



A
LTS

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑΣ**

Διευθυντής: Ιωάννης Π.Α. Ιωαννίδης

**ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΛΛΑΓΩΝ ΑΥΤΩΝ
ΣΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΟΣΙΜΑ ΝΕΡΑ:**

**Περίπτωση πηγής Αγίου Γεωργίου και δικτύων διανομής πόλεων
Άρτας, Πρέβεζας και Λευκάδας**

**Νικόλαος Γιαννούλης
Φυσικός**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2004



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



026000200206



Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος).



ΑΙΤΗΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ: 15-6-1995
ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: 284^α/ 27-6-1995

ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

Τριαντάφυλλος Αλμπάνης, Μέλος, Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Χημείας
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Ιωάννης Δημολιάτης, Επιβλέπων, Επίκουρος Καθηγητής Υγιεινής Πανεπιστημίου
Ιωαννίνων
Βασιλική Μάϊπα, Μέλος, Λέκτορας Υγιεινής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΜΑΤΟΣ: 30-8-1997

ΚΑΤΑΘΕΣΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ: 9-2-2004

ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ:

Επαμεινώνδας Τσιάνος, Καθηγητής Παθολογίας

ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

Μιχάλης Αγγελίδης, Μέλος, Καθηγητής Πανεπιστημίου Αιγαίου
Τριαντάφυλλος Αλμπάνης, Μέλος, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Χημείας
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Βασίλειος Κατσουγιαννόπουλος, Μέλος, Καθηγητής Υγιεινής Αριστοτελείου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
Μαρία Παπαπετροπούλου, Μέλος, Καθηγήτρια Υγιεινής Πανεπιστημίου Πατρών
Ιωάννης Π.Α. Ιωαννίδης, Μέλος, Αναπληρωτής Καθηγητής Υγιεινής Πανεπιστημίου
Ιωαννίνων
Ιωάννης Δημολιάτης, Επιβλέπων, Επίκουρος Καθηγητής Υγιεινής Πανεπιστημίου
Ιωαννίνων
Βασιλική Μάϊπα, Μέλος, Επίκουρη Καθηγήτρια Υγιεινής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΒΑΘΜΟΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ: ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ

Η Γραμματέας της Σχολής

ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΤΣΑΓΓΑΛΑ



*Στην μνήμη των γονέων μου
Δημητρίου και Φωτεινής*

*Στην Εύη
Στα παιδιά μου Δάφνη και Δήμητρα*



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διασφάλιση παροχής καθαρού νερού από τα υπόγεια και επιφανειακά νερά σε όλους τους πολίτες αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ευθύνες της Δημόσιας Διοίκησης. Για την επίτευξη του στόχου αυτού πέρα από τον προγραμματισμό και σχεδιασμό σωστών έργων, είναι αναγκαίο να τηρούνται ανελλιπώς οι διαδικασίες ελέγχου από τους αρμόδιους φορείς.

Στην παρούσα διατριβή έγινε προσπάθεια προσέγγισης των παραμέτρων ποιότητας του πόσιμου νερού τριών πόλεων Άρτας, Πρέβεζας και Λευκάδας που υδρεύονται από την ίδια πηγή. Με την ολοκλήρωσή της δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων για την ποιότητα τού πόσιμου νερού των τριών πολεοδομικών συγκροτημάτων ενώ προέκυψαν ενδιαφέρουσες εκτιμήσεις και συμπεράσματα για την συμπεριφορά των παραμέτρων των νερών της ίδιας πηγής σε τρία διαφορετικά δίκτυα διανομής.

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας της Ιατρικής Σχολής και το Εργαστήριο Βιομηχανικής Χημείας του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κατά το διάστημα 1996-2000.

Εκφράζω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γιάννη Δημολιάτη και την Επίκουρη Καθηγήτρια κα. Βασιλική Μάϊπα για την βοήθεια και την συμπαράστασή τους για την ολοκλήρωση της εργασίας. Ειδικότερα τους ευχαριστώ θερμά τόσο για την καθοδήγηση, την εποικοδομητική κριτική, την εξαγωγή-αξιολόγηση των αποτελεσμάτων όσο και για την ηθική και επιστημονική στήριξή τους.

Ευχαριστώ τον Αναπληρωτή Καθηγητή Χημείας κ. Τριαντάφυλλο Αλμπάνη, για την επιστημονική και ηθική στήριξη.

Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή Υγιεινής-Επιδημιολογίας κ. Ιωάννη Ιωαννίδη, Διευθυντή του Εργαστηρίου Υγιεινής, για τις πολύτιμες παρατηρήσεις του.

Ευχαριστώ τις ΔΕΥΑ (Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης) Άρτας, Πρέβεζας, τον Δήμο Λευκάδας και τους Συνδέσμους α) Ύδρευσης Πρέβεζας-Φιλιπιάδας β) Ύδρευσης Λευκάδας για την μεγάλη συμπαράσταση στην λήψη των δειγμάτων, στην οργάνωση και ολοκλήρωση της εργασίας μου.



Ειδικότερα ευχαριστώ τους κ.κ. Αθανάσιο Παπαροϊδάμη και Βασίλειο Κρανιώτη διευθυντές των ΔΕΥΑ καθώς και τους υπευθύνους στα δίκτυα ύδρευσης των τριών πόλεων κ.κ. Κων/νο Καρέλη, Γιάννη Πάνου, Παναγιώτη Μπέκα, Αντώνη Μεσσήνη, Θωμά Καγκελάρη, Χρήστο Βουκελάτο.

Επίσης ευχαριστώ τους Γιάννη Κωνσταντίνου, π. Αγαθάγγελο και π.Χαρίτωνα για την ανεκτίμητη συμβολή τους στην πορεία της εργασίας.

Πολύτιμη ήταν η εργαστηριακή βοήθεια του κ. Χρήστου Ανδρέα και η γραμματειακή στήριξη της φίλης Γεωργίας Κολοκούρη και από την θέση αυτή εκφράζω τις ευχαριστίες μου.

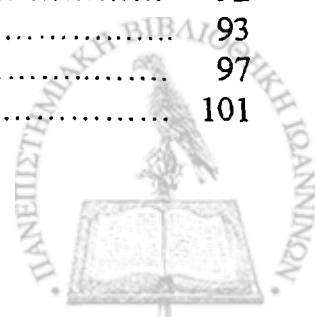
Τέλος εκφράζω τις βαθύτατες ευχαριστίες και την αγάπη μου στην σύζυγό μου Εύη που μου συμπαραστάθηκε αμέριστα για το τόλμημα αυτό.

Ιωάννινα 2004



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος Πινάκων	xiii
Κατάλογος Σχημάτων	xv
Κατάλογος Συντομογραφιών	xvii
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
1. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	1
1.1. Ο κύκλος του νερού	4
1.2. Απαίτηση σε νερό της κοινωνίας και οι σύγχρονες απόψεις παροχής πόσιμου νερού	6
1.3. Το «υέτιο ύδωρ» Χρησιμοποίηση του βρόχινου νερού για ύδρευση	11
1.4. Τα πηγαία και τα υπόγεια νερά	11
1.5. Τα επιφανειακά νερά	12
1.6. Οι εναλλακτικές δυνατότητες ύδρευσης	14
1.7. Συστήματα ύδρευσης	15
1.8. Πηγές – Συλλεκτήρια Δεξαμενή – Υδροληψία	17
1.9. Εξωτερικό υδραγωγείο – Εσωτερικό υδραγωγείο	22
2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΣΥΛΛΟΓΩΝ	27
2.1. Η καταστροφή των υδάτινων αποθεμάτων ως υγιεινολογικό, περιβαλλοντικό και οικολογικό πρόβλημα	29
3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ	31
3.1. Υγειονομικός έλεγχος των φυσικών υδάτινων πόρων	32
4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ	41
4.1. Οργανοληπτικές παράμετροι ποιότητας του πόσιμου νερού	41
4.2. Φυσικοχημικές παράμετροι του πόσιμου νερού	44
4.3. Μικροβιολογικές παράμετροι του πόσιμου νερού	53
5. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ	71
5.1. Μικροβιολογικός χαρακτηρισμός των νερών	71
5.2. Αποτίμηση του κινδύνου	72
6. Η ΞΕΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	77
6.1. Ο αερισμός του νερού	77
6.2. Η καθίζηση του νερού	77
6.3. Η διύλιση του νερού. Διυλιστήρια	78
7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ	81
7.1. Θεωρία της απολύμανσης	81
7.2. Συνθήκες απολύμανσης	83
7.3. Προστασία του δικτύου από την δημιουργία βιολογικού υμενίου	84
7.4. Μέθοδοι απολύμανσης	85
7.5. Θεωρία χλωρίωσης	89
7.6. Πρακτική χλωρίωσης	91
7.7. Μορφές χλωρίου στο εμπόριο	92
7.8. Υπολειμματικό χλώριο	93
7.9. Επιπτώσεις του χλωρίου στην υγεία	97
8. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	101



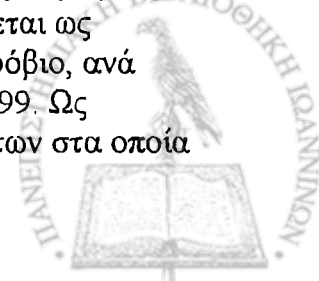
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

9. ΥΛΙΚΑ	103
9.1. Περιγραφή περιοχής πηγών Αγ. Γεωργίου	103
9.2. Εξωτερικά Δίκτυα μεταφοράς του πόσιμου νερού	104
9.3. Εσωτερικά δίκτυα μεταφοράς του πόσιμου νερού	106
10. ΜΕΘΟΔΟΙ	109
10.1. Επιτόπια υγιεινολογική επιθεώρηση των πηγών (ΕΥΕ)	109
10.2. Οι δειγματοληψίες της ερευνητικής εργασίας	110
10.3. Φυσικοχημικές αναλύσεις	113
10.4. Μικροβιολογική ποιότητα του νερού	113
10.5. Χαρακτηρισμός των δειγμάτων του νερού	115
10.6. Κίνδυνος υδατογενών επιδημιών	115
10.7. Στατιστική ανάλυση	116
11. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	117
11.1. Η φυσικοχημική και μικροβιολογική ποιότητα του πόσιμου νερού της πηγής του Αγίου Γεωργίου	117
11.2. Εκτίμηση του κινδύνου υδατογενούς επιδημίας της πηγής Αγίου Γεωργίου από το συνδυασμό επιτόπιας υγειονομικής επιθεώρησης και μέτρησης κοπρανωδών κολοβακτηριδίων	130
12. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	137
12.1. Προέλευση της μόλυνσης και εποχιακές μεταβολές της ποιότητας του υπόγειου νερού	137
12.2. Εκτίμηση μικροβιολογικού κινδύνου (MRA)	138
13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	141
14. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	143
15. SUMMARY	145
16. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	147
17. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	153
17.1. Χάρτης περιοχής μελέτης	
17.2. Τοπογραφικό πηγών Αγίου Γεωργίου	
17.3. Χάρτης πόλης Άρτας	
17.4. Χάρτης πόλης Πρέβεζας	
17.5. Χάρτης πόλης Λευκάδας	
17.6. Δελτίο δειγματοληψίας (Υπόδειγμα)	
17.7. Δελτίο αποτελεσμάτων (Υπόδειγμα)	
17.8. Οδηγία Ε.Ε.	
17.9. Υγιεινονομική Διάταξη (5673/4/12/57) "Περί απολυμάνσεως του ύδατος των υδρεύσεων.	
17.10. Αγγλοελληνική ορολογία	
17.11. Ελληνοαγγλική ορολογία και ευρετήριο	
17.12. Ερμηνευτήριο	



Κατάλογος Πινάκων

1. Ισοζύγιο νερού για φυσιολογικό ενήλικο άτομο σε ml/24ωρο κατά Wolf	3
2. Κατανομή του νερού στην υδρόσφαιρα	5
3. Ταξινόμηση πηγών ανάλογα με την παροχή τους	22
4. Ενδεικτικές τιμές του εύρους (m) των ζωνών προστασίας του υπόγειου νερού	26
5. Ταξινόμηση επιπέδων σχετικού κινδύνου ανάλογα με την αιτία υγειονομικού κινδύνου	34
6. Κυριότερα κατιόντα που προκαλούν σκληρότητα και κυριότερα ανιόντα που ενώνονται μαζί τους.	48
7. Κατάταξη των φυσικών νερών ως προς την σκληρότητα	49
8. Μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμου νερού	55
9. Γένη που περιλαμβάνονται στην ομάδα των κολοβακτηριοειδών (coliform bacteria)	56
10. Χρόνος επιβίωσης, μολυσματική δόση, χρόνος επώασης και κλινικά σύνδρομα των κυριότερων παθογόνων μικροοργανισμών	60
11. Πρωτόζωα που προσβάλλουν τον άνθρωπο δια του ύδατος και νοσήματα που προκαλούν	61
12. Σκώληκες που προσβάλλουν τον άνθρωπο δια του νερού	61
13. Ιοί που μεταδίδονται δια του νερού και νοσήματα που προκαλούν	63
14. Βακτηρίδια που μεταδίδονται δια του νερού και νοσήματα που προκαλούν	66
15. Αριθμός δηλωμένων κρουσμάτων τυφοειδούς πυρετού και δυσεντερίας ανά 100.000 κατοίκους στις χώρες της Μεσογείου το 1976	67
16. Συχνότητα δειγματοληψιών για μικροβιολογικό έλεγχο του πόσιμου νερού	71
17. Παράδειγμα ταξινόμησης με κωδικούς χρωμάτων για τα κοπρανώδη κολοβακτηρίδια	74
18. Τιμές C-t ώστε να επιτευχθεί 99.9% μείωση του πληθυσμού της Giardia lamblia, C=2ppm ελεύθερο χλώριο.	83
19. Συγκέντρωση διαφόρων μορφών χλωρίου που απαιτούνται για την εξουδετέρωση του 99% του πληθυσμού E.Coli και Poliovirus I.	84
20. Τεχνικές απολύμανσης που χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες	88
21. Ενώσεις χλωρίου που χρησιμοποιούνται στην απολύμανση	93
22. Δημιουργία τριαλομεθανίων ανάλογα με την πηγή υδροληψίας	98
23. Ερωτηματολόγιο Επιτόπιας Υγιεινολογικής Επιθεώρησης (EYE) για τον χαρακτηρισμό των πηγών (ΠΟΥ, 1997)	109
24. Χρονολογικός πίνακας δειγματοληψιών	113
25. Η ελάχιστη τιμή, η μέγιστη τιμή, η κατανομή συχνοτήτων, το εύρος, η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της θερμοκρασίας, του pH, και των ολικών αιωρούμενων στερεών του νερού της πηγής του Αγίου Γεωργίου και των δικτύων διανομής κατά σημείο δειγματοληψίας (Φεβρ. 1996-Ιούνιος 1999, πλήν Αυγούστου)	117
26. Η ελάχιστη και μέγιστη τιμή, το εύρος, η κατανομή συχνοτήτων και η ακαταλληλότητα (%) των ΟΚ, ΚΚΠ και ΚΣ των δειγμάτων νερού στα σημεία δειγματοληψίας (n=38).	122
27. Η ακαταλληλότητα του νερού ύδρευσης που τροφοδοτεί τις πόλεις της Άρτας, Πρέβεζας και Λευκάδας. Η ακαταλληλότητα των δειγμάτων δίνεται ως ποσοστό των δειγμάτων στα οποία βρέθηκε τουλάχιστο ένα μικρόβιο, ανά σημείο δειγματοληψίας και συνολικά κατά την περίοδο 1996-1999. Ως συνδυασμένη ακαταλληλότητα ορίζεται το ποσοστό των δειγμάτων στα οποία	124



ένας τουλάχιστον εκ των δεικτών ΟΚ, ΚΚΠ, ΚΣ ήταν άνω του επιτρεπόμενου ορίου.

- | | |
|--|-----|
| 28. Συσχέτιση (συντελεστής Spearman, r_s) των μικροβιολογικών δεικτών των δειγμάτων νερού στα σημεία δειγματοληψίας Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 κατά το διάστημα 1996-1999. | 128 |
| 29. Συσχέτιση (συντελεστής Spearman, r_s) μεταξύ των φυσικοχημικών παραμέτρων και των μικροβιολογικών δεικτών των δειγμάτων νερού στα σημεία δειγματοληψίας Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 κατά το διάστημα 1996-1999 | 129 |
| 30. Τα αποτελέσματα της επιτόπιας υγειονομολογικής επιθεώρησης της πηγής του Αγίου Γεωργίου κατά την χρονική περίοδο Φεβρουαρίου 1996-Ιουνίου 1999 (εκτός των Αυγούστων) σύμφωνα με τις οδηγίες της ΠΟΥ (n=38). | 134 |
| 31. Οι τιμές βροχόπτωσης και κολοβακτηρίων κοπρανώδους προέλευσης κατά την περίοδο της μελέτης (Φεβρουάριος 1996-Ιούνιος 1999) στην πηγή Αγίου Γεωργίου. | 135 |
| 32. Κατανομή και στατιστικά του αριθμού των αποικιών των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων ανά 100 ml (cfu/ml) των υδάτων της πηγής Αγίου Γεωργίου κατά την χρονική περίοδο Φεβρουαρίου 1996-Ιουνίου 1999. | 135 |



Κατάλογος Σχημάτων

1. Σχηματική παράσταση της τετραεδρικής δομής του νερού	1
2. Ο κύκλος του νερού στην φύση	5
3. Εκτιμώμενη ετήσια παγκόσμια κατανάλωση νερού, συνολική και κατά τομέα 1900-2000.	8
4. Προστατευμένη πηγή υπόγειας υδάτινης συλλογής	18
5. Απροστάτευτη πηγή υπόγειας υδάτινης συλλογής	19
6. Απροστάτευτη αρτεσιανή πηγή	19
7. Παράδειγμα υγιεινού τύπου προφυλαγμένης πηγής	20
8. Προστατευμένη αρτεσιανή πηγή	21
9. Περιστατικά τυφοειδούς πυρετού, αντιτυφικός εμβολιασμός και επενδύσεις στην ύδρευση (1950-1975).	59
10. Απλή αποτίμηση κινδύνου υπεδάφιας πηγής νερού	72
11. Παράδειγμα αποτίμησης της προτεραιότητας επανορθωτικών δράσεων από την ανάλυση κινδύνου (WHO 96547)	75
12. Μορφές ελεύθερου χλωρίου ανάλογα με το pH	89
13. Τυπική διάταξη χλωριωτήρα αερίου χλωρίου	93
14. Εξέλιξη της ποσότητας υπολειμματικού χλωρίου σαν συνάρτηση της ποσότητας προστιθέμενου χλωρίου	95
15. Βασική διάταξη της απολύμανσης που στηρίζεται στην ποσότητα υπολειμματικού χλωρίου	96
16. Η πηγή του Αγίου Γεωργίου, ο βασικός αγωγός ύδρευσης στις περιοχές που τροφοδοτούνται από τα αποθέματα νερού της, και τα σημεία δειγματοληψίας της έρευνας μας.	105
17. Η κατανομή συχνοτήτων της θερμοκρασίας, του pH και των ολικών αιωρούμενων στερεών στα σημεία δειγματοληψίας	119
18. Μέση μηνιαία και μέση εποχιακή διακύμανση του pH στα σημεία Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 των δικτύων ύδρευσης από την πηγή του Αγίου Γεωργίου, Φεβρουάριος 1196-Ιούνιος 1999 (πλήν Αυγούστων, n=38 κατά σημείο δειγματοληψίας).	120
19. Μέση μηνιαία και μέση εποχιακή διακύμανση της θερμοκρασίας (°C) στα σημεία Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 των δικτύων ύδρευσης από την πηγή του Αγίου Γεωργίου, Φεβρουάριος 1196-Ιούνιος 1999 (πλήν Αυγούστων, n=38 κατά σημείο δειγματοληψίας).	121
20. Μέση μηνιαία και μέση εποχιακή διακύμανση του αριθμού των ολικών αιωρούμενων στερεών (ΟΑΣ) (mg/L) στα σημεία Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 των δικτύων ύδρευσης από την πηγή του Αγίου Γεωργίου, Φεβρουάριος 1196-Ιούνιος 1999 (πλήν Αυγούστων, n=38 κατά σημείο δειγματοληψίας).	121
21. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των ολικών κολοβακτηρίων (OK) (αριθμός αποικιών/100 ml) και μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στη πηγή Αγίου Γεωργίου	126
22. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των κοπρανωδών κολοβακτηρίων (ΚΠΚ) (αριθμός αποικιών/100 ml) και μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στη πηγή Αγίου Γεωργίου	127
23. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των κοπρανωδών στρεπτόκκοκων (ΚΣ) (αριθμός αποικιών/100 ml) και μηνιαία	127



βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στη πηγή Αγίου Γεωργίου	
24. Ποσοστά ακατάλληλων δειγμάτων ανά δείκτη και εποχή	129
25. Ετήσια ταξινόμηση των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (cfu/100 ml) κατά κατηγορία μικροβιολογικού κινδύνου του νερού της πηγής του Αγίου Γεωργίου σύμφωνα με τον ΠΟΥ	133
26. Μηνιαία ταξινόμηση των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (cfu/100 ml) κατά κατηγορία	134
27. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των κοπρανωδών κολοβακτηρίων (ΚΚΠ) (cfu/100 ml) και μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στη πηγή.	134
28. Διαξονική ταξινόμηση της πηγής Αγίου Γεωργίου με βάση τα αποτελέσματα της υγειονομολογικής επιθεώρησης και της κατηγοριοποίησης του αριθμού των ΚΚΠ καθώς και η εκτίμηση της επανορθωτικής δράσης σύμφωνα με τις οδηγίες του ΠΟΥ.	135



Κατάλογος Συντομογραφιών

ΔΔ : Δημοτικό Διαμέρισμα
 ΔΕΥΑ : Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης
 ΕΕ : Ευρωπαϊκή Ένωση
 ΕΣΣΔ : Ένωση Σοβιετικών Σοσιαλιστικών Δημοκρατιών
 ΕΥΑ : Επιτόπια Υγειονομική Αναγνώριση
 ΗΠΑ : Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
 ΙΓΜΕ : Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών
 ΚΚΠ : Κολοβακτηρίδια Κοπρανώδους Προέλευσης
 ΚΟ : Κοινοτική Οδηγία
 ΚΣ : Κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι
 ΜΒ : Μικροβιολογικές παράμετροι
 ΜΕΟ : Μέγιστο Επιτρεπόμενο Όριο
 ΟΚ : Ολικά Κολοβακτηρίδια
 ΟΤ : Οδηγός τιμή
 ΠΑΥ : Πολυαρωματικοί Υδρογονάνθρακες
 ΠΟΥ : Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας
 ΥΠΕΧΩΔΕ : Υπουργείο Χωροταξίας, Περιβάλλοντος και Δημοσίων Έργων
 ΦΧ : Φυσικοχημικές παράμετροι

AGI : Acute Gastroenteric Illness
 AIDS : Acquired Immuno Deficiency Syndrome
 APHA : American Public Health Association
 AWWA : American Water Works Association
 cfu : Colony Forming Units
 DVGW : Deutscher Verein des Gas und Wasserfachs
 DPD : N,N-diethyl-p-phenyldiamine
 EC : Escherichia Coli
 FAO : Food and Agriculture Organization
 FC : Faecal Coliforms
 FS : Faecal Streptococci
 GAC : Granular Activated Carbon
 HAV : Hepatitis A
 MRA : Microbiological Risk Assessment
 NTU : Nephelometric Turbidity Units
 PCA : Plate Count Agar
 PVC : Polyvinylchloride
 SRSV : Small Round Structured Viruses
 TC : Total Coliforms
 THMs : Trihalomethanes
 UV : Ultraviolet
 WHO : World Health Association



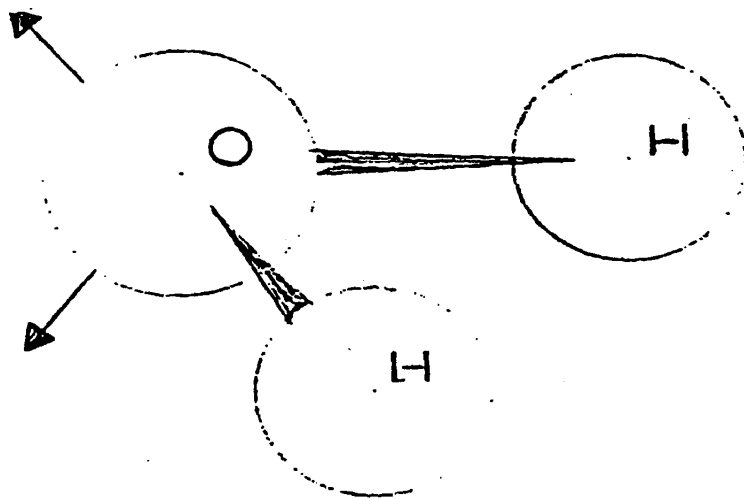
I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το νερό είναι το ζωτικό στοιχείο για την ζωή και βασική πρώτη ύλη για την ανθρώπινη οικονομία. Από χημική άποψη αποτελεί απλή και σταθερή χημική ένωση του οξυγόνου με το υδρογόνο¹.

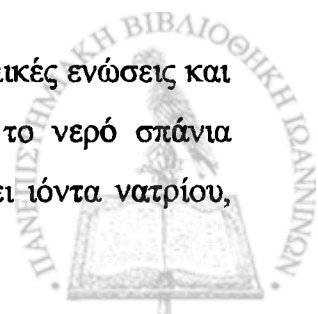
Μέσα σε ένα μόριο νερού, κάθε άτομο υδρογόνου ενώνεται με ένα άτομο οξυγόνου με ομοιοπολικό δεσμό, όπου κάθε άτομο συνεισφέρει από ένα ηλεκτρόνιο. Έτσι συμπληρώνονται οι εξωτερικές ηλεκτρονικές στοιβάδες και των δύο στοιχείων, εξασφαλίζοντας μεγάλη σταθερότητα στο μόριο. Η κατανομή όμως των ηλεκτρονίων στον ομοιοπολικό δεσμό δεν είναι συμμετρική, τα ηλεκτρόνια έλκονται ισχυρότερα προς το άτομο του οξυγόνου, με αποτέλεσμα το οξυγόνο να φορτίζεται αρνητικά και τα υδρογόνα θετικά.

Ο συνδυασμός της ανισοκατανομής των ηλεκτρικών φορτίων με τη μη γραμμική γεωμετρία του μορίου (Σχ. 1), διαμορφώνει μια ισχυρή «ηλεκτρική διπολική ροπή». Σ' αυτήν ακριβώς την ηλεκτρική ανισοκατανομή οφείλει το νερό την μεγάλη διαλυτική του ικανότητα².



Σχήμα 1. Σχηματική παράσταση της τετραεδρικής δομής του νερού.

Το νερό είναι ο καλύτερος διαλύτης για τις περισσότερες χημικές ενώσεις και απαραίτητο στοιχείο σε πολλές χημικές αντιδράσεις³. Στη φύση το νερό σπάνια συναντάται ως απολύτως καθαρή χημική ένωση¹. Συνήθως περιέχει ιόντα νατρίου,



ασβεστίου, θείου, άνθρακα, μαγνησίου κ.λ.π. Επίσης περιέχει φθόριο, ιώδιο, μόλυβδο, ψευδάργυρο σε ελάχιστες ποσότητες (ιχνοστοιχεία)⁴.

Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του νερού επηρεάζουν την φυσιολογική λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Οι απλούστεροι οργανισμοί ζουν, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται σχεδόν αποκλειστικά στο νερό ενώ στους πιο σύνθετους, το νερό είναι απαραίτητο για τον σχηματισμό των διαφόρων βιολογικών υγρών⁵. Όλες οι σημαντικές ζωτικές λειτουργίες επιτελούνται σε υδάτινα διαλύματα οργανικών και ανόργανων ουσιών.

Η χρησιμότητα του νερού στον οργανισμό είναι ποικίλη και εξυπηρετεί συνοπτικά τις εξής βασικές ανάγκες: 1) είναι οικοδομικό υλικό των κυττάρων και των ιστών του σώματος, δεν υπάρχει κύτταρο ή ιστός του σώματος χωρίς νερό, 2) είναι ο γενικός διαλύτης και το μέσο μεταφοράς των ουσιών που εισέρχονται στον οργανισμό, 3) συμβάλλει στην ομοιοσυστασία του οργανισμού, 4) διευκολύνει τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας του σώματος και συμβάλλει με την εξάτμισή του στην θερμορρύθμιση, 5) είναι το κύριο μέσο αποβολής των προϊόντων του μεταβολισμού από τον οργανισμό και 6) είναι αυτό που προσδίδει την ελαστικότητα στους ιστούς του σώματος.

Για την ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού είναι απαραίτητη η πρόσληψη ημερησίως 35 περίπου κυβικών εκατοστών νερού ανά kg βάρους του σώματος, πράγμα που σημαίνει ότι ένα άτομο με τα χαρακτηριστικά «τυπικού ανθρώπου» του Παγκοσμίου Οργανισμού Γεωργίας και Τροφίμων (FAO) έχει ανάγκη 2,2 – 2,5 λίτρα ύδατος ημερησίως¹.

Απώλεια του συνολικού νερού του ανθρώπινου οργανισμού ίση με 10-12% οδηγεί σε σοβαρές λειτουργικές ανωμαλίες, απώλεια δε άνω των 20-25% επιφέρει τον θάνατο.

