγνωριστεί ότι ο ακραίος καιρός και η πλημμύρα μπορεί να προκαλέσει μόλυνση νερού • αποτυχία να διατηρηθούν το υπολειμματικό χλώριο • αποτυχία να ελεγχθεί το υπολειμματικό χλώριο όπως απαιτείται

Η γενική διαχείριση του κινδύνου για τις χρησιμότητες του πόσιμου νερού

Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 25 ετών, η βιομηχανία του πόσιμου νερού έχει αντιμετωπίσει αυξανόμενες καταναλωτικές προσδοκίες και ουσιαστικά πιο αυστηρές ρυθμιστικές απαιτήσεις, δοκιμάζοντας τις δραματικές αλλαγές από την ιδιωτικοποίηση, την παγκοσμιοποίηση, τον αυξανόμενο ανταγωνισμό, τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τις τάσεις προς την οικονομική αυτάρκεια. Αυτές οι αλλαγές δημιουργούν τόσο τις ευκαιρίες όσο και τους κινδύνους σε διάφορες κατηγορίες, οι οποίες περιλαμβάνουν [Pollard et al, 2004]:

- I. Οικονομικός κίνδυνος. Αυτοί είναι κίνδυνοι που προκύπτουν κυρίως από τις οικονομικές διαδικασίες και τη διαχείριση του πόσιμου νερού ως επαγγελματική επιχείρηση, είτε η λειτουργούσα αντιπροσωπεία είναι ή όχι ένας ιδιωτικός φορέας.
- II. Εμπορικός κίνδυνος. Σε πολλές αρμοδιότητες, οι χρησιμότητες του πόσιμου νερού δεν προστατεύονται πλέον ως δημόσιο μονοπώλιο οπότε δεν είναι πλέον μεμονωμένες από τον ανταγωνισμό ή την οικονομική αστάθεια.
- III. Περιβαλλοντικός κίνδυνος. Η αστοχία εξοπλισμού ή το ανθρώπινο λάθος μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις συμπεριλαμβανομένων των απαλλαγών αποβλήτων στην ατμόσφαιρα, το έδαφος ή τη θάλασσα.
- IV. Κίνδυνος δημόσιας υγείας. Το πιο ζωτικής σημασίας καθήκον προσοχής που μια χρησιμότητα πόσιμου νερού καθιστά είναι να βεβαιωθεί η ασφάλεια του νερού που παρέχεται για να αποφευχθούν δυσμενείς επιδράσεις στη δημόσια υγεία.
- V. Κίνδυνος φήμης. Ακόμη και ελλείψει των κινδύνων στη δημόσια υγεία, μια χρησιμότητα νερού μπορεί να δοκιμάσει τη “ζημιά” εάν τα χαρακτηριστικά σπουδαιότητας της ποιότητας του νερού για τους καταναλωτές (γεύση, οσμή, εμφάνιση) έχουν χειροτερεύσει ή η εμπιστοσύνη των πελατών έχει κλονιστεί.
- VI. Συμμόρφωση / νομικός κίνδυνος. Η νομοθεσία, οι κανονισμοί και η υποχρέωση του άγραφου δικαίου καθορίζουν τα κατώτατα επίπεδα για την ποιότητα νερού, το χειρισμό και την αποθήκευση των χημικών ουσιών διεργασίας, την απαλλαγή των αποβλήτων και την υγεία και ασφάλεια του προσωπικού και των ανθρώπων που ζουν κοντά.

Μια συνοπτική διοικητική προσέγγιση του κινδύνου για την ασφάλεια πόσιμου νερού

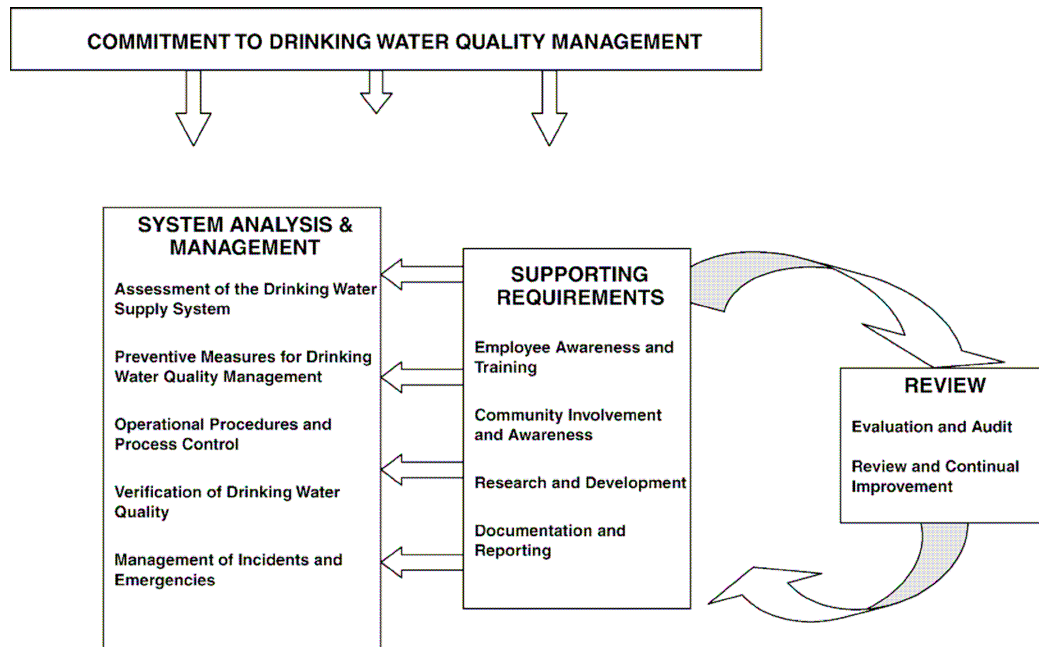
Ένα περιεκτικό πλαίσιο έχει αναπτυχθεί στην Αυστραλία για να περιγράψει μια συνολική προσέγγιση ποιοτικής διαχείρισης (Total Quality Management, TQM) για την ποιότητα και την ασφάλεια του πόσιμου νερού [Rizak et al., 2003, Hrudey 2004, Sinclair & Rizak, 2004]. Είναι μια ευρεία προσέγγιση σ' ολόκληρο το πεδίο της παροχής του πόσιμου νερού και μπορεί εύκολα να ενσωματώσει τις άριστες λεπτομέρειες που έχουν αναπτυχθεί από άλλες πρωτοβουλίες και τώρα έχει υιοθετηθεί ως εισαγωγικό πλαίσιο για τις αυστραλιανές οδηγίες του πόσιμου νερού [NHMRC, 2004]. Το Σχήμα 5.3 περιέχει τα 12 στοιχεία που αποτελούν το πλαίσιο, αρχίζοντας από μια πολιτική δέσμευση στα πιο υψηλά επίπεδα αρμοδιότητας στην οργάνωση για την επίτευξη της ποιότητας του πόσιμου νερού. Η υποχρέωση δε σημαίνει μόνο τις ρυθμιστικές απαιτήσεις με τα ελάχιστα περιθώρια, αλλά μια θεμελιώδη δέσμευση για τη συνεχή βελτίωση, που χρησιμεύει ως ένας ακρογωνιαίος λίθος για την ευθύνη και το κίνητρο των υπαλλήλων. Από τις ροές αυτής της υποχρέωσης, η σειρά στοιχείων αφορά την ανάλυση και διαχείριση συστημάτων με τα οποία υπάρχει ίσως περισσότερη εξοικείωση ως εργαλεία διαχείρισης κινδύνου.

Η αξιολόγηση ενός συστήματος πόσιμου νερού περιλαμβάνει: ανάλυση συστημάτων τροφοδότησης νερού, αναθεώρηση των στοιχείων ποιότητας του νερού, προσδιορισμός κινδύνου και αξιολόγηση κινδύνου. Τα προληπτικά μέτρα περιλαμβάνουν τη θέση των πολλαπλάσιων εμποδίων και την ανάλυση και τη συντήρηση των κρίσιμων σημείων ελέγχου. Οι λειτουργικές διαδικασίες και ο έλεγχος διεργασίας περιλαμβάνουν τα λειτουργικά πρωτόκολλα, την ικανότητα εξοπλισμού, τα υλικά και τις χημικές ουσίες, το λειτουργικό έλεγχο και τέλος τις προληπτικές και διορθωτικές ενέργειες. Η επαλήθευση της ποιότητας του πόσιμου νερού περιλαμβάνει το συμβατικό έλεγχο ποιότητας του νερού, την καταναλωτική ικανοποίηση, τη βραχυπρόθεσμη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και των διορθωτικών ενεργειών όπου απαιτείται. Η σχέση γεγονότος και έκτακτης ανάγκης περιλαμβάνει τον προγραμματισμό επικοινωνίας και τα πρωτόκολλα ανταπόκρισης.

Οι ενισχυτικές απαιτήσεις για αυτό το πλαίσιο είναι στοιχεία που αγνοούνται συχνά βραχυπρόθεσμα, αλλά που είναι ζωτικής σημασίας στη μακροπρόθεσμη

απόδοση. Τα ζητήματα υπαλλήλων περιλαμβάνουν τη συνειδητοποίηση, τη συμμετοχή και την κατάρτιση, με ιδιαίτερη προσοχή που δίνεται στο ρόλο των αναδόχων. Τα κοινοτικά ζητήματα περιλαμβάνουν τις διαβουλεύσεις και την επικοινωνία για να εξασφαλίσουν ότι ο προμηθευτής πόσιμου νερού ικανοποιεί τις ανάγκες του καταναλωτή. Η έρευνα και η ανάπτυξη έχουν παραμεληθεί επίσης σε μερικές προοπτικές κατά την εξέταση της διαβεβαίωσης της ασφάλειας. Μια δέσμευση για την έρευνα είναι ζωτικής σημασίας για να βεβαιώσει ότι οι αναδυόμενοι κίνδυνοι ρυθμίζονται όσο το δυνατόν πιο λεπτομερώς, βασισμένοι σε κάποια προβλέψιμη ικανότητα. Οι εφαρμοσμένες ερευνητικές μελέτες μπορούν να περιλάβουν τις έρευνες και τον ερευνητικό έλεγχο, την επικύρωση της απόδοσης διαδικασίας και το σχέδιο του εξοπλισμού. Η τεκμηρίωση και η υποβολή έκθεσης είναι απαραίτητες για να αποδείξουν ότι τα συστήματα έχουν λειτουργήσει σύμφωνα με το πρόγραμμα.

Τέλος, πρέπει να υπάρξουν διαδικασίες αναθεώρησης για να βεβαιώσουν τον καθέναν που ενδιαφέρεται ότι τα συστήματα λειτουργούν όπως πρέπει. Αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν την περιοδική αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης απόδοσης και έναν εξωτερικό λογιστικό έλεγχο της απόδοσης ποιοτικής διαχείρισης πόσιμου νερού. Όλοι πρέπει να υπόκεινται στην αναθεώρηση από την ανώτερη διαχείριση για την αξιολόγηση λαμβάνοντας υπόψη το στόχο της συνεχούς βελτίωσης. Αυτό το πλαίσιο έχει χρησιμοποιηθεί για να αναδομήσει τις αυστραλιανές οδηγίες πόσιμου νερού σε μια διαχειριστική προσέγγιση κινδύνου (TQM) που θα παράσχει στους καταναλωτές τα μέσα, είτε ο προμηθευτής του νερού λειτουργεί τόσο ακίνδυνα και αποτελεσματικά όσο οι περιστάσεις το επιτρέπουν εύλογα. Τα στοιχεία αυτής της προσέγγισης είναι αρκετά εύκαμπτα για να επιτρέψουν την εφαρμογή σε κάθε κράτος στην Αυστραλία, σύμφωνα με το ρυθμιστικό καθεστώς της. Η TQM προσέγγιση προορίζεται για να διευκολύνει και να υποστηρίξει μια αποτελεσματική ρυθμιστική διαδικασία βοηθώντας να καθοριστούν οι λεπτομέρειες της καλύτερης πρακτικής σε κάθε αρμοδιότητα και με την παροχή σύμφωνων προσεγγίσεων για την επίδειξη της καλύτερης πρακτικής στη ρυθμιστική αρχή. Η TQM προσέγγιση δεν προορίζεται για να αντικαταστήσει μια αποτελεσματική ρυθμιστική διαδικασία που πρέπει να είναι υπεύθυνη στο δημόσιο, μόνο για να βελτιώσει τον τρόπο με τον οποίο οι εποικοδομητικές βελτιώσεις επιτυγχάνονται.



Σχήμα 5.3: Διαχείριση της ποιότητας πόσιμου νερού (που ανατυπώνεται από την άδεια του Εθνικού Συμβουλίου Υγείας και Ιατρικής Έρευνας, Καμπέρα της Αυστραλίας).

Ένας κίνδυνος είναι βιολογικός, χημικός, φυσικός ή ραδιολογικός παράγοντας και έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει ζημιά.

Ένα επικίνδυνο γεγονός είναι ένα γεγονός ή μια κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει στην παρουσία ενός κινδύνου (τι μπορεί να συμβεί και πώς).

Ο κίνδυνος είναι η πιθανότητα των προσδιορισμένων κινδύνων που προκαλούν τη ζημιά στους εκτεθειμένους πληθυσμούς σε ένα διευκρινισμένο χρονικό πλαίσιο, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους εκείνης της ζημιάς και των συνεπειών. [WHO, 2004b].

Αυτές οι έννοιες μπορούν να διευκρινιστούν με ένα παθογόνο. Το *Cryptosporidium* είναι ένας κίνδυνος για οποιοδήποτε επιφανειακό σύστημα νερού επειδή είναι πάντα ενδεχομένως παρόν, δεδομένου της ύπαρξής του στα ανθρώπινα ή / και ζωικά απόβλητα. Μια πρόκληση σε ένα σύστημα νερού από μια πηγή αποβλήτων που περιέχει *Cryptosporidium* είναι ένα επικίνδυνο γεγονός. Ο κίνδυνος που συνδέεται με το *Cryptosporidium* είναι η πιθανότητα ότι αυτό το παθογόνο θα περάσει μέσω του

συστήματος επεξεργασίας ώστε να φθάσει στους καταναλωτές και να προκληθεί ασθένεια.

Διαχείριση κινδύνου για μικρό σύστημα επεξεργασίας

Η Υπηρεσία Υγείας της Νέας Ζηλανδίας (New Zealand Ministry of Health, NZMOH) αναγνώρισε ότι η μεγάλη πλειοψηφία των συστημάτων πόσιμου νερού της χώρας ήταν μικρή, ενώ αντιμετώπισε σημαντικές προκλήσεις στην παροχή του ασφαλούς πόσιμου νερού. Η NZMOH επίσης, αναγνώρισε ότι η παραδοσιακή προσέγγιση να στηριχθεί πρώτιστα στον έλεγχο της ποιότητας του νερού σε σχέση με τα ποιοτικά πρότυπα του πόσιμου νερού είναι μια αντιδραστική προσέγγιση. Τα αποτελέσματα ελέγχου είναι τυπικά διαθέσιμα μόνο αφότου το πόσιμο νερό έχει φύγει από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και έχει καταναλωθεί. Κατά συνέπεια, η NZMOH έχει αναπτύξει ένα πραγματικό πρόγραμμα για τα διοικητικά σχέδια κινδύνου δημόσιας υγείας (Public Health Risk Management Plans, PHRMP). Αυτή η προσέγγιση εστιάζει "στα γεγονότα", ορίζοντας τα γεγονότα ή τις καταστάσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε κινδύνους που εισάγονται ή αφαιρούνται από το νερό [Nokes and Taylor, 2003]. Στην ανάπτυξη αυτής της προσέγγισης, τέσσερα εμπόδια προσδιορίζονται που εάν διατηρούνται αποτελεσματικά, ελέγχουν επαρκώς τους κινδύνους και αυτά είναι τα παρακάτω:

- ⇒ πρόληψη των μολυσματικών παραγόντων που εισάγονται στη τροφοδοσία ακατέργαστου νερού
- ⇒ αφαίρεση μορίων από το νερό
- ⇒ αδρανοποίηση των μικροοργανισμών στο νερό και
- ⇒ συντήρηση της ποιότητας του νερού κατά τη διάρκεια της διανομής.

Αυτή η προσέγγιση προορίζεται για να εξασφαλίσει ότι αυτά τα εμπόδια είναι παρόντα και λειτουργικά ώστε να ελαχιστοποιήσουν την πιθανότητα της αποτυχίας που θα προκαλούσαν "τα γεγονότα". Υιοθετήθηκε στην προϋπόθεση πως οι μικροί χειριστές νερού θα μπορούσαν να σχετίσουν καλύτερα την κατανοητή έννοια ενός γεγονότος παρά έναν κίνδυνο, τον οποίο μερικοί χειριστές βρίσκουν ότι είναι πιο υποθετικός. Αυτήν την περίοδο, η NZMOH έχει παραγάγει 40 ειδικούς, πρακτικούς οδηγούς για τα διάφορα στοιχεία των χαρακτηριστικών συστημάτων παροχής νερού και

επεξεργασίας, όλα διαθέσιμα στον ιστοχώρο NZMOH [www.moh.govt.nz/water]. Η λογική, πραγματική προσέγγισή τους για την ανάπτυξη ενός PHRMP εφαρμόζεται σε 11 βήματα:

1. Παράγεται μια γενική εποπτεία της τροφοδοσίας και αποφασίζεται ποιοι από τους οδηγούς PHRMP απαιτούνται.
2. Προσδιορίζονται τα εμπόδια στη ρύπανση.
3. Χρησιμοποιούνται οι οδηγοί για να προσδιοριστούν τα γεγονότα που μπορούν να εισαγάγουν τους κινδύνους στο νερό.
4. Χρησιμοποιούνται οι οδηγοί για να προσδιοριστούν οι αιτίες, τα προληπτικά μέτρα, οι έλεγχοι και οι διορθωτικές ενέργειες.
5. Αποφασίζεται πού πρέπει να γίνουν βελτιώσεις στον ανεφοδιασμό για να προστατευθεί καλύτερα η δημόσια υγεία.
6. Αποφασίζονται περίπου οι βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν.
7. Καταρτίζεται ένα χρονοδιάγραμμα για την λήψη των βελτιώσεων.
8. Προσδιορίζονται οι συνδέσεις με άλλα ποιοτικά συστήματα.
9. Προετοιμάζεται ο σχεδιασμός περιλαμβάνοντας απρόοπτα γεγονότα
10. Προετοιμάζονται οι οδηγίες για την αξιολόγηση της απόδοσης των σχεδίων.
11. Αποφασίζεται σχετικά με την πολιτική και τις ανάγκες επικοινωνίας.

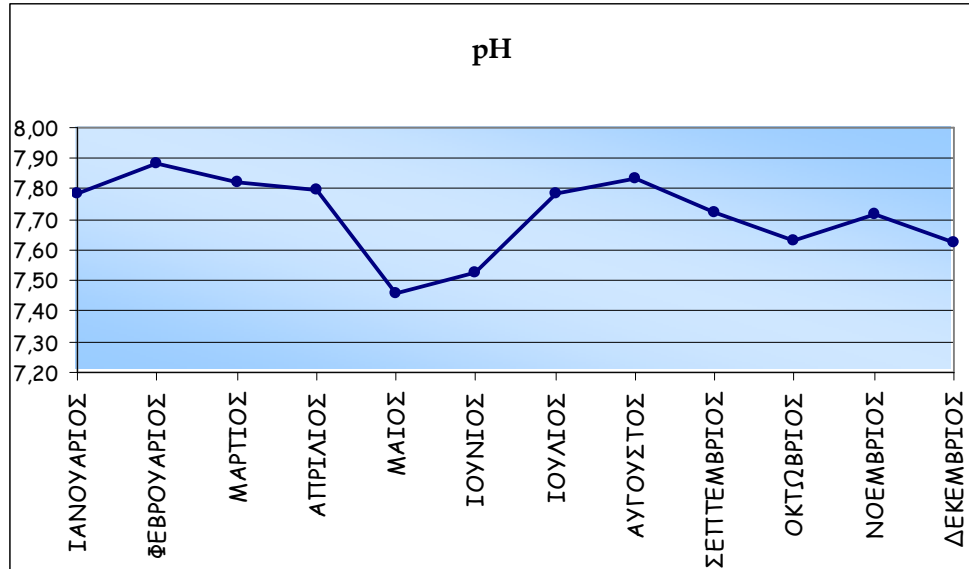
Ανάλυση χημικών αναλύσεων του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου κατά το έτος 2007

Κατά τη διάρκεια του έτους γίνονται δειγματοληψίες σε διάφορα σημεία του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου. Οι αναλύσεις αυτές αναφέρονται στο pH, την αγωγιμότητα, την ολική σκληρότητα, τα χλωριόντα, τα θειικά, τα νιτρικά, τα νιτρώδη και τα αμμωνιακά. Στον **Πίνακα 5.2** παρουσιάζεται ο μέσος όρος των προαναφερθέντων χημικών παραμέτρων του πόσιμου νερού σε διάφορα σημεία του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου κατά το έτος 2007.

Πίνακας 5.2: Μέσος όρος χημικών παραμέτρων πόσιμου νερού του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου κατά το έτος 2007

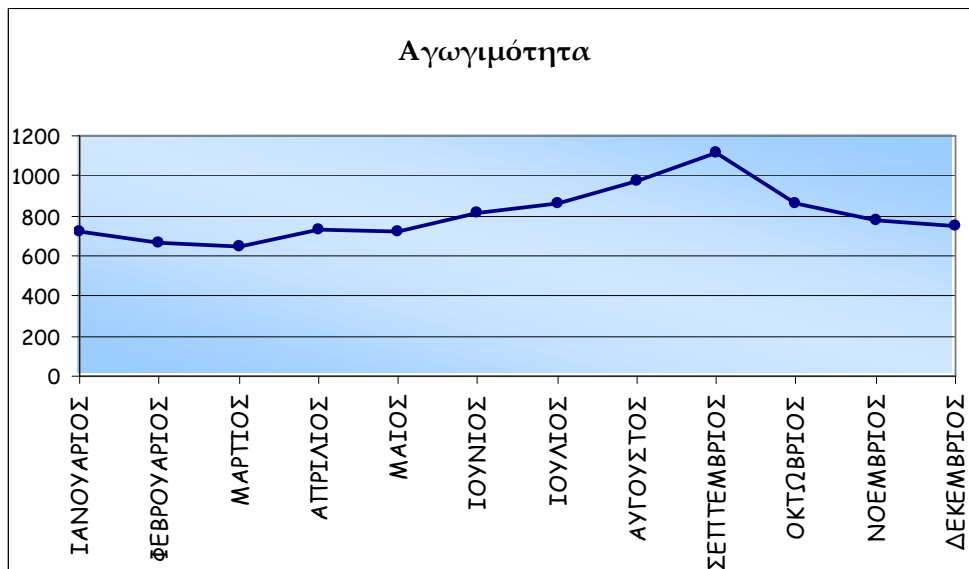
Μήνας	pH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	7,79	721	16,8	101,4	60	14,0	0,00	0,00
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	7,88	665	15,8	80,7	73	10,8	0,00	0,00
ΜΑΡΤΙΟΣ	7,82	649	16,4	69,6	76	13,6	0,00	0,00
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7,80	730	17,3	91,8	67	12,2	0,00	0,00
ΜΑΙΟΣ	7,46	723	16,7	94,2	63	13,6	0,00	0,00
ΙΟΥΝΙΟΣ	7,53	816	17,7	124,0	68	14,0	0,00	0,00
ΙΟΥΛΙΟΣ	7,79	864	18,2	140,0	75	9,6	0,00	0,00
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7,84	974	17,9	175,5	74	13,6	0,00	0,00
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	7,72	1119	18,7	224,6	85	13,2	0,00	0,00
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	7,63	866	19,4	118,9	141	11,5	0,00	0,00
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	7,72	774	18,8	101,0	113	11,5	0,00	0,00
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	7,63	751	16,8	101,6	86	8,0	0,00	0,00

Παρατηρείται στο **Σχήμα 5.4** ότι το pH παρουσιάζει διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του έτους. Διαπιστώνεται ότι ανεξαρτήτως μήνα κυμαίνεται μεταξύ 7.4 και 7.9. Το χαμηλότερο pH παρουσιάζεται τον μήνα Μάιο ενώ το υψηλότερο τον Φεβρουάριο.