Τα φυσιολογικά όρια κατανάλωσης του νερού από τα άτομα ποικίλουν, εξαρτώμενα από την σωματική κατασκευή, το φύλο και την ηλικία του ατόμου, από την ένταση του μεταβολισμού, από το είδος της τροφής, από την εργασία και την ένταση της μυϊκής λειτουργίας, το κλίμα και ακόμη από παθολογικές καταστάσεις (π.χ. σακχαρώδης διαβήτης).

Η αποβολή του νερού επιτελείται με τον ιδρωτα 28%, την αναπνοή 20%, τα κόπρανα 2%, κυρίως όμως με τα ούρα 50%, επίσης εξαρτάται από το είδος της τροφής και από τα περιεχόμενα σ' αυτήν άλατα⁴.



Για την σωστή λειτουργία του οργανισμού είναι απαραίτητη η ορθολογική ρύθμιση της ποσότητας του νερού που προσλαμβάνεται με την διατροφή. Επίσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι δύο παράγοντες που ρυθμίζουν την ισορροπία του νερού στον οργανισμό: η δίψα και η νεφρική λειτουργία. (Πίνακας 1)⁶.

Πίνακας 1. Ισοζύγιο νερού για φυσιολογικό ενήλικα άτομο σε ml/24ωρο κατά Wolf

Πηγή νερού	Πρόσληψη		Όργανο Αλεκκρίσεως	Αποβολή	
	Υποχρεωτική	Δυνητική		Υποχρεωτική	Δυνητική
Πόσιμο νερό	600	600	Νεφροί	600	600
Νερό τροφών	700	-	Δέρμα	400	-
			Έντερο (κόπρανα)	200	-
Νερό μετά - από οξείδωση	300	-	Πνεύμονες	400	-
Σύνολο	1600+600=2200			1600+600=2200	

Το πόσιμο νερό είναι ένας παράγοντας που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι ανάγκες σε πόσιμο νερό συνεχώς αυξάνουν, φαινόμενο που οφείλεται τόσο στην αύξηση του πληθυσμού όσο και στη βελτίωση του επιπέδου διαβίωσης των ανθρώπων. Οι συνολικές ανάγκες σε νερό για τις δραστηριότητες του ανθρώπου καλύπτονται από τους υπόγειους και τους επιφανειακούς υδάτινους πόρους, από τις πηγές και από τη συλλογή βρόχινου νερού.



1.1. Ο κύκλος του νερού

Η γη είναι ένας εντυπωσιακά γαλάζιος πλανήτης, βλέποντας την από το διάστημα. Είναι δύσκολο να πιστέψει κανείς ότι θα μπορούσαν να προκύψουν ελλείψεις μέσα σ' αυτόν τον εκθαμβωτικά υδάτινο πλούτο. Ο συνολικός όγκος νερού, περίπου 1.360.000.000 κυβικά χιλιόμετρα, θα μπορούσε να σκεπάσει την υδρόγειο σφαίρα σε ύψος 2,7 χιλιομέτρων, αν απλωνόταν ομοιόμορφα πάνω στην επιφάνεια της. (Ένα κυβικό χιλιόμετρο ισούται με 1 δις κυβικά μέτρα ή 1 τρις λίτρα). Όμως, περισσότερο από 97% είναι θαλασσινό νερό, 2% είναι παγιδευμένο σε παγετώνες και παγόβουνα, και μεγάλο ποσοστό του υπολοίπου 1% βρίσκεται σε τόσο μεγάλα βάθη που δεν είναι αξιοποιήσιμο⁷.

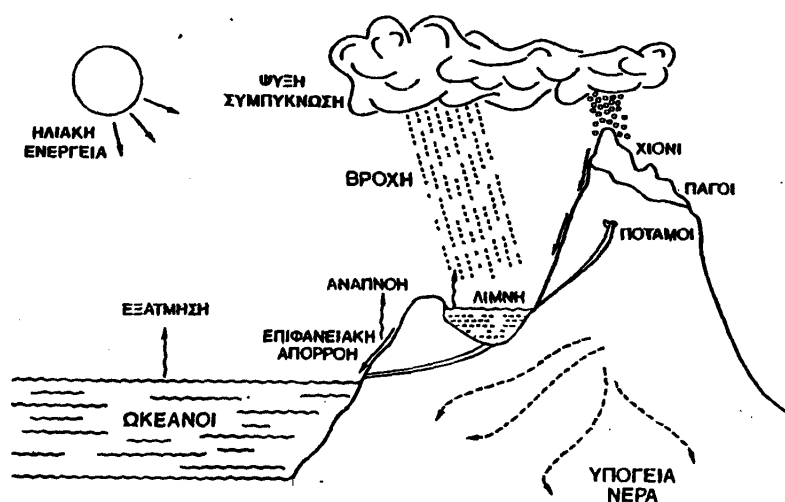
Ευτυχώς, ένα μικρό ποσοστό του νερού του πλανήτη ανανεώνεται και καθαρίζεται από τον υδάτινο κύκλο της φύσης που ενεργοποιείται από τον ήλιο. Κάθε χρόνο, η εξάτμιση που πυροδοτεί η ηλιακή ενέργεια ανεβάζει περίπου 500.000 κυβικά χιλιόμετρα υγρασία στην ατμόσφαιρα 86% από τους ωκεανούς και 14% από την ξηρά. Ίση ποσότητα ξαναπέφτει στη γη ως βροχή, χιόνι ή χαλάζι, αλλά μοιράζεται σε διαφορετικές αναλογίες: ενώ οι ήπειροι χάνουν περίπου 70.000 κυβικά χιλιόμετρα μέσω της εξάτμισης, κερδίζουν 110.000 μέσω βροχοπτώσεων (Πίνακας 2)⁸, (Σχήμα 2).

Τελικά, 40.000 κυβικά χιλιόμετρα περίπου μεταφέρονται από τη θάλασσα στη στεριά κάθε χρόνο. Αυτά αποτελούν τα ανανεώσιμα παγκόσμια αποθέματα γλυκού ύδατος τα αποθέματα στα οποία μπορούμε να υπολογίζουμε χρόνο με το χρόνο. Η παγκόσμια απορροή εκτιμάται στα 40,673 κυβικά χιλιόμετρα από το πρώην Ινστιτούτο Γεωγραφίας της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών της πρώην ΕΣΣΔ¹⁰. Με το σημερινό μέγεθος του πληθυσμού, αναλογούν ετησίως 7.400 κυβικά μέτρα κατ' άτομο περίπου, ποσότητα πολλαπλάσια απ' αυτή που χρειάζεται μια κοινωνία για να εξασφαλίσει ένα λογικό μέσο επίπεδο ζωής στα μέλη της (Ο πληθυσμός αναφέρεται από το 1992 World Population Data Sheet του Γραφείου Αναφοράς Πληθυσμού¹¹).



Πίνακας 2. Κατανομή του νερού στην υδρόσφαιρα⁹

ΥΔΡΟΣΦΑΙΡΑ (συνολικά)	136.0	10 ⁷ km ³	
Ωκεανοί	132.0	10 ⁷ km ³	97.3 %
Παγετώνες-Πάγοι	2,93	»	2,7 %
Υπόγεια νερά	0,84	»	
Λίμνες-Ποταμοί	0,023	»	
Ατμόσφαιρα	0,013	»	
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΑΤΜΙΣΗ			
Ωκεανοί	0.035	10 ⁷ km	
Έδαφος	0,007	10 ⁷ km	
ΕΤΗΣΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ			
Ωκεανοί	0,032	10 ⁷ km	
Έδαφος	0.010	10 ⁷ km	

Σχήμα 2. Ο κύκλος του νερού στην φύση⁹

Αυτό όμως το νερό κατανέμεται πολύ άνισα, και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όλο από τους ανθρώπους κατά τη διαδρομή της επιστροφής του στη θάλασσα. Τα δύο τρίτα απορρέουν σε πλημμύρες, αφήνοντας μία σχετικά σταθερή διαθέσιμη ποσότητα 14.000 κυβικών χιλιομέτρων. Και η προστασία των υγροτόπων, των δέλτα, των ποταμών και των λιμνών, όπως και η προστασία της ποιότητας του νερού, απαιτεί να αφήνουμε σημαντικό μέρος αυτής της σταθερής ροής να ακολουθεί τη φυσική της διαδρομή⁸.

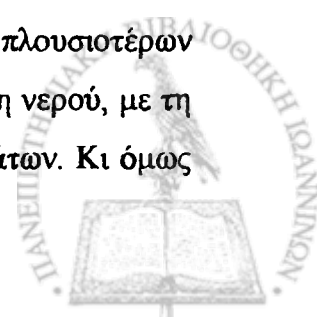
1.2. Απαίτηση σε νερό της κοινωνίας και οι σύγχρονες απόψεις παροχής πόσιμου ύδατος

Στη Σρι Λάνκα, το 12ο αιώνα, ο βασιλιάς Παρακράμα Μπαχού, ο Μέγας, έθεσε τη μέγιστη πρόκληση για τους υδρολόγους μηχανικούς: «Ούτε μια μικρή ποσότητα νερού που αποκτάμε από τη βροχή να μην πάει στη θάλασσα, χωρίς να έχει ωφεληθεί ο άνθρωπος»¹².

Στους τομείς που χαρακτηρίζονται από μεγάλη κατανάλωση νερού τη γεωργία, τη βιομηχανία και τις πόλεις οι απαιτήσεις έχουν αυξηθεί σημαντικά μετά το 1950. Ο πληθυσμός όσο και η κατανάλωση αγαθών πήραν την ανιούσα, συμπαρασύροντας και την κατανάλωση νερού. Σε γενικές γραμμές, οι πιέσεις αυτές εξακολουθούν και σήμερα, καθώς οι παγκόσμιες ανάγκες για τροφή, βιομηχανικά προϊόντα και οικιακή χρήση αυξάνονται.

Η γεωργία απαιτεί τη μερίδα του λέοντος στο νερό που αντλείται από ποταμούς, λίμνες και υδατικά στρώματα και είναι υπεύθυνη για το 65% περίπου της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού. Καθώς οι ευκαιρίες για επέκταση των καλλιεργούμενων περιοχών έχουν λιγοστεψει, η αύξηση της παραγωγής τροφίμων έφτασε να εξαρτάται περισσότερο από την υπάρχουσα γεωργική γη, που συχνά απαιτεί άρδευση. Στη διάρκεια αυτού του αιώνα, καθώς ο αριθμός των ανθρώπων που πρέπει να τραφεί έχει αυξηθεί από το 1,6 δις σε περισσότερο από 6 δις, η γεωργική χρήση νερού πενταπλασιάστηκε. Η πολύ έντονη αυξητική τάση παρουσιάστηκε γύρω στα μέσα του αιώνα, όταν η ανάπτυξη των υδατικών τεχνικών έφτασε στο αποκορύφωμα, και συνεχίστηκε καθώς η Πράσινη Επανάσταση που περιλάμβανε λιπάσματα και εντομοκτόνα, σπόρους υψηλής απόδοσης και άρδευση ξεκίνησε και επεκτάθηκε¹³.

Οι βιομηχανίες εγείρουν παγκοσμίως τη δεύτερη μεγαλύτερη απαίτηση πάνω στα υδατικά αποθέματα και είναι υπεύθυνες για το ένα τέταρτο της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς (με πυρηνικά ή φυσικά καύσιμα) καταναλώνει υπέρογκες ποσότητες νερού, όπως και οι βιομηχανίες χάρτου, χάλυβα, πλαστικών και άλλων υλικών που χρησιμοποιούμε καθημερινά. Θορυβημένες από την περιοδική ανομβρία και τις αυστηρές απαιτήσεις ελέγχου της ρύπανσης, οι βιομηχανίες των πλουσιότερων χωρών απέδειξαν ότι μπορούν να μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση νερού, με τη βοήθεια της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης των αποθεμάτων. Κι όμως



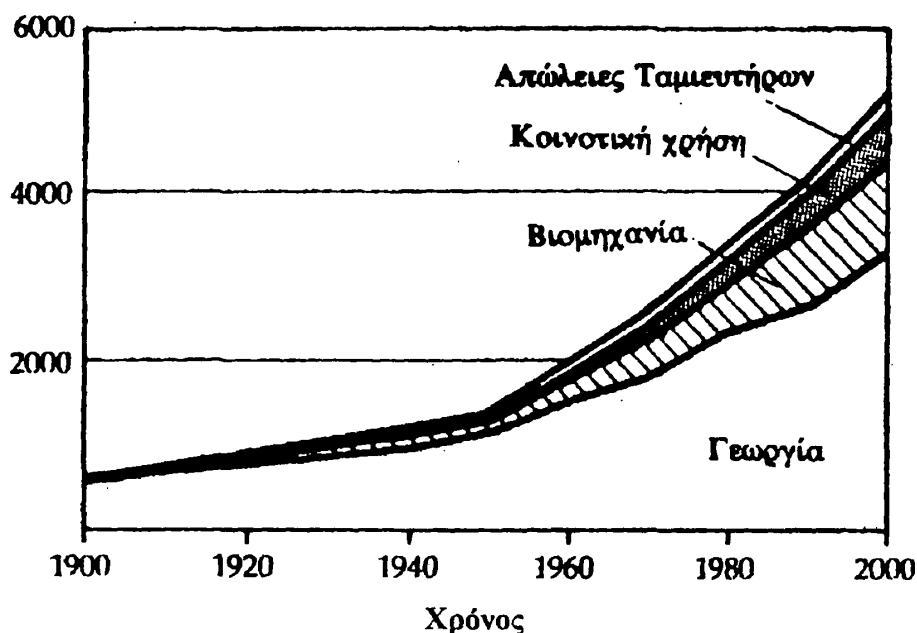
η διαθέσιμη τεχνολογία δε χρησιμοποιείται στο βαθμό που θα μπορούσε, ιδιαίτερα στον αναπτυσσόμενο κόσμο, όπου η βιομηχανική κατανάλωση νερού αρχίζει να αυξάνεται με ταχύτατους ρυθμούς¹³.

Η παροχή νερού στα νοικοκυριά, τα σχολεία, τα γραφεία και άλλες δημοτικές δραστηριότητες είναι υπεύθυνη για λιγότερο από το ένα δέκατο της παγκόσμιας κατανάλωσης νερού σήμερα. Παρόλ' αυτά, η αντιμετώπιση αυτών των αναγκών δεν είναι εύκολη υπόθεση. Το πόσιμο νερό πρέπει να υποστεί επεξεργασία μέχρις ενός υψηλού επιπέδου ποιότητας και να παρέχεται με μεγάλο βαθμό αξιοπιστίας, πράγμα που το κάνει ακριβό. Καθώς οι πόλεις μεγαλώνουν, οι μηχανικοί στρέφονται σε όλο και πιο μακρινές και ακριβές πηγές. Το νερό της βρύσης σε πολλά σπίτια του Λος Άντζελες, για παράδειγμα, έρχεται από εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά στη Βόρεια Καλιφόρνια ή από την κοιλάδα του ποταμού Κολοράντο. Μέχρι το τέλος αυτής της δεκαετίας, περίπου 22 πόλεις σ' όλον τον κόσμο θα έχουν πληθυσμό 10 εκατομμυρίων ή και περισσότερο, και 18 από αυτές θα βρίσκονται στον Τρίτο Κόσμο. Η εξυπηρέτηση αυτών των πυκνών πληθυσμιακών κέντρων σε πολλές περιπτώσεις θα απαιτήσει περισσότερο νερό, κεφάλαιο και ενέργεια από τα διαθέσιμα ή απ' όσα επιτρέπουν τα υπάρχοντα οικονομικά μέσα¹⁴.

Σήμερα, ήδη παραμένει ακάλυπτη μια μεγάλη ζήτηση για οικιακή ύδρευση. Το ένα σχεδόν στα τρία άτομα στον αναπτυσσόμενο κόσμο περίπου 1,2 δις άνθρωποι συνολικά δεν έχουν πρόσβαση σε κάποια ασφαλή και αξιόπιστη παροχή για τις ημερήσιες ανάγκες τους¹⁵. Συχνά καταφεύγουν σε ρηχές γεωτρήσεις ή λιμνάζοντα ύδατα που πολύ εύκολα μολύνονται από ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα. Σαν αποτέλεσμα, οι μολύνσεις που προκαλεί το νερό είναι υπεύθυνες για το 80% όλων των ασθενειών στις αναπτυσσόμενες χώρες¹⁶. Και οι γυναίκες και τα παιδιά περπατούν αρκετά χιλιόμετρα κάθε μέρα, μόνο και μόνο για να συλλέξουν αρκετό νερό να πουν, να μαγειρέψουν και να καθαρίσουν, μια αγγαρεία που στερεί χρόνο και ενέργεια από πιο παραγωγικές δραστηριότητες.

Η παγκόσμια χρήση νερού τριπλασιάστηκε από το 1950¹³, και τώρα βρίσκεται στο εκτιμώμενο επίπεδο των 4.340 κυβικών χιλιομέτρων το χρόνο οκτώ φορές μεγαλύτερη από την ετήσια ροή του ποταμού Μισισσιπή. (Σχήμα 3)⁷. Αυτό το ποσό, που περιλαμβάνει μόνον ότι αντλείται από επίγεια και υπόγεια νερά, αναλογεί στο 30% περίπου του παγκόσμιου σταθερού ανανεώσιμου αποθέματος. Ωστόσο, στην πραγματικότητα κάνουμε χρήση πολύ μεγαλύτερης ποσότητας, αφού τα υδατικά αποθέματα διαλύουν τα απόβλητα, παράγουν ηλεκτρισμό και φιλοξενούν ψάρια και

άγρια πανίδα. Και λόγω του βελτιωμένου επιπέδου ζωής, η παγκόσμια ζήτηση σε νερό μεγαλώνει πιο γρήγορα από τον πληθυσμό: η ποσότητα των 800 κυβικών μέτρων κατά κεφαλήν σήμερα είναι 50% υψηλότερη απ' ότι ήταν το 1950, και στο μεγαλύτερο μέρος του κόσμου εξακολουθεί να αυξάνεται¹⁷.



Σχήμα 3. Εκτιμώμενη Ετήσια Παγκόσμια Κατανάλωση Νερού, Συνολική και Κατά Τομέα, 1900-2000¹³

Όμως η «κρίση» του νερού δεν αφορά μόνο τις άνυδρες ζώνες: το 30-40% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε ζώνες που παρουσιάζουν ήδη έλλειψη νερού. Το ποσοστό αυτό προβλέπεται να αυξηθεί σε 50% ως τις αρχές του 22ου αιώνα. Τρεις κάτοικοι του Τρίτου Κόσμου στους πέντε δεν θα έχουν τότε πρόσβαση σε πόσιμο νερό και τέσσερις στους πέντε δεν θα διαθέτουν εγκαταστάσεις υγιεινής. Αν κανείς λάβει υπόψη τη δημογραφική αύξηση, υπολογίζεται ότι τουλάχιστον 2,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι θα πρέπει να εφοδιαστούν με εγκαταστάσεις υγιεινής μέσα στα επόμενα 25 χρόνια¹⁸.

Μετά την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, η αστικοποίηση συνιστά κυρίαρχη δημογραφική τάση στα τέλη του 20ού αιώνα. Ο αριθμός των ανθρώπων που ζουν στις πόλεις αυξήθηκε από 600 εκατομμύρια το 1950 σε περισσότερο από 2 εκατομμύρια το 1986. Εάν η μεγέθυνση αυτή συνεχισθεί, περισσότεροι από τους μισούς ανθρώπους θα ζουν σε αστικές περιοχές στις αρχές της επόμενης χιλιετίας¹⁹.



Κάθε 24ωρο, ο μέσος κάτοικος των πόλεων στις ΗΠΑ χρησιμοποιεί κατά προσέγγιση 568 λίτρα νερό, 1,5 κιλό τροφή, 7,1 κιλά καύσιμα και παράγει περίπου 454 λίτρα υγρά απόβλητα, 1,5 κιλό σκουπίδια και 0,6 κιλό αέριους ρυπαντές. Οι κάτοικοι των πόλεων εξαρτώνται περισσότερο από την ενέργεια απ' ό,τι οι κάτοικοι των αγροτικών περιοχών, ενώ οι κάτοικοι των προαστίων εξαρτώνται περισσότερο απ' όλους. Το νερό, ο πλέον ζωτικός αλλά και κακοποιημένος πόρος των πόλεων, εκφράζει χαρακτηριστικά την επισφαλή σχέση αστικών και φυσικών συστημάτων. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των πόλεων και των άλλων σημαντικών καταναλωτών νερού της γεωργίας και της βιομηχανίας οξύνεται, στο βαθμό που η ποσότητα και ποιότητα του διαθέσιμου νερού πέφτει. Η μεταφορά νερού στις πόλεις προκαλεί μεγάλες δαπάνες. Το Μεξικό Σίτυ υδρεύεται από απόσταση 100 χιλιομέτρων, ενώ ο βρετανός γεωγράφος Ίαν Ντάγκλας αναφέρει ότι στη δεκαετία του 2000 η μεταφορά θα γίνεται από απόσταση 200 χιλιομέτρων! Σε πολλές πόλεις του Τρίτου Κόσμου οι κάτοικοι εφοδιάζονται με νερό που έχει υποστεί ελάχιστο ή καθόλου καθαρισμό. Ο ινδός οικονομολόγος Ναθ σημειώνει: «Το κόστος της μεταφοράς επαρκών ποσοτήτων νερού στις μεγάλες πόλεις είναι υπερβολικά υψηλό, ενώ το κόστος μεταφοράς υγειονομικώς ασφαλούς νερού είναι αστρονομικό!». Στην Τζακάρτα της Ινδονησίας μόνο το 25% του πληθυσμού εξυπηρετείται από το υπάρχον σύστημα εφοδιασμού, ενώ στη Μανίλα, πόλη 9 εκατομμυρίων κατοίκων, μόνο το 11% του πληθυσμού εφοδιάζεται με διυλισμένο νερό¹³.

Η νομοθεσία για το νερό, απαιτεί ένα γενικό νόμο ή ισοδύναμη νομοθετική πράξη για να εξασφαλιστεί ότι οι ποικίλες πλευρές αντιμετωπίζονται συνολικά. Μια "συνθήκη για το νερό" για την Περιοχή Ευρώπης υποβλήθηκε για επικύρωση στην Τρίτη Υπουργική Διάσκεψη για το Περιβάλλον και την Υγεία, που έγινε στο Λονδίνο, στη Μεγάλη Βρετανία, από τις 16 μέχρι τις 18 Ιουνίου 1999. Η Διάσκεψη υιοθέτησε τρία έγγραφα: τη Διακήρυξη του Λονδίνου, έναν Κανονισμό για τα Μεταφορικά Μέσα, το Περιβάλλον και την Υγεία, και ένα Πρωτόκολλο για το Νερό και την Υγεία²⁰.

Οι βασικοί ομιλητές και αρκετές αντιπροσωπείες διαπίστωσαν διάφορες βελτιώσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την τελευταία δεκαετία, κυρίως δια μέσου της ανάπτυξης εθνικών υγιεινών περιβαλλοντικών σχεδίων δράσης και συγκεκριμένων επιτευγμάτων εντός της κάθε χώρας. Ωστόσο, παρατηρήθηκε επίσης επιδείνωση σε αρκετές χώρες της Περιφέρειας, όπως και αρκετά προβλήματα, όπως ατμοσφαιρική μόλυνση, ανεπαρκής ποσότητα και ποιότητα του πόσιμου νερού, μικρή

ασφάλεια για το φαγητό κ.λ.π.

Η Διάσκεψη σημείωσε ακόμη το σοβαρό φορτίο των ασθενειών που σχετίζονται με το νερό και τα πιεστικά προβλήματα στη διαχείριση του νερού, στα αποθέματα του και στην εξυγίανση του, που υπήρχαν στην ευρωπαϊκή επικράτεια. Οι συμμετέχοντες από τα ανεξάρτητα κράτη περιέγραψαν τα ιδιαίτερα προβλήματα: τη σημασία της εκπαίδευσης και την εμπλοκή των κοινωνιών και των επιχειρήσεων, καθώς και το πλαίσιο της πολιτικής που προσφέρεται από το Συνέδριο του 1992 της Οικονομικής Επιτροπής για την Ευρώπη και από τα ευρωπαϊκά όργανα σχετικά με την Προστασία και τη Χρήση των Διασυνοριακών Πηγών Νερού και των Διεθνών Λιμνών. Η σημασία του Πρωτοκόλλου για το Νερό και την Υγεία τονίστηκε ιδιαίτερα, αφού ήταν και η πρώτη νομοθετική πράξη του ΠΟΥ με την Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη των Ηνωμένων Εθνών.

Πολλές χώρες εξέφρασαν τη μεγάλη υποστήριξη τους για αυτό το Πρωτόκολλο, εξέφρασαν επίσης την προσδοκία ότι θα ήταν αποτελεσματικό και πρότειναν πρακτικά μέτρα για να βοηθηθεί η υλοποίηση (για παράδειγμα, καθοδήγηση και πληροφορίες).

Η Διάσκεψη υιοθέτησε το Πρωτόκολλο για το Νερό και την Υγεία ομόφωνα. Το Πρωτόκολλο υπογράφηκε από τις ακόλουθες χώρες: Αλβανία, Αρμενία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Κροατία, Κύπρος, Τσέχικη Δημοκρατία, Δανία, Εσθονία, Φιλανδία, Γεωργία, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ισλανδία, Ιταλία, Λετονία, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Μονακό, Κάτω Χώρες, Νορβηγία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Ρωσία, Σλοβακία, Ισπανία, Σουηδία, Ουκρανία και Μεγάλη Βρετανία. Οι περισσότερες από τις υπόλοιπες χώρες εξέφρασαν την ετοιμότητα τους να υπογράψουν σύντομα το Πρωτόκολλο²⁰.

Η Διάσκεψη υιοθέτησε τα αυθεντικά κείμενα του Πρωτοκόλλου για το Νερό και την Υγεία, το οποίο διατυπώθηκε στο Συνέδριο του 1992 για την προστασία και χρήση των Διασυνοριακών Πηγών Νερού και Διεθνών Λιμνών.



1.3. «Το νέτιο ύδωρ». Χρησιμοποίηση του βρόχινου νερού για ύδρευση

Το “νέτιο ύδωρ” – το βρόχινο νερό – είναι απαλλαγμένο αλάτων αφού προέρχεται από ψύξη και υγροποίηση ατμών, μοιάζει δηλαδή με το αποσταγμένο. Κατά την πύση όμως της βροχής προσλαμβάνει συνήθως ελάχιστα ποσά αμμωνίας, κονιορτό, αιωρούμενες ουσίες και διάφορους σαπροφυτικούς μικροοργανισμούς του αέρα.

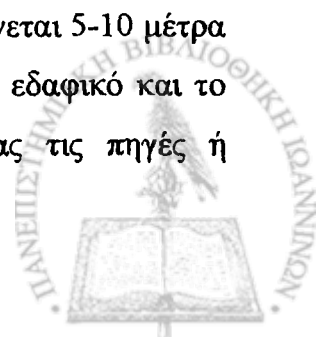
Σε άνυδρες περιοχές όπου το επιφανειακό και το πηγαίο νερό σπανίζουν ή απουσιάζουν εντελώς, όπως αυτό συμβαίνει π.χ. σε πολλά ελληνικά νησιά, το βρόχινο νερό χρησιμοποιείται ευτυχώς ακόμη για πόση και οικιακή χρήση. Το νερό αυτό δεν είναι εύγεστο και είναι συνήθως άνοστο, διότι δεν περιέχει διαλυμένα άλατα. Το νερό της βροχής που συγκεντρώνεται από ταρατσες καθαρών σπιτιών μπορεί να είναι καλύτερης μικροβιολογικής ποιότητας από το νερό που συγκεντρώνεται από τα απεριποίητα πηγάδια των νοικοκυριών²¹. Για τον ίδιο λόγο είναι έντονα ρυπτικό, δημιουργεί δηλαδή εύκολα σαπουνάδα στην πλύση και διευκολύνει το βράσιμο των φαγητών. Μπορεί όμως να γίνει και επικίνδυνο για την υγεία αυτών που το χρησιμοποιούν, λόγω της ευκολότερης μόλυνσής του⁵.

Όταν η βροχή πέφτει μετά από μια περίοδο ξηρασίας, κάθε συγκέντρωση βρόχινου νερού μπορεί να περιέχει σημαντικά επίπεδα μόλυνσης και απορριμμάτων, που έχουν συσσωρευτεί στην ταρατσα και στις υδροροές. Πρέπει δηλαδή να αποβάλλεται ή να χρησιμοποιείται για άλλες χρήσεις, εκτός από το να το πει κανείς²¹.

1.4. Τα πηγαία και τα υπόγεια νερά

Τα υπόγεια νερά είναι μικρές ή μεγάλες υπεδάφειες υδάτινες συλλογές. Τα υπόγεια νερά σχηματίζονται από τη βροχή, η οποία διέρχεται τις διάφορες στιβάδες του εδάφους μέχρι της συναντήσεως αδιαπέραστου στρώματος, οπότε δημιουργείται η υδάτινη συλλογή.

Το σχήμα και ο όγκος της υδάτινης συλλογής εξαρτώνται από τη γεωλογική σύσταση του εδάφους και τη μορφολογία του⁵. Οι γεωλογικοί αυτοί σχηματισμοί συμβάλλουν στην καθαρότητα του νερού, μολονότι πρόκειται για μια αργή διαδικασία, αφού η ροή του νερού είναι πολύ μικρή, συνήθως κυμαίνεται 5-10 μέτρα το χρόνο²². Ακολουθώντας τα επικλινή αδιαπέραστα πετρώματα το εδαφικό και το υπόγειο ύδωρ αναβλύζει στην επιφάνεια της γης σχηματίζοντας τις πηγές ή



εγκιβωτίζεται στο εσωτερικό αναπτύσσοντας υδραυλικές πιέσεις. Σε αυτές τις περιπτώσεις αναβλύζει με πίεση μετά από γεωτρήσεις, αρτεσιανά φρέατα ή φυσικώς.