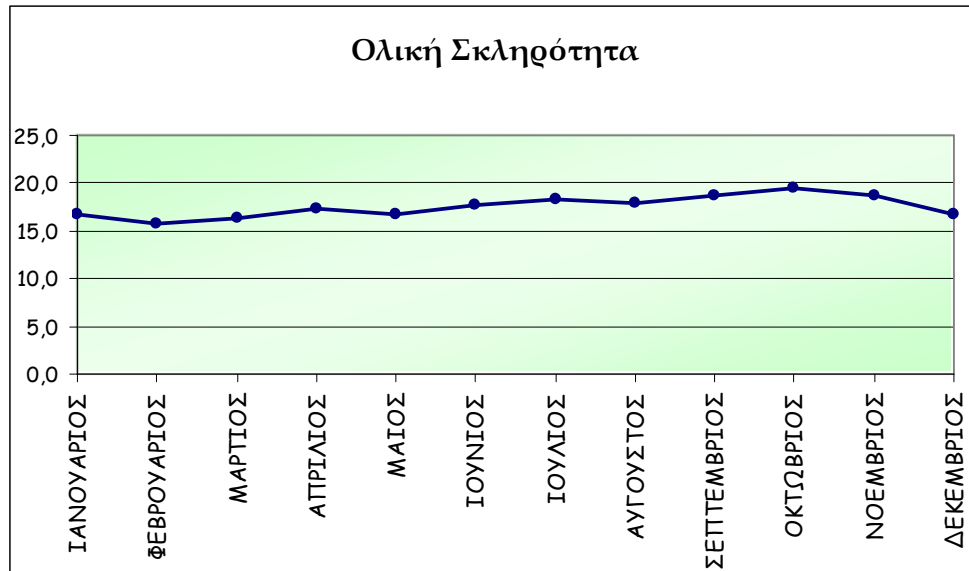
Σχήμα 5.4: Μέσος όρος pH

Όσον αφορά στην αγωγιμότητα, διαπιστώνεται μεγάλη διαφορά κατά τη διάρκεια του έτους και πιο συγκεκριμένα οι τιμές της αυξάνονται μέχρι τον Σεπτέμβριο και έπειτα φθίνουν και προσεγγίζουν την αρχική τιμή.

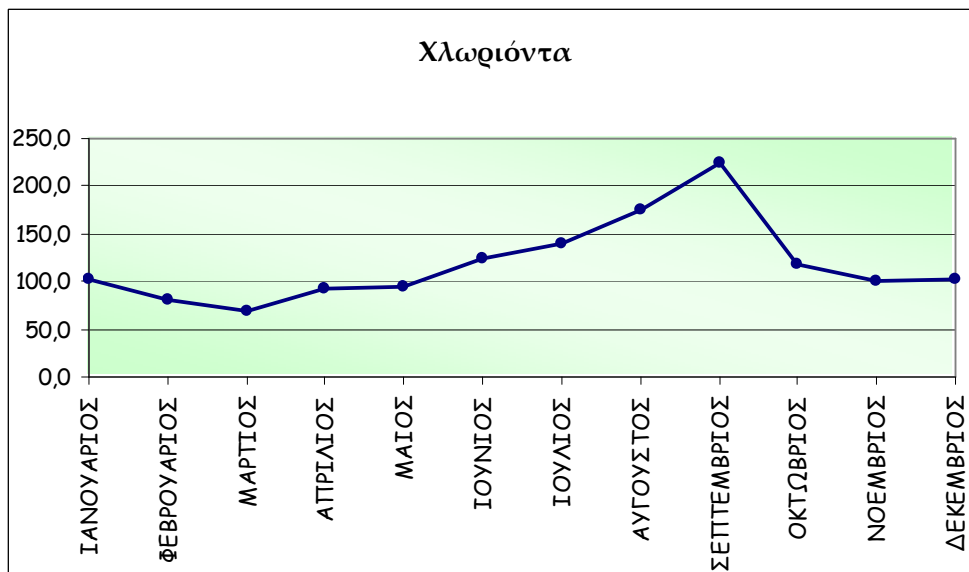


Σχήμα 5.5: Μέσος όρος αγωγιμότητας

Παρατηρώντας το **Σχήμα 5.6** φαίνεται ότι υπάρχει ομοιότητα στις μετρήσεις της ολικής σκληρότητας με μέσο όρο αυτής 17,7 Γερμανικών Βαθμών.

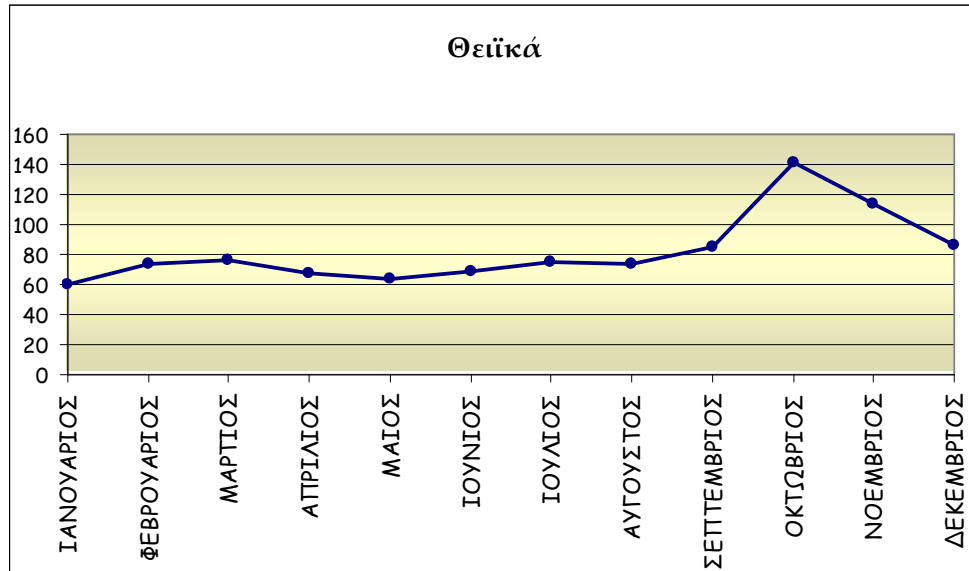


Σχήμα 5.6: Μέσος όρος ολικής σκληρότητας



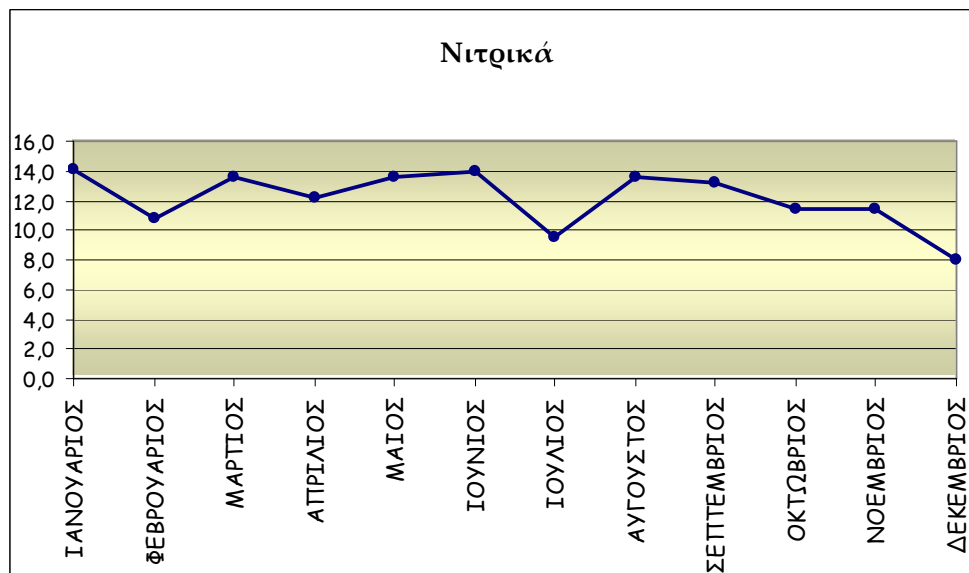
Σχήμα 5.7: Μέσος όρος χλωριόντων

Σχετικά με τα χλωριόντα και τα θειικά όπως φαίνονται στα **Σχήματα 5.7** και **5.8** αντίστοιχα, συμπεραίνεται ότι παρουσιάζουν όμοια διακύμανση. Στα πρώτα, η μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται τον Σεπτέμβριο ενώ στα δεύτερα τον Οκτώβριο.



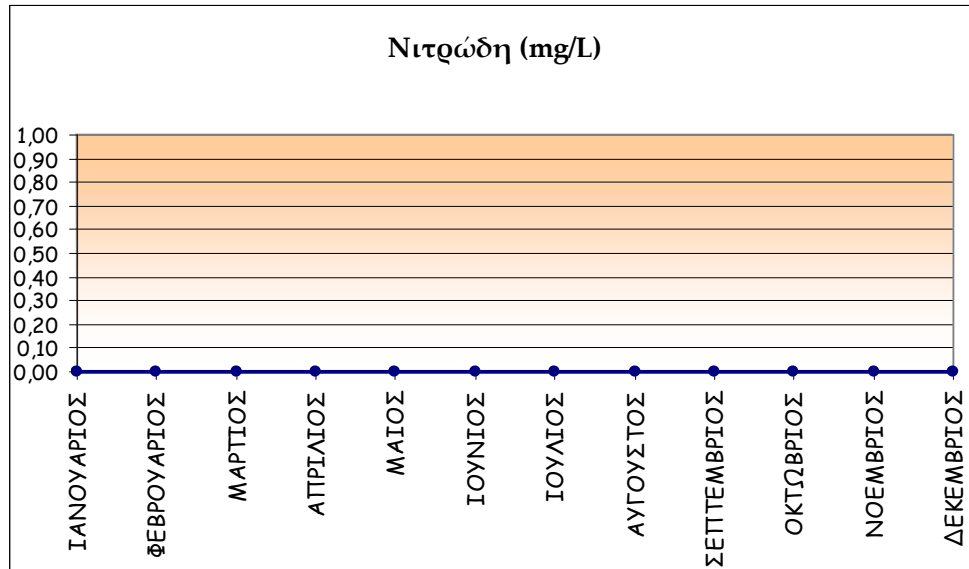
Σχήμα 5.8: Μέσος όρος θειϊκών

Σχετικά με τα νιτρικά όπως αυτά φαίνονται στο **Σχήμα 5.9**, δεν είναι δυνατόν να εξαχθεί κάποιο ιδιαίτερο συμπέρασμα λόγω της αλλεπάλληλης διαφοράς τους που είναι της τάξης του 6. Η χαμηλότερη τιμή παρατηρείται τον Δεκέμβριο ενώ η υψηλότερη τον Ιούνιο και τον Ιανουάριο.

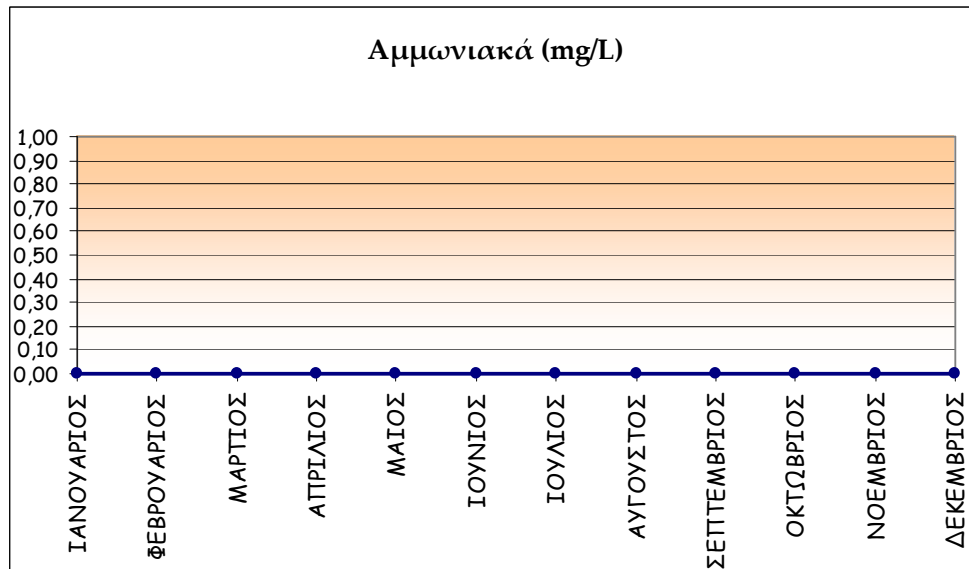


Σχήμα 5.9: Μέσος όρος νιτρικών

Στα **Σχήματα 5.10** και **5.11** που ακολουθούν, αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι τόσο τα νιτρώδη όσο και τα αμμωνιακά έχουν μηδενικές τιμές.



Σχήμα 5.10: Μέσος όρος νιτρικών



Σχήμα 5.11: Μέσος όρος αμμωνιακών

Επίσης, παρατηρώντας προσεκτικά όλα τα **Σχήματα** προκύπτει το συμπέρασμα ότι το νερό επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από λιπάσματα και άλλες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια των αμπελώνων και ελαιώνων οι οποίοι βρίσκονται γύρω από αυτές, κυρίως του μήνες Σεπτέμβριος και Οκτώβριος. Αυτό το γεγονός αποτελεί και τον κυριότερο παράγοντα κινδύνου που συμβάλλει αρνητικά στην ποιότητα του νερού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η εκτίμηση της επικινδυνότητας της ποιότητας του νερού του δικτύου ύδρευσης του Δήμου Ηρακλείου του Νομού Ηρακλείου Κρήτης και η διαμόρφωση προτάσεων για τη βελτίωση της ποιότητας του νερού είναι μια σύνθετη διαδικασία, στην οποία υπεισέρχονται πολλές παράμετροι. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος χρειάζεται μια εκτεταμένη ανάλυση τόσο της κατάστασης που επικρατεί όσο και των πρακτικών που εφαρμόζονται ή μελετώνται σε διάφορα δίκτυα ύδρευσης διεθνώς.

Διαπιστώνεται πως υπάρχουν εφικτές λύσεις, βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες, μέσα στα πλαίσια της βιώσιμης αντιμετώπισης των υδατικών προβλημάτων, χωρίς την εξάντληση των υδατικών πόρων, με ορθολογική διαχείρισή τους. Απαραίτητη προϋπόθεση για την βελτίωση του νερού του δικτύου ύδρευσης είναι η συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας του νερού και η ορθολογική διαχείρισή του. Απόλυτη προτεραιότητα είναι ο δραστικός περιορισμός των απωλειών και ζητούμενο η συνεχής ροή στο δίκτυο που εξασφαλίζει την διάθεση του νερού.

Πιο συγκεκριμένα, η έλλειψη επαρκούς ποσότητας και ποιότητας δεδομένων σχετίζεται άμεσα με το θέμα της επιτακτικής αντιμετώπισης των πολύ μεγάλων απωλειών των δικτύων της ΔΕΥΑΗ (της τάξης του 42%) που προϋποθέτει τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό τους. Θεωρούνται λοιπόν, ενέργειες υψηλής προτεραιότητας:

- Η εγκατάσταση υδρομέτρων τουλάχιστον στις εξόδους των δεξαμενών των πεδίων εκμετάλλευσης αλλά και στις εξόδους των δεξαμενών και υδροληψιών διανομής.
- Η εξασφάλιση αξιόπιστων μηνιαίων μετρήσεων κατανάλωσης.
- Η κωδικοποίηση των υδρομέτρων βάσει της αντίστοιχης δεξαμενής τροφοδοσίας.
- Εντοπισμός κι επισκευή των διαρροών του υφιστάμενου δικτύου (εξωτερικού υδραγωγείου και δικτύων διανομής) με χρήση καταγραφικών συσκευών της πίεσης σε επιλεγμένα σημεία του δικτύου τα οποία θα πυκνώνουν σταδιακά. Αυτό μπορεί να γίνει άμεσα λειτουργώντας το δίκτυο γεμάτο και υπό πίεση.
- Εντοπισμός παράνομων συνδέσεων.

- Εκσυγχρονισμός του διυλιστηρίου Σκαλανίου.
- Αντικατάσταση παλιών υδρομετρητών.

Η υλοποίηση των ενεργειών αυτών θα προσδιορίσει την κατανομή των απωλειών και θα υποδείξει τις απαιτούμενες στρατηγικές αντιμετώπισής τους. Παράλληλα, θα δώσει τη δυνατότητα της λεπτομερούς αναπαράστασης του συστήματος υδροδότησης με το αντίστοιχο λογισμικό εργαλείο ώστε να επιτευχθεί η ορθολογική διαχείρισή του αλλά και ο βέλτιστος σχεδιασμός μελλοντικής ανάπτυξής του.

Ακόμα, επιπρόσθετη απαιτούμενη βραχυπρόθεσμη ενέργεια της ΔΕΥΑΗ είναι:

- Η ανάπτυξη του πεδίου των Δαφνών και η σύνδεσή του με τη δεξαμενή του Αγ. Μύρωνα, (υπό την προϋπόθεση της κατάλληλης διαστασιολόγησης του αγωγού σύνδεσης) που θα δώσει τη δυνατότητα μείωσης κατά 2/3 των αντλήσεων στα πεδία Κέρης και Τυλίσου με σημαντική βελτίωση της ποιότητας του νερού στα δίκτυα του αγωγού Τυλίσου – Παπα Τίτου.

Ενώ μεσοπρόθεσμη απαιτούμενη ενέργεια της ΔΕΥΑΗ, παράλληλα με την αξιοποίηση των εισροών από τον ταμιευτήρα Αποσελέμη, είναι:

- Η κατασκευή δεξαμενής στις Βασιλείες με τροφοδοσία από το πεδίο Βασιλείων καθώς και τα πεδία Αγ. Μύρωνα και Δαφνών μέσω της δεξαμενής του Αγ. Μύρωνα.

Έτσι θα δοθεί η δυνατότητα εγκατάλειψης της εκμετάλλευσης των πηγών καθώς και των πεδίων Κέρης, Τυλίσου, Μαλίων, Θραψανού, Σκαλανίου και Αϊτανίων ενώ εξασφαλίζεται και η μέσο-μακροπρόθεσμη κάλυψη των αναγκών της υψηλής ζώνης του Ηρακλείου. [Παρίσης, 2003]

Κρίνεται επίσης σκόπιμο να γίνει αναφορά και σε άλλες εναλλακτικές πηγές υδροδότησης της πόλης, οι οποίες είναι οι εξής:

- Αξιοποίηση των πηγών του Αλμυρού με πιλοτική εφαρμογή των λύσεων που κατά καιρούς έχουν προταθεί (ανύψωση φράγματος, αφαλάτωση με αντίστροφη όσμωση, υδρομαστευτική στοά, κλπ.),
- Αξιοποίηση του υδάτινου δυναμικού στις υπώρειες του Γιούχτα που θα ενισχύσει και τις ψηλές περιοχές της πόλης και
- Εμπλουτισμός του υδροφορέα Καστελίου Θραψανού με έργα ορεινής υδρονομίας και προστασία όλων των υδροφορέων.

Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου εξαιτίας του φαινομένου της υφαλμύρισης παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων χλωρίου. Θα ήταν λοιπόν προτιμότερο να αποφευχθεί η διακοπή της άντλησης από αυτές τις γεωτρήσεις και να παρέχεται ιδιαίτερη επεξεργασία στο νερό που προέρχεται από αυτές τις γεωτρήσεις, γεγονός που σημαίνει και αύξηση του κόστους της επεξεργασίας.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι από ένα μικρό δείγμα από φωτογραφίες που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής, διαπιστώνεται πως οι περισσότερες γεωτρήσεις βρίσκονται ανάμεσα σε ελαιώνες και αμπελώνες. Αυτό αποδεικνύει την ενδεχόμενη ύπαρξη εστιών ρύπανσης του νερού (αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών και αμμωνιακών) λόγω των φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στη γύρω περιοχή. Σ' αυτήν την ιδιάζουσα περίπτωση, πρέπει να γίνει κατάλληλη ενημέρωση των πολιτών ώστε να μη γίνεται εκτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων. Ακόμα, θα πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε γύρω από τις γεωτρήσεις και πηγές να μην υπάρχουν κτηνοτροφικές μονάδες οι οποίες προκαλούν κοπρανώδης ρύπανση. Είναι επίσης απαραίτητο τόσο από τους οργανισμούς (Δ.Ε.Υ.Α.Η.) όσο και από τους πολίτες να φροντίζουν για την προστασία των δεξαμενών, πηγών και γεωτρήσεων με ειδική περίφραξη, κατάλληλο φωτισμό και καθαρό περιβάλλον.

Επιπρόσθετα, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διαδικασία επεξεργασίας και ανάλυσης του νερού του δικτύου ύδρευσης πρέπει να προστεθεί και η μικροβιολογική εξέταση, η οποία θεωρείται απαραίτητη διαδικασία σύμφωνα με το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο. Η απολύμανση μέσω της χλωρίωσης που χρησιμοποιείται συγκεκριμένα στο Δήμο Ηρακλείου αφενός παρέχει καλά αποτελέσματα αφετέρου δεν εγγυάται μηδενικό ποσοστό επικινδυνότητας για την ανάπτυξη βακτηριακών δεικτών. Η καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών στο πόσιμο νερό είναι βασική για την καταπολέμηση των διαρροϊκών ασθενειών. Υπάρχουν μέθοδοι - τεχνολογίες μοριακής ανίχνευσης οι οποίες είναι συγκεκριμένες, αξιόπιστες και ευαίσθητες και μειώνουν τον μικροβιολογικό κίνδυνο.