Τα πηγαία νερά, εκείνα ιδίως που προέρχονται από μεγάλο βάθος, είναι καθαρά και στερούνται μικροοργανισμών, γι' αυτό και τα πηγαία ύδατα είναι καταλληλότερα για ύδρευση. Σχεδόν πάντοτε δίνονται στην κατανάλωση χωρίς να χρειάζεται περαιτέρω εξυγίανση. Η απουσία μικροβίων οφείλεται στη διήθηση, την οποία υφίστανται τα όμβρια νερά διερχόμενα μέσα από αλληπάλληλα εδαφικά στρώματα. Η διήθηση είναι καλύτερη κατά την διέλευση από ψαμμίτες, αργιλώδη και αμμοχαλικώδη εδάφη, ενώ είναι ατελής, όταν το νερό περνά από ρηγμάδη ασβεστολιθικά πετρώματα⁵.

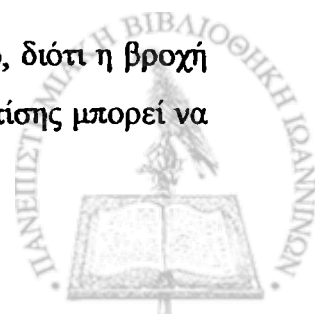
Τα υπόγεια νερά, όταν η υδροφόρος συλλογή δεν βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο των 30 μέτρων, διατηρούν σταθερή θερμοκρασία τους 4 – 5° C και είναι δροσερά το θέρος και φαίνονται σχετικά θερμά το χειμώνα. Κάτω από 30-40 μέτρα βάθος το νερό γίνεται θερμό⁵.

Τα υπόγεια νερά αποτελούν πολύ σημαντική πηγή πόσιμου νερού, κυρίως λόγω της ποιότητάς τους σε σχέση με αυτή των επιφανειακών νερών. Σχεδόν το 50% του διαθέσιμου νερού στις Η.Π.Α. και περίπου το ένα τρίτο του νερού που χρησιμοποιείται παγκοσμίως για άρδευση και ύδρευση, είναι υπόγεια νερά. Στην Ελλάδα, με εξαίρεση την Αθήνα που τροφοδοτείται κυρίως από επιφανειακά νερά, σχεδόν το 87% του πόσιμου νερού προέρχεται από υπόγειους υδροφορείς⁵.

1.5. Τα επιφανειακά νερά

Τα επιφανειακά νερά, ρύακες, χείμαρροι, ποταμοί και φυσικές ή τεχνητές λίμνες, είναι γενικά η συνέχεια των ομβρίων νερών και το αποτέλεσμα της τήξεως του πάγου και των χιονιών των ορέων, ή η συνέχεια των πηγαίων νερών. Η σχετική σπανιότητα πηγαίων και υπογείων νερών, τα οποία είναι τα πιο κατάλληλα για ύδρευση, εξαναγκάζει τους ανθρώπους να στρέφονται ολοένα και περισσότερο στη χρησιμοποίηση επιφανειακών νερών. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζονται σε κατάλληλες θέσεις μεγάλα συνήθως φράγματα από σιδηροπαγές σκυρόδεμα ή μεγάλα γαιοφράγματα πίσω από τα οποία δημιουργούνται τεχνητές λίμνες, όπως λ.χ. η λίμνη του Μαραθώνα ή του Μόρνου.

Τις περισσότερες φορές το επιφανειακό νερό είναι μολυσμένο, διότι η βροχή παρασύρει κονιορτό, λάσπη και πάσης φύσεως εδαφικές ρυπαρίες. Επίσης μπορεί να



ρυπαίνεται από τα λύματα των πόλεων, μεγάλων και μικρών οικισμών και ακόμη από τα λύματα και απόβλητα βιομηχανικών μονάδων⁵.

Το επιφανειακό νερό υφίσταται αυτοκάθαρση σε μεγάλο βαθμό από την επίδραση φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων²³. Η καθίζηση στο νερό που ηρεμεί επιφέρει μερική κάθαρση του νερού λόγω κατακαθίσεως της ιλύος (της λάσπης), των φερτών υλικών και μεγάλου αριθμού μικροβίων⁵.

Η ηλιακή ακτινοβολία, το υπεριώδες τμήμα του φάσματος του ηλιακού φωτός, έχει σημαντική μικροβιοκτόνο δράση. Το επιφανειακό νερό που δέχεται την ευεργετική επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας απαλάσσεται από μεγάλο βαθμό μικροβίων. Η δράση πάντως της υπεριώδους ακτινοβολίας περιορίζεται στην επιφάνεια μόνο και δεν διεισδύει στο βάθος⁵.

Οι διάφορες χημικές αντιδράσεις, κυρίως οξειδωτικές, στο νερό των ποταμών και των λιμνών συμβάλλουν πολύ στην αυτοκάθαρση του ύδατος. Η περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο είναι θετικός παράγοντας στην καλύτερη επίτευξη της χημικής οξειδωτικής διεργασίας. Η δράση του οξυγόνου γίνεται εντονότερη όσο η περιεκτικότητά του αυξάνει στο νερό και η ανακίνηση των υδάτων συμβάλλει σε αυτό.

Ο συνολικός αριθμός των μικροοργανισμών στο νερό μειώνεται προοδευτικά και από τις έντονες διεργασίες που συμβαίνουν στον μικρόκοσμο, στον ανταγωνισμό κυρίως, αλλά και στην εξασθένηση, γήρανση και μείωση της βιολογικής αντοχής των μικροβίων⁵.

Με την αυτοκάθαρση επιτυγχάνεται σημαντικός βαθμός καθαρισμού του επιφανειακού νερού, η διεργασία όμως αυτή είναι φυσικά ατελής και η εξυγίανση του νερού είναι μερική μόνο. Μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών, παθογόνοι σχιζομύκητες, όπως το μυκοβακτηρίδιο της φυματίωσης, ιοί, όπως ο ιός της λοιμώδους ηπατίτιδος και διάφοροι εντεροϊοί, μένουν απρόσβλητοι από τις επεξεργασίες της αυτοκάθαρσης και αποτελούν δυνητικό κίνδυνο μόλυνσης του ανθρώπου²³. Η αυτοκάθαρση δεν έχει βασική επίδραση στις ρυπαντικές τοξικές ουσίες, τα εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα και τα διάφορα φυτοφάρμακα, για αυτό και η εξυγίανση επιβάλλεται να συμπληρωθεί σε ειδικές εγκαταστάσεις⁵.

Το επιφανειακό νερό, εκείνο κυρίως που προέρχεται από τη συλλογή του σε τεχνητές λίμνες, όπως π.χ. σε μας το νερό της λίμνης του Μαραθώνα και του Μόρνου, πριν δοθεί στην κατανάλωση για πόση και οικιακή χρήση υφίσταται επεξεργασία εξυγιάνσεως, η οποία γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις, τα διυλιστήρια.

1.6 Οι εναλλακτικές δυνατότητες ύδρευσης

Προκειμένου να καλύψουμε τις ανάγκες ενός οικισμού σε υδρευτικό νερό μπορεί να χρησιμοποιήσουμε υπόγεια ή και επιφανειακά νερά, που συνολικά αποτελούν τους διαθέσιμους υδατικούς πόρους, με την κατασκευή των κατάλληλων έργων υδροληψίας και επεξεργασίας.

Στα έργα εκμετάλλευσης των υπόγειων νερών μπορεί να κατατάξει κανείς τα έργα υδρομάστευσης των πηγών, τα πηγάδια, τις γεωτρήσεις.

Αντίστοιχα στα επιφανειακά νερά, κατατάσσονται τα έργα υδροληψίας σε φυσικές λίμνες και ποταμούς, χωρίς ή με παρεμβολή ταμιευτήρα, ενώ στα έργα των νερών της βροχής κατατάσσονται οι «στέρνες» αποθήκευσης. Για τις περιπτώσεις αφαλάτωσης θαλασσινού νερού τα έργα εκμετάλλευσης πρέπει να διασφαλίζουν την τροφοδοσία των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης από τις καιρικές εναλλαγές, τους κυματισμούς και τη ρύπανση².

Σήμερα από τη μια πλευρά η στενότητα των διαθέσιμων υδατικών πόρων, η ποιοτική επιβάρυνσή τους και η ανταγωνιστικότητα των χρήσεων και από την άλλη η ανάπτυξη αποτελεσματικών και οικονομικότερων νέων τεχνολογιών εκμετάλλευσης, επεξεργασίας και διανομής του νερού, συντελούν ώστε η απάντηση στο δίλημμα: «για την κάλυψη υδρευτικών αναγκών θα προτιμηθούν επιφανειακά ή υπόγεια νερά;» να μην είναι αυτονόητη, αλλά να προϋποθέτει λεπτομερή ανάλυση και αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων, στα πλαίσια της ασκούμενης στη συγκεκριμένη περιοχή (υδρολογική λεκάνη, υδατικό διαμέρισμα) και γενικότερα στη χώρα πολιτικής διαχείρισης των υδατικών πόρων²³.

Η στρατηγική τιμών για υποδομή περιλαμβάνει το κόστος σύνδεσης, το κόστος χρήσης (κατανάλωσης) και μέγιστη κατανάλωση (οροφή), ώστε να ενθαρρύνεται η αποτελεσματική χρήση κι ο περιορισμός του κόστους.

Η παροχή επαρκούς ποσότητας ασφαλούς πόσιμου νερού μπορεί να επιτευχθεί με:

- α) προσήλωση σε προδιαγραφές (standards) που βασίζονται στις κατευθυντήριες οδηγίες της ΠΟΥ και της Ε.Ε. για την ποιότητα του νερού,
- β) επενδύσεις στα συστήματα διανομής, και
- γ) περιορισμό του κόστους.



1.7. Συστήματα υδρεύσεως

1.7.1. Ιστορική αναδρομή

Λέγοντας "ύδρευση" εννοούμε όλα όσα χρειάζονται για να εξασφαλιστούν επαρκείς ποσότητες πόσιμου νερού για οικιακές και άλλες χρήσεις.

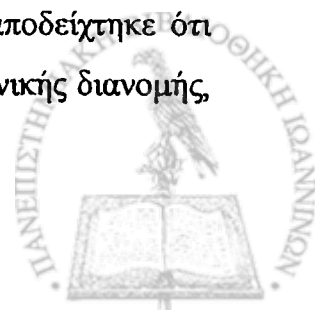
Στις σύγχρονες, πολύπλοκες κοινωνίες, το νερό κυριολεκτικά διαποτίζει όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες, και γι' αυτό ο προγραμματισμός, ο σχεδιασμός, η χρηματοδότηση, η κατασκευή, η λειτουργία και η συντήρηση σύγχρονων αστικών συστημάτων ύδρευσης (και αποχέτευσης), αποτελούν εγχειρήματα υψηλής συνθετότητας. Η πραγματοποίησή τους απαιτεί αφ' ενός διαδικασίες δημόσιου διαλόγου και ενημέρωσης και αφ' ετέρου σύγχρονα υλικά, εξοπλισμό, τεχνογνωσία, που μόνο στα πλαίσια μιας ανεπτυγμένης πολιτικά, κοινωνικά, οικονομικά, διοικητικά και τεχνολογικά κοινωνικής δομής, με υψηλό βαθμό διαφοροποίησης, μπορεί να εξασφαλισθούν.

Κυρίαρχος παράγων δεν είναι η τεχνολογία, παρ' όλο ότι αναμφίβολα είναι σημαντικός, αλλά ο βαθμός πολιτικής, κοινωνικής και παραγωγικής ωριμότητας μιας χώρας²⁵.

Η δημιουργία των πρώτων οικισμών κατέστησε από την αρχαιότητα ακόμη την ανάγκη κατασκευής κεντρικών συστημάτων υδρεύσεως για την κάλυψη σε νερό των αναγκών του πληθυσμού.

Συστήματα μεταφοράς νερού, υδραγωγεία, είναι γνωστά από την απώτερη αρχαιότητα. Τα αρχαιολογικά ευρήματα αποδεικνύουν την εκπληκτικά υψηλή στάθμη της τεχνικής στον τομέα αυτό όπως στην Μεσοποταμία, Αίγυπτο, Συρία, Κίνα και άλλα μέρη της γης. Όμως τα μεγαλοπρεπέστερα κτιστά υδραγωγεία κατασκευάστηκαν στην αρχαία Ελλάδα και Ρώμη. Οι Ρωμαίοι θεωρούνται αυθεντίες στον τομέα αυτό π.χ. Ρωμαϊκό Υδραγωγείο Νικόπολης. Και σήμερα ακόμα χρησιμοποιούνται στις περιοχές παλαιών μεγάλων πολιτισμών τα πηγάδια που έχουν γίνει πριν από χιλιάδες χρόνια και οι τεχνητές λίμνες, όπως η λίμνη Μοιρίς στην Αίγυπτο (1.800 π.Χ.).

Κατά το μεσαίωνα οι γνώσεις αυτές δεν χρησιμοποιήθηκαν στην έκταση που έπρεπε και μόλις στα μέσα του 19ου αιώνα άλλαξε η κατάσταση²⁶. Οι μεγάλες πόλεις κατασκεύασαν κεντρικές εγκαταστάσεις υδρεύσεως αλλά γρήγορα αποδείχτηκε ότι δεν ήταν αρκετό να υπάρχουν μόνο κεντρικές υδροληψίες και έργα γενικής διανομής, δίχως τις ειδικές εγκαταστάσεις - τα διωλιστήρια⁴.



Τον 19ο αιώνα η βιομηχανική επανάσταση προκαλεί την απότομη συσσώρευση πληθυσμού σε πόλεις, που ακόμη δεν διαθέτουν δίκτυα ύδρευσης, ούτε αποχέτευσης. Ο συνθήκες υγιεινής ιδιαίτερα στις εργατικές συνοικίες ξεπερνούν κάθε προηγούμενο αθλιότητας. Χαρακτηριστικές είναι οι αναφορές του V. Hungo και του Ch. Dickens, για την αθλιότητα των εργατικών συνοικιών στο Παρίσι και το Λονδίνο. Την ίδια περίοδο, η επιστημονική έρευνα στην βιολογία και την ιατρική, αποκαλύπτει το ρόλο των μικροβίων και εντοπίζοντας εκείνα που προκαλούν τη χολέρα και τον τυφοειδή πυρετό, διαπιστώνει ότι μεταδίδονται μέσα από την επαφή του νερού, που χρησιμοποιείται για πόση, με τις ακαθαρσίες του ανύπαρκτου συστήματος αποχέτευσης. Ο L. Pasteur (1822-1895) θεμελιώνει τη σύγχρονη μικροβιολογία, ερευνά τους μηχανισμούς της ανοσίας και δοκιμάζει με επιτυχία την χρήση εμβολίων. Από το 1857 ο W. Budd ερευνά τους τυφοειδείς (παθολογία, διάγνωση, πρόληψη), ενώ το 1833 ο R. Koch εντοπίζει το δονάκιο της χολέρας. Έτσι ξεκινά η κατασκευή έργων διήθησης (φίλτρων) του νερού, κλειστών δικτύων ύδρευσης υπό πίεση, χώρων υγιεινής με υδραυλική εγκατάσταση, κλειστών δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων (κατά κανόνα σε συνδυασμό με την αποχέτευση των ομβρίων) και όπως ήταν επόμενο, η υποχώρηση των ασθενειών υδατικής προέλευσης είναι εντυπωσιακή².

Οι σύγχρονες απαιτήσεις παροχής νερού άριστης ποιότητας μέσα στις κατοικίες, ακόμη και στους μικρότερους οικισμούς, προϋποθέτουν την κατασκευή ολοκληρωμένων συστημάτων ύδρευσης, με επί μέρους συνιστώσες τα έργα σύλληψης, μεταφοράς, επεξεργασίας, αποθήκευσης και διανομής.

Ξεχωρίζουν δύο συστήματα ύδρευσης:

α) το κεντρικό σύστημα, όταν το νερό παρέχεται στον καταναλωτή στο σπίτι, στις επιχειρήσεις κ.τ.λ.

β) το τοπικό, όταν ο καταναλωτής μόνος του παίρνει το νερό άμεσα από την υδάτινη πηγή (υδατοπηγή).

Με την τεχνολογική πρόοδο που χαρακτηρίζει την εποχή μας τα συστήματα ύδρευσης αξιοποιούν αποτελεσματικότερες μεθόδους, τεχνικές και υλικά για²:

i) Την ορθολογικότερη διαχείριση και σύλληψη επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων

ii) Τη μεταφορά νερού σε μεγάλες αποστάσεις και υψομετρικές διαφορές.

iii) Την επεξεργασία επιφανειακών και υπόγειων γλυκών νερών.

iv) Την αφαλάτωση του θαλασσινού νερού.



v) Την αποθήκευση σε δεξαμενές και υδατόπυργους από οπλισμένο ή προεντεταμένο σκυρόδεμα ή χάλυβα.

vi) Την διανομή με ελεύθερη ζήτηση και ικανοποιητική πίεση.

1.7.2. Τα κεντρικά συστήματα ύδρευσης

Τα συστήματα ύδρευσης περιλαμβάνουν σε γενικές γραμμές: α) την υδροληψία, η οποία αναλόγως της προέλευσης του νερού μπορεί να είναι μάστευση, ανόρυξη, στοά, απλή διασωλήνωση, γεώτρηση ή πύργος υδροληψίας μέσα στη συλλεκτήρια δεξαμενή, β) ειδικότερα για τα επιφανειακά νερά, την συλλεκτήρια δεξαμενή, η οποία είναι φυσική ή τεχνική όπισθεν φραγμάτων λίμνη, γ) το εξωτερικό υδραγωγείο, με το οποίο μεταφέρεται το νερό από την υδροληψία μέχρι τον τόπο χρησιμοποίησής του. Μεταξύ υδροληψίας και εξωτερικού υδραγωγείου παρεμβάλλεται το διυλιστήριο, όταν για την ύδρευση χρησιμοποιούνται επιφανειακά νερά, δ) το εσωτερικό υδραγωγείο, που περιλαμβάνει όλο το σύστημα των σωληνώσεων εντός των συνοικισμών και των οικιών.

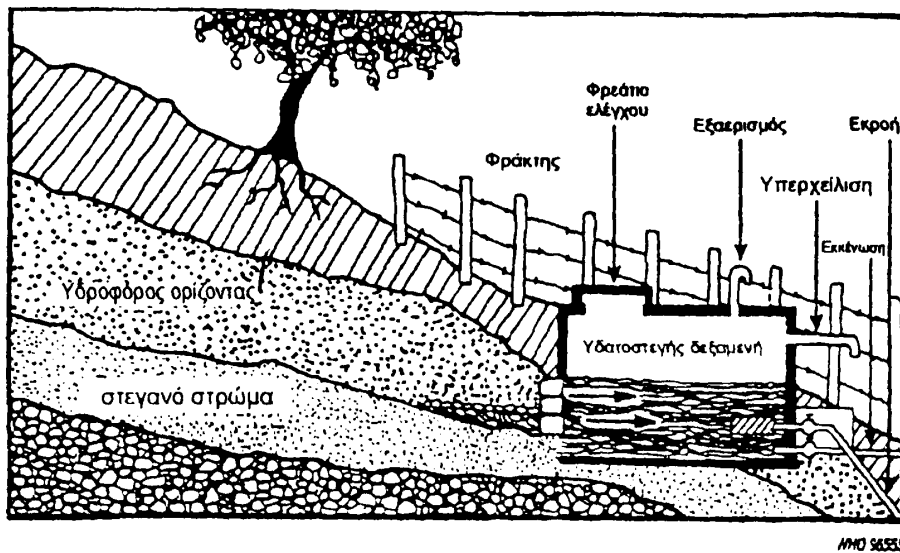
1.8. Πηγές – Συλλεκτήρια Δεξαμενή - Υδροληψία

Αν μια πηγή χρησιμοποιείται ως πηγή οικιακού νερού:

- Θα πρέπει να είναι επαρκής προκειμένου να προμηθεύει την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα νερού για τη μελλοντική χρήση από αρχή μέχρι τέλους του χρόνου.
- Θα πρέπει να προστατεύεται, προκειμένου να διατηρήσει την ποιότητά της.

Μια πηγή αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη (Σχήμα 4).

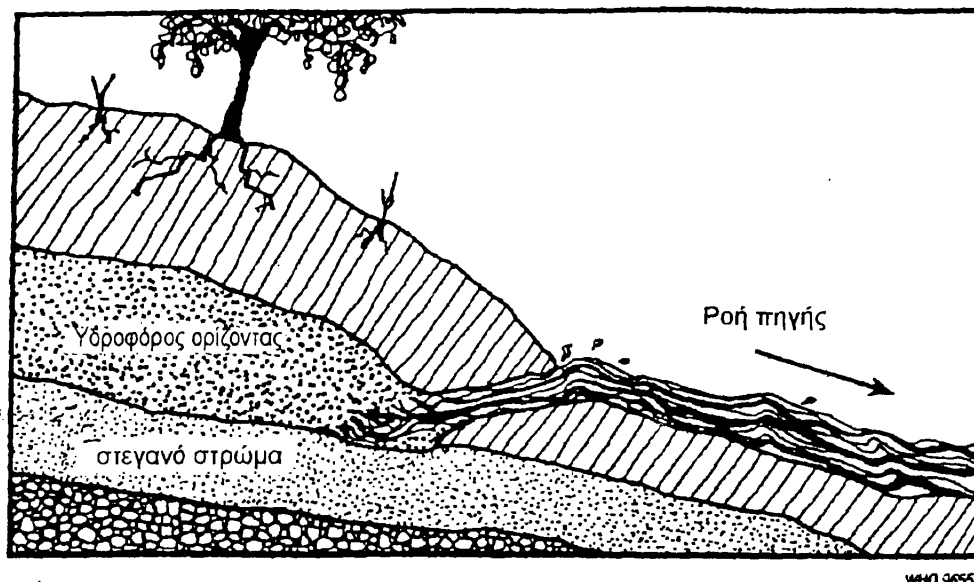




Σχήμα 4. Προστατευμένη πηγή υπόγειας υδάτινης συλλογής²¹

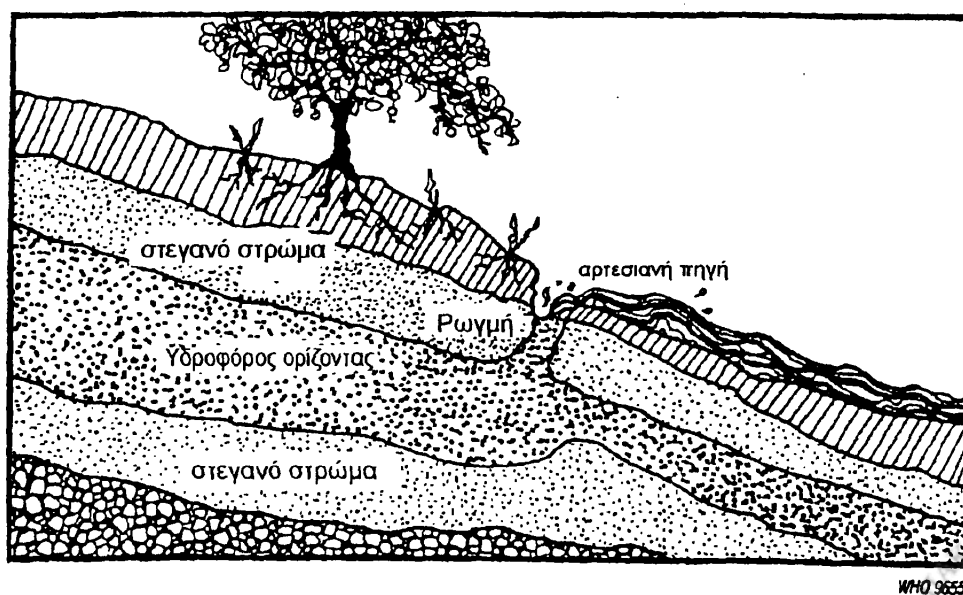
- το κουτί της πηγής (υδατοστεγή δεξαμενή), που αναχαιτίζει την αναβλύζουσα πηγή και εκτείνεται προς τα κάτω σε ένα αδιάβροχο στρώμα, ή ένα σύστημα σωρού σωλήνων και δεξαμενή αποθήκευσης,
- ένα κάλυμμα που εμποδίζει την είσοδο επιφανειακής αποχέτευσης ή μπάζων μέσα στη δεξαμενή αποθήκευσης,
- μια προστατευμένη έξοδος υπερχειλίσης,
- μια σύνδεση με το σύστημα διανομής ή βοηθητικό εφοδιασμό,
- ένα αδιάβροχο στρώμα (π.χ. τσιμέντο ή επεξεργασμένο πηλό) πίσω από το κουτί και πάνω από το σημείο της αναβλύζουσας πηγής για να αναχαιτιστεί η διείσδυση υλικών που προκαλούν μόλυνση.
- φρεάτιο ελέγχου για τον καθαρισμό της δεξαμενής και άδειασμα των υλών²¹.

Η συνηθισμένη μέθοδος για την προστασία των πηγών είναι να κλείνεται το σημείο της αναβλύζουσας πηγής σε ένα καλυμμένο θάλαμο ή κουτί με ένα στρώμα κοντά στη βάση, προκειμένου να επιτραπεί στο νερό να κυλήσει μακριά από το αρχικό σημείο της πηγής. Οι εκτεθειμένες πηγές είναι τρωτές στη μόλυνση από ανθρώπινες και ζωικές δραστηριότητες (Σχήμα 5, 6).



Σχήμα 5. Απροστάτευτη πηγή υπόγειας υδάτινης συλλογής²¹

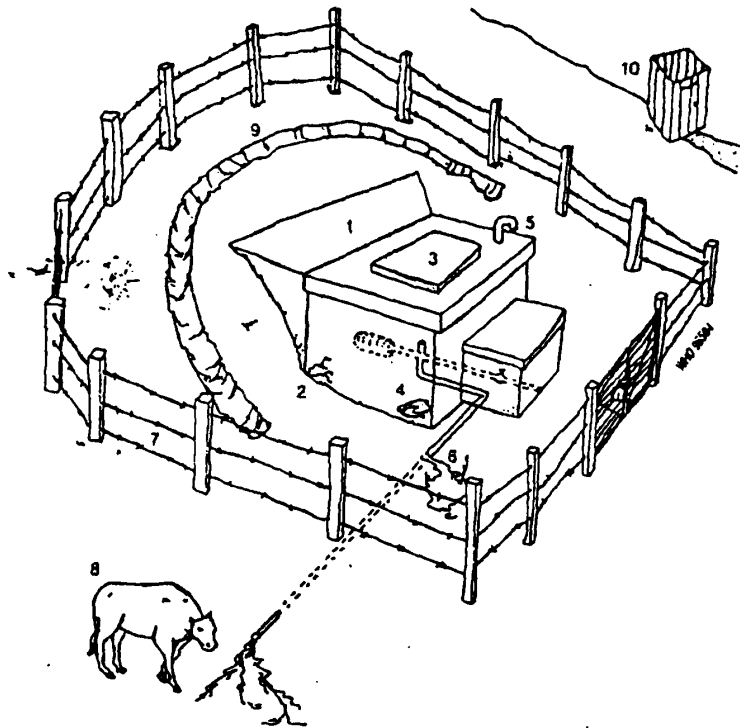
Με αυτόν τον τρόπο η φυσική πηγή διαταράσσεται όσον το δυνατόν λιγότερο. Η ακριβής διαδικασία εξαρτάται από τον τύπο και τη θέση της πηγής (Σχήμα 7, 8). Η λοφοπλαγιά πρέπει να σκαφτεί σε αρκετά ικανοποιητικό βάθος για να αντληθεί νερό από τον υδροφόρο ορίζοντα, ακόμα και όταν το επίπεδο νερού είναι χαμηλά. Η κατασκευή της εισαγωγής του νερού (σε δεξαμενή) πρέπει να σχεδιαστεί, και η



Σχήμα 6. Απροστάτευτη αρτεσιανή πηγή²¹

WHO 96557



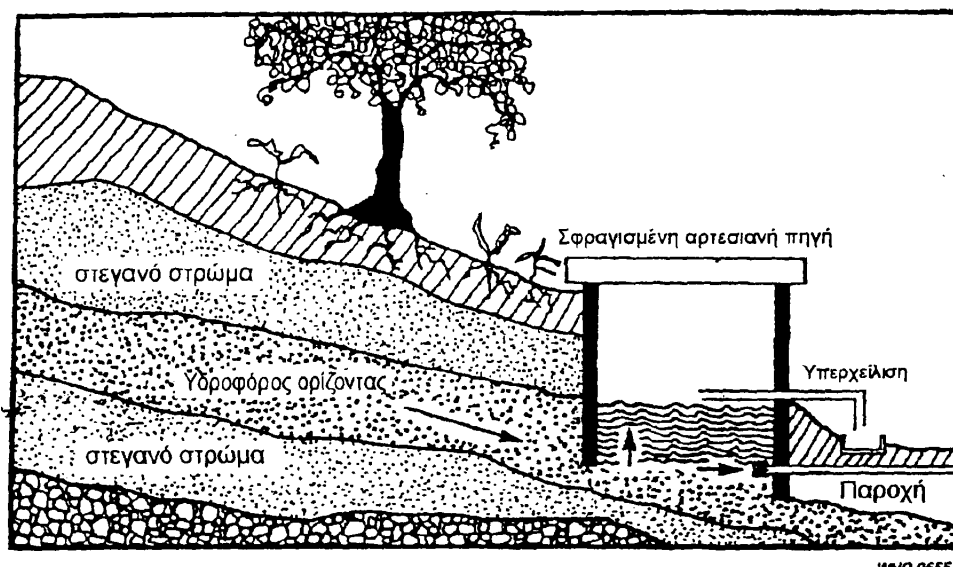


Σχήμα 7. Παράδειγμα υγιεινού τύπου ελέγχου προφυλαγμένης πηγής²¹ (οι αριθμοί παραπέμπουν στο ερωτηματολόγιο του πίνακα 23).