Παρατηρώντας τον **Πίνακα 1** του Παραρτήματος Α, προτείνεται να γίνονται οι υδροληψίες σε όλα τα κρίσιμα σημεία τις ίδιες χρονικές στιγμές ώστε να υπάρχει καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων.

Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ώστε να αποφεύχονται δυσμενείς επιδράσεις στη δημόσια υγεία. Η αξιολόγηση ενός συστήματος πόσιμου νερού περιλαμβάνει: ανάλυση συστημάτων τροφοδότησης νερού, αναθεώρηση των στοιχείων ποιότητας του νερού, προσδιορισμός κινδύνου και αξιολόγηση κινδύνου. Χρειάζονται υψηλά επίπεδα αρμοδιοτήτων στον τομέα της οργάνωσης για την επίτευξη της καλύτερης ποιότητας του πόσιμου νερού. Πρέπει ακόμα να λαμβάνονται προληπτικές αποφάσεις στη διαχείριση του νερού και σε περίπτωση αστοχίας να υπάρχουν εκ των προτέρων διορθωτικές ενέργειες για την επίλυση του εκάστοτε προβλήματος με στόχο τη συνεχή βελτίωση.

Άλλο ένα αξιόλογο μέτρο που απαιτείται είναι η συντήρηση της ποιότητας του νερού κατά τη διάρκεια της διανομής.

Τέλος, η πολιτεία οφείλει να παρέχει ασφαλές πόσιμο νερό σ' όλους λαμβάνοντας τα μέτρα εκείνα για την αντιμετώπιση των κινδύνων που αναδύονται αλλά και οι πολίτες έχουν την υποχρέωση να δρουν και να συμπεριφέρονται με γνώμονα τη προστασία των πηγών και γεωτρήσεων του νερού και του περιβάλλοντος γενικότερα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Πίνακας 1: Τιμές των αναλύσεων που συλλέχθηκαν κατά το έτος 2007 στα διάφορα σημεία των δειγματοληψιών

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
15/1/2007	Βασιλιές	7,8	668	18	67,4	72	10,1	0,00	0,00
15/1/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	7,9	447	14	17,7	105	9,6	0,00	0,00
15/1/2007	Οδυσσέως 53 Κατσαμπάς	7,9	453	10	63,9	17	12,3	0,00	0,00
15/1/2007	Φορτέτσα	7,7	853	19,5	102,9	32	25	0,00	0,00
15/1/2007	Πατέλες	7,6	1251	19	284	65	10,5	0,00	0,00
15/1/2007	Νέα Λαχαναγορά	7,7	916	26,5	106,5	108	19,8	0,00	0,00
15/1/2007	Μαυσώλου 115 Νέα Αλικαρνασός	7,9	461	10,5	67,4	18	11	0,00	0,00
8/2/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	7,8	441	13,5	14,2	105	7,9	0,00	0,00
8/2/2007	Ιωνίας 159	7,6	1398	21	327	65	9,2	0,00	0,00
8/2/2007	Βασιλιές	7,9	663	17,5	71	80	7,4	0,00	0,00
8/2/2007	Φορτέτσα (δεξαμενή)	7,8	841	18,5	95,8	30	22	0,00	0,00
8/2/2007	Ν. Κατεχάκη 32, Πόρος	7,7	964	19,5	166,8	70	7,9	0,00	0,00
8/2/2007	Οδυσσέως 13, Κατσαμπάς	7,9	410	9,5	49,7	16	10,1	0,00	0,00
8/2/2007	Ικάρου 110, Νέα Αλικαρνασός	7,8	370	9,5	35,5	15	10,1	0,00	0,00
8/2/2007	Νέα Λαχαναγορά	7,9	870	23	74,5	112	17,6	0,00	0,00
9/2/2007	δ.δ. Βουτών	8,1	441	14	17,7	94	9,2	0,00	0,00
9/2/2007	δ.δ. Σταυρακίων	8,1	435	13,2	17,7	94	9,2	0,00	0,00
9/2/2007	δ.δ. Δαφνών	8,1	487	14,8	17,7	126	7,9	0,00	0,00
7/3/2007	Σταυράκια	7,9	412	13	14,2	82	7,9	0,00	0,00
7/3/2007	Βούτες	8,1	414	13	14,2	82	7,9	0,00	0,00
7/3/2007	Δαφνές	7,8	489	15	21,3	130	6,1	0,00	0,00
8/3/2007	Οδυσσέως 53	7,7	415	11	39	19	9,2	0,00	0,00
8/3/2007	Ν. Λαχαναγορά	7,8	965	25,5	81,6	136	18,9	0,00	0,00
8/3/2007	Ν. Κατεχάκη 20 Πόρος	7,6	852	19,5	124,2	88	14	0,00	0,00
8/3/2007	Ικάρου 110 Ν. Αλικαρνασός	7,8	456	12	42,6	26	10,5	0,00	0,00
8/3/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	7,9	409	12,5	21,3	84	6,6	0,00	0,00
9/3/2007	Ιωνίας 179	7,7	1150	19	248,5	50	16,2	0,00	0,00
9/3/2007	Φορτέτσα	7,7	890	20,5	106,5	47	29,9	0,00	0,00
9/3/2007	Βασιλιές	7,9	662	17,5	63,9	82	16,7	0,00	0,00

9/3/2007	Αγ. Βλάσσης	7,9	661	17,5	63,9	82	16,7	0,00	0,00
----------	-------------	-----	-----	------	------	----	------	------	------

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
9/3/2007	Σύλαμος	7,9	664	17,5	63,9	82	16,7	0,00	0,00
17/4/2007	Λαχαναγορά	7,8	956	26	81,6	130	19,8	0,00	0,00
17/4/2007	Οδός Ανδρέα Παπανδρέου (Ακαδημία)	7,7	1285	22	276,9	68	10,1	0,00	0,00
17/4/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,8	468	11,5	49,7	29	10,1	0,00	0,00
17/4/2007	Οδός Μανσώλου Ν. Αλικάρνασσός	7,8	460	12	49,7	28	10,5	0,00	0,00
17/4/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	8	435	13	17,7	100	6,6	0,00	0,00
17/4/2007	Φορτέτσα	7,7	839	19	99,4	35	21,1	0,00	0,00
17/4/2007	Βασιλίες	7,8	664	17,5	67,4	82	7	0,00	0,00
7/5/2007	Λαχαναγορά	7,15	944	24,2	74,5	136	21,5	0,00	0,00
7/5/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,25	499	10,2	74,5	20	12,7	0,00	0,00
7/5/2007	Ιωνίας 167	7,6	1180	22	244	74	7	0,00	0,00
7/5/2007	Χριστ/χάλη Ξυλούρη	7,8	428	12,8	17,7	92	10,1	0,00	0,00
7/5/2007	Φορτέτσα	7,4	828	19	102,9	22	23,7	0,00	0,00
7/5/2007	Βασιλίες	7,6	680	18	74,5	78	6,6	0,00	0,00
7/5/2007	Ικάρου 110	7,4	505	10,5	71	21	13,6	0,00	0,00
12/6/2007	Ακαδημίας 67	7,4	1780	24,5	460	88	9,6	0,00	0,00
12/6/2007	Ικάρου 110, Ν. Αλικάρνασσός	7,6	515	12	74	24	11,4	0,00	0,00
12/6/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,5	509	11,5	68	24	11,4	0,00	0,00
12/6/2007	Νέα Λαχαναγορά	7,5	951	25	85,2	118	20,2	0,00	0,00
12/6/2007	Φορτέτσα	7,4	851	20	99,4	38	26,4	0,00	0,00
12/6/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	7,7	431	13,5	17,7	98	9,6	0,00	0,00
12/6/2007	Βασιλίες	7,6	673	17,5	63,9	88	9,6	0,00	0,00
3/7/2007	Χριστ. Ξυλούρη	8	548	15	42,6	107,5	4,4	0,00	0,00
3/7/2007	Λ. Ικάρου 110, Ν. Αλικάρνασσός	7,9	568	12,5	88,7	28	7,9	0,00	0,00
3/7/2007	Φορτέτσα "δεξαμενή"	7,5	837	19,5	102,9	43	22,9	0,00	0,00
3/7/2007	Λαχαναγορά	7,8	971	26	85,2	140	16,7	0,00	0,00
3/7/2007	Οδυσσέως 53 Κατσαμπάς	7,8	570	12	92,3	29	6,6	0,00	0,00
3/7/2007	Ακαδημίας & Ιερολοχητών Μασταμπάς	7,6	1875	24,5	497	100	5,3	0,00	0,00
3/7/2007	Βασιλίες	7,9	676	18	71	75	3,1	0,00	0,00
22/8/2007	Χριστομικήλη Ξυλούρη 81	7,9	476	14,5	24,9	125	7	0,00	0,00
22/8/2007	Φορτέτσα	7,9	848	18,5	103	32	27,7	0,00	0,00
22/8/2007	Ν. Αλικάρνασσός	7,85	980	15,5	213	44	11,9	0,00	0,00
22/8/2007	Ρομαντική Γωνιά (Μασταμπάς)	7,7	1800	23	447	92	9,7	0,00	0,00

22/8/2007	Βασιλίεζ	7,9	685	16,5	71	82,5	8,8	0,00	0,00
-----------	----------	-----	-----	------	----	------	-----	------	------

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
22/8/2007	Κατσαμπάς	7,9	990	15,5	223,7	43	11	0,00	0,00
22/8/2007	Πατέλες (Παπά Τίτου)	7,7	1036	21,5	145,6	100	18,9	0,00	0,00
	Αθάνατοι	8,1	460	13,5	17,8	108	7,9	0,00	0,00
17/9/2007	Φορτέτσα	7,2	854	19	106,5	38	24,6	0,00	0,00
17/9/2007	Πόρος (από Παπά-Τίτου)	7,6	1402	19,5	301,7	106	14	0,00	0,00
17/9/2007	Βασιλιές	7,8	684	14,5	71	92	8,8	0,00	0,00
17/9/2007	Χριστ. Ξυλούρη	8	462	12	17,7	120	8,3	0,00	0,00
17/9/2007	Λαχαναγορά	8	913	23,5	99,4	118	17,1	0,00	0,00
17/9/2007	Στόμιο	7,6	1810	22,5	462	105	13,2	0,00	0,00
17/9/2007	Ικάρου, Ν. Αλικάρνασσός	7,8	1016	15,5	241,4	50	10,5	0,00	0,00
17/9/2007	Κατσαμπάς	7,8	1022	15,5	241,4	50	10,5	0,00	0,00
27/9/2007	Πόρος (από Παπά Τίτου)	7,65	1275	22	255,6	98	15	0,00	0,00
27/9/2007	Ικάρου 112 Νέα Αλικάρνασσός	7,8	923	16	195	42	11,9	0,00	0,00
27/9/2007	Μασταμπάς (από Τύλ-Κερ-Κρ)	7,7	1943	26	479	113	11	0,00	0,00
25/10/2007	Οικισμός Αθανάτων	7,7	479	14,5	17,8	130	8,8	0,00	0,00
25/10/2007	Σταυράκια	7,6	494	15	17,8	135	7	0,00	0,00
25/10/2007	Λουτράκι (μικτό)	7,65	310	8,5	35,5	< 10	12,3	0,00	0,00
25/10/2007	Δαφνές	7,6	568	16,5	24,9	177,5	7,5	0,00	0,00
31/10/2007	Χριστ. Ξυλούρη	7,8	482	14,5	21,3	118	7,5	0,00	0,00
31/10/2007	Μασταμπάς (Ρομαντική Γωνιά)	7,6	1460	28	284	190	13,6	0,00	0,00
31/10/2007	Φορτέτσα δεξαμενή	7,5	1208	32,5	106,5	310	22,4	0,00	0,00
31/10/2007	Πόρος	7,55	1408	22,5	319,5	105	11	0,00	0,00
31/10/2007	Λαχαναγορά	7,6	946	25	81,6	150	17,2	0,00	0,00
31/10/2007	Αλικάρνασσός	7,7	741	15	127,8	49	11,4	0,00	0,00
31/10/2007	Κατσαμπάς	7,5	1425	23	319,5	105	11,4	0,00	0,00
31/10/2007	Βασιλιές	7,8	690	18	71	86	7,5	0,00	0,00
15/11/2007	"Ρομαντική γωνιά"	7,7	1113	19,5	230,7	77,5	8,8	0,00	0,00
15/11/2007	"Βασιλιές"	7,8	693	19	71	95	8,4	0,00	0,00
15/11/2007	"Χριστ. Ξυλούρη"	7,9	470	15	17,7	117,5	7,5	0,00	0,00
15/11/2007	"Φορτέτσα"	7,6	1252	35,5	120,7	305	20,7	0,00	0,00
15/11/2007	"Πόρος"	7,7	985	19	170,4	95	12,3	0,00	0,00
15/11/2007	"Κατσαμπάς"	7,7	744	16	142	36	11	0,00	0,00
15/11/2007	"Νέα Αλικάρνασσός"	7,7	745	15,5	145,5	35	11	0,00	0,00