εκσκαπτόμενη περιοχή να ξαναγεμιστεί με χαλίκια, προκειμένου να αποφευχθεί η εισροή άμμου και λάσπης μαζί με το νερό μέσα στη δεξαμενή.

Η κατασκευή της δεξαμενής και το γέμισμα της εκσκαπτόμενης περιοχής με χαλίκια θα πρέπει να καλυφθούν από ένα αδιάβροχο κάλυμμα (από τσιμέντο για παράδειγμα) για να εμποδιστεί η διείσδυση επιφανειακών νερών. Για να εξασφαλιστεί ότι το συγκεντρωμένο νερό δεν έχει μολυνθεί, πρέπει να υπάρχει ένα δίκτυο σωλήνων μεταφοράς του νερού στους χρήστες και μια δεξαμενή αποθήκευσης, αν χρειάζεται. Το κουτί της πηγής θα πρέπει να έχει ένα κλειδωμένο κάλυμμα παρακολούθησης. Αεραγωγοί, αυλάκια και σωλήνες υπερχειλίσης θα πρέπει να συνδέονται και η όλη κατασκευή θα πρέπει να περικυκλώνεται από ένα χαντάκι για να αποκλίνουν τα επιφανειακά νερά (Σχήμα 7).





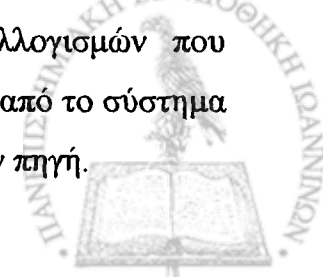
Σχήμα 8. Προστατευμένη αρτεσιανή πηγή²¹

Οι πηγές συνήθως μολύνονται, όταν αυλές αγροτικής αποθήκης, υπόνομοι, δεξαμενές βιολογικού καθαρισμού, βόθροι ή άλλες πηγές μόλυνσης βρίσκονται σε κοντινές και ψηλότερες περιοχές. Σε ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, ωστόσο, μολυσμένο υλικό συχνά απορροφάται σε τρύπες ή άλλα μεγάλα ανοίγματα και μπορεί να μεταφερθεί μαζί με το υπόγειο νερό, διανύοντας μεγάλες αποστάσεις. Παρομοίως, αν υλικό από τέτοιες πηγές μόλυνσης διεισδύσει στα δίκτυα σωληνώσεων σε αργοκίνητη πορεία (εποχή παγετού), τότε το νερό μπορεί να παραμείνει μολυσμένο ακόμα και αφού ήδη έχει διανύσει μεγάλες αποστάσεις.

Τα ακόλουθα προληπτικά μέτρα θα βοηθήσουν στην καλύτερη δυνατή ποιότητα της πηγής νερού :

* Απομάκρυνση των επιφανειακών νερών από την τοποθεσία. Ένα χαντάκι διοχέτευσης των επιφανειακών νερών θα πρέπει να τοποθετηθεί ψηλά στο λόφο από την πηγή, έτσι ώστε να αναχαιτίζει την πορεία των επιφανειακών νερών και να τα μεταφέρει μακριά από την πηγή. Η τοποθεσία του χαντακιού και τα σημεία στα οποία το νερό θα πρέπει να εκκενωθεί είναι ζήτημα κρίσης, βασισμένης σε παράγοντες όπως είναι η τοπογραφία, η γεωλογία κάτω από την επιφάνεια, η κτηματική ιδιοκτησία και η χρήση γης.

* Κατασκευή ενός φράκτη για την εμπόδιση εισόδου ζώων φάρμας. Η τοποθεσία του φράκτη θα πρέπει να επλεγεί βάσει των συλλογισμών που αναπτύχθηκαν παραπάνω. Ο φράκτης θα πρέπει να αποκλείει τα ζώα από το σύστημα διοχέτευσης των επιφανειακών νερών σε όλα τα σημεία πάνω από την πηγή.



* Δυνατότητα εισόδου για τη συντήρηση της δεξαμενής. Άνοιγμα χωρίς άδεια του καλύμματος θα πρέπει να εμποδίζεται με την ύπαρξη ενός κατάλληλου μηχανήματος κλειδώματος.

* Σχεδιασμός του καλύμματος με τέτοιο τρόπο ώστε να εμποδίζεται η μόλυνση.

* Παρακολούθηση της ποιότητας του νερού της πηγής με περιοδικούς ελέγχους για μόλυνση. Μια αξιοσημείωτη αύξηση στην θολότητα ή στη ροή αμέσως μετά από μια καταιγίδα είναι μια καλή ένδειξη ότι επιφανειακά νερά φθάνουν στην πηγή²⁰.

Ως προς την αποδιδόμενη παροχή, ο Meinzer (1923) πρότεινε την ταξινόμηση των πηγών σε οκτώ βαθμίδες, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Ταξινόμηση πηγών ανάλογα με την παροχή τους.

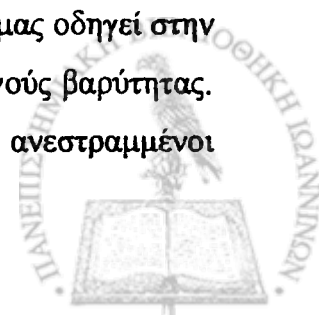
Μέγεθος	Παροχή σε μετρικές μονάδες
1	>2,83 m ³ /s
2	0,283 – 2,83 m ³ /s
3	28,3 – 283 lt/s
4	6,3 – 28,3 lt/s
5	0,63 – 6,3 lt/s
6	63 – 631 ml/s
7	7,9 – 63 ml/s
8	<7,9 ml/s

Πηγή: Davis / De Wiest (1996)

1.9 Εξωτερικό υδραγωγείο – Εσωτερικό υδραγωγείο

Με τον όρο εξωτερικό υδραγωγείο εννοούμε τους αγωγούς μεταφοράς του υδρευτικού νερού από τα έργα υδροληψίας, μέχρι τις δεξαμενές αποθήκευσης. Υποχρεωτικά για τις περιπτώσεις υδροληψίας από επιφανειακά νερά και ενδεχομένως από υπόγεια, παρεμβάλλονται τα αντίστοιχα έργα επεξεργασίας του πρωτογενούς νερού, που κατά κανόνα τοποθετούνται στο τέλος του εξωτερικού υδραγωγείου. Από εκεί ξεκινά το εσωτερικό υδραγωγείο, δηλαδή οι αγωγοί διανομής του πόσιμου νερού στους χρήστες.

Σε θέσεις μισαγωγείων, η επιδίωξη συντόμευσης της χάραξης μας οδηγεί στην παρεμβολή ευθύγραμμων συντμήσεων με κλειστούς, υπό πίεση αγωγούς βαρύτητας. Αδόκιμα, τα έργα αυτά ονομάζονται σίφωνες ή λίγο καλύτερα ανεστραμμένοι



σίφωνες, ενώ απλά αποτελούν κλειστούς αγωγούς βαρύτητας, χωρίς υποπιέσεις, κατασκευασμένους από χάλυβα ή οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι αρχαίοι Ρωμαίοι, στερούμενοι από την τεχνολογία κατασκευής αγωγών υπό πίεση, μας άφησαν εντυπωσιακές τοξοτές υδατογέφυρες, που με τα σημερινά οικονομικά δεδομένα είναι βέβαια ασύμφορες.

Η ροή μπορεί να είναι με ελεύθερη επιφάνεια, όπως στο Ευπαλίνειο Όρυγμα, ή υπό πίεση, όπως στο υδραγωγείο του Μόρνου και στο Υδραγωγείο Νικόπολης, οπότε και είναι ευχερέστερη η ρύθμιση της παροχής. Τα διαθέσιμα σήμερα τεχνολογικά μέσα επιτρέπουν τη διάνοιξη σηράγγων σχεδόν χωρίς άλλο περιοριστικό παράγοντα εκτός από το κόστος κατασκευής, που βέβαια πρέπει προσεκτικά να προϋπολογίζεται σε σύγκριση με την επιδιωκόμενη συντόμευση της χάραξης.

Είναι ευνόητο ότι σε κάθε περίπτωση η απόφαση επιλογής του τύπου του υδραγωγείου, σε όλο του το μήκος ή κατά τμήματα, πρέπει να προκύπτει μετά από σύγκριση περισσότερων εναλλακτικών λύσεων, στη βάση όχι μόνο οικονομικών αλλά και λειτουργικών, υγειονομικών, περιβαλλοντικών και άλλων κριτηρίων.

Το νερό των υδραγωγείων οδηγείται αρχικά σε κεντρική δεξαμενή ή δεξαμενές αποθήκευσης και διανομής του ύδατος, που κατασκευάζονται στο υψηλότερο σημείο των οικισμών, σε παρακείμενους λόφους ή σε τεχνητούς υδατοπύργους. Από τη θέση αυτή το νερό μπορεί να παροχετευθεί σε όλες τις συνοικίες και τα σπίτια του οικισμού, βρίσκεται υπό πίεση μέσα στους υδραγωγούς σωλήνες, ρέει συνεχώς και με την επίδραση μόνο της βαρύτητας και αποφεύγεται η εισρόφηση ακαθαρσιών και ρύπων του περιβάλλοντος μέσα στους υδραγωγούς σωλήνες παροχέτευσης.

Οι υδατοδεξαμενές αποταμίευσης και διανομής του καθαρού πόσιμου ύδατος και οι υδατόπυργοι έχουν παχιά τοιχώματα για λόγους ασφάλειας, αλλά και για λόγους μόνωσης, ώστε το θέρος το νερό να μην θερμαίνεται από την αυξημένη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και να μην παγώνει το χειμώνα. Για τον ίδιο λόγο οι δεξαμενές μπορεί να κατασκευαστούν με εκσκαφή και επίχωση.

Το δίκτυο της ύδρευσης πρέπει να είναι τελείως υδατοστεγές και στεγανό για να μην μολύνεται, οι σωληνώσεις από χυτοσίδηρο ή πλαστικό και όχι μολύβδο και να βρίσκεται κάτω από συνεχή έλεγχο της καλής λειτουργίας και στεγανότητάς του.



1.9.1. Περιοχές προστασίας των υπογείων υδάτων

Η ανάγκη διαρκούς ποιοτικής διασφάλισης του υδρευτικού νερού, που προέρχεται από υπόγεια υδατικά διαθέσιμα, οδηγεί στον καθορισμό ειδικών ζωνών προστασίας γύρω από τα έργα υδροληψίας (αρ.10 Ν.1650/86, αρ.11 Ν.1739/87).

Είναι ευνόητο ότι κάθε εγκατάσταση υδροληψίας από υπόγεια νερά συνιστά ξεχωριστή περίπτωση, λαμβάνοντας κάθε φορά υπόψη τόσο τη χωρική και χρονική μεταβλητότητα των υδρογεωλογικών παραμέτρων όσο και την πολλαπλότητα και συνθετότητα των δυνητικών αιτιών ρύπανσης και μόλυνσης². Έτσι κατά περίπτωση ο προσδιορισμός γύρω από υδρογεωτρήσεις ή πηγές, ομόκεντρων ζωνών ελεγχόμενων δραστηριοτήτων πρέπει να αποτελεί αντικείμενο αυτοτελούς μελέτης. Διευκολυντικά, έμπειροι επιστημονικοί οργανισμοί έχουν διατυπώσει οδηγίες ενδεικτικών διαστάσεων των ζωνών και αντίστοιχων επιτρεπόμενων και απαγορευόμενων δραστηριοτήτων.

Συγκεκριμένα η Deutscher Verein des Gas und Wasserfachs (DVGW) στο τεύχος της W 101/75 συνιστά²⁷ την οριοθέτηση ειδικών ζωνών προστασίας και την ταξινόμηση του υπεδάφους σε κατηγορίες ως εξής:

A. Οριοθέτηση τριών ζωνών προστασίας

Η Ζώνη I αντιστοιχεί στην άμεση γειτονιά των έργων υδροληψίας. Εδώ απαγορεύεται κάθε δραστηριότητα, η αντίστοιχη έκταση πρέπει να απαλλοτριώνεται, να περιφράζεται και να προστατεύεται από την κατάκλιση επιφανειακών νερών. Επιτρέπεται η δασοκάλυψη ή η κάλυψη με γρασίδι.

Η Ζώνη II συνορεύει εσωτερικά με την I, και πρέπει να προστατεύει τα έργα υδροληψίας από βακτηριολογική μόλυνση. Γενικά συνιστάται ο προσδιορισμός των ορίων της Ζώνης II, έτσι ώστε η αντίστοιχη διάρκεια διαδρομής του υπόγειου νερού να ανέρχεται σε 50 περίπου ημέρες. Βέβαια σε περιπτώσεις καρστικών υδροφόρων η γραμμή των 50 ημερών ενδέχεται να απέχει περισσότερο από 2 Km φθάνοντας ακόμη και μέχρι τον υπόγειο υδροκρίτη. Πάντως να επισημανθεί ότι το προτεινόμενο όριο των 50 ημερών συσχετίζεται και με τις γενικότερες υγειονομολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της συγκεκριμένης χώρας, αφού όπως παρατηρεί και ο Καλλέργης (1986), αναφερόμενος σε έρευνες των Wuhrgan και Milde, ορισμένα είδη παθογόνων μικροοργανισμών παρουσιάζουν σε περιβάλλον υδροφόρου, διάρκεια ζωής μέχρι 230 ημέρες.



Και εδώ προτείνεται η πλήρης ή τουλάχιστον μερική απαλλοτρίωση και απαγορεύεται κάθε κατασκευαστική δραστηριότητα, οικιστική εγκατάσταση, εκσκαφή δανειοθαλάμων, λατόμευση, απόθεση σκουπιδιών, βιομηχανικών ή χημικών προϊόντων, διάθεση αστικών ή βιομηχανικών αποβλήτων, αθλητική ή τουριστική εγκατάσταση, λειτουργία χώρων στάθμευσης οχημάτων, χρήση ζωικών λιπασμάτων, εφόσον υπάρχει πιθανότητα επιφανειακής έκπλυσής τους προς τη Ζώνη Ι κ.ο.κ. Επιτρέπεται η χάραξη πεζόδρομων και δρόμων και οι γεωργικές καλλιέργειες με φυσική λίπανση.

Η Ζώνη ΙΙΙ περιβάλλει τη Ζώνη ΙΙ και φθάνει μέχρι τον υδροκρίτη της υπόγειας υδρολογικής λεκάνης. Πρέπει να προστατεύεται από ρύπους, που είναι αδύνατο να εξουδετερωθούν από την αυτοκαθαριστική ικανότητα του εδάφους. Όπου το εύρος της Ζώνης ΙΙΙ είναι πολύ μεγάλο, τότε χωρίζεται μέχρι τα 2 χλμ. στην Υποζώνη ΙΙΙΑ και από τα 2 χλμ. μέχρι τον υδροκρίτη στην ΙΙΙΒ.

Στη Ζώνη ΙΙΙΑ ή ΙΙΙ όταν δεν γίνεται διαχωρισμός σε υποζώνες απαγορεύεται η διάθεση αποβλήτων για γεωργική λίπανση, η κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας αποβλήτων, η εγκατάσταση χωματερών, διυλιστηρίων πετρελαιοειδών, σταθμών βενζίνης, αεροδρομίου, εφαρμογών πυρηνικής ενέργειας, νεκροταφείων κ.α. Στη Ζώνη ΙΙΙΒ απαγορεύεται γενικά η εγκατάσταση δραστηριοτήτων με παραγωγή δυσεπεξεργαστων αποβλήτων, η απόθεση ραδιενεργών ή τοξικών υλικών, η μεταφορά καυσίμων κ.α. Στη Ζώνη ΙΙΙ επιτρέπεται κάθε γεωργική δραστηριότητα, εγκατάσταση οικισμών με στεγανό δίκτυο αποχέτευσης και βιομηχανικών μονάδων με αβλαβή για το πόσιμο νερό προϊόντα κ.α.

Β. Την ταξινόμηση του υπεδάφους σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την ευχέρεια ρύπανσης του υπόγειου υδροφορέα

Υπέδαφος με ευνοϊκά χαρακτηριστικά

Ο υδροφορέας καλύπτεται από συνεχή αδιαπέρατα στρώματα ή στρώματα με σημαντική ικανότητα κατακράτησης των αιωρημάτων. Π.χ. άργιλος με πάχος >1,00 m με επίστρωμα χαλικιών ή άμμου. Λεπτή άμμος πάχους >2,50 m. Μέση έως χονδρόκοκκη άμμος πάχους >4,00 m.



Υπέδαφος με μέσα χαρακτηριστικά

Ο υδροφορέας καλύπτεται από διακοπτόμενα ή μικρού πάχους αδιαπέρατα στρώματα, χωρίς ικανότητα κατακράτησης. Εξασφαλίζει όμως διάρκεια παραμονής 50 ημερών μέχρι το όριο της Ζώνης Ι.

Υπέδαφος με δυσμενή χαρακτηριστικά

Η αυτοκαθαριστική ικανότητα του υδροφορέα είναι ανεπαρκής και η κάλυψή του από αδιαπέρατα επιφανειακά στρώματα είναι σποραδική.

Η συσχέτιση των πιο πάνω κατηγοριών με τις απαιτήσεις των Ζωνών δίνει τις ενδεικτικές τιμές του ακόλουθου Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Ενδεικτικές τιμές του εύρους (m) των ζωνών προστασίας του υπόγειου νερού

Ζώνη	Χαρακτηριστικά υπεδάφους		
	Ευμενή	Μέσα	Δυσμενή
I	10 - 50	20 - 100	100 μέχρι τον υπόγειο υδροκρίτη
II	50 - 250	100 - 500	Μέχρι τον υπόγειο υδροκρίτη
III	Μέχρι τον υπόγειο υδροκρίτη		

Πηγή: Dalhaus / Damrath (1987)



2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΜΟΛΥΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΣΥΛΛΟΓΩΝ

Ένα από τα σημαντικότερα οικολογικά προβλήματα του πλανήτη μας και ταυτόχρονα πρόβλημα υγείας σε παγκόσμια κλίμακα είναι το θέμα ρυπάνσεως και μόλυνσεως του υδάτινου πλούτου. Η διαμόρφωση του καθεστώτος μιας υδάτινης συλλογής εξαρτάται από πολλούς εξωτερικούς παράγοντες, οι οποίοι είναι στενά συνδεδεμένοι μεταξύ τους και ο ένας συμπληρώνει τον άλλο.

Πρωταρχική σημασία στην μόλυνση των υδάτινων συλλογών έχουν η αφθονία και η σταθερότητα των πηγών μόλυνσης. Για τους περισσότερους φυσικούς υδάτινους πόρους των πυκνοκατοικημένων περιοχών της γης, η αύξηση του πληθυσμού και η ανάπτυξη της βιομηχανίας είναι ο κυριότερος παράγοντας μόλυνσεως και ρυπάνσεως⁴.

Η ύπαρξη μόνιμης πηγής μόλυνσεως των ποταμών, λιμνών, πηγών και άλλων υδάτινων δεξαμενών μπορεί να τις καταστήσει ακατάλληλες για χρήση στην καθημερινή ζωή. Γι' αυτό πριν την εκβολή των αποβλήτων σε υδάτινες συλλογές είναι απαραίτητος ο πλήρης καθαρισμός τους ή να εξασφαλιστεί η απουσία των αρνητικών επιδράσεων. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να παίρνεται υπόψη κατά την μελέτη της μόλυνσης των φυσικών υδάτινων πόρων είναι η απόσταση και το μέγεθος των κατοικημένων περιοχών. Η πληθυσμιακή διόγκωση μιας περιοχής συνοδεύεται από αντίστοιχες αστικό-βιοτεχνικές δραστηριότητες, οι οποίες επιβαρύνουν την περιοχή με συνεχώς μεγαλύτερες ποσότητες επιφανειακών ρύπων, και αυξάνουν σταθερά την μόλυνση και ρύπανση της υδάτινης συλλογής⁵. Τα προστιθέμενα θρεπτικά συστατικά σε κάποια υδάτινη συλλογή αυξάνουν την βιολογική παραγωγή και έχουμε ανεπιθύμητες αλλοιώσεις.

Η ποιότητα των φυσικών υδάτινων πόρων επηρεάζεται από τις εποχιακές αλλαγές και από τις καιρικές συνθήκες⁴. Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών και η αύξηση τους εξαρτάται και από έναν άλλον παράγοντα, την θερμοκρασία⁴. Το ανώτατο όριο μικροοργανισμών στα ύδατα παρατηρείται τις ζεστές μέρες του χρόνου, ενώ το κατώτατο όριο τον χειμώνα⁴. Αυτό αποδίδεται στην αύξηση της θερμοκρασίας κατά τους θερινούς μήνες, η οποία επιδρά ευνοϊκά στον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών⁵.

Σ' αυτές τις γενικές νομοτέλειες μπορούν να υπάρχουν και εξαιρέσεις που



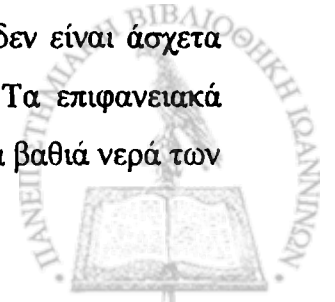
συνδέονται με τους μετεωρολογικούς παράγοντες. Ο αριθμός μικροβίων παρουσιάζει αύξηση μετά από βροχοπτώσεις⁵, διότι με τα όμβρια νερά παρασύρεται η μικροβιακή χλωρίδα του εδάφους εκβάλλοντας στις λίμνες και τα ποτάμια.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που διαμορφώνει την κατάσταση μιας υδάτινης συλλογής είναι οι φυσικοχημικές ιδιομορφίες της. Φυσικοί υδάτινοι πόροι που διατάσσονται στα νότια γεωγραφικά πλάτη και στα πλάτη με εύκρατο κλίμα, συνήθως έχουν άφθονη μικροβιακή χλωρίδα σε σχέση με τις περιοχές ψυχρών ζωνών (π.χ. Αρκτική, Ανταρκτική)⁴.

Η αλατότητα του νερού είναι και αυτή ένα αίτιο που επιδρά στην επιβίωση των μικροοργανισμών στο νερό. Παρατηρήθηκε ότι, κατά την ανάμειξη του γλυκού νερού με το θαλάσσιο στις περιοχές των εκβολών μεγάλων ποταμών ο μικροβιακός φόρτος συγκεντρώνεται πλησίον των εκβολών των ποταμών και κατά τη γραμμή του υδάτινου μετώπου εξάπλωσης του ύδατος των ποταμών.

Οι Brock και Dogland (1970) έκαναν ενδιαφέρουσες μελέτες για την εξακρίβωση των ακραίων ορίων ύπαρξης των μικροοργανισμών στο νερό 300 φυσικών πηγών με διαφορετικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και του pH. Εξακρίβωσαν ότι η αυξημένη οξύτητα του νερού παρεμποδίζει την ύπαρξη των μικροοργανισμών στο νερό στις υψηλές θερμοκρασίες. Σε pH 2-3 το ανώτατο όριο ύπαρξης των μικροοργανισμών αποτέλεσαν οι θερμοκρασίες των 70° C-80° C. Σε pH 7 και άνω οι μικροοργανισμοί επιβιώνουν ακόμη και σε θερμοκρασία νερού 100° C⁴. Την επίδραση του ειδικού βάρους του νερού, της θερμοκρασίας, της αλατότητας, του οξυγόνου και άλλων φυσικοχημικών παραγόντων στην διαμόρφωση της μικροβιακής χλωρίδας των φυσικών υδάτινων πόρων επιβεβαιώνουν πολλοί συγγραφείς²⁸.

Τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία αποκτά η ρύπανση των φυσικών υδάτινων πόρων με παράγωγα πετρελαίου, με λιπάσματα και απορρυπαντικά, τα οποία καταλήγοντας στον υδάτινο αποδέκτη μεταβάλλουν την μικροβιακή χλωρίδα του⁴. Τα παράγωγα πετρελαίου προκαλούν την μείωση της μικροβιακής χλωρίδας, όμως μια τέτοια μείωση είναι αμφίβολο αν πρέπει να την θεωρούμε ως θετικό σημείο, διότι κατά την αύξηση της ρύπανσης με πετρέλαιο απονεκρώνεται η μικροβιακή χλωρίδα. Αυτό με την σειρά του οδηγεί στην διακοπή της λειτουργίας των υδάτινων συλλογών ή τμημάτων τους, σαν βιολογική οντότητα ή και την μετατροπή τους σε νεκρές ζώνες⁴. Το βάθος και ο χαρακτήρας των εναποθέσεων του βυθού δεν είναι άσχετα προς την διαμόρφωση του καθεστώτος μιας υδάτινης συλλογής. Τα επιφανειακά στρώματα του νερού, ιδιαίτερα σε στάσιμα ολίγο ρέοντα ή κινούμενα βαθιά νερά των



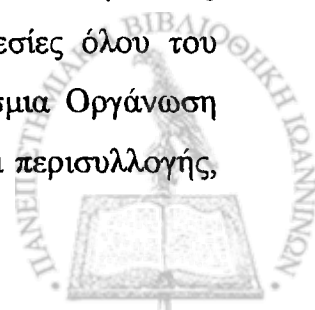
συλλογών, είναι πιο φτωχά σε μικροοργανισμούς, λόγω της καταστρεπτικής επίδρασης των υπερυψωμένων ακτίνων του ηλίου. Σε βάθος 5-10 cm παρατηρείται αύξηση της μικροβιακής χλωρίδας, σε πιο βαθιά στρώματα η ποσότητα της μειώνεται απότομα. Στα ποτάμια λόγω της ενεργητικής ανάμειξης του νερού δεν παρατηρείται σαφής ομοιογένεια στην κατανομή της μικροβιακής χλωρίδας καθέτως.

Το ανώτερο στρώμα του πυθμένα μιας υδάτινης συλλογής είναι πλουσιότερο σε μικροοργανισμούς. Επάνω σ' αυτό δημιουργείται ένας βιολογικός υμένας, ο οποίος παίζει ουσιαστικό ρόλο στην πορεία της ανακύκλωσης της ύλης (οργανικής και ανόργανης) στους φυσικούς υδάτινους πόρους. Όταν το βιολογικό υμένιο διαταραχθεί, μπορεί να προκαλέσει μια αλλαγή στην διαδικασία της βιολογικής ισορροπίας και έτσι να αυξηθεί ο αριθμός μικροβίων στο νερό. Επίσης στον πυθμένα συγκεντρώνονται οργανικές ουσίες και παθογόνοι μικροοργανισμοί που συνιστούν κίνδυνο για την υγεία. Οι υδρόβιοι οργανισμοί επίσης διαμορφώνουν την κατάσταση των φυσικών υδάτινων πόρων. Ο ρόλος τους είναι διπλός. Αφενός στους οργανισμούς αυτούς παρατηρείται μετά από την ενεργητική διήθηση, σημαντική συσσώρευση και συγκέντρωση βακτηρίων και ιών. Σύμφωνα με τα δεδομένα μερικών συγγραφέων⁴ στον οργανισμό των πρωτόζωων (αμοιβάδες), μπορεί να γίνεται ο πολλαπλασιασμός των ιών της γρίπης και της δαμαλίδας⁴. Από την άλλη μεριά η απαλλαγή από την μικροβιακή χλωρίδα του νερού που διηθείται από τον οργανισμό των υδροβίων όντων, αποτελεί διαδικασία καθαρισμού. Δηλαδή οι υδρόβιοι οργανισμοί από την μια μεριά συμβάλλουν στην συσσώρευση της παθογόνου μικροβιακής χλωρίδας από την άλλη μεριά στην απαλλαγή της⁴.

Όπως φαίνεται στην διαμόρφωση των φυσικών υδάτινων πόρων σημαντικό ρόλο έχουν οι διάφοροι παράμετροι ρυπάνσεως και μόλυνσεως τους. Η υδάτινη συλλογή πρέπει να θεωρείται μολυσμένη, εάν σ' αυτή περιοδικά διαταράσσεται η βιολογική ισορροπία⁴.

2.1. Η καταστροφή των υδάτινων αποθεμάτων ως υγεινολογικό, περιβαλλοντικό και οικολογικό πρόβλημα

Το θέμα της ρύπανσης του φυσικού περιβάλλοντος και επομένως και του πόσιμου νερού με αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα είναι τεράστιας σημασίας και απασχολεί τις υγειονομικές και τοξικολογικές υπηρεσίες όλου του κόσμου, καθώς και τους διεθνείς οργανισμούς, κυρίως την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας. Για αρκετές από τις τοξικές ουσίες έχουν καθοριστεί τρόποι περισυλλογής,



εξουδετέρωσης και απόρριψής τους, ενώ για άλλες το πρόβλημα υπάρχει και βρίσκεται υπό μελέτη από τις ειδικές τοξικολογικές και οικολογικές υπηρεσίες¹.