15/11/2007	"Λαχαναγορά"	7,8	928	25,5	78,1	155	17,1	0,00	0,00
------------	--------------	-----	-----	------	------	-----	------	------	------

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
21/11/2007	Ικάρου 110, Ν. Αλικάρνασσός	7,7	764	17	127,8	43	14,5	0,00	0,00
26/11/2007	Σταυράκια	7,8	470	15	17,8	125	7,9	0,00	0,00
26/11/2007	Αθάνatoi	7,8	468	14,5	14,2	127,5	7,9	0,00	0,00
26/11/2007	Δαφνές	7,8	530	16,5	21,3	175	7,4	0,00	0,00
26/11/2007	Βούτες	7,8	470	14,8	17,8	125	7,8	0,00	0,00
29/11/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	7,9	472	14,5	14,2	138	7,5	0,00	0,00
29/11/2007	Ρομαντική Γωνιά	7,6	1152	19,5	255,6	80	8,8	0,00	0,00
29/11/2007	Φορτέτσα	7,5	1240	33	110,1	355	22,8	0,00	0,00
29/11/2007	Πόρος (Ν. Κατεχάκη 32)	7,6	1000	20	177,5	86	11,8	0,00	0,00
29/11/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,6	635	13	117,2	29	11	0,00	0,00
29/11/2007	Ικάρου 90	7,7	639	13,5	113,6	29	11	0,00	0,00
29/11/2007	Ηροδότου 12	7,7	636	13	113,6	28	11	0,00	0,00
29/11/2007	Λαχαναγορά	7,7	946	25,5	78,1	148	17,5	0,00	0,00
29/11/2007	Βασιλιές	7,7	685	18	67,5	88	8,4	0,00	0,00
18/12/2007	Χριστ. Ξυλούρη (Σχολείο)	7,8	475	14,5	17,8	132	3	0,00	0,00
18/12/2007	Ρομαντική γωνιά	7,5	1137	19	237,9	80	3	0,00	0,00
18/12/2007	Φορτέτσα δεξαμενή	7,5	874	20	106,5	37	16,7	0,00	0,00
18/12/2007	Κατεχάκη 32, Πόρος	7,6	952	18,5	156,1	90	6,1	0,00	0,00
18/12/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,7	487	10,5	71	55	8,3	0,00	0,00
18/12/2007	Βασιλιές	7,6	687	17,5	74,6	95	5,7	0,00	0,00
18/12/2007	Ικάρου 90, Ν. Αλικάρνασσός	7,6	500	11	71	67	6,6	0,00	0,00
18/12/2007	Λαχαναγορά	7,7	897	23,5	78,1	135	14,5	0,00	0,00

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Πίνακας 1
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
15/1/2007	Βασιλιές	7,8	668	18	67,4	72	10,1	0,00	0,00
15/1/2007	Χριστ. Ευλόγη 81	7,9	447	14	17,7	105	9,6	0,00	0,00
15/1/2007	Οδυσσέως 53 Κατσαμπάς	7,9	453	10	63,9	17	12,3	0,00	0,00
15/1/2007	Φορτέτσα	7,7	853	19,5	102,9	32	25	0,00	0,00
15/1/2007	Πατέλες	7,6	1251	19	284	65	10,5	0,00	0,00
15/1/2007	Νέα Λαχαναγορά	7,7	916	26,5	106,5	108	19,8	0,00	0,00
15/1/2007	Μαυσώλου 115 Νέα Αλικαρνασός	7,9	461	10,5	67,4	18	11	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,8	721	16,8	101,4	60	14,0	0,00	0,00
------------	-----	-----	------	-------	----	------	------	------

Πίνακας 2
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
8/2/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	7,8	441	13,5	14,2	105	7,9	0,00	0,00
8/2/2007	Ιωνίας 159	7,6	1398	21	327	65	9,2	0,00	0,00
8/2/2007	Βασιλίες	7,9	663	17,5	71	80	7,4	0,00	0,00
8/2/2007	Φορτέτσα (δεξαμενή)	7,8	841	18,5	95,8	30	22	0,00	0,00
8/2/2007	N. Κατεχάκη 32, Πόρος	7,7	964	19,5	166,8	70	7,9	0,00	0,00
8/2/2007	Οδυσσέως 13, Κατσαμπάς	7,9	410	9,5	49,7	16	10,1	0,00	0,00
8/2/2007	Ικάρου 110, Νέα Αλικαρνασσός	7,8	370	9,5	35,5	15	10,1	0,00	0,00
8/2/2007	Νέα Λαχαναγορά	7,9	870	23	74,5	112	17,6	0,00	0,00
9/2/2007	δ.δ. Βουτών	8,1	441	14	17,7	94	9,2	0,00	0,00
9/2/2007	δ.δ. Σταυρακίων	8,1	435	13,2	17,7	94	9,2	0,00	0,00
9/2/2007	δ.δ. Δαφνών	8,1	487	14,8	17,7	126	7,9	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,9	665	15,8	80,7	73	10,8	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	-------------	-----------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 3
MΑΡΤΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	ΟΛ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειϊκά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
7/3/2007	Σταυράκια	7,9	412	13	14,2	82	7,9	0,00	0,00
7/3/2007	Βούτες	8,1	414	13	14,2	82	7,9	0,00	0,00
7/3/2007	Δαφνές	7,8	489	15	21,3	130	6,1	0,00	0,00
8/3/2007	Οδυσσέως 53	7,7	415	11	39	19	9,2	0,00	0,00
8/3/2007	Ν. Λαχαναγορά	7,8	965	25,5	81,6	136	18,9	0,00	0,00
8/3/2007	Ν. Κατεχάκη 20 Πόρος	7,6	852	19,5	124,2	88	14	0,00	0,00
8/3/2007	Ικάρου 110 Ν. Αλικάρνασσός	7,8	456	12	42,6	26	10,5	0,00	0,00
8/3/2007	Χρυστ. Ξυλούρη 81	7,9	409	12,5	21,3	84	6,6	0,00	0,00
9/3/2007	Ιωνίας 179	7,7	1150	19	248,5	50	16,2	0,00	0,00
9/3/2007	Φορτέτσα	7,7	890	20,5	106,5	47	29,9	0,00	0,00
9/3/2007	Βασιλιές	7,9	662	17,5	63,9	82	16,7	0,00	0,00
9/3/2007	Αγ. Βλάσσης	7,9	661	17,5	63,9	82	16,7	0,00	0,00
9/3/2007	Σύλαμος	7,9	664	17,5	63,9	82	16,7	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,8	649	16,4	69,6	76	13,6	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	-------------	-----------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 4
ΑΠΡΙΛΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
17/4/2007	Λαχαναγορά	7,8	956	26	81,6	130	19,8	0,00	0,00
17/4/2007	Οδός Ανδρέα Παπανδρέου (Ακαδημία)	7,7	1285	22	276,9	68	10,1	0,00	0,00
17/4/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,8	468	11,5	49,7	29	10,1	0,00	0,00
17/4/2007	Οδός Μανσώλου Ν. Αλικάρνασσός	7,8	460	12	49,7	28	10,5	0,00	0,00
17/4/2007	Χριστ. Ευλούρη 81	8	435	13	17,7	100	6,6	0,00	0,00
17/4/2007	Φορτέτσα	7,7	839	19	99,4	35	21,1	0,00	0,00
17/4/2007	Βασιλιές	7,8	664	17,5	67,4	82	7	0,00	0,00
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ		7,8	730	17,3	91,8	67	12,2	0,00	0,00

Πίνακας 5
ΜΑΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	ΟΛ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειϊκά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
7/5/2007	Λαχαναγορά	7,15	944	24,2	74,5	136	21,5	0,00	0,00
7/5/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,25	499	10,2	74,5	20	12,7	0,00	0,00
7/5/2007	Ιωνίας 167	7,6	1180	22	244	74	7	0,00	0,00
7/5/2007	Χριστ/χάλη Ξυλούρη	7,8	428	12,8	17,7	92	10,1	0,00	0,00
7/5/2007	Φορτέτσα	7,4	828	19	102,9	22	23,7	0,00	0,00
7/5/2007	Βασιλιές	7,6	680	18	74,5	78	6,6	0,00	0,00
7/5/2007	Ικάρου 110	7,4	505	10,5	71	21	13,6	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,5	723	16,7	94,2	63	13,6	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	-------------	-----------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 6
ΙΟΥΝΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	ΟΛ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειϊκά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
12/6/2007	Ακαδημίας 67	7,4	1780	24,5	460	88	9,6	0,00	0,00
12/6/2007	Ικάρου 110, Ν. Αλικαρνασσός	7,6	515	12	74	24	11,4	0,00	0,00
12/6/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,5	509	11,5	68	24	11,4	0,00	0,00
12/6/2007	Νέα Λαχαναγορά	7,5	951	25	85,2	118	20,2	0,00	0,00
12/6/2007	Φορτέτσα	7,4	851	20	99,4	38	26,4	0,00	0,00
12/6/2007	Χριστ. Ευλούρη 81	7,7	431	13,5	17,7	98	9,6	0,00	0,00
12/6/2007	Βασιλιές	7,6	673	17,5	63,9	88	9,6	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,5	816	17,7	124,0	68	14,0	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	--------------	-----------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 7
ΙΟΥΛΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
3/7/2007	Χριστ. Ξυλούρη	8	548	15	42,6	107,5	4,4	0,00	0,00
3/7/2007	Λ. Ικάρου 110, Ν. Αλικάρνασσός	7,9	568	12,5	88,7	28	7,9	0,00	0,00
3/7/2007	Φορτέτσα "δεξαμενή"	7,5	837	19,5	102,9	43	22,9	0,00	0,00
3/7/2007	Λαχαναγορά	7,8	971	26	85,2	140	16,7	0,00	0,00
3/7/2007	Οδυσσέως 53 Κατσαμπάς	7,8	570	12	92,3	29	6,6	0,00	0,00
3/7/2007	Ακαδημίας & Ιερολοχητών Μασταμπάς	7,6	1875	24,5	497	100	5,3	0,00	0,00
3/7/2007	Βασιλιές	7,9	676	18	71	75	3,1	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,8	864	18,2	140,0	75	9,6	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	--------------	-----------	------------	-------------	-------------