Η ρύπανση και μόλυνση του υδάτινου πλούτου του πλανήτη μας με αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, γεωργικά φάρμακα, προϊόντα του πετρελαίου και με λιπαντικά των πάσης φύσης οχημάτων, σκαφών και αεροσκαφών, φαίνεται ότι είναι το σημαντικότερο οικολογικό πρόβλημα και ταυτόχρονα πρόβλημα υγείας σε παγκόσμια κλίμακα⁵. Η ρύπανση και μόλυνση των χερσαίων νερών και των θαλασσών είναι πρόβλημα συνθετότερο και περισσότερο ζωτικό και από τη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Η τοποθέτηση αυτή στηρίζεται στο γεγονός ότι ο συνολικός υδάτινος όγκος της υδρογείου είναι τεράστιος, είναι όμως πεπερασμένος και σαφώς μικρότερος σε όγκο από εκείνον της ατμόσφαιρας. Εξάλλου η ίδια η ρύπανση του αέρα καταλήγει σε ρύπανση του εδάφους και τελικά των νερών⁵. Οι παραπάνω απόψεις ερμηνεύουν ακόμη και την προβλεπόμενη κρίση νερού της επομένης εκατονταετίας. Η κρίση αναμένεται να είναι ποσοτική (αδυναμία εξεύρεσης μεγάλων ποσοτήτων νερού για την κάλυψη των διογκουμένων αναγκών) αλλά ασφαλώς και ποιοτική⁵. Μετά από κάθε σχεδόν ανακύκλωση του νερού το συλλεγόμενο τελικό προϊόν είναι περισσότερο ρυπασμένο, έστω και σε ελάχιστο βαθμό, από το νερό του προηγούμενου κύκλου⁵. Οι φυσικές δυνατότητες αυτοκάθαρσης δεν είναι απεριόριστες. Στο σημείο αυτό επιβάλλεται η διευκρίνιση των όρων ρύπανση και μόλυνση. Ο πρώτος, η ρύπανση, αναφέρεται στην πρόσμειξη του ύδατος με χημικές ενώσεις ξένες προς την σύσταση του⁵. Τα είδη ρυπάνσεως των υδάτινων συλλογών μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές ομάδες: την χημική και βιολογική.

Ο δεύτερος, η μόλυνση, σημαίνει την παρουσία μικροβίων στο νερό, παθογόνων κυρίως αλλά και σαπροφυτικών⁵. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται οι όροι ταυτόχρονα ως ταυτόσημοι, παρ' όλον ότι αυτό δεν είναι ορθό. Τούτο συμβαίνει διότι τα ακριβή όρια της μόλυνσεως και της ρυπάνσεως είναι δυσδιάκριτα και σχεδόν πάντοτε συνυπάρχουν μόλυνση και ρύπανση του νερού⁵.



3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

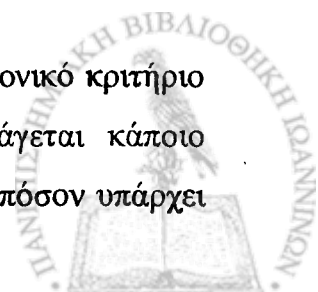
Πόσιμο νερό είναι το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση ή για παρασκευή και συντήρηση τροφίμων και πρέπει να είναι από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία των ανθρώπων και ζώων και οργανοληπτικά άμεμπτο.

Το νερό, κατά τον υδρολογικό του κύκλο στο φυσικό περιβάλλον, έρχεται σε επαφή και εμπλουτίζεται με διάφορες αδιάλυτες και διαλυμένες ουσίες. Παράλληλα μέσω των λυμάτων, αποβλήτων, βροχοπτώσεων, κλπ, μεταφέρονται στα υπόγεια και επιφανειακά νερά ρυπαντικές ουσίες που περιλαμβάνουν στερεά, ανόργανα και οργανικά, θρεπτικά άλατα, παθογόνα μικρόβια, βαρέα μέταλλα και τοξικές ουσίες²⁹.

Για να είναι το νερό πόσιμο πρέπει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του να κυμαίνονται μεταξύ αποδεκτών ορίων που θεσπίζονται νομοθετικά¹. Η Ελληνική Υγειονομική Διάταξη που ισχύει σήμερα έχει εναρμονισθεί με την 80/778/Οδηγία του Συμβουλίου της ΕΕ και περιλαμβάνει 62 παραμέτρους ταξινομημένες σε 5 βασικές ομάδες: Οργανοληπτικές, Φυσικοχημικές, Ανεπιθύμητες, Τοξικές και Μικροβιολογικές. Για μερικές από τις παραμέτρους δεν έχουν καθοριστεί ακόμα ποιοτικά όρια. Οι τιμές των ποιοτικών παραμέτρων του πόσιμου νερού πρέπει να είναι οπωσδήποτε κατώτερες ή ίσες, από την ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση που συμβολίζεται με το γράμμα «D» και να προσεγγίζουν το ενδεικτικό επίπεδο που συμβολίζεται με το γράμμα «G» (άρθρο 7, § 3) (Παράρτημα 17.8).

Σύμφωνα με το Άρθρο 7 της Οδηγίας, για τις παραμέτρους που αναφέρονται στον Πίνακα Α έως Ε του Παραρτήματος Ι της Οδηγίας, τα Κράτη Μέλη πρέπει να λαμβάνουν σαν βάση τις τιμές που αναγράφονται στην στήλη Οδηγός Τιμή προκειμένου να ορίσουν τις επιθυμητές τιμές των παραμέτρων. Η Οδηγία ορίζει Οδηγούς τιμές για 29 παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένης της παραμέτρου Ε62 (Ολικός αριθμός βακτηρίων για νερό σε κλειστά δοχεία). Ωστόσο δεν προσδιορίζεται κάποια γενική φιλοσοφία ή βάση για τον προσδιορισμό των τιμών αυτών. Αν και σε 18 περιπτώσεις που δίνονται Μέγιστο Επιτρεπόμενο Όριο (ΜΕΟ) και Οδηγός Τιμή (ΟΤ), οι ΟΤ είναι μικρότερες από τα ΜΕΟ, δεν είναι δυνατόν να βρεθεί κάποια λογική στην αναλογία των δύο τιμών. Για το λόγο αυτό οι ΟΤ δεν έχουν συμπεριληφθεί στην νομοθεσία αρκετών Κρατών Μελών.

Στον βαθμό που οι ΟΤ δεν ορίζονται με βάση κάποιο επιστημονικό κριτήριο και η προς τα πάνω ή κάτω απόκλιση από αυτές δεν συνεπάγεται κάποιο συγκεκριμένο πρόβλημα για την ποιότητα του νερού, ελέγχεται κατά πόσον υπάρχει



ουσιαστική σκοπιμότητα να συμπεριλαμβάνονται στην σχετική Οδηγία και η πρόταση της EUREAU προς την Επιτροπή είναι η κατάργηση των τιμών αυτών από την νέα έκδοση της σχετικής Οδηγίας.

Μπορούμε να καθορίσουμε τους εξής όρους που πρέπει να εκπληρώνει το υγιεινό νερό για να είναι κατάλληλο για πόση και οικιακή χρήση:

1) Το νερό οφείλει να είναι καθαρό, άχρωμο, διαυγές, άοσμο και χωρίς δυσάρεστη γεύση. Ο χαρακτηρισμός του νερού από μερικούς ως άγευστο δεν είναι απόλυτα ορθός, διότι η ίδια η γεύση έχει υποκειμενικό χαρακτήρα. Ακόμη, η παρουσία αλάτων μέσα στο νερό του προσδίδει διαφορετικό κάθε φορά οργανοληπτικό χαρακτήρα. Ορθότερο είναι να λέμε να μην έχει δυσάρεστη γεύση.

2) Το πύκνωμα των ιόντων υδρογόνου, η αντίδραση του νερού, το pH, να είναι ουδέτερο έως ασθενώς αλκαλικό, pH από 7,0 μέχρι 7,5

3) Η θερμοκρασία του νερού μπορεί να ποικίλει, του πόσιμου όμως καλό είναι να μην υπερβαίνει τους 12° C την ώρα της διανομής, ώστε το νερό να είναι εύποτο και ορεκτό.

4) Να είναι μέσης σκληρότητας. Η σκληρότητα καλό είναι να κυμαίνεται μεταξύ 80 – 150 ppm CaCO₃.

5) Να μην περιέχει δηλητηριώδεις ή τοξικές ουσίες και ενώσεις μετάλλων, π.χ. μολύβδου, που μπορούν να προκαλέσουν βλάβες στον οργανισμό, συνήθως χρόνιες δηλητηριάσεις.

6) Η περιεκτικότητα σε αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά και χλωριούχα άλατα να είναι ελάχιστη και να μην υπερβαίνει τα επιτρεπόμενα όρια.

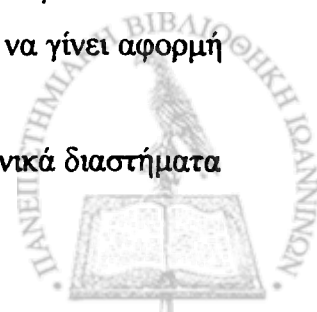
7) Η παροχή του νερού να είναι μόνιμη, χωρίς διακοπή και σε επαρκή ποσότητα.

8) Να είναι τελείως απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς.

3.1. Υγειονομικός έλεγχος των φυσικών υδάτινων πόρων

Το φυσικό περιβάλλον στο οποίο ζούμε συνεχώς αλλάζει⁵. Αυτό συμβαίνει όλο και πιο πολύ τα τελευταία χρόνια με την ανάπτυξη της βιομηχανίας, η οποία από την μια μεριά μας προσφέρει τα βασικά και απαραίτητα αγαθά και από την άλλη την μόλυνση και ρύπανση του περιβάλλοντος⁴. Δεδομένο είναι ότι το νερό ανά πάσα στιγμή και τυχαίως μπορεί να μολυνθεί από παθογόνα μικρόβια είτε να ρυπανθεί από τα απόβλητα των εργοστασίων με διάφορες τοξικές ουσίες και αυτό να γίνει αφορμή κάποιας επιδημίας⁵.

Το νερό πριν δοθεί στην κατανάλωση, πρέπει κατά τακτά χρονικά διαστήματα



να ελέγχεται και να πληρεί τους όρους του υγιεινού νερού. Οι κύριες υγιεινολογικές εξετάσεις που πρέπει να εφαρμόζονται είναι:

- α) η επιτόπια υγειονομική αναγνώριση
- β) η οργανοληπτική εξέταση
- γ) η φυσικοχημική εξέταση
- δ) η μικροβιολογική εξέταση

3.1.1. Η επιτόπια υγιεινολογική αναγνώριση

Κατά το στάδιο ακόμη της μελέτης της ύδρευσης ενός μικρού ή μεγάλου οικισμού επιβάλλεται η διενέργεια επισταμένης επιτόπιας υγιεινολογικής αναγνώρισης. Κάθε επίσης εργαστηριακή εξέταση του νερού συνοδεύεται και από επιτόπια υγιεινολογική αναγνώριση, τα ευρήματα της οποίας αναγράφονται σε ειδικό πρωτόκολλο επιθεώρησης και αποστέλλονται στο εργαστήριο μαζί με τις φιάλες με τα δείγματα του νερού⁵. Κατά αυτόν τον τρόπο ο εργαστηριακός, ο οποίος πραγματοποιεί τη φυσική, χημική και μικροβιολογική εξέταση του δείγματος πληροφορείται και για την περιοχή και το είδος της πηγής προέλευσής του και τις υγιεινολογικές συνθήκες οι οποίες επικρατούν περίξ τους σημείου υδροληψίας, εάν δεν έχει φυσικά προβεί ο ίδιος στην επιτόπια αναγνώριση.

Η αρχική επιτόπια υγιεινολογική αναγνώριση είναι εργασία μεγάλης σημασίας. Τελείται κατά επανάληψη και πάντα με τη συνεργασία υγιεινολόγων, γεωλόγων και υγειονομικών μηχανικών και αποβλέπει στην εξακρίβωση της επάρκειας του νερού, της σύστασης του εδάφους, των συνθηκών μαστεύσεως του νερού, των τυχόν επικοινωνίες της υδάτινης συλλογής με επιφανειακά νερά και ιδίως τις πιθανότητες μόλυνσης με αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα και επιφανειακές ρυπαρίες⁵. Η επιτόπια αναγνώριση στοχεύει ακόμα στην μελέτη των τρόπων με τους οποίους είναι δυνατό να προστατευθεί καλύτερα η υδροφόρος συλλογή από ρυπάνσεις.

Η υγειονομική αναγνώριση χρειάζεται για να συλλεχθούν πληροφορίες που αφορούν σε συγκεκριμένα σημεία κινδύνου στο απόθεμα νερού. Αυτή η πληροφορία μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους, προκειμένου να διευκολύνει τη βελτίωση των αποθεμάτων νερού μιας κοινωνίας. Τα βασικά ερωτήματα περιλαμβάνουν:

- Πώς μπορούν τα στοιχεία να ερμηνευθούν σε όρους σχετικού κινδύνου,



προκειμένου να συνδυαστεί ένας αριθμός συστημάτων, περιλαμβανομένων και αυτών της μεγάλης προτεραιότητας, και να ορισθούν απλά επανορθωτικά μέτρα που μπορούν να αναληφθούν σε τοπικό επίπεδο;

- Πόσα λανθασμένα θετικά, π.χ. λανθασμένα αναγνωρισμένα σημεία κινδύνου, μπορούν να είναι ανεκτά, χωρίς να ακυρωθεί το σύστημα; Με άλλα λόγια, είναι το σύστημα γερό;
- Πώς μπορεί να αναπτυχθεί ένα σύστημα που να είναι αρκετά διακριτό, να μπορεί να αναγνωρίσει συστήματα που απαιτούν άμεση προσοχή χωρίς να καταβάλλει τους εργαζόμενους με τις μεγάλες επανορθωτικές δράσεις που απαιτούνται (για παράδειγμα, υπάρχει μικρό πλεονέκτημα σε μια στρατηγική που ταξινομεί το 80% των συστημάτων σε κλίμακα «υψηλού κινδύνου», αν δεν είναι διαθέσιμοι μαζικοί πόροι για επανορθωτική δράση).
- Πώς μπορούν οι πιο σημαντικές πηγές μόλυνσης να αναγνωριστούν ανάμεσα στον αριθμό των πιθανών πηγών που μπορεί να έχουν σημειωθεί;
- Πώς μπορούν τα περιοδικά προβλήματα να αναγνωριστούν και να ξεκαθαριστεί ποια πρέπει να επανορθωθούν με αλλαγές στην εθνική στρατηγική από ότι με επαναλαμβανόμενη τοπική επανορθωτική δράση;

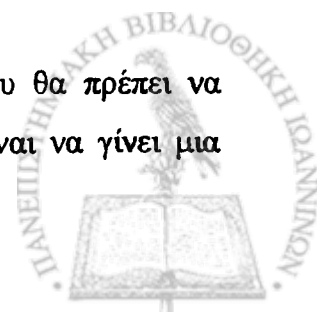
Για κάθε τύπο πηγής νερού η αναλογία ή το ποσοστό των σημείων που καταγράφονται ως θετικά για κίνδυνο κατά τη διάρκεια της υγειονομικής επιθεώρησης δίνουν ένα μέγεθος υγειονομικού κινδύνου. Αυτές οι αιτίες μπορούν να συσχετιστούν με τα διαφορετικά επίπεδα σχετικού κινδύνου (βλ. Πίνακα 5).

Πίνακας 5. Ταξινόμηση επιπέδων σχετικού κινδύνου ανάλογα με την αιτία υγειονομικού κινδύνου³⁰

Μέγεθος κινδύνου	Κίνδυνος
0	Κανένας παρατηρούμενος κίνδυνος
1 – 3	Μικρός κίνδυνος
4 – 6	Μεσαίος κίνδυνος
7 – 10	Μεγάλος κίνδυνος

Ο όρος «κίνδυνος» όπως χρησιμοποιείται εδώ υποδεικνύει τον πιθανό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία από την πηγή νερού ή από το απόθεμα. Στις ποσότητες 1 και 2, ο «κίνδυνος» έχει πιο συγκεκριμένη δευτερεύουσα σημασία

Τα αίτια που σχετίζονται με τα διάφορα επίπεδα κινδύνου θα πρέπει να επιλέγονται βάσει των τοπικών περιστάσεων. Επειδή ο σκοπός είναι να γίνει μια



ταξινόμηση που θα διευκολύνει την επανορθωτική δράση, είναι σημαντικό να επιβεβαιωθεί ότι η αναλογία των αποθεμάτων ή των πηγών που διαιρείται σε κάθε κατηγορία είναι ισορροπημένη. Στα αρχικά στάδια της υλοποίησης μια στενή κλίμακα αιτιών στην κατηγορία του «υψηλού κινδύνου» είναι απαραίτητη προκειμένου να αποφευχθεί η υπερφόρτωση του εργατικού δυναμικού.

Είναι σχετικά απλό θέμα η βαθμολόγηση των συστημάτων των πηγών (σημεία πηγών), όπου υπάρχουν τυπικά μόνο δέκα σημεία για επιθεώρηση, αλλά είναι πιο περίπλοκη η βαθμολόγηση συστημάτων αποθεμάτων νερού σε μια κοινωνία, όπου μερικές φορές περιλαμβάνεται αριθμός πηγών και δεξαμενές, συν ένα σύστημα διανομής³⁰. Στην τελευταία περίπτωση είναι ιδιαίτερα σημαντικό να βασιστεί όχι μόνο σε αριθμητικές συγκρίσεις αποκτούμενες από ανάλυση των στοιχείων υγειονομικής επιθεώρησης αλλά επίσης να βασιστεί και στην κατανόηση της συνολικής λειτουργίας του αποθέματος νερού. Αυτό φωτίζει την σπουδαιότητα της επαρκούς εκπαίδευσης που σχετίζεται με τις πρακτικές των αποθεμάτων νερού σε μια τοποθεσία ή σε μια περιοχή.

3.1.2 Η Οργανοληπτική εξέταση του νερού

Αυτή η εξέταση αποβλέπει στον προσδιορισμό ορισμένων φυσικών ιδιοτήτων του νερού που είναι απαραίτητες για τον χαρακτηρισμό καταλληλότητας του για πόση.

Στις οργανοληπτικές ιδιότητες του νερού εξετάζονται η χροιά, διαύγεια, οσμή, γεύση (Οδηγία ΕΕ, Παράρτημα 17.8).

3.1.3 Η Φυσικοχημική εξέταση του νερού

Αυτή η εξέταση παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για την περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε διάφορες χημικές ενώσεις οι οποίες υπάρχουν φυσιολογικά στο νερό, κυρίως όμως για ουσίες ξένες προς την φυσική σύσταση του νερού επικίνδυνες για την υγεία των καταναλωτών⁵.

Στο φυσικό νερό συνήθως ανευρίσκονται διάφορες οργανικές και ανόργανες χημικές ενώσεις, αλλά σε πολύ μικρό ποσοστό. Αυτές οι χημικές ουσίες βοηθούν τον ανθρώπινο οργανισμό στις βιοχημικές αντιδράσεις, στον μεταβολισμό των κυττάρων και παίζουν τον ρόλο των καταλυτών⁴.



Οι ιδιομορφίες της χημικής σύνθεσης των φυσικών νερών εξαρτώνται από την προέλευση τους, από το αν τα νερά είναι βρόχινα ή διέρχονται δια στρώματος εδάφους, εάν είναι θαλάσσια, λιμναία, ποταμών ή πηγαία. Τα πιο σημαντικά χημικά συστατικά του νερού είναι τα ιόντα Cl, SO₄, HSO₃, CO₃, Na, K, Mg, H, επίσης Br, J, HPO₄, H₂PO₄, S₂O₃, Fe, Al, Sr. Εκτός από αυτά στο νερό μπορούν να περιέχονται οργανικές ουσίες εδαφικής προελεύσεως και ανόργανες προσμίξεις. Η περιεκτικότητα σε άλατα (μεταλλικότητα) του πόσιμου νερού, κατά τη συνεχή χρήση του οδηγεί στην διαταραχή της πέψης, στην ελάττωση της όρεξης, στην εμφάνιση αδυναμίας, στην απώλεια της ικανότητας για εργασία, στην επιδείνωση των χρόνιων ασθενειών του γαστρεντερικού σωλήνα⁴. Πόση νερού με ισχυρή μεταλλική σύσταση (μεταλλικότητα), οδηγεί στην αφυδάτωση του οργανισμού, στην διατάραξη της οξεο-βασικής ισορροπίας, στην αύξηση του υπολειπόμενου αζώτου στο αίμα, στην πυκνότητα του λευκόματος στο πλάσμα του αίματος, φαινόμενα που συνοδεύονται με εξασθένηση της καρδιακής λειτουργίας και οδηγούν σε θάνατο⁴.

Η μελέτη της νοσηρότητας και οι έρευνες των ιατρών υγειονολόγων επέτρεψαν να διαπιστωθεί ότι, η επίδραση της ολικής μεταλλικής σύστασης του νερού πάνω στον οργανισμό εξαρτάται κυρίως από την ποσοτική σχέση των εισερχομένων στο νερό ενώσεων. Έτσι η άφθονη είσοδος στο οργανισμό με το πόσιμο νερό χλωριούχων ενώσεων, ειδικά, του χλωριούχου νατρίου, προκαλεί αναστολή της γαστρικής έκκρισης, μείωση της διούρησης, αύξηση της αρτηριακής πίεσεως, αναπτύσσεται η αρτηριακή υπέρταση και επίσης εντείνει την υπερτασική δράση της αδρεναλίνης⁴.

Ομάδα εργασίας (Π.Ο.Υ., 1978) στην Ολλανδία εξέτασε τη σχέση επιπέδων νατρίου και υπερτάσεως και την παρουσία χλωριούχων στο νερό. Τα συμπεράσματα ήταν, ότι, το ιόντα νατρίου δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 20 χλστγ. στο λίτρο νερού γι αυτό πρέπει να ενθαρρύνεται η μείωση του νατρίου στο νερό. Η ομάδα των Βρυξελλών (Π.Ο.Υ., 1977) αναγνώρισε ότι, αυξημένη ποσότητα νατρίου στο νερό αποτελεί αιτία παιδικής νοσηρότητας και επιδρά δυσμενώς στη θεραπεία ασθενών που πάσχουν από καρδιακές ασθένειες⁴. Και οι δύο ομάδες θεώρησαν ότι το επίπεδο νατρίου στο πόσιμο νερό πρέπει να διατηρείται στο πιο χαμηλό δυνατό επίπεδο.

Η υψηλή περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε θεικές ενώσεις προκαλεί διαταραχή στην ανταλλαγή νερού και αλάτων. Πέραν αυτού τα θειικά προκαλούν φαινόμενα δυσπεψίας με ελαφρές ως βαριές εκδηλώσεις⁴.



Η μεγάλη ποσότητα νιτρικών που περιέχει το πόσιμο νερό μπορεί να εξασκήσει αρνητική επίδραση στον οργανισμό του ανθρώπου. Σ' αυτό το γεγονός έδωσαν για πρώτη φορά προσοχή στις Η.Π.Α., όταν στο Γουόλτον το 1951 εμφανίστηκε βαριάς μορφής μεθαιμοσφαιριναιμία σε παιδιά, που έπιναν νερό με περιεκτικότητα νιτρικών άνω των 50 mg/L. Από αυτά τα παιδιά τα 39 πέθαναν. Η νόσος είναι αποτέλεσμα της επίδρασης των βακτηρίων, που κατοικούν στο έντερο, πάνω στα νιτρικά και αναγωγή των τελευταίων σε νιτρώδη, τα οποία απορροφούνται από το αίμα και σταδιακά αδρανοποιούν την αιμοσφαιρίνη προκαλώντας έλλειψη οξυγόνου. Έτσι η αιμοσφαιρίνη μεταβάλλεται σε μεθαιμοσφαιρίνη, με αποτέλεσμα να αναπτυχθεί η τοξική κυάνωση-βαριά πάθηση του αίματος⁴.

Από τις ανόργανες ενώσεις ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα άλατα μαγνησίου και ασβεστίου. Τα ιόντα μαγνησίου και ασβεστίου συντελούν στη σκληρότητα του νερού.

Η σημασία της σκληρότητας είναι περισσότερο οικονομική και συνίσταται στο ότι, τα σκληρά νερά είναι ακατάλληλα για την οικιακή οικονομία, για βιοτεχνική και βιομηχανική χρήση. Όταν η αναλογία του ασβεστίου και μαγνησίου είναι 3:1 το νερό κρίνεται ικανοποιητικό και από πλευράς υγείας και από τεχνική άποψη⁴.

Στα πόσιμα νερά, μπορεί να υπάρχει έλλειψη ή περίσσεια από ιχνοστοιχεία, τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην ζωτική δραστηριότητα και λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Τα ιχνοστοιχεία περιέχονται στην σύσταση βιολογικά ενεργών ενώσεων: ενζύμων (Zn, Cu, Mn, Mo, Se), βιταμινών (Co), ορμονών (J, Co), αναπνευστικών ενζύμων (Fe, Cu) και στην δόμηση του αίματος (Fe).

Το πόσιμο νερό καλύπτει μόνον το 1-10% της 24ωρης απαίτησης σε ιχνοστοιχεία, όπως το ιώδιο, σίδηρος, κοβάλτιο, ψευδάργυρος, μολυβδαίνιο, μαγνήσιο και μόνο για το φθόριο και το στρόντιο είναι η βασική πηγή εισόδου στον οργανισμό του ανθρώπου⁴.

Τα ιχνοστοιχεία είναι καταμερισμένα στον φλοιό της γης ανισομερώς και γι' αυτό δημιουργείται περίσσεια ή έλλειψη τους στο νερό, στο έδαφος και στα φυτά ορισμένων περιοχών. Αυτές τις περιοχές τις ονομάζουν "βιογεωχημικές περιοχές ή επαρχίες"⁴ και την νόσο γεωχημική ενδημία. Οι πιο μελετημένες "γεωχημικές ενδημίες" είναι αυτές που έχουν σχέση με την έλλειψη ή περίσσεια του φθορίου, ιωδίου, κοβαλτίου, στρόντιου. Στην Ελλάδα έχουμε δυο "βιογεωχημικές επαρχίες" που η περιεκτικότητα του ύδατος σε F, ως NaF συνήθως, είναι υψηλότερη. Αυτές είναι η περιοχή του Λαυρίου και η περιοχή του Λαγκαδά της Θεσσαλονίκης.

Μακροχρόνια πόση νερού με φθόριο οδηγεί σε αλλοιώσεις των αναπτυσσομένων οδόντων νεαρών ατόμων. Τα δόντια εμφανίζουν υπόφαιες κηλίδες λόγω στικτής αδαμαντίνης.

Η συγκέντρωση του I_2 στο νερό είναι ο δείκτης για την παρουσία του στο έδαφος και στα φυτά. Έλλειψη του μπορεί να σημαίνει πιθανό κίνδυνο εμφάνισης βρογχοκήλης. Για την αποφυγή της ενδημικής βρογχοκήλης προστίθενται μικρή ποσότητα ανόργανου ιωδίου στο νερό.

Το νερό είναι δυνατόν να περιέχει λόγω ρύπανσης διάφορες χημικές τοξικές ουσίες: As, Cu, Pb, Zn, φαινόλη κ.ά. Σε αυτές τις περιπτώσεις το ύδωρ μπορεί να είναι το αίτιο σοβαρών νοσημάτων (π.χ. μολυβδίαση). Κλασσικό παράδειγμα παραμένει η περίπτωση της επιδημίας ασθενείας του κόλπου του Minamata του 1953 στην Ιαπωνία, όπου στη θάλασσα αποχύνονταν βιομηχανικά απόβλητα υδραργύρου. Οι κάτοικοι της περιοχής χρησιμοποιούσαν ως τροφή τα ψάρια που ήταν μολυσμένα με υδράργυρο. Αυτή η χρόνια δηλητηρίαση των κατοίκων με υδράργυρο εκδηλώθηκε με χρόνια νευρολογικά κυρίως σύνδρομα. Η επιδημία διήρκεσε πολλά χρόνια, προσέβαλε 2.000 περίπου άτομα, προκάλεσε 200 περίπου θανάτους, οι υπόλοιποι έμειναν μονίμως ανάπηροι.

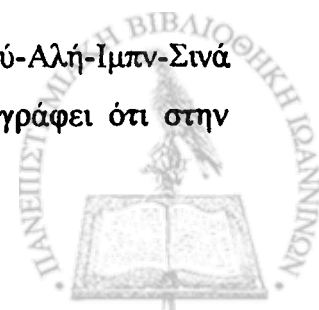
3.1.4 Μικροβιολογική εξέταση του νερού

Ο σημαντικός ρόλος του νερού στη ζωή του ανθρώπου δεν αποκλείει το ενδεχόμενο μη ευνοϊκής επίδρασης, την οποία το νερό έχει κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Ο ρόλος του νερού στην εμφάνιση και εξάπλωση μερικών λοιμωδών νοσημάτων ήταν γνωστός πριν την ανακάλυψη του αιτίου, δηλαδή την ύπαρξη στο νερό παθογόνων μικροοργανισμών.

Ο πρώτος που ανέφερε για την επίδραση του πόσιμου νερού στην υγεία του ανθρώπου ήταν ο μεγάλος ιατρός-φιλόσοφος της αρχαιότητας ο Ιπποκράτης. Στο βιβλίο του "Περί αέρων, υδάτων και τόπων" τονίζει ότι: "Εκείνος ο οποίος επιθυμεί να εγκύψει εμβριθώς εις την μελέτη της Ιατρικής, οφείλει να εξετάζει και την δύναμη ενεργείας των ποσίμων νερών, διότι ως ταύτα διαφέρουν κατά την γεύση και το βάρος, ούτω διαφέρουν μέγας και κατά την ενέργεια"⁴.

Επίσης στον ΧΙ αιώνα ο Άραβας φιλόσοφος Αμπού-Αλή-Ιμπν-Σινά (Αβικέννας) στο Βιβλίο του "Ο κανών της Ιατρικής επιστήμης" γράφει ότι στην



εξάπλωση των λοιμωδών νοσημάτων ο κύριος ρόλος ανήκει στα ρυπαρά βρώμικα νερά και πρότεινε το φιλτράρισμα τους⁴.

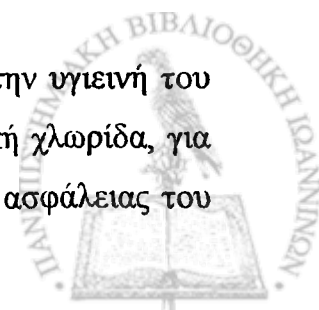
Αργότερα, ο Άγγλος ερευνητής John Snow ανέφερε, ότι το νερό ήταν η αιτία της επιδημίας της χολέρας του Λονδίνου στα 1849-1855. Όμως σήμερα αυτό το πρόβλημα αποκτά ειδική επικαιρότητα σε σχέση με την αυξανόμενη σημασία των επιφανειακών νερών (τεχνητών ή φυσικών λιμνών) στην δραστηριότητα των ανθρώπων. Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών και η συνακόλουθος ρύπανση του περιβάλλοντος, μειώνει αισθητά την ποσότητα του διαθέσιμου νερού που είναι ποιοτικά κατάλληλο για ύδρευση. Η λύση των τεχνητών λιμνών ασφαλώς αποκτά μεγαλύτερη σημασία για την κάλυψη των αναγκών της κοινωνίας. (π.χ. Μόρνος, Μαραθώνας, κ. ά.). Βέβαια τα επιφανειακά νερά παρουσιάζουν πολλές φορές σοβαρή ρύπανση και μόλυνση γι' αυτό είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη το ενδεχόμενο εμφάνισης και εξάπλωσης υδατογενών λοιμώξεων.

Σχετικά καλά μελετήθηκε ο ρόλος των υδάτινων συλλογών στην εξάπλωση και μετάδοση βακτηριακών λοιμώξεων. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερη προσοχή δίνεται στην σχέση των ιογενών νοσημάτων με τα επιφανειακά νερά. Πρέπει να τονιστεί ότι ο υδάτινος παράγοντας παίζει σημαντικό ρόλο και στην μετάδοση και εμφάνιση ανθρωποζωνόσων.

Η μικροβιολογική εξέταση του νερού είναι πρωταρχικής σημασίας υγιεινολογική πράξη για την προάσπιση της δημοσίας υγείας⁴. Εάν το νερό δεν είναι απαλλαγμένο από μικροοργανισμούς, τότε είναι δυνατόν να γίνει το αίτιο μεταφοράς, διασποράς και μετάδοσης στον πληθυσμό παθογόνων μικροοργανισμών και επομένως να γίνει πρόξενος εκτεταμένων επιδημιών υδρικής προελεύσεως⁴.

Η μη ανεύρεση στο νερό παθογόνων μικροοργανισμών, δεν είναι και εγγύηση της καλής ποιότητας του. Αυτό εξαρτάται από την υψηλότερη ευαισθησία του οργανισμού του ανθρώπου σε σχέση με την χρησιμοποιημένη μέθοδο, από την ανισομερή κατανομή στο νερό της παθογόνου μικροβιακής χλωρίδας, της γρήγορης φθοράς της και άλλων παραγόντων. Επίσης για τον άνθρωπο είναι σημαντική, η μόλυνση του νερού με την ευκαιριακή παθογόνο και σαπρόφυτη μικροβιακή χλωρίδα⁴.

Τον τελευταίο καιρό, πολλοί ερευνητές υπογραμμίζουν ότι στην υγιεινή του νερού πρέπει να υπολογίζεται και η ευκαιριακή παθογόνος μικροβιακή χλωρίδα, για την διευκρίνηση των κριτηρίων υγιεινολογικής και επιδημιολογικής ασφάλειας του



νερού⁴.

Για τον λόγο αυτό, αν και τον τελευταίο καιρό οι επιτεύξεις στην άμεση ανακάλυψη των παθογόνων μικροβίων στον τομέα του φυσικού περιβάλλοντος έχουν προοδεύσει, οι δείκτες μικροοργανισμοί που είναι δείκτες της βιολογικής ρύπανσης δεν έχασαν την σπουδαιότητά τους⁴. Για τον υγειονομολογικό χαρακτηρισμό και την υγειονομική κατάσταση των φυσικών υδάτινων πόρων που χρησιμοποιούνται ή θα χρησιμοποιηθούν για πόση εξετάζονται οι:

α) έμμεσοι δείκτες - μικροοργανισμοί της βιολογικής ρυπάνσεως, οι οποίοι δεν αποικίζουν και δεν είναι οι φυσικοί συμβιούντες του ανθρώπου και ζώων, αλλά ανακαλύπτονται εκεί που οι δραστηριότητες του ανθρώπου αυξάνουν την οργανική ύλη ζωϊκής και φυτικής προελεύσεως, και

β) άμεσοι δείκτες - μικροοργανισμοί βιολογικής ρυπάνσεως, των οποίων η οικολογία έχει σχέση με την εντερική χλωρίδα ανθρώπων και ζώων.

Για να οριστεί ένας μικροοργανισμός ως δείκτης μόλυνσεως, πρέπει να ληφθούν υπ' όψη μερικοί κανόνες και ο δείκτης να είναι αξιόπιστος προς την υγειονομική υγειονομολογική αξιολόγηση της κατάστασης των υδάτινων συλλογών ανάλογα με τον οριζόμενο σκοπό της έρευνας⁴.

Οι απαντώμενοι στο νερό μικροοργανισμοί απαιτούν αναλόγως του είδους και διαφορετικές διατροφικές και αναπτυξιακές συνθήκες. Έτσι οι ψυχρόφιλοι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται καλύτερα σε θερμοκρασία 20° C, οι μεσόφιλοι στους 35° - 37° C, ενώ οι θερμόφιλοι τους 45° - 50° C. Οι αυτότροφοι και τα θειοβακτηρίδια απαιτούν ειδικά θρεπτικά υποστρώματα και οι σπόροι των αναεροβίων μικροβίων για να βλαστήσουν απαιτούν την έλλειψη οξυγόνου. Ευνόητο είναι λοιπόν ότι με μια μόνο εξέταση δείγματος νερού αδυνατούμε να καταμετρήσουμε το σύνολο των μικροβίων στο νερό. Απαιτούνται περισσότερες, ταυτόχρονες και παράλληλα εκτελούμενες ειδικές μικροβιολογικές εξετάσεις⁵.

Με τις συνηθισμένες μικροβιολογικές τεχνικές, δεν αποκαλύπτουμε το σύνολο των μικροοργανισμών που είναι δυνατόν να υπάρχουν στο νερό, αλλά αποβλέπουμε στην εξακρίβωση εκείνων μόνο των μικροβίων, τα οποία γρήγορα και εύκολα αναπτύσσονται στους 35° - 37° C και προέρχονται συνήθως από λύματα και περιττωματικές ουσίες. Αποτελούν επομένως οι μικροοργανισμοί αυτοί αδιάψευστη μαρτυρία μόλυνσης του νερού και επιβάλλουν την απόρριψή του για πόση και οικιακή χρήση⁵.



4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

4.1. Οργανοληπτικές παράμετροι ποιότητας του πόσιμου νερού

4.1.1 Χρώμα

Το υγιεινό νερό είναι άχρουν. Όταν το νερό καταλαμβάνει στρώμα πάχους αρκετών μέτρων, τότε λαμβάνει χροιά κυανή. Ο προσδιορισμός της χροιάς στο εργαστήριο γίνεται με την βοήθεια συγκρίσεως του δείγματος νερού με πρότυπο κεχρωσμένο διάλυμα καραμέλας ή διάλυμα λευκοχρύσου ή κοβαλτίου⁵.

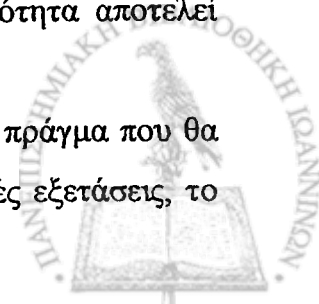
Τα στάσιμα επιφανειακά ύδατα έχουν συνήθως ελαφρά κίτρινη ή κιτρινόφαιη χροιά. Την ίδια απόχρωση παίρνουν και τα νερά που ρυπαίνονται με αποχωρηματικές ουσίες, λύματα εργοστασίων και απόβλητα πόλεων. Διάφορες αποχρώσεις λαμβάνουν τα επιφανειακά νερά που δέχονται τα απόβλητα εργοστασίων ή χημικών βιομηχανιών οι οποίες χρησιμοποιούν συγκεκριμένες χρωστικές. Τα νερά που έχουν και ελαφρά ακόμη χρώση είναι ύποπτα ρυπάνσεως και πρέπει να απορρίπτονται ως ακατάλληλα για πόση και οικιακή χρήση.

Κίτρινες ή καστανές αποχρώσεις, που συχνά παρατηρούνται σε επιφανειακά νερά με ελώδη προέλευση, μαρτυρούν την παρουσία οργανικών ουσιών. Ακόμη και όταν η χρώση του πόσιμου νερού δεν αποτελεί κίνδυνο για την υγεία, η αισθητική εντύπωση είναι έντονα αρνητική. Σύμφωνα με την Κ.Ο.80/778, το ενδεικτικό επίπεδο χρώματος είναι 1 μονάδα και το ανώτατο παραδεκτό 20 μονάδες της κλίμακας λευκόχρυσου/κοβαλτίου². (Μια μονάδα της κλίμακας Pt/Co αντιστοιχεί στο χρώμα υδατικού διαλύματος K_2PtCl_6 με συγκέντρωση 1mg/l).

4.1.2 Θολότητα

Το χημικά καθαρό νερό είναι και διαυγές. Θολότητα (ή θολερότητα) παρατηρείται συνήθως σε επιφανειακά νερά, που περιέχουν ουσίες σε αιώρηση, με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση του φωτός και τον περιορισμό της ορατότητας σε βάθος. Υπεύθυνες για την ύπαρξη θολότητας μπορεί να είναι κολλοειδείς ή αδρομερείς, ανόργανες ή οργανικές αιωρήσεις, μικροοργανισμοί². Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές όταν φθάσει στον καταναλωτή και η θολότητα αποτελεί κριτήριο της απόδοσης των έργων επεξεργασίας.

Εάν η θολερότητα οφείλεται σε αιώρηση οργανικών ουσιών, πράγμα που θα εξακριβωθεί με τις περαιτέρω χημικές αναλύσεις και μικροβιολογικές εξετάσεις, το



νερό κρίνεται απολύτως ακατάλληλο προς χρησιμοποίηση. Η θολρότητα που οφείλεται σε εναιώρηση λεπτοτάτης αργίλου δεν καθιστά το νερό ακατάλληλο³, ιδίως μάλιστα εάν οι υπόλοιπες εξετάσεις δεν συνηγορούν σε βάρος της ποιότητας του νερού. Και σ' αυτήν πάντως την περίπτωση το νερό δίνεται στην κατανάλωση μετά από καθίζηση της λεπτοτάτης αργίλου ή διηθήσεώς της από φίλτρα. Θόλωση του νερού πηγών μετά από βροχή ή λιώσιμο χιονιών σημαίνει επικοινωνία άμεση της πηγής με επιφανειακά νερά και αυτό πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψη⁵.

Η υγιεινολογική σημασία ελέγχου της θολότητας είναι τριπλή και αφορά την:

- αισθητική, όπου αντανακλάται η δικαιολογημένη από την εμπειρία εντύπωση, ότι το θολό νερό είναι και επικίνδυνο,

- τη διηθησιμότητα, αφού η ύπαρξη υψηλής θολότητας, δυσχεραίνει τη λειτουργία των φίλτρων και ανεβάζει το κόστος της δύλισης

- και την απολύμανση, επειδή μεγάλες συγκεντρώσεις αιωρημάτων περιορίζουν την αποτελεσματικότητα της συνηθέστερα χρησιμοποιούμενης μεθόδου απολύμανσης, της χλωρίωσης².

Ορισμένα ορυκτά υλικά (όπως βαριά μέταλλα) ή οργανικές ενώσεις (φυτοφάρμακα κλπ) ή βακτήρια έχουν την τάση να προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια³¹.

Αιωρούμενα στερεά που προκαλούν αύξηση της θολότητας βοηθούν την ανάπτυξη βακτηριδίων, επειδή στην επιφάνεια τους που προσκολλώνται τα βακτήρια, προσροφώνται και ανόργανα θρεπτικά υλικά³¹. Υπάρχουν πολλές έρευνες οι οποίες συσχετίζουν την θολότητα με την χαμηλή ποιότητα του νερού³¹. Η υψηλή θολότητα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης.

Η θολότητα είναι μία σημαντική παράμετρος αισθητικής αποδοχής από τους καταναλωτές, αλλά και λειτουργικής καταλληλότητας στο βαθμό που επηρεάζεται αρνητικά η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Οι καταναλωτές πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση του νερού που είναι ορατά θολό.

Σύμφωνα πάντα με την 80/778 το ενδεικτικό επίπεδο θολότητας ορίζεται σε 1 και το ανώτατο σε 10 μονάδες, με πρότυπη μονάδα θολότητας εκείνη που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση 1mg/lit SiO₂³². Η θολότητα είναι ένα μέτρο των αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό. Μετράται συνήθως σε μονάδες NTU (Nephelometric Turbidity Units). Η Οδηγία 80/778/ΕΟΚ προσδιορίζει σαν ΟΤ 0.4 NTU και σαν ΜΕΟ 4 NTU. Η ΠΟΥ προσδιορίζει ΟΤ μικρότερη από 1 NTU και ΜΕΟ 5 NTU.



4.1.3 Η οσμή και η γεύση του νερού

Γεύση ή και οσμή στο πόσιμο νερό προσδίδουν οι περισσότερες οργανικές και ορισμένες ανόργανες χημικές ουσίες, που μπορεί να προέρχονται από αστικά ή βιομηχανικά υγρά απόβλητα, τη φύση (άλγη, φυτικές ύλες σε αποσύνθεση), μικροβιολογική δράση συνδυασμένη με τις πιο πάνω πηγές, ή από προϊόντα της χλωρίωσης². Γεύση και οσμή προσδίδουν στο νερό ξένες ουσίες όπως φαινόλες, χλώριο, αμμωνία, υδρόθειο, υδρογονάνθρακες, φύκη κ.λ.π. Αντίθετα, η ευχάριστη γεύση του νερού οφείλεται στο διαλυμένο οξυγόνο ή το διοξείδιο του άνθρακα².

Συχνά είναι αδύνατο να προσδιορισθεί η υπεύθυνη χημική ουσία επειδή η ύπαρξη γεύσης ή οσμής γίνεται αντιληπτή από τις αντίστοιχες ανθρώπινες αισθήσεις ακόμη και σε συγκεντρώσεις μερικών μικρογραμμάτων ανά λίτρο.

Τα επιφανειακά νερά παρουσιάζουν πολλές φορές χαρακτηριστική οσμή υδροθείου ή δριμεία οσμή ευρώτος μούχλας από την σήψη οργανικών ουσιών, μικροοργανισμών, φυτοπλαγκτού⁵. Το νερό αυτό είναι ύποπτο ρυπάνσεως. Τα πηγαία νερά έχουν ενίοτε έντονη οσμή υδροθείου, η οποία προέρχεται από την αναγωγή θειούχων μεταλλικών ενώσεων της πηγής, θειούχα ύδατα, π.χ. των Μεθάνων ή των Θερμοπυλών. Το νερό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν το υδρόθειο αποβάλλεται μετά από διαδικασία αερισμού. Η οσμή πάντως του H_2S το καθιστά αποκρουστικό⁵.

Δεν υπάρχουν κλίμακες μέτρησης της οσμής ή της γεύσης. Προσδιορίζεται μόνο το «κατώφλι» οσμής ή γεύσης, ως η ελάχιστη συγκέντρωση κάτω από την οποία η οσμή ή η γεύση που προκαλεί κάποια ουσία σε διάλυση, παύει να είναι αντιληπτή². Η μέτρηση της οσμής γίνεται με την μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων, στους 20°C και 60°C, μέχρις ότου πάψει να γίνεται η οσμή αντιληπτή. Η απαιτούμενη ελάχιστη αραιώση ονομάζεται οριακός αριθμός οσμής²⁹.

Η Κοινοτική Οδηγία 80/788 απαιτεί την απουσία οποιασδήποτε οσμής ή γεύσης στο πόσιμο νερό. Η ευχάριστη γεύση του ύδατος οφείλεται στα άλατα που είναι διαλυμένα στο νερό σε μικρές ποσότητες και ταυτόχρονα στην χαμηλή θερμοκρασία του, 7° - 12°C⁵. Το υγιεινό νερό δεν πρέπει να έχει γεύση αλμυρή, πικρή, στυπτική, ευρωτιώδη ή σηπεδονώδη. Νερό που δεν περιέχει μικρές ποσότητες «εν διαλύσει» αλάτων ούτε διοξείδιο του άνθρακος και οξυγόνο είναι άνοστο και έχει γεύση «μωράν», όπως του αποσταγμένου νερού ή του βρασμένου. Αντίθετα, τα μεταλλικά νερά, όπως έχει ήδη αναφερθεί, χαρακτηρίζονται από ευχάριστη γεύση, είναι εύποτα και ορεκτά. Δυσάρεστη γεύση του νερού είναι δυνατόν να προέρχεται

από διάφορες ενώσεις μετάλλων και οργανικών ουσιών. Σ' αυτήν την περίπτωση οφείλουμε να πιθανολογήσουμε την ρύπανση του νερού με απόβλητα εργοστασίων⁵. Δυσάρεστη τέλος είναι η γεύση του νερού επί υπερχλωρίωσης.

4.2. Φυσικοχημικές παράμετροι του πόσιμου νερού

4.2.1. Η θερμοκρασία του νερού

Την θερμοκρασία του νερού προσδιορίζουμε με ακριβή όχι όμως και ευαίσθητα, με νωθρά, υδραργυρικά θερμομέτρα στο σημείο της δειγματοληψίας, ή, ακόμη καλύτερα, με ηλεκτρικά θερμομέτρα. Το νερό πρέπει να έχει θερμοκρασία μεταξύ 7°-12°C. Κάτω από τους 7°C δεν είναι ευχάριστα ανεκτό κατά την πόση, ενώ σε θερμοκρασία άνω των 15°C δεν είναι αναψυκτικό και δεν πίνεται ευχαρίστως⁵. Πάντως, η Κ.Ο. 80/778 προτείνει ως ενδεικτικό επίπεδο θερμοκρασίας του πόσιμου νερού τους 12°C και ως ανώτατη τιμή τους 25°C².

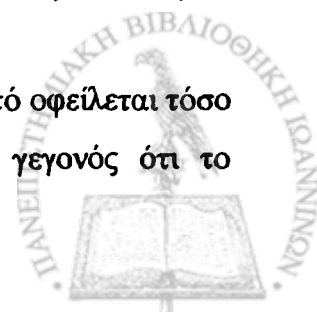
Των επιφανειακών νερών η θερμοκρασία ακολουθεί την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 0°-25°C. Η θερμοκρασία των υπογείων και πηγαίων νερών είναι σταθερή. Εάν η θερμοκρασία πηγαίου νερού μεταβάλλεται αμέσως μετά από βροχή ή όταν λιώνουν τα χιόνια, αυτό πιθανότατα σημαίνει ότι το πηγαίο νερό δέχεται απευθείας προσμίξεις επιφανειακού νερού με όλους τους κινδύνους που επιφέρει αυτή η επικοινωνία⁵.

Η θερμοκρασία του φυσικού νερού επηρεάζει σημαντικά ορισμένα στάδια της επεξεργασίας, που εφαρμόζεται ώστε να γίνει πόσιμο. Μόλις η θερμοκρασία κατέβει κάτω από τους 10°C, διαδικασίες όπως η χημικά προκαλούμενη κροκίδωση δυσχεραίνονται και επιβραδύνονται².

Μια από τις μορφές ρύπανσης των νερών είναι και η θερμική τους αλλοίωση. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για τις περιπτώσεις όπου μεγάλες ποσότητες αποβλήτων υψηλής θερμοκρασίας αποβάλλονται στους φυσικούς αποδέκτες⁹.

Η θερμική αλλοίωση αναφέρεται κυρίως στα νερά ποταμών και λιμνών, που χρησιμοποιούνται στους πύργους ψύξης θερμοηλεκτρικών και πυρηνικών εγκαταστάσεων. Το νερό αντλείται από τον παρακείμενο ποταμό ή λίμνη και επιστρέφει στο ίδιο μέρος θερμότερο. Η αύξηση της θερμοκρασίας των νερών δημιουργεί τα παρακάτω προβλήματα.

α) Μειώνεται η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Αυτό οφείλεται τόσο στην ελάττωση της διαλυτότητας του οξυγόνου όσο και στο γεγονός ότι το



αποβαλλόμενο θερμό νερό, ως ελαφρότερο, παραμένει στην επιφάνεια και εμποδίζει την διάχυση του οξυγόνου στα κατώτερα στρώματα.

β) Αυξάνονται οι ταχύτητες των χημικών αντιδράσεων. Παράλληλα, αυξάνεται και ο ρυθμός του μεταβολισμού, ο οποίος διπλασιάζεται για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10 °C.

γ) Ελαττώνεται η ικανότητα αντίστασης των υδροχαρών οργανισμών και των ψαριών στις ασθένειες και τις τοξικές ουσίες και όπως αναφέρεται παραπάνω, επηρεάζονται σημαντικά διάφορες βιολογικές λειτουργίες τους (μείωση του χρόνου επώασης των αυγών). Υπέρμετρη αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί και τον θάνατο των υδρόβιων οργανισμών.

δ) Πολλαπλασιάζονται υπέρμετρα τα βακτηρίδια που καταναλώνουν την υπόλοιπη ποσότητα του οξυγόνου. Το νερό αποκτά, δυσάρεστη οσμή και γεύση⁹.

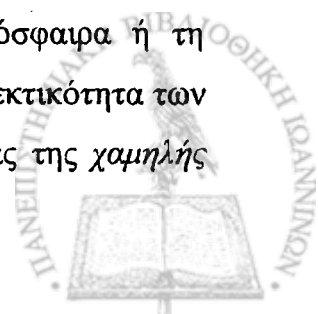
4.2.2. Συγκέντρωση ιόντων Υδρογόνου (pH), οξύτητα και αλκαλικότητα των φυσικών νερών

Το pH είναι σημαντική παράμετρος σε όλες τις φάσεις της επεξεργασίας του πόσιμου νερού και επηρεάζει την κροκίδωση, την απολύμανση και την αποσκλήρυνση. Η διατήρηση του pH μεταξύ των τιμών 6.5 και 8.5 θεωρείται ικανοποιητική για το πόσιμο νερό²⁹.

Μία απ' ευθείας συσχέτιση του pH του νερού με την ανθρώπινη υγεία είναι δύσκολο να προσδιοριστεί αφού το pH σχετίζεται με πολλές άλλες ποιοτικές παραμέτρους του νερού. Τιμές του pH πάνω από 10 προκαλούν ερεθισμό ή ακόμα βλάβη στο δέρμα. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του pH τόσο εντονότερος είναι ο ερεθισμός που μπορεί να προκληθεί στα μάτια³¹.

Υψηλές τιμές pH μπορούν επίσης να έχουν εμμέσως επιπτώσεις στην υγεία αφού μειώνουν την απολυμαντική ικανότητα της χλωρίωσης και συντελούν στην αύξηση της διάβρωσης των σιδηρών σωλήνων, αυξάνοντας έτσι τις συγκεντρώσεις των διαλυμένων μετάλλων στο νερό. Υψηλές τιμές pH μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα αισθητικής, όπως έντονος χρωματισμός και πικρή γεύση³¹.

Η οξύτητα των φυσικών νερών οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στην παρουσία διοξειδίου του άνθρακα, που προέρχεται από την ατμόσφαιρα ή τη βακτηριακή (αερόβια ή αναερόβια) οξείδωση οργανικής ύλης². Η περιεκτικότητα των επιφανειακών νερών σε διοξείδιο του άνθρακα είναι χαμηλή εξαιτίας της χαμηλής



μερικής πίεσης του αερίου αυτού στην ατμόσφαιρα. Αντίθετα υπόγεια νερά ή ύδατα λιμνών που παρουσιάζουν θερμική στρωμάτωση, συχνά χαρακτηρίζονται από ψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα της τάξης των 30-50 mg/L². Το φυσικό «ξυνό» νερό, δεν μπορεί να θεωρηθεί βλαβερό για την υγεία, αφού δεν φθάνει σε οξύτητα τα ανθρακούχα ποτά, αλκοολούχα και μη, στα οποία ποτέ δεν αναγνωρίστηκε βλαπτική επίδραση στην υγεία² (οφειλόμενη στο διοξείδιο του άνθρακα). Αντίθετα, τα όξινα νερά αποτελούν πρόβλημα για τα δίκτυα και τις συσκευές εξαιτίας της διαβρωτικότητάς τους. Στην περίπτωση περίσσειας ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα, το νερό αποκτά διαβρωτική, όπως λέγεται, συμπεριφορά και με το γνωστό μηχανισμό σχηματίζει τα καρστ, προκαλεί την παροδική σκληρότητα, αλλά και διαλύει τυχόν προϋπάρχον εσωτερικό προστατευτικό ασβεστολιθικό στρώμα με αποτέλεσμα την ταχύτερη καταστροφή των δικτύων από χάλυβα². Από υγιεινολογική άποψη, η περίσσεια ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα σε δίκτυα που περιλαμβάνουν τμήματα από μόλυβδο, αποτελεί σοβαρό κίνδυνο, επειδή συνεπάγεται τη διάλυση του μολύβδου στο πόσιμο νερό και όπως είναι γνωστό, ο μόλυβδος αποτελεί για τον ανθρώπινο οργανισμό, τοξική ουσία με συσσωρευτική δράση².

Η αλκαλικότητα των φυσικών νερών, οφείλεται κατά κύριο λόγο σε δισανθρακικά άλατα που προκύπτουν από τη δράση του διοξειδίου του άνθρακα σε βασικές ενώσεις, που βρίσκονται στο έδαφος. Από όσο είναι γνωστό³³ από υγιεινολογική άποψη, η αλκαλικότητα ελάχιστα ενδιαφέρει. Άλλωστε, το έντονα αλκαλικό νερό έχει συνήθως δυσάρεστη γεύση, με αποτέλεσμα να μη προτιμάται για πόσιμο². Αποκλίσεις του pH προς τα άνω ή κάτω των ορίων 7,0-7,5 αποτελούν σοβαρές ενδείξεις ρυπάνσεως με χημικές ενώσεις, οι οποίες επιβάλλεται να διευκρινισθούν με την περαιτέρω χημική εξέταση³⁴.

Σύμφωνα πάντα με την Κ.Ο. 80/778 το προτεινόμενο ενδεικτικό επίπεδο του pH κυμαίνεται μεταξύ 6,50 και 8,50 με ανώτατη παραδεκτή τιμή 9,50².

4.2.3. Αγωγιμότητα

Η αγωγιμότητα εκφράζει την ικανότητα του νερού να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα και οφείλεται στην παρουσία ιόντων, κυρίως χλωριόντων. Η συνεχής παρακολούθηση της αγωγιμότητας δίνει την δυνατότητα έγκαιρης καταγραφής απότομων μεταβολών της συγκέντρωσης ιόντων που σηματοδοτούν πιθανή ρύπανση



του νερού. Επισημαίνεται ότι η συγκέντρωση των ιόντων δεν επηρεάζεται από τις φυσικοχημικές διαδικασίες επεξεργασίας του νερού²⁹.

Η αγωγιμότητα μετράται σε $\mu\text{S}/\text{cm}$. Το ενδεικτικό επίπεδο ορίζεται σε $400 \mu\text{S}/\text{cm}$. Όπως είναι γνωστό, σε ένα ηλεκτρολυτικό διάλυμα ισχύει ο νόμος του Ohm:

$$V = R \cdot I$$

Όπου V η διαφορά δυναμικού, R η αντίσταση και η I η ένταση του ρέματος

Η αντίσταση R εξαρτάται από τις διαστάσεις του αγωγού:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

όπου l το μήκος, A η εγκάρσια διατομή και ρ ($\text{ohm} \cdot \text{cm}$) η ειδική αντίσταση του ηλεκτραγωγού διαλύματος.

Το αντίστροφο της ειδικής αντίστασης ρ ονομάζεται ειδική αγωγιμότητα κ :

$$\kappa = \frac{1}{\rho}$$

και μετράται σε $\text{ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, ή S/cm (S είναι το σύμβολο της μονάδας αγωγιμότητας, που ονομάζεται Siemens και ισούται με $1/\text{ohm}$).