Πίνακας 8
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	ΟΛ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
22/8/2007	Χριστομιχάλη Ξυλούρη 81	7,9	476	14,5	24,9	125	7	0,00	0,00
22/8/2007	Φορτέτσα	7,9	848	18,5	103	32	27,7	0,00	0,00
22/8/2007	N. Αλικαρνασός	7,85	980	15,5	213	44	11,9	0,00	0,00
22/8/2007	Ρομαντική Γωνιά (Μασταμπάς)	7,7	1800	23	447	92	9,7	0,00	0,00
22/8/2007	Βασιλιές	7,9	685	16,5	71	82,5	8,8	0,00	0,00
22/8/2007	Κατσαμπάς	7,9	990	15,5	223,7	43	11	0,00	0,00
22/8/2007	Πατέλες (Παπά Τίτου)	7,7	1036	21,5	145,6	100	18,9	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,8	974	17,9	175,5	74	13,6	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	--------------	-----------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 9
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειϊκά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
17/9/2007	Φορτέτσα	7,2	854	19	106,5	38	24,6	0,00	0,00
17/9/2007	Πόρος (από Παπά-Τίτου)	7,6	1402	19,5	301,7	106	14	0,00	0,00
17/9/2007	Βασιλιές	7,8	684	14,5	71	92	8,8	0,00	0,00
17/9/2007	Χριστ. Ευλούρη	8	462	12	17,7	120	8,3	0,00	0,00
17/9/2007	Λαχαναγορά	8	913	23,5	99,4	118	17,1	0,00	0,00
17/9/2007	Στόμιο	7,6	1810	22,5	462	105	13,2	0,00	0,00
17/9/2007	Ικάρου, Ν. Αλικαρνασός	7,8	1016	15,5	241,4	50	10,5	0,00	0,00
17/9/2007	Κατσαμπάς	7,8	1022	15,5	241,4	50	10,5	0,00	0,00
27/9/2007	Πόρος (από Παπά Τίτου)	7,65	1275	22	255,6	98	15	0,00	0,00
27/9/2007	Ικάρου 112 Νέα Αλικαρνασός	7,8	923	16	195	42	11,9	0,00	0,00
27/9/2007	Μασταμπάς (από Τύλ-Κερ- Κρ)	7,7	1943	26	479	113	11	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,7	1119	18,7	224,6	85	13,2	0,00	0,00
-------------------	------------	-------------	-------------	--------------	-----------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 10
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	ΟΛ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
25/10/2007	Οικισμός Αθανάτων	7,7	479	14,5	17,8	130	8,8	0,00	0,00
25/10/2007	Σταυράκια	7,6	494	15	17,8	135	7	0,00	0,00
25/10/2007	Λουτράκι (μικτό)	7,65	310	8,5	35,5	< 10	12,3	0,00	0,00
25/10/2007	Δαφνές	7,6	568	16,5	24,9	177,5	7,5	0,00	0,00
31/10/2007	Χριστ. Ευλούρη	7,8	482	14,5	21,3	118	7,5	0,00	0,00
31/10/2007	Μασταμπάς (Ρομαντική Γωνιά)	7,6	1460	28	284	190	13,6	0,00	0,00
31/10/2007	Φορτέτσα δεξαμενή	7,5	1208	32,5	106,5	310	22,4	0,00	0,00
31/10/2007	Πόρος	7,55	1408	22,5	319,5	105	11	0,00	0,00
31/10/2007	Λαχαναγορά	7,6	946	25	81,6	150	17,2	0,00	0,00
31/10/2007	Αλικάρνασσός	7,7	741	15	127,8	49	11,4	0,00	0,00
31/10/2007	Κατσαμπάς	7,5	1425	23	319,5	105	11,4	0,00	0,00
31/10/2007	Βασιλιές	7,8	690	18	71	86	7,5	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,6	866	19,4	118,9	141	11,5	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	--------------	------------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 11
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	ΟΛ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
15/11/2007	"Ρομαντική γωνιά"	7,7	1113	19,5	230,7	77,5	8,8	0,00	0,00
15/11/2007	"Βασιλιές"	7,8	693	19	71	95	8,4	0,00	0,00
15/11/2007	"Χριστ. Ξυλούρη"	7,9	470	15	17,7	117,5	7,5	0,00	0,00
15/11/2007	"Φορτέτσα"	7,6	1252	35,5	120,7	305	20,7	0,00	0,00
15/11/2007	"Πόρος"	7,7	985	19	170,4	95	12,3	0,00	0,00
15/11/2007	"Κατσαμπάς"	7,7	744	16	142	36	11	0,00	0,00
15/11/2007	"Νέα Αλικαρνασσός"	7,7	745	15,5	145,5	35	11	0,00	0,00
15/11/2007	"Λαχαναγορά"	7,8	928	25,5	78,1	155	17,1	0,00	0,00
21/11/2007	Ικάρου 110, Ν. Αλικαρνασσός	7,7	764	17	127,8	43	14,5	0,00	0,00
26/11/2007	Σταυράκια	7,8	470	15	17,8	125	7,9	0,00	0,00
26/11/2007	Αθάνατοι	7,8	468	14,5	14,2	127,5	7,9	0,00	0,00
26/11/2007	Δαφνές	7,8	530	16,5	21,3	175	7,4	0,00	0,00
26/11/2007	Βούτες	7,8	470	14,8	17,8	125	7,8	0,00	0,00
29/11/2007	Χριστ. Ξυλούρη 81	7,9	472	14,5	14,2	138	7,5	0,00	0,00
29/11/2007	Ρομαντική Γωνιά	7,6	1152	19,5	255,6	80	8,8	0,00	0,00

Παράρτημα Β

29/11/2007	Φορτέτσα	7,5	1240	33	110,1	355	22,8	0,00	0,00
29/11/2007	Πόρος (Ν. Κατεχάκη 32)	7,6	1000	20	177,5	86	11,8	0,00	0,00
29/11/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,6	635	13	117,2	29	11	0,00	0,00
29/11/2007	Ικάρου 90	7,7	639	13,5	113,6	29	11	0,00	0,00
29/11/2007	Ηροδότου 12	7,7	636	13	113,6	28	11	0,00	0,00
29/11/2007	Λαχαναγορά	7,7	946	25,5	78,1	148	17,5	0,00	0,00
29/11/2007	Βασιλιές	7,7	685	18	67,5	88	8,4	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,7	774	18,8	101,0	113	11,5	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	--------------	------------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 12
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

Ημερ/νια	Σημείο δειγματοληψίας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	ΟΛ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειϊκά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
18/12/2007	Χριστ. Ευλούρη (Σχολείο)	7,8	475	14,5	17,8	132	3	0,00	0,00
18/12/2007	Ρομαντική γωνιά	7,5	1137	19	237,9	80	3	0,00	0,00
18/12/2007	Φορτέτσα δεξαμενή	7,5	874	20	106,5	37	16,7	0,00	0,00
18/12/2007	Κατεχάκη 32, Πόρος	7,6	952	18,5	156,1	90	6,1	0,00	0,00
18/12/2007	Οδυσσέως 53, Κατσαμπάς	7,7	487	10,5	71	55	8,3	0,00	0,00
18/12/2007	Βασιλιές	7,6	687	17,5	74,6	95	5,7	0,00	0,00
18/12/2007	Ικάρου 90, Ν. Αλικάρνασσός	7,6	500	11	71	67	6,6	0,00	0,00
18/12/2007	Λαχαναγορά	7,7	897	23,5	78,1	135	14,5	0,00	0,00

ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	7,6	751	16,8	101,6	86	8,0	0,00	0,00
-------------------	------------	------------	-------------	--------------	-----------	------------	-------------	-------------

Πίνακας 13
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ

Μήνας	PH	Αγωγιμότητα (μS/cm)	Ολ. Σκληρότητα (Γερμ. Βαθμοί)	Χλωριόντα (mg/L)	Θειικά (mg/L)	Νιτρικά (mg/L)	Νιτρώδη (mg/L)	Αμμωνιακά (mg/L)
-------	----	------------------------	--	---------------------	------------------	-------------------	-------------------	---------------------

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	7,79	721	16,8	101,4	60	14,0	0,00	0,00
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	7,88	665	15,8	80,7	73	10,8	0,00	0,00
ΜΑΡΤΙΟΣ	7,82	649	16,4	69,6	76	13,6	0,00	0,00
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7,80	730	17,3	91,8	67	12,2	0,00	0,00
ΜΑΙΟΣ	7,46	723	16,7	94,2	63	13,6	0,00	0,00
ΙΟΥΝΙΟΣ	7,53	816	17,7	124,0	68	14,0	0,00	0,00
ΙΟΥΛΙΟΣ	7,79	864	18,2	140,0	75	9,6	0,00	0,00
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	7,84	974	17,9	175,5	74	13,6	0,00	0,00
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	7,72	1119	18,7	224,6	85	13,2	0,00	0,00
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	7,63	866	19,4	118,9	141	11,5	0,00	0,00
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	7,72	774	18,8	101,0	113	11,5	0,00	0,00
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	7,63	751	16,8	101,6	86	8,0	0,00	0,00

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



Φωτογραφία 1: Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια της Τυλίσου του Δήμου Τυλίσου με κωδικό T15. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 5.100 μέτρα ενώ το υψόμετρό της ανέρχεται σε 162,80 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 3 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 2: Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια της Τυλίσου του Δήμου Τυλίσου με κωδικό T15. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 5.100 μέτρα ενώ το υψόμετρό της ανέρχεται σε 162,80 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 3 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 3: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Βουτών του Δήμου Ηρακλείου χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 9.200 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 300,57 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 4: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Βουτών του Δήμου Ηρακλείου χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 9.200 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 300,57 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 5: Γενική άποψη της θέσης της δεξαμενής Βουτών Δβτ της κτηματικής περιφέρειας των Βουτών του Δήμου Ηρακλείου όπου περικλείεται κυρίως από αμπελώνες και ελαιώνες. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 9.200 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 300,57 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 6: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Δαφνών (Αγ. Αντωνίου) του Δήμου Παλιανής χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.900 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 191,00 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 7: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Δαφνών (Αγ. Αντωνίου) του Δήμου Παλιανής χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.900 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 191,00 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 8: Δεξαμενή της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια των Δαφνών (Αγ. Αντωνίου) του Δήμου Παλιανής χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.900 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 191,00 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 9: Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια Λουτρακίου του Δήμου Κρουσώνα με κωδικό Κρ6. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.500 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 10: Γεώτρηση πεδίου εκμετάλλευσης στην κτηματική περιφέρεια του Δήμου Κρουσώνα με κωδικό Κρ6. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.500 μέτρα. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 11: Δεξαμενή Δαγμ της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.700 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 439,00 μέτρα.. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 12: Δεξαμενή Δαγμ της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.700 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 439,00 μέτρα.. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 13: Γενική άποψη της περιοχής όπου βρίσκεται η δεξαμενή Δαγμ της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη χωρητικότητας 750 κυβικών. Η πλησιέστερη απόστασή της από τη θάλασσα είναι περίπου 12.700 μέτρα ενώ το υψόμετρό της είναι 439,00 μέτρα.. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 14: Γεώτρηση της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)