Η ειδική αγωγιμότητα αποτελεί το άθροισμα των αγωγιμοτήτων των επί μέρους ιόντων, που είναι σχεδόν γραμμικά ανάλογες προς τη συγκέντρωση κάθε ιόντος. Έτσι η μέτρηση της ειδικής αγωγιμότητας αποτελεί μια γρήγορη κατά προσέγγιση εκτίμηση του συνόλου των διαλυμένων αλάτων στο νερό². Για διαλύματα με pH μεταξύ 5 και 9 σε θερμοκρασία t° , 10 μέχρι 40°C , με διαλυμένα άλατα λιγότερα από $1000 \text{ mg}/\text{l}$ και ειδική αγωγιμότητα ρ σε $\text{mho} \cdot \text{cm}$, ισχύει η προσεγγιστική σχέση²:

$$\text{Διαλυμένα άλατα (mg/l)} = 4,50 \times 10^5 \times (1,02)^{t-25} \times \rho$$

Η παράμετρος αυτή δίνει ένα μέτρο της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Ως εκ τούτου δεν μπορεί να συνδεθεί άμεσα με τις πιθανές επιπτώσεις στην υγεία του καταναλωτή. Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί μόνο σαν μία σημαντική λειτουργική παράμετρος.

Σύμφωνα με την Κ.Ο. 80/778 το ενδεικτικό επίπεδο ειδικής αγωγιμότητας του πόσιμου νερού τοποθετείται στα $400 \mu\text{S}/\text{cm}$ σε θερμοκρασία 20°C .



4.2.4. Σκληρότητα

Ονομάζουμε σκληρά ορισμένα φυσικά νερά, με τα οποία απαιτούνται σημαντικές ποσότητες σαπουνιού για να σχηματισθεί αφρός, ενώ τα ίδια αυτά νερά, θερμαινόμενα, αφήνουν σκληρό αδιάλυτο «πουρνό» σε δίκτυα, λέβητες, ηλεκτρικά πλυντήρια, θερμοσίφωνες, μαγειρικά σκεύη.

Πίνακας 6. Κυριότερα Κατιόντα που προκαλούν σκληρότητα και κυριότερα Ανιόντα που ενώνονται μαζί τους³³

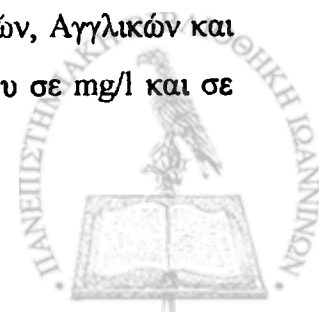
Κατιόντα	Ανιόντα,
Ca ⁺⁺	HCO ₃ ⁻
Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁻
Sr ⁺⁺	Cl ⁻
Fe ⁺⁺	NO ₃ ⁻
Mn ⁺⁺	SiO ₃ ⁻

Υπεύθυνη για τη σκληρότητα, είναι η παρουσία στο νερό διασθενών μεταλλικών κατιόντων, συνηθέστερα του Ασβεστίου και του Μαγνησίου, αλλά και άλλων πολυσθενών μετάλλων όπως του Στροντίου, του Σιδήρου, του Μαγγανίου, του Αργιλίου και του Ψευδαργύρου. Τα κατιόντα αυτά, σχηματίζουν δυσδιάλυτα άλατα με τα οξέα του σαπουνιού και με ορισμένα ανιόντα συμπαγές κατακρήμνισμα. Στον Πίνακα 6, δίδονται τα κυριότερα κατιόντα που προκαλούν σκληρότητα και τα ανιόντα με τα οποία ενώνονται, κατά σειρά συχνότητας εμφάνισής τους στα φυσικά νερά.

Η περιεκτικότητα λοιπόν του νερού σε άλατα των αλκαλικών γαιών, σε άλατα δηλαδή ανθρακικά, διττανθρακικά, θειικά, χλωριούχα, νιτρικά και φωσφορικά, του ασβεστίου και του μαγνησίου, καλείται σκληρότητα του νερού.

Η σκληρότητα διακρίνεται σε ολική, παροδική και μόνιμη, και η μεταξύ τους σχέση έχει ως εξής: Ολική = παροδική + μόνιμη.

Για τη μέτρηση της σκληρότητας έχουν προταθεί διάφορες κλίμακες. Η Κ.Ο. 80/778 περιλαμβάνει πίνακα με τις αντιστοιχίες μεταξύ των Γαλλικών, Αγγλικών και Γερμανικών βαθμών σκληρότητας και της συγκέντρωσης ασβεστίου σε mg/l και σε mmoles/l.



Η κατάταξη των φυσικών νερών ως προς τη σκληρότητα, με βάση την ισοδύναμη συγκέντρωσή τους σε mg/l CaCO₃, μπορεί να γίνει σύμφωνα με τη διαβάθμιση του Πίνακα 7.

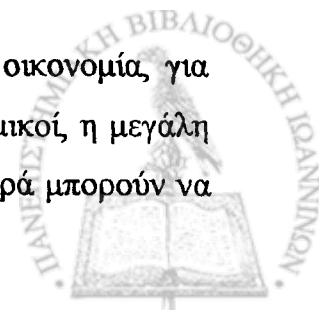
Πίνακας 7. Κατάταξη των φυσικών νερών ως προς τη σκληρότητα²

Ισοδύναμη συγκέντρωση CaCO ₃ [mg/l]	Χαρακτηρισμός νερού
0 - 50	μαλακό
50 - 100	μετρίως μαλακό
100 - 150	ελαφρώς σκληρό
150 - 200	μετρίως σκληρό
200 - 300	σκληρό
> 300	πολύ σκληρό

Ο μηχανισμός σχηματισμού της σκληρότητας στο νερό είναι σχετικά απλός. Το νερό της βροχής, διηθούμενο στο έδαφος, εμπλουτίζεται σε διοξείδιο του άνθρακα, που απελευθερώνεται από τη δράση των βακτηριδίων². Στις όξινες συνθήκες, που αναπτύσσονται, βασικές ενώσεις, όπως οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, διαλύονται, δίδοντας ευδιάλυτα διττανθρακικά άλατα. Επειδή εξάλλου οι ασβεστόλιθοι δεν είναι αμιγώς ανθρακικοί, αλλά περιέχουν θεικές, χλωριούχες, πυριτικές προσμίξεις, ανάλογα σχηματίζονται αντίστοιχα διαλυτά άλατα². Γενικά, σκληρά νερά σχηματίζονται εκεί όπου το επιφανειακό εδαφικό στρώμα έχει σημαντικό πάχος και το μητρικό πέτρωμα είναι ασβεστολιθικό, ενώ μαλακά, εκεί όπου το επιφανειακό έδαφος είναι λεπτό και οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί σποραδικοί ή απουσιάζουν².

Ανάλογα με το ανιόν που συμμετέχει διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες σκληρότητας: η ανθρακική και η μη ανθρακική². Η ανθρακική χαρακτηρίζεται ως παροδική, επειδή τα αντίστοιχα διττανθρακικά άλατα κατακρημνίζονται με παρατεταμένο βρασμό. Αντίθετα, η μη ανθρακική χαρακτηρίζεται και ως μόνιμη, επειδή δεν είναι δυνατόν να καταργηθεί απλά με βρασμό αλλά με ειδικές μεθόδους αποσκλήρυνσης².

Τα σκληρά νερά είναι τελείως ακατάλληλα για την οικιακή οικονομία, για βιοτεχνική και βιομηχανική χρήση. Οι λόγοι είναι πρωτίστως οικονομικοί, η μεγάλη κατανάλωση σάπωνος και ενέργειας. Τα πολύ σκληρά και σκληρά νερά μπορούν να



χρησιμοποιηθούν στην βιομηχανία μετά από διεργασίες αποσκληρύνσεως. Και τα πολύ μαλακά όμως νερά δεν είναι τελείως κατάλληλα στη βιομηχανία λόγω διαβρώσεως των τοιχωμάτων των λεβήτων⁵.

Από υγιεινολογική άποψη, τα σκληρά νερά είναι για τον ανθρώπινο οργανισμό τουλάχιστον εξ ίσου ικανοποιητικά όσο και τα μαλακά².

Μακροχρόνιες παρατηρήσεις και έρευνες απέδειξαν στο παρελθόν ότι τόσο η μεγάλη ρυπτικότητα, πολύ μαλακά και μαλακά νερά, όσο και η μεγάλη σκληρότητα δεν έχουν βασικές βλαπτικές επιδράσεις στην υγεία των καταναλωτών². Ουδεμία αλλοίωση ή βλάβη των οστών και των οδόντων παρατηρήθηκε από την συνεχή χρήση είτε πολύ μαλακού είτε πολύ σκληρού νερού⁵. Επίσης δεν έχει αποδειχθεί αύξηση ή ελάττωση της μέσης μακροβιότητας των ατόμων μεγάλων πληθυσμιακών ομάδων ως συνέπεια συνεχούς χρήσεως νερών μαλακών ή σκληρών. Η υποψία επίσης ότι τα σκληρά νερά, έχουν σχέση με την χολολιθίαση και την νεφρολιθίαση δεν έχει επιβεβαιωθεί⁵. Τελευταίες επιδημιολογικές έρευνες έφεραν στο προσκήνιο την υπόθεση ότι τα σκληρά νερά έχουν ευεργετική επίδραση στην μείωση των καρδιοπαθειών⁵. Έχει διαπιστωθεί μια εντυπωσιακά ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στη χρήση μαλακού νερού και τη θνησιμότητα από καρδιοαγγειακές παθήσεις⁵. Φαίνεται ότι ο αριθμός των εμφραγμάτων του μυοκαρδίου είναι μικρότερος σε πληθυσμούς οι οποίοι καταναλίσκουν σκληρό νερό έναντι εκείνων που πίνουν μαλακό⁵. Η πιθανή προληπτική δράση αποδίδεται στα ιόντα Mg^{++} ⁵. Το θέμα πάντως διερευνάται για την συναγωγή τελικών συμπερασμάτων. Η δυσχέρεια στην παραδοχή των συμπερασμάτων αυτών των επιδημιολογικών ερευνών πηγάζει από μεθοδολογικές επιδημιολογικές αδυναμίες ποικίλης φύσεως⁵. Οι πληθυσμοί ή οι πληθυσμιακές ομάδες που συγκρίνονται πρέπει να είναι κατά το δυνατόν προσόμοιοι σε όλες τις άλλες παραμέτρους (ηλικία, φύλο, τρόπος διαβιώσεως, διατροφή, επαγγελματικές ασχολίες, κ.λ.π.) εκτός από εκείνη που ερευνάται, την σκληρότητα δηλαδή του νερού. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ομιλούμε περί ενδείξεων και όχι αποδείξεων της ευεργετικής προστασίας του σκληρού νερού⁵.

Τα μαλακά νερά μπορεί ενίοτε να αποβούν και επικίνδυνα για την υγεία, λόγω της διαβρώσεως των σωλήνων και των τοιχωμάτων των υδατοδεξαμενών, όταν αυτές είναι κατασκευασμένες από μέταλλο. Το φαινόμενο είχε παρατηρηθεί στο παρελθόν σε άνδρες περιοχές κατά την συλλογή βρόχινου νερού σε υδατοδεξαμενές από



μόλυβδο⁵. Είναι τελείως απαράδεκτο σήμερα να χρησιμοποιούνται μολυβδοσωλήνες στις υδρεύσεις και οι δεξαμενές να κατασκευάζονται από αυτό το μέταλλο.

4.2.5. Ξηρό υπόλειμμα

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην παράγραφο 5.2.3 με τη μέτρηση της αγωγιμότητας σε δείγμα νερού αποκτούμε μια γρήγορη εκτίμηση της συνολικής ποσότητας των διαλυμένων στο δείγμα στερεών. Ακριβή μέτρηση του συνόλου των διαλυμένων και μη στερεών, μπορούμε να αποκτήσουμε μετά από εξάτμιση δείγματος νερού και ζύγιση του ξηρού υπολείμματος². Η εφαρμογή της δοκιμής αυτής σε πόσιμο νερό, ουσιαστικά δίδει το μέγεθος των διαλυμένων στερεών, αφού το ποσοστό των ουσιών σε αιώρηση είναι πολύ μικρό και όπως ήδη αναφέρθηκε μέτρο προσδιορισμού του δίδει η δοκιμή της θολότητας. Σύμφωνα με την Κ.Ο.80/778, στο πόσιμο νερό, η ανώτατη παραδεκτή ποσότητα ξηρού υπολείμματος μετά από ξήρανση στους 180°C, ορίζεται σε 1500 mg/l.

4.2.6 Παράμετροι, που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες

Στον Πίνακα Γ, του Παραρτήματος II, της Κ.Ο.80/778 (βλ. Παράρτημα 17.8) περιλαμβάνονται 23 παράμετροι ποιότητας, που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες και για κάθε μια προσδιορίζεται ενδεικτικό επίπεδο και ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση, όπως:

Νιτρικά-Νιτρώδη, Αμμωνία, Σίδηρος, Μαγγάνιο, Χαλκός, Ψευδάργυρος, Φωσφόρος, Ιώδιο, Φθόριο, Υλες εν αιωρήσει (το ολικό ποσό των διαλυμένων και αιωρουμένων ουσιών στο νερό), Βάριο.

Ιδιαίτερη υγειονομική σημασία έχει η ανεύρεση στο νερό ουσιών όπως η NH_3 και τα νιτρώδη άλατα, οι οποίες δεν είναι συνήθως αυτές οι ίδιες δραστικές ή δηλητηριώδεις σε μικρές ποσότητες¹. Η παρουσία όμως στο ύδωρ αυτών των ουσιών, όπως η αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά, θειούχα άλατα και άλλες ενώσεις, υποδηλώνει με βεβαιότητα σχεδόν την μόλυνση του νερού με οργανικές ουσίες, οργανικά απορρίμματα ζωικής ή φυτικής προελεύσεως και πιθανότατα πρόσμειξη με περιττωματικές ουσίες².

Η περίπλοκη ενζυματική και με την δράση των μικροοργανισμών αποικοδόμηση του οργανικού κόσμου έχει ως τελικά προϊόντα διασπάσεως την αμμωνία, τα νιτρώδη και θειούχα άλατα, τα νιτρικά και θειικά άλατα καθώς και τις



φωσφορικές και χλωριούχους ενώσεις. Η ανίχνευση και ο προσδιορισμός στο νερό των παραπάνω αζωτούχων ουσιών, οι οποίες φυσιολογικά απαντούν σε ίχνη μόνο στο νερό, δεν σημαίνει απαραίτητως την ακαταλληλότητα του νερού για πόση και οικιακή χρήση. Η παρουσία τους εντούτοις αποτελεί σοβαρή ένδειξη πρόσφατης ρυπάνσεως και μόλυνσεως του νερού με αποχωρήματα ανθρώπων και ζώων, καθώς και με προϊόντα αποσχίσεως των φυτικών πρωτεϊνών και γενικά με λύματα ή απόβλητα που περιέχουν οργανικές ουσίες². Η παρουσία στο νερό αμμωνίας και νιτρωδών αλάτων υποδηλώνει επικοινωνία της υδάτινης συλλογής με τον ελεύθερο κόσμο και επομένως δυνατότητα προσπελάσεως της από πάσης φύσεως ουσίες και ενδεχομένως και από παθογόνους μικροοργανισμούς. Γι' αυτό τον λόγο η αμμωνία, τα νιτρώδη, νιτρικά και χλωριούχα άλατα χρησιμοποιούνται ως χημικοί δείκτες ρυπάνσεως και μόλυνσεως του νερού³.

4.2.7. Τοξικές δηλητηριώδεις ουσίες στο νερό

Γενικά, τοξικές ή δηλητηριώδεις ονομάζονται ουσίες που όταν μπουν, με οποιοδήποτε τρόπο στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλούν δυσλειτουργίες ή ακόμη και το θάνατο. Στον Πίνακα Δ της Κ.Ο.80/778, ορίζονται για το πόσιμο νερό ανώτατες παραδεκτές συγκεντρώσεις, για τις ουσίες, που χαρακτηρίζονται ως τοξικές. Οι τοξικές ουσίες που αναφέρονται στον πίνακα Δ είναι οι εξής: Αρσενικό, Κάδμιο, Χρώμιο, Νικέλιο, Παρασιτοκτόνα, Πολύ-αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (ΠΑΥs).

Το νερό είναι δυνατόν να περιέχει λόγω ρύπανσης διάφορες ουσίες, οι οποίες είναι τοξικές και δηλητηριώδεις και επομένως επικίνδυνες για την υγεία των καταναλωτών.

Ποικιλία χημικών ενώσεων μπορεί επίσης να ρυπάνει το νερό λόγω προσμείξεώς του με απόβλητα εργοστασίων, όταν τα τελευταία διοχετεύονται από το περιβάλλον χωρίς προηγούμενη επεξεργασία. Πολλές από αυτές τις χημικές ενώσεις φθάνουν τελικά και στα τρόφιμα, είτε μέσω του ύδατος είτε μέσω των αγροτικών και κτηνοτροφικών προϊόντων, αποτελώντας κίνδυνο για τον καταναλωτή¹.



4.3. Μικροβιολογικές παράμετροι του πόσιμου νερού

4.3.1. Η μικροβιακή χλωρίδα του νερού

Η μικροβιολογική χλωρίδα των νερών, ιδίως των επιφανειακών, είναι εξαιρετικά πλούσια σε αριθμό και ποικίλει σε είδη μικροοργανισμών. Περιλαμβάνει μικρόβια τα οποία διαβιώνουν φυσικά στο νερό (όπως θειοβακτηρίδια, σιδηροβακτηρίδια, νιτροβακτηρίδια κ.ά.) και αποτελούν την αυτόχθονη ομάδα μικροοργανισμών. Η αυτόχθονη ομάδα των μικροοργανισμών διαβιώνει σαπροφυτικά και παίρνει μέρος στην αποσύνθεση των οργανικών ουσιών στο νερό³⁵. Αυτοί οι μικροοργανισμοί είναι συνήθως ακίνδυνοι για τον άνθρωπο, η παρουσία τους όμως στο νερό, ιδίως σε μεγάλο βαθμό, υποδηλώνει την πρόσμειξη του νερού με όμβρια νερά και επιφανειακούς ρύπους.

Από άποψη υγιεινής το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ετερόχθονη ομάδα μικροοργανισμών, στην οποία ανήκουν και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι με την παρουσία τους στο νερό θέτουν τον πιθανό κίνδυνο επιδημιών υδρικής προέλευσης. Σ' αυτήν την ομάδα ανήκουν οι μικροοργανισμοί οι οποίοι διαβιώνουν φυσικά στο έντερο των ανθρώπων και των ζώων και η ανεύρεσή τους στο νερό είναι αδιάψευστη μαρτυρία μόλυνσής του με κοπρανώδεις ακαθαρσίες

Φαίνεται ότι η μικροβιακή χλωρίδα των υδάτινων συλλογών παίζει διπλό ρόλο. Αφ' ενός η υδάτινη αυτόχθονη μικροβιακή χλωρίδα είναι αποφασιστικός παράγοντας της πορείας αυτοκαθαρισμού των επιφανειακών νερών από τους οργανικούς και ανόργανους ρύπους. Αφ' ετέρου η εκβολή στο νερό της ετερόχθονης μικροβιακής χλωρίδας αποτελεί απειλή εμφάνισης και εξάπλωσης λοιμωδών νοσημάτων⁴. Οι παραπάνω λόγοι είναι εκείνοι που απαιτούν συνεχή επαγρύπνηση και κατάλληλο εργαστηριακό έλεγχο με σκοπό την διαφύλαξη των νερών για χρήση από τους ανθρώπους.

Επειδή λοιπόν μέσω του νερού ο άνθρωπος μπορεί να έρθει σε επαφή με μικροοργανισμούς οι οποίοι ίσως έχουν επίδραση στην υγεία του, έχει σημασία να γνωρίζει κανείς τις βασικές αρχές του μεταβολισμού αυτών των μικροοργανισμών και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να μεταδοθούν στον άνθρωπο μέσω του νερού.



4.3.2 Δείκτες μόλυνσης πόσιμου νερού

Στην πρώτη έκδοση του 1934 της Έκθεσης Ν^ο 71 του υπουργείου Υγείας του Ηνωμένου Βασιλείου, με τίτλο «Η βακτηριολογική εξέταση των παροχών ύδατος» διαβάζουμε: «...συνήθως η βακτηριολογική εξέταση του νερού δεν κατευθύνεται προς την έρευνα για ειδικούς παθογόνους οργανισμούς, που είναι δύσκολο να απομονωθούν και συνήθως δεν σημαίνουν τίποτα περισσότερο από το ότι έχει ήδη εμφανισθεί νόσος ανάμεσα στους χρήστες. Το γενικά επιθυμητό ζητούμενο είναι: 1) ένας υπολογισμός του συνολικού αριθμού βακτηριδίων ικανών να αναπτυχθούν σε κατάλληλα θρεπτικά υποστρώματα, όσο μεγαλύτερος ο αριθμός τόσο μεγαλύτερη είναι υποθετικά και η ποσότητα ικανής να αποσυντεθεί οργανικής ύλης που είναι παρούσα στο νερό και 2) ο αριθμός των βακτηριδίων κοπρανώδους προέλευσης όσο περισσότερα βακτηρίδια ειδών που αποτελούν τη φυσιολογική χλωρίδα του εντερικού σωλήνα ζώων παρουσιάζονται στο νερό τόσο πιθανότερο είναι ότι παθογόνα εντερικά είδη μπορεί να έχουν εισχωρήσει σε αυτό. Η απόδειξη είναι ως εκ τούτου περιστασιακή και συνεπώς συχνά ανοιχτή σε αμφισβήτηση κατά την ερμηνεία της»³⁶.

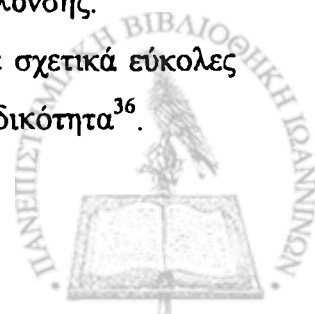
Ως «Δείκτης Ποιότητας Ύδατος με επίδραση στην Υγεία» ορίζεται ένας μικροβιολογικός, χημικός ή φυσικός παράγοντας που καταμετρά τον δυνητικό κίνδυνο να προκληθεί λοίμωξη από τη χρήση του υδάτινου περιβάλλοντος για σκοπούς αναψυχής ή για παραγωγή τροφής³⁶. Οι συγκεντρώσεις τους στο νερό μπορεί να συσχετισθούν ποσοτικά με προβλήματα στην υγεία των χρηστών. Οι δείκτες πρέπει να ικανοποιούν τις εξής απαιτήσεις:

α. Να συσχετίζονται με συνέπεια και αποκλειστικότητα με την πηγή παθογόνων και σε μερικές περιπτώσεις βλαβερών ουσιών.

β. Να βρίσκονται παρόντες σε ικανούς αριθμούς ή ποσότητες, χωρίς πολλαπλασιασμό ή γενετική αλλαγή, ώστε να παρέχουν λογική εκτίμηση της παρουσίας παθογόνων και του πραγματικού ή δυνητικού κινδύνου για την υγεία.

γ. Να πλησιάζουν τον βαθμό αντοχής σε απολυμαντικές ουσίες και περιβαλλοντικό στρες (περιλαμβανομένου αυτού που απορρέει από τοξικά υλικά που ρίχνονται στη θάλασσα) τον οποίο δείχνουν τα πιο ανθεκτικά από τα παθογόνα που δυνητικά είναι παρόντα σε σημαντικούς αριθμούς στην πηγή της μόλυνσης.

δ. Να καταμετρούνται τα δείγματα των νερών αναψυχής με σχετικά εύκολες και οικονομικές μεθόδους, και σημαντική ορθότητα, ακρίβεια και ειδικότητα³⁶.



Μολονότι τα κριτήρια επιλογής των δεικτών φαίνονται εύκολα, κανείς από τους μικροοργανισμούς ή ομάδες μικροοργανισμών που εξετάζουμε δεν τα εκπληρώνει όλα. Η χρήση για την οποία προορίζεται το νερό είναι ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας για την εκτίμηση και απόφαση για το σύστημα δεικτών που επιλέγεται.

Μικροοργανισμοί που αποτελούν τη φυσιολογική χλωρίδα του γαστρεντερικού σωλήνα του ανθρώπου και ορισμένων ζώων έχουν χρησιμοποιηθεί ιστορικά για να προβλεφθεί η ποιότητα των υδάτων από την πλευρά της πιθανότητας παρουσίας εντεροπαθογόνων οργανισμών³⁶. Η απομόνωση παθογόνων μικροβίων είναι αποτέλεσμα τύχης λόγω του σχετικά μικρού αριθμού τους στο νερό. Έτσι η μη ανεύρεσή τους στο νερό δεν το καθιστά ασφαλές για την Δημόσια Υγεία. Εξάλλου η αναζήτηση των παθογόνων μικροβίων γίνεται μετά την έκρηξη της επιδημίας, πριν από αρκετό χρόνο.

Οι παραπάνω λόγοι είναι εκείνοι που επέβαλαν την χρησιμοποίηση ως δείκτη μόλυνσης του νερού όχι κάποιου παθογόνου μικροοργανισμού, αλλά ένα μόνιμο κάτοικο του εντέρου των ανθρώπων και ζώων.

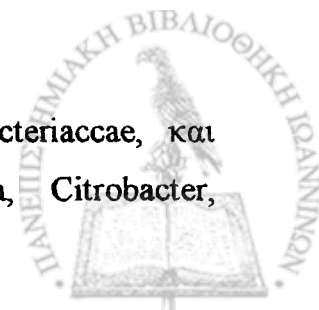
Παραδοσιακά ως δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κύριο λόγο τα κολοβακτηριοειδή (ολικός αριθμός), τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή, οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι, τα sulfite reducing clostridia και οι κολιφάγοι. Από αυτά τα sulfite reducing clostridia είναι καλοί δείκτες για να πιστοποιούν την ποιότητα του πόσιμου ύδατος αλλά η χρησιμότητά τους ως δεικτών του βαθμού κοπρανώδους ρύπανσης σε φυσικά νερά είναι αμφισβητήσιμη⁴ (Πίνακας 8).

Πίνακας 8. Μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμο νερού

Δείκτης μόλυνσης	Θερμοκρασία	Όγκος	Μέγιστη Συγκέντρωση
Ολικά κολοβακτηριδιόμορφα	37° C	100 ml	0
Κοπρανώδη κολοβακτηριδιόμορφα	44° C	100 ml	0
Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι	37° C	100 ml	0
Θειοναγωγικά κλωστρίδια	37° C	20 ml	1
Ολική μικροβιακή χλωρίδα	22o C	1ml	100

α. Ολικά Κολοβακτηριοειδή (Total Coliforms – TC)

Τα κολοβακτηριοειδή ανήκουν στην οικογένεια Enterobacteriaceae, και περιλαμβάνουν κυρίως τέσσερα γένη, Escherichia, Klebsiella, Citrobacter,



Enterbacter³⁶. Αποτελούν μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας του εντέρου του ανθρώπου και των ζώων. Τα γένη *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterbacter* δεν προέρχονται υποχρεωτικά από τα κόπρανα.

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για τα κολοβακτηριδιόμορφα ή κολοβακτηριοειδή και όλοι στηρίζονται στην ικανότητα των μικροοργανισμών αυτών να ζυμούν τη λακτόζη με την παραγωγή οξέος και αερίου εντός 24 ή 48 h στους 35° C είτε στους 37° C. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας καθορίζει αυτούς τους μικροοργανισμούς ως εξής: ο όρος «ολικά κολοβακτηριδιόμορφα» αναφέρεται στα βακτηρίδια, μη σπορογόνα, Gram αρνητικά, ικανά να αναπτύσσονται παρουσία αλάτων χολής, με οξειδάση κυττοχρώματος αρνητική και ικανά να ζυμώνουν τη λακτόζη είτε στους 35 είτε 37° C με την παραγωγή οξέος, αερίου και αλδεύδης εντός 24-48 ωρών³⁷.

Στην ομάδα των κολοβακτηριοειδών (total coliforms) περιλαμβάνονται όλα τα αερόβια και προαιρετικώς αναερόβια μη σπορογόνα Gram-αρνητικά βακτήρια τα οποία ζυμώνουν την λακτόζη με παραγωγή αερίου σε 48h στους 36±1°C (Πίνακας 9).

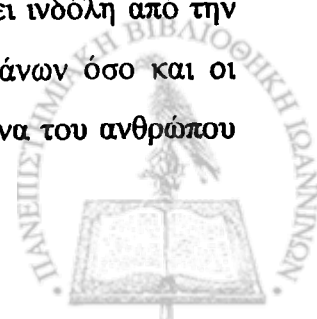
Πίνακας 9. Γένη που περιλαμβάνονται στην ομάδα των κολοβακτηριοειδών (coliform bacteria)

<i>Escherichia</i> spp	<i>Erwinia</i> spp
<i>Klebsiella</i> spp	<i>Edwardsiella</i> spp
<i>Enterobacter</i> spp	<i>Kluyera</i> spp
<i>Hafnia</i> spp	<i>Cedecea</i> spp
<i>Serratia</i> spp	<i>Totumella</i> spp
<i>Citrobacter</i> spp	

β. Κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (Faecal Coliforms – FC)

Η ομάδα αυτή αποτελείται από την *Escherichia coli* και θερμοανθεκτικές *Klebsiella*. Αποτελούν μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας του εντέρου του ανθρώπου και των θηλαστικών.

Τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms) έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα κολοβακτηριοειδή αλλά μπορούν να πολλαπλασιαστούν στους 44.5±0.2°C μετά από επώαση 48h (θερμοανθεκτικοί μικροοργανισμοί). Η *E. Coli* είναι το πιο τυπικό είδος της ομάδας των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών και παράγει ινδόλη από την τρυπτοφάνη στους 44.5±0.2°C. Τόσο τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων όσο και οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι βρίσκονται στον γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου



και των άλλων θερμόαιμων ζώων και η παρουσία τους στο νερό υποδεικνύει ρύπανση κοπρανώδους προέλευσης και πιθανή παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών. Η επιβίωσή τους στο ύδωρ ποικίλλει από ώρες έως εβδομάδες³⁵.

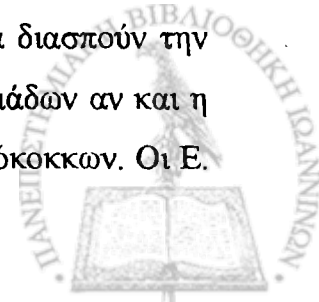
Όσα από αυτά τα βακτηρίδια έχουν τις ίδιες ιδιότητες στους 44 ή 44,5° C περιγράφονται ως κοπρανώδη ή θερμοανθεκτικά κωλοβακτηριδιόμορφα. Όσα τέλος από τα κοπρανώδη κωλοβακτηριδιόμορφα ζυμούν και τη λακτόζη αλλά και τη μαννιτόλη στους 44 ή 44,5° C με παραγωγή οξέος και αερίου, σχηματίζουν ινδόλη από την τρυπτοφάνη, δίνουν θετική τη δοκιμασία του ερυθρού του μεθυλίου και δεν παράγουν ακετυλμεθυλκαρβινόλη ούτε χρησιμοποιούν τα κιτρικά ως πηγή άνθρακα ταυτοποιούνται ως στελέχη της *E. Coli*³⁷.

γ. Κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι (Faecal Streptococci – FS)

Με τον όρο κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι εννοούμε το σύνολο των ειδών των στρεπτόκοκκων που υπάρχουν στο εντερικό σωλήνα ανθρώπων και ζώων. Στα κόπρανα του ανθρώπου οι στρεπτόκοκκοι σπάνια φθάνουν σε συγκέντρωση 10^6 gr^{-1} η οποία είναι μικρότερη από αυτήν της *E.coli*, ενώ η παρουσία τους στα κόπρανα των ζώων διαφέρει και επηρεάζεται από διαιτητικούς ή άλλους παράγοντες, αλλά γενικά είναι πολυπληθέστεροι από ότι στον άνθρωπο. Οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι δεν πολλαπλασιάζονται στο νερό, συνήθως είναι ανθεκτικότεροι της *E. coli* και επιζούν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Μερικοί είναι ανθεκτικότεροι στη χλωρίωση, από τα κωλοβακτηριδιόμορφα, ενώ σπάνια βρίσκονται σε μη μολυσμένο νερό³⁷.

Δύο ομάδες στρεπτόκοκκων βρίσκονται συνήθως στο μολυσμένο νερό. Στη μία από αυτές περιλαμβάνονται οι *Enterococcus* (πρώην *Streptococcus*) *faecalis*, *Enterococcus* (πρώην *Streptococcus*) *faecium* και *Enterococcus* (πρώην *Streptococcus*) *durans*, που βρίσκονται συνήθως σε κόπρανα ανθρώπων και ζώων και στην άλλη οι *S.bovis*, *S. equinus* και *S. avium* που κατά κανόνα δεν υπάρχουν στον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου, υπάρχουν όμως στον εντερικό σωλήνα των βοειδών και αιγοπροβάτων (*S bovis*), αλόγων (*S equinus*), πουλερικών ή άγριων πουλιών (*S avium*)³⁷.

Οι στρεπτόκοκκοι αυτοί ανήκουν στην ίδια ομάδα D και αναγνωρίζονται από την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε υλικό με 40% χολή και να διασπούν την εσκουλίνη, ιδιότητες που στερούνται οι στρεπτόκοκκοι των άλλων ομάδων αν και η διάσπαση της εσκουλίνης υπάρχει στο 5% των πρασινιζόντων στρεπτόκοκκων. Οι *E.*



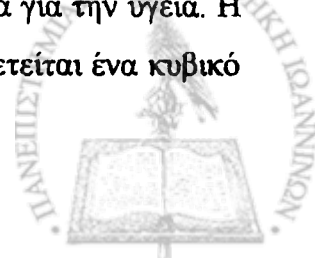
faecalis, E faecium και E. durans διαχωρίζονται επιπλέον από τους άλλους της ομάδας D στρεπτόκοκκους από την ικανότητά τους να αναπτύσσονται σε ζυμό παρουσία 6,5% NaCl. Ο E. faecalis βρίσκεται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις από τους άλλους και φθάνει 10^7 gr^{-1} κοπράνων σε φυσιολογικά άτομα ενώ στο στόμα και στον εντερικό σωλήνα σε μικρότερες συγκεντρώσεις. Χαμηλότερες συγκεντρώσεις E. faecium βρίσκονται στα κόπρανα του 25% των υγιών ατόμων ενώ λιγότερο από 5-10% των ατόμων αποικίζονται με S bovis ή S equinus. Η κυριότερη σημασία της ανεύρεσης των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων είναι η επιβεβαίωση της κοπρανώδους μόλυνσης του νερού³⁷.

Είναι μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας του εντερικού σωλήνα του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων. Ενίοτε προκαλούν τροφικές δηλητηριάσεις. Ήδη από το 1900 ο Houston και από το 1902 οι Winsow & Hunnewell παρατήρησαν ότι οι στρεπτόκοκκοι ήταν συνεχώς παρόντες στα κόπρανα των θερμόαιμων ζώων και στο νερό που δεχόταν τέτοια κόπρανα. Αλλά μόνο στη δεκαετία του '50 και μετά τη βελτίωση των τεχνικών ανίχνευσής τους³⁶ άρχισαν να χρησιμοποιούνται σαν δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης³⁶.

Από την σχέση των κοπρανωδών στρεπτοκόκκων προς τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων δυνατόν να ληφθούν πολύτιμες πληροφορίες για την πηγή ρύπανσης. Επειδή ορισμένοι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι προσβάλλουν συγκεκριμένους ξενιστές, γι' αυτό και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ένας μόνο εντερικός δείκτης για τον έλεγχο της ρύπανσης του νερού αλλά τουλάχιστον δύο.

δ. Η ολική μικροβιακή χλωρίδα

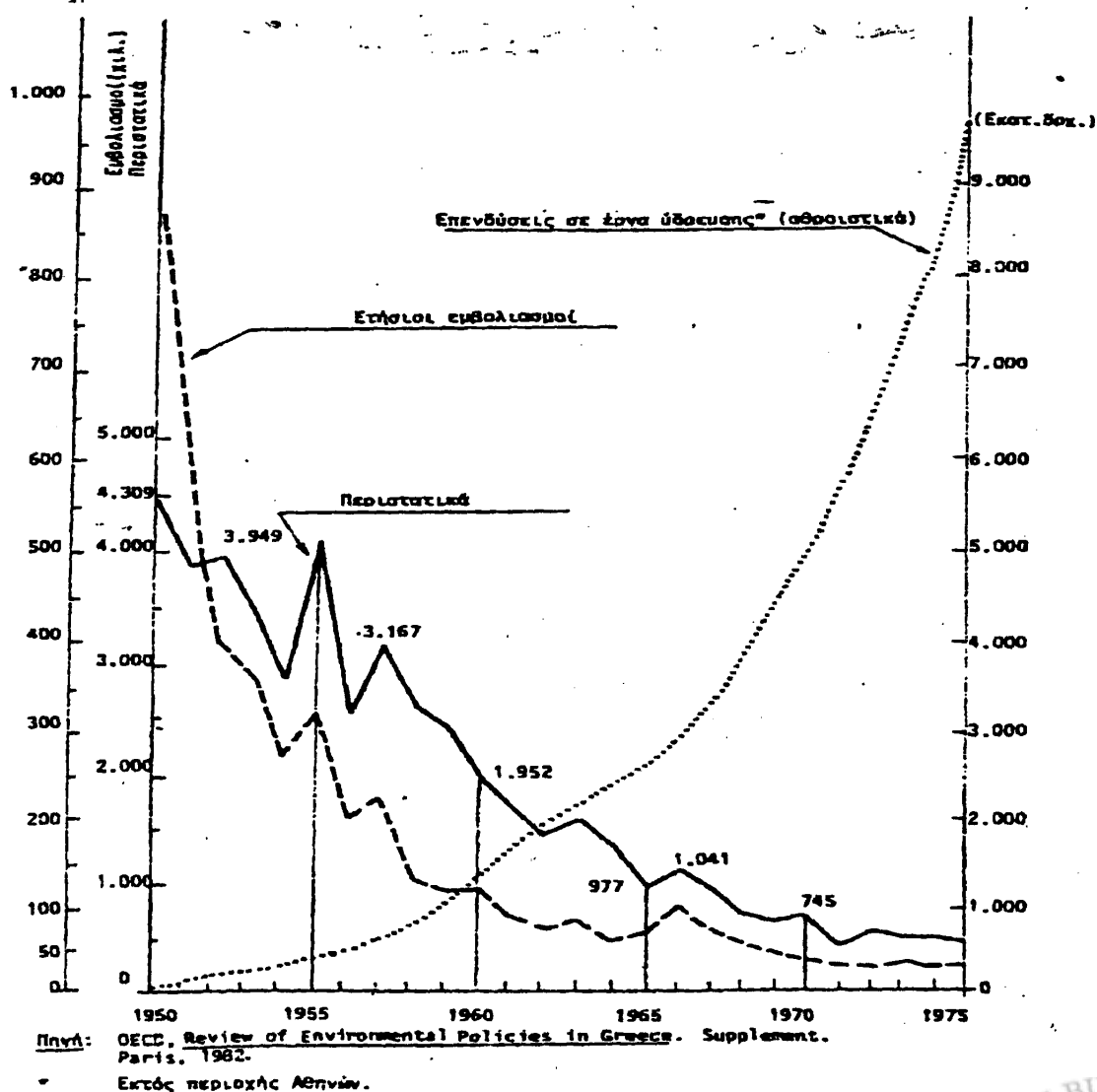
Η ολική μικροβιακή χλωρίδα του νερού είναι χρήσιμη στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ορισμένων διαδικασιών στην επεξεργασία του νερού όπως η καθίζηση, η διήθηση και η απολύμανση. Η αξία τους είναι εμφανής στον τακτικό έλεγχο των δικτύων ύδρευσης. Έτσι μια απότομη αύξηση στον αριθμό των αποικιών στους 37° C σε μια πηγή υδροδότησης με συνήθως χαμηλό βαθμό αποτελεί ένδειξη για άμεση διερεύνηση, καθότι μπορεί να είναι ένα πρώιμο σημάδι περισσότερο ειδικής και σοβαρής μόλυνσης. Ο αριθμός των αποικιών στους 22° C υπόκειται σε διακυμάνσεις εποχιακές, περιβαλλοντικές ή άλλων παραγόντων. Πάντως οι αλλαγές στους εν γένει μικροοργανισμούς έχουν μικρή μόνο άμεση σημασία για την υγεία. Η μέτρησή τους στους 37° C ή 22° C γίνεται σε τρυβλία όπου τοποθετείται ένα κυβικό



εκατοστό του προς εξέταση δείγματος νερού και αναμειγνύεται με 15 ml plate count agar³⁷.

4.3.3. Επιδημιολογία υδατογενών λοιμώξεων

Οι υδατογενείς λοιμώξεις έχουν τεράστια σημασία για τη δημόσια υγεία, γιατί είναι εκρηκτικές και αφορούν μεγάλο αριθμό ατόμων, ιδιαίτερα στις υπό ανάπτυξη περιοχές, εκεί που το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο είναι πολύ χαμηλό (Σχήμα 9), τα έργα υποδομής πλημμελή και η αγωγή υγείας ανύπαρκτη³⁸.



Σχήμα 9. Περιστατικά τυφοειδούς πυρετού, αντιτυφικός εμβολιασμός και επενδύσεις στην ύδρευση (1950-1975).



Σε αυτές τις χώρες ιδιαίτερα σοβαρό είναι το πρόβλημα για τα βρέφη και τα παιδιά μέχρι πέντε ετών που η θνησιμότητά τους σχετίζεται άμεσα με τις εντερικές λοιμώξεις, αφού αποτελούν την πρώτη αιτία θανάτου.

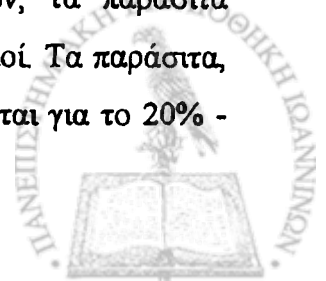
Στις ανεπτυγμένες κοινωνικοοικονομικά περιοχές το πρόβλημα είναι λιγότερο οξύ γιατί οι υδατογενείς λοιμώξεις εμφανίζονται σποραδικά και συνήθως έχουν περιορισμένο αριθμό κρουσμάτων.

Πίνακας 10. Χρόνος επιβίωσης, μολυσματική δόση, χρόνος επώασης και κλινικά σύνδρομα των κυριότερων παθογόνων μικροοργανισμών³⁵.

ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΜΙΚΡΟΒΙΑ	ΧΡΟΝΟΣ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ ΣΤΟ ΥΔΑΤΙΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΜΟΛΥΣΜΑΤΙΚΗ ΔΟΣΗ (αρ. ζώντων κυττάρων)	ΧΡΟΝΟΣ ΕΠΩΑΣΗΣ	ΚΛΙΝΙΚΑ ΣΥΝΔΡΟΜΑ
<i>Salmonella typhimurium</i>	-16 ώρες	<10 ³ CFU	6-48 ώρες	Διάρροια, ναυτία, έμετοι, πυρετός, κακουχία
<i>Salmonella typhi</i>	-16 ώρες	10 ⁵ CFU	1-10 εβδομάδες	πυρετός, κεφαλαλγία, ανορεξία, λευκοπενία, σπληνομεγαλία
<i>Shigella dysenteriae</i>	-22 ώρες	10-100 CFU	12-48 ώρες	Διάρροια, πυρετός και αιματερά κόπρανα
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-540 ημέρες	10 ⁸ CFU	3-7 ημέρες	Πυρετός, διάρροια, κοιλιακοί πόνοι ψευδή συμπτώματα σκληροειδίτιδας
<i>E. coli (ETEC)</i>	-13 ώρες	10 ⁶ - 10 ¹⁰ CFU	3-36 ώρες	Διάρροια, έμετοι, μυαλγίες χαμηλός πυρετός, κοιλιακοί πόνοι
<i>Campylobacter jejuni</i>	-3 ημέρες	>10 ² CFU	2-5 ημέρες	Ναυτία, έμετοι, διάρροια, αιματερά κόπρανα, πυρετός, κακουχία
<i>Vibrio cholerae</i>	-7 ώρες	10 ⁶ - 10 ¹¹ CFU	1-5 ημέρες	Διάρροια βαρεία με ταχεία αφυδάτωση
<i>Legionella pneumophila</i>	> 20 ημέρες	>10 CFU	24-72 ώρες	Πνευμονία, συχνά θανατηφόρος
<i>Enteroviruses</i>	-50 ημέρες	>10 ² PFU	1-4 εβδομάδες	Γαστρεντερίτιδες. Ηπατίτιδα
<i>Giardia lamblia</i>	-5 ώρες - -50 ημέρες (αναλόγως των περιβαλλοντικών συνθηκών)	1 κύστη	2-4 εβδομάδες	Διάρροια δύσωση, καταβολή, επιγαστρια άλγη
<i>Entamoeba histolytica</i>	-	1 κύστη	2-4 εβδομάδες	Γαστρεντερίτιδα (ήπια έως οξεία)
<i>Cryptosporidium spp</i>	-	>10 ωοκύστεις	-	Διάρροιες, συχνά στους ανοσοκατασταλλόμενους

Από τότε που ο Lecuwenhook είχε ανακαλύψει την παρουσία μικροοργανισμών στο ύδωρ, πολλοί ερευνητές άρχισαν να αναζητούν την αιτία των νοσημάτων που μεταδίδονται με το νερό.

Όσον αφορά την αιτιολογία των υδατογενών λοιμώξεων, τα παράσιτα αποτελούν τη συχνότερη αιτία και ακολουθούν τα μικρόβια και οι ιοί. Τα παράσιτα, κυρίως η *Giardia lamblia* και το *Cryptosporidium parvum*, ευθύνονται για το 20% -



30% των υδατογενών λοιμώξεων. Με το νερό μεταδίδονται κυρίως πρωτόζωα και σπανιότερα έλμινθες, όπως *Entamoeba histolytica*, *G.lamblia*, *C.parvum*, *Cyclospora cayetanensis*, *Isospora* spp, κλπ. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια έχουν περιγραφεί μεγάλες επιδημίες για τις οποίες υπεύθυνο θεωρήθηκε το *C.parvum* και η *C.cayetanensis*. Το 1993 στο Milwaukee των ΗΠΑ παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη επιδημία στην ιστορία της Αμερικής, κατά την οποία υπολογίζεται ότι προσβλήθηκαν από το *C.parvum* 403.000 άτομα.

Τα πρωτόζωα είναι πολλά είδη, όμως τρία από αυτά είναι παθογόνα για τον άνθρωπο και αναφέρονται στον Πίνακα 11. Αποβάλλονται υπό μορφή κύστεων στα κόπρανα και όταν μολυνθεί το νερό παρασιτούν στον άνθρωπο και προκαλούν διάφορα νοσήματα³⁸.

Πίνακας 11. Πρωτόζωα που προσβάλλουν τον άνθρωπο δια του ύδατος και νοσήματα που προκαλούν

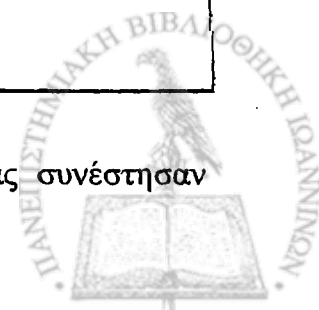
Βαλαντίδιο	Διάρροια, δυσεντερία και ελκώδη κολίτιδα
Αμοιβάδα ιστολυτική	Ελκώδη δυσεντερία, ηπατικά αποστήματα
- Λαμβλία	Διάρροια

Ένα νέο πρόβλημα δημόσιας υγείας που στο παρελθόν δεν είχε επαρκώς διερευνηθεί είναι οι επιδημίες που οφείλονται στο πρωτόζωο κρυπτοσπορίδιο³⁸. Δεν υπάρχουν φανερές αποδείξεις για τον τρόπο που προσβάλλονται τα πόσιμα νερά, φαίνεται όμως ότι η μόλυνση αφορά κυρίως τα επιφανειακά νερά που προορίζονται για ύδρευση. Στη Γεωργία των ΗΠΑ το 1987 νόσησαν 13.000 άτομα και στην Oxford Str. το 1990 9.000 άτομα³⁸.

Πίνακας 12. Σκώληκες που προσβάλλουν τον άνθρωπο δια του νερού.

Αγκυλόστομο	Αγκυλοστομίαση (δωδεκαδακτύλου)
Ασκαρίδες	Ασκαριδίαση
Σχιστόσωμα	Σχιστοσωμίαση
Ταινία	Ταινίαση
Τριχίνωσις	Τριχίνωση

Στις περιοχές όπου υπήρχαν επιδημίες οι Υπηρεσίες Υγείας συνέστησαν



στους κατοίκους να βράζουν το πόσιμο ύδωρ. Οι λοιμώξεις που προκαλεί είναι χαμηλής βαρύτητας, αλλά στα άτομα που πάσχουν από AIDS αποτελεί μια βαριά ευκαιριακή λοίμωξη.

Η Λεπτόσπειρα μπορεί επίσης να μολύνει το νερό μέσω των ούρων πασχόντων ζώων και να προσβάλλει τον άνθρωπο αν εισέλθει από λύση της συνέχειας του εδάφους³⁸.

Οι σκώληκες που προσβάλλουν τον άνθρωπο και δίνουν ποικίλα συμπτώματα, ανήκουν σε πολλά είδη και αναφέρονται στον Πίνακα 12. Αναφέρονται μόνο οι σκώληκες που παρασιτούν αποκλειστικά στον άνθρωπο, ιδιαίτερη σημασία έχουν οι σκώληκες που έχουν προνύμφες και ωάρια που μπορούν να μολύνουν το πόσιμο νερό. Οι σκώληκες δεν πολλαπλασιάζονται στον οργανισμό του ανθρώπου και αυτό έχει σημασία για τη μετάδοση της νόσου, γιατί είναι αναγκαία η ποσοτική μόλυνση και όχι απλά η ύπαρξη ενός σκώληκα. Ο αριθμός των σκωλήκων στα κόπρανα δίνει τη βαρύτητα της νόσου αλλά και το πρόβλημα που υπάρχει στην κοινότητα³⁸.

Σε σημαντική αναλογία περιπτώσεων όμως το αίτιο της υδατογενούς λοίμωξης παραμένει άγνωστο, αν και τα τελευταία χρόνια ελαττώθηκε σημαντικά με την αναγνώριση του κρυπτοσποριδίου ως εντεροπαθογόνου παράγοντα του ανθρώπου. Στη Βόρεια Ελλάδα την τελευταία διετία δύο επιδημίες αποδόθηκαν στο νερό, στην Καστοριά και στη Νάουσα, αλλά δεν κατορθώθηκε η ανεύρεση του αιτιολογικού παράγοντα. Το διάστημα 1961-1970 έγιναν στις ΗΠΑ 39 επιδημίες γαστρεντερίτιδας χωρίς να απομονωθεί συγκεκριμένο αίτιο. Το 1971 στο Pico Rivera της California έγινε επιδημία με 11.000 κρούσματα γαστρεντερίτιδας χωρίς να βρεθεί το αίτιο. Τέλος το 1981 αναφέρθηκαν στις ΗΠΑ 14 επιδημίες γαστρεντερίτιδας χωρίς πάλι να απομονωθεί το αίτιο³⁸.

Στον Πίνακα 13 φαίνεται ότι υπάρχουν πέντε ομάδες παθογόνων ιών³⁸. Όπως βλέπουμε πολυάριθμοι ιοί μπορεί να μολύνουν το πόσιμο νερό και να προσβάλλουν τους καταναλωτές. 1 gr κοπράνων περιέχει 10^6 ιούς ανεξάρτητα αν το άτομο νοσεί ή είναι φορέας. Οι αποβαλλόμενοι ιοί μπορεί να επιζήσουν επί εβδομάδες σε θερμοκρασία κάτω των 15° C.



Πίνακας 13. Ιοί που μεταδίδονται δια του νερού και νοσήματα που προκαλούν³⁸

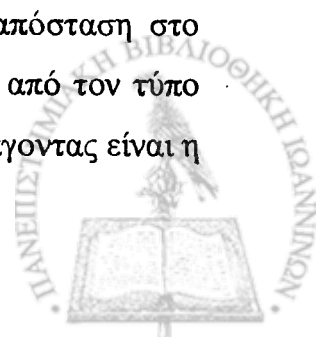
Αδενοϊοί	Ποικίλα συμπτώματα
Εντεροϊοί (ιός πολιομυελίτιδας)	Πολιομυελίτιδα και άλλα συμπτώματα
Ιοί Echo	Ποικίλα συμπτώματα
Ιοί Coxsackie	Ποικίλα συμπτώματα
Ιός ηπατίτιδας Α	Ηπατίτιδα Α
Ιοί Reo	Ποικίλα συμπτώματα
Ιοί Rota	Διάρροια

Οι εντεροϊοί μεταδίδονται εύκολα και απαντώνται σε παγκόσμια κλίμακα. Ο άνθρωπος αποτελεί γνωστό, φυσικό ξενιστή των εντεροϊών. Οι εντεροϊοί μεταδίδονται κυρίως δια της πρωκτοστοματικής οδού. Λόγω της μετάδοσης τους μέσω της οδού αυτής, οι κακές συνθήκες υγιεινής βοηθούν στη μετάδοσή τους.

Το 1977 αναφέρεται στη Pennsylvania των ΗΠΑ επιδημία από τον ιό *Norwalk* και το 1979 στο Colorado από τον ιό *Parvovirus* με 418 κρούσματα. Το 1978 περιγράφεται επιδημία στη Σουηδία από ιό *Rotavirus* με 3.000 κρούσματα. Οι επιδημίες ιογενών γαστρεντερίτιδων είναι πάρα πολλές, αλλά η τεχνική της απομόνωσης των ιών δεν έχει φθάσει σε ικανοποιητικό επίπεδο και έτσι πολλές φορές δεν απομονώνεται το παθογόνο αίτιο. Έτσι αν μετά από πλήρη μικροβιολογική και ιολογική ανάλυση με τα μέχρι τώρα επιστημονικά μέσα, δεν βρεθεί το αίτιο, τότε το σύνδρομο ή η επιδημία ονομάζεται με τον αόριστο όρο A.G.I. (οξύ γαστρεντερικό νόσημα).

Η υγειονομική σημασία της ύπαρξης των ιών εντερικής προέλευσης στα επιφανειακά νερά τεκμηριώθηκε από τους Koorman και συν, οι οποίοι μελέτησαν επιδημία γαστρεντερίτιδας που οφειλόταν σε ιούς *Norwalk* και η οποία αποδόθηκε σε κολύμβηση σε ύδατα αναψυχής που είχαν υποστεί ρύπανση με λύματα.

Όσον αφορά τα υπόγεια νερά, οι ιοί που βρίσκονται σε αυτά είναι δυνατόν να προέρχονται είτε από την επί γεια εναπόθεση των λυμάτων, είτε από την αποθήκευσή τους σε μεγαλύτερο βάθος. Καθώς είναι μικρότεροι από τα βακτήρια, οι ιοί είναι ικανοί, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, να ταξιδεύουν σε μεγάλη απόσταση στο χώμα και στα υπόγεια νερά. Η ταχύτητα μετακίνησής τους εξαρτάται από τον τύπο του ιού, τη σύσταση του χώματος και το κλίμα, ενώ περιοριστικός παράγοντας είναι η



προσρόφηση τους στο χώμα. Το νερό ενός σχετικά μεγάλου αριθμού πηγαδιών (20% περίπου), βάθους 1-30 μέτρων, έχει βρεθεί να περιέχει εντεροϊούς^{39,40}.

Οι ιοί Norwalk, και οι συγγενείς προς αυτούς ιοί, είναι η κυριότερη αιτία επιδημιών ιογενούς γαστρεντερίτιδας σε μεγάλα παιδιά και ενήλικους στις ΗΠΑ. Πλήθος επιδημιών που αποδίδονται σε ιούς Norwalk και σε Small Round Structured Viruses (SRSV) έχει τεκμηριωθεί ότι οφείλονταν στην κατανάλωση νερού, οστρακοειδών και άλλων τροφών, καθώς και σε επαφή με νερά αναψυχής⁴¹.

Η Grigorieva (1975) αναφέρει ότι το 1929 ο Kling από τους πρώτους επισήμανε ότι η πολιομυελίτιδα μπορεί να μεταδίδεται και με το νερό. Μετά από 10 χρόνια αυτή η υπόθεση επαληθεύτηκε από εργαστηριακές έρευνες του ίδιου και άλλων ερευνητών της Σουηδίας. Στα 1939-1941 οι Paul και Trask είχαν δημοσιεύσει σειρά εργασιών για τον ρόλο της υδάτινης οδού στην μετάδοση της νόσου πολιομυελίτιδας στις Η.Π.Α. Στην Αγγλία η πρώτη επιδημία της πολιομυελίτιδας που μεταδόθηκε με την υδάτινη οδό καταγράφηκε το 1947 (Goffe et al 1960). Οι Drozdov και Kazantseva (1981) στο νερό δικτύων υδρεύσεως των πόλεων μετά από πολύχρονη έρευνα διαπίστωσαν ότι οι ιοί που επικρατούσαν ήταν της πολιομυελίτιδας (3ος τύπος), που ήταν του εμβολίου της πολιομυελίτιδας και πιθανολογούν ότι έτσι απεικονίζεται η περιοδική κυκλοφορία τους ανάμεσα στον πληθυσμό εξ αιτίας του μαζικού εμβολιασμού των παιδιών με ζώντες εξασθενημένους ιούς της πολιομυελίτιδας του εμβολίου (Sabin)⁴.

Οι Polio-ιοί είναι δυνατόν να αυτοδιατηρηθούν κάτω από συνθήκες κακής υγιεινής και ατελούς χλωρίωσης του νερού και να προσβάλλουν ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού. Το θερμό κλίμα ευνοεί την εξάπλωση των ιών αυτών, λόγω της αύξησης των ανθρώπινων επαφών³⁸.

Οι ιοί Coxsackie απομονώνονται πιο συχνά το καλοκαίρι ή στις αρχές φθινοπώρου. Η μόλυνση μιας οικογένειας με ιό Coxsackie έχει μεγάλη σημασία διότι, από τη στιγμή που κάποιο μέλος της οικογένειας μολυνθεί, συνήθως προσβάλλονται όλα τα μέλη, έστω και αν δεν εκδηλώσουν κλινικά συμπτώματα³⁸.

Οι αδενοϊοί είναι ανθεκτικοί στην ξήρανση, στα απορρυπαντικά, στις εκκρίσεις του πεπτικού σωλήνα (οξύ, πρωτεάσες, χολή), ακόμα και στην ήπια χλωρίωση. Για το λόγο αυτό η μετάδοσή τους μέσω της πρωκτοστοματικής οδού, των χεριών, των προσοπίων και των ιατρικών εργαλείων είναι σχετικά εύκολη.

Ο ιός της ηπατίτιδας Α (HAV) μπορεί να επιβιώσει για μακρό χρονικό



διάστημα (από τρεις έως 10 μήνες) στο νερό⁴². Η μόλυνση με τον ιό αυτό γίνεται κυρίως μετά από κατανάλωση ωμών οστρακοειδών που αναπτύσσονται σε θαλασσινό