Φωτογραφία 15: Γεώτρηση της Δ.Ε.Υ.Α.Η. στην κτηματική περιφέρεια του Αγίου Μύρωνα του Δήμου Γοργολαΐνη. (Ημερομηνία λήψης: 17 Αυγούστου 2008)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βελονάκης Ε. Ν., Μικροβιολογική ποιότητα πόσιμου νερού και δημόσια υγεία, Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας, Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας.
2. Κουμάκης Μιχάλης – Χημικός Δ.Ε.Υ.Α. Ηρακλείου, Διαλυνάς Γιώργος - Χημικός Μηχανικός, Χημική ποιότητα πόσιμου νερού, ΔΕΥΑΗ 2007.
3. Παππά Γεωργία, Ελληνική Δημοκρατία, Υπουργείο Υγείας Πρόνοιας, Εθνική Σχολή Δημόσιας Υγείας, Τομέας Υγειονομικής Μηχανικής και Υγιεινής του Περιβάλλοντος, Υγειονομική σημασία των χημικών παραμέτρων στο πόσιμο νερό, Ιούλιος 2001.
4. Παρίτσης Σ. Ν., Δημοτική Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Ηρακλείου, Δ.Ε.Υ.Α.Η., Μελέτη διαχείρισης πεδίων εκμετάλλευσης Δ.Ε.Υ.Α.Η., Μέρος 3ο, Διαχείριση του συστήματος υδροδότησης του δήμου Ηρακλείου, Σύμβουλος μελέτης Γεωλόγος M.sc Ph.D, Ηράκλειο, Φεβρουάριος 2003, Οργανισμός Ανάπτυξης Ανατολικής Κρήτης, Ο.Α.Ν.Α.Κ.
5. Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης, Γενική Δ/νση Δημόσιας Υγείας, Δ/νση Υγειονομικής Μηχανικής & Υγιεινής Περιβάλλοντος, Ελληνική Δημοκρατία, Τμήμα Α, Εγκύκλιος: "Παρακολούθηση ποιότητας πόσιμου ύδατος, λειτουργίας συστημάτων ύδρευσης και λήψη μέτρων για την προστασία της δημόσιας υγείας", 19.7.2007, Αθήνα.

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

6. Allesen-Holm M, Barken KB, Yang L, Klausen M, Webb JS, Kjelleberg S, Molin S, Givskov M, Tolker-Nielsen T: A characterization of DNA release in *Pseudomonas aeruginosa* cultures and biofilms. *Mol Microbiol* 2006, 59:1114-1128.
7. Bates A. J., Water as Consumed and Its Impact on the Consumer - do we Understand the Variables? Bristol Water plc, PO Box 218, Bridgwater Road, Bristol BS99 7AU, UK, *Food and Chemical Toxicology* 38 (2000) S29±S36.

8. Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S (Eds): Legionella and the Prevention of Legionellosis. Geneva, Switzerland: WHO Press, World Health Organization; 2007.
9. Brettar I, Höfle MG: Influence of ecosystematic factors on survival of Escherichia coli after large-scale release into lake water mesocosms. Appl Environ Microbiol 1992, 58:2201-2210.
10. Brettar Ingrid and G Höfle Manfred: Molecular assessment of bacterial pathogens – a contribution to drinking water safety, Current opinion in Biotechnology 2008, 19: 274-280.
11. Brightwell G, Mowat E, Clemens R, Boerema J, Pulford DJ, On SL: Development of a multiplex and real time PCR assay for the specific detection of Arcobacter butzleri and Arcobacter cryaerophilus. J Microbiol Methods 2007, 68:318-325.
12. Calderon R. L., The Epidemiology of Chemical Contaminants of Drinking Water, Epidemiology & Biomarkers Branch, Human Studies Division, National Health & Environmental Effects Research Laboratory, US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA, Food and Technology 38 (2000) S13-S20.
13. Camper AK: Involvement of humic substances in regrowth. Int J Food Microbiol 2004, 92:355-364.
14. Codony F, Morato J, Mas J: Role of discontinuous chlorination on microbial production by drinking water biofilms. Water Res 2005, 39:1896-1906.

The authors demonstrate that discontinuous chlorination can lead to increased microbial regrowth in a model system owing to a greater resistance to disinfectants. This is a well performed study that examines the effects of temporary chlorine depletion on regrowth.
15. David Berry, Chuanwu Xi, Lutgarde Raskin: Microbial ecology of drinking water distribution systems, Current opinion in Biotechnology 2006, 17:297-302.
16. Drinking Water Academy (DWG), Source Water Protection, Best Management Practices and Other Measures for Protecting Drinking Water, Supplies, August 2002.
17. Emtiazi F, Schwartz T, Marten SM, Krolla-Sidenstein P, Obst U: Investigation of natural biofilms formed during the production of drinking water from surface water embankment filtration. Water Res 2004, 38:1197-1206.

- Using PCR and Southern blot hybridization, the authors found that atypical mycobacteria and *Legionella* spp. were present in DS biofilms directly after UV disinfection.
18. Fey A, Eichler S, Flavier S, Christen R, Höfle MG, Guzmán CA: Development of a real-time PCR-based approach for accurate quantification of bacterial RNA targets in water, using *Salmonella* as a model organism. *Appl Environ Microbiol* 2004, 70:3618-3623.
 19. Gagnon GA, Rand JL, O'Leary KC, Rygel AC, Chauret C, Andrews RC: Disinfectant efficacy of chlorite and chlorine dioxide in drinking water biofilms. *Water Res* 2005, 39:1809-1817.
 20. http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=71.
 21. Hong J, Jung WK, Kim JM, Kim SH, Koo HC, Ser J, Park YH: Quantification and differentiation of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in raw chicken meats using a real-time PCR method. *J Food Prot* 2007, 70:2015-2022.
 22. Hrudey SE. Drinking water quality risk management principles for a total quality management framework. *J Toxicol Environ Health Part A* 2004;67:1555–66.
 23. Hrudey SE, Hrudey E J, Pollard SJT: Risk management for assuring safe drinking water, *Environment International* 32 (2006) 948-957.
 24. Hrudey SE, Hrudey EJ. *Safe Drinking Water—Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations*. London, UK: IWA Publishing; 2004.
 25. Hrudey SE, Leiss W. Risk management and precaution – insights on the cautious use of evidence. *Environ Health Perspect* 2003, 111:1577-81.
 26. Hrudey SE, Risak S. Discussion of rapid analytical techniques for drinking water security investigations. *J Am Water Works Assoc* 2004;96(9):110-3.
 27. Hrudey SE. *Drinking Water Quality—A Risk Management Approach*. *Water* 2001;26(1):29–32.
 28. Hurst NW. *Risk Assessment: The Human Dimension*. Cambridge: Royal Society of Chemistry; 1998. 102pp.
 29. Lleo MM, Bonato B, Benedetti D, Canepari P: Survival of enterococcal species in aquatic environments. *FEMS Microbiol Ecol* 2005, 54:189-196.

30. LeChevallier MW, Babcock TM, Lee RG: Examination and characterization of distribution system biofilms. *Appl Environ Microbiol* 1987, 53:2714-2724.
31. Marre R, Kwaik YJ, Bartlett C, Cianciotto NP, Fields BS, Frosch M, Hacker J, Lück PC (Eds): *Legionella*. Washington, DC: ASM Press; 2002.
32. Mendes CL, Abath FG, Leal NC: Development of a multiplex single-tube nested PCR (MSTNPCR) assay for *Vibrio cholerae* O1 detection. *J Microbiol Methods* 2008, 72:191-196.
33. Morio F, Corvec S, Caroff N, Le Gallou F, Drugeon H, Reynaud A: Real-time PCR assay for the detection and quantification of *Legionella pneumophila* in environmental water samples: utility for daily practice. *Int J Hyg Environ Health*, in press, doi:10.1016/j.ijheh.2007.06.002.
34. Nayak AK, Rose JB: Detection of *Helicobacter pylori* in sewage and water using a new quantitative PCR method with SYBR green. *J Appl Microbiol* 2007, 103:1931-1941.
35. Nguyen TV, Van PL, Huy CL, Gia KN, Weintraub A: Detection and characterization of diarrheagenic *Escherichia coli* from young children in Hanoi, Vietnam. *J Clin Microbiol* 2005, 43:755-760.
36. NHMRC (National Health and Medical Research Council). NHMRC Australian Drinking Water Guidelines. Canberra, ACT, Australia: National Health and Medical Research Council; 2004.
37. Nokes C, Taylor M. Towards Public Health Risk Management Plan implementation in New Zealand. *Water Safety*, Berlin: Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt; 2003.
38. O'Connor DR. Report of the Walkerton Inquiry: Part 2. A strategy for Safe Water. Toronto, Canada: The Walkerton Inquiry, 2002b, 588pp.
39. Pollard SJT, Strutt JE, MacGillivray BH, Hamilton PD, Hrudehy SE. Risk analysis and management in the water utility sector – a review of drivers, tools and techniques. *Trans IChemE Part B Process Saf Environ Protect* 2004, 82(B6):453-62.
40. Rizak S, Cunliffe D, Sinclair MI, Vulcano R, Howard J, Hrudehy SE, et al. Drinking water quality management: a holistic approach. *Water Sci Technol (GB)* 2003;47(9):31–6.

41. Roberts ME, Stewart PS: Modelling protection from antimicrobial agents in biofilms through the formation of persister cells. *Microbiol* 2005, 151:75-80.
42. Schönenbrücher H, Abdulmawjood A, Failing K, Bülte M: A new triplex real time-PCR-assay for detection of *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* in bovine faeces. *Appl Environ Microbiol* 2008, 74:2751-2758.
43. Sexton K., Selevan S. G., Wagener D. K. and Lybarger J. A. (1992) Estimating human exposure to environmental pollutants: availability and utility of existing databases. *Archives of Environmental Health* 47, 398-407.
44. Sinclair MI, Rizak S. Drinking water quality management: the Australian Framework. *J Toxicol Environ Health Part A* 2004;67:1567-79.
45. Stewart PS, Hamilton MA, Goldstein BR, Schneider BT: Modeling biocide action against biofilms. *Biotechnol Bioeng* 1996, 49:445-455.
46. Szewzyk U, Szewzyk R, Manz W, Schleifer KH: Microbiological safety of drinking water. *Annu Rev Microbiol* 2000, 54:81-127.
47. Tachikawa M, Tezuka M, Morita M, Isogai K, Okada S: Evaluation of some halogen biocides using a microbial biofilm system. *Water Res* 2005, 39:4126-4132.
48. Tomaso H, Scholz HC, Neubauer H, Al Dahouk S, Seibold E, Landt O, Forsman M, Splettstoesser WD: Real-time PCR using hybridization probes for the rapid and specific identification of *Francisella tularensis* subspecies *tularensis*. *Mol Cell Probes* 2007, 21:12-16.
49. www.moh.govt.nz/water.
50. WHO (World Health Organization). Guidelines for Drinking Water Quality, vol. 1. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2004b. Recommendations.
51. WHO (World Health Organization) Water, Sanitation and Hygiene Links to Health, World Health Organization. Facts and Figures. World Health Organization, 2004a.
52. Wolffs P, Knutsson R, Norling B, Ra° dström P: Rapid quantification of *Yersinia enterocolitica* in pork samples by a novel sample preparation method, flotation, prior to real-time PCR. *J Clin Microbiol* 2004, 42:1042-1047.
53. Yang YG, Song MK, Park SJ, Kim SW: Direct detection of *Shigella flexneri* and *Salmonella typhimurium* in human feces by real-time PCR. *J Microbiol Biotechnol* 2007, 17:1616-1621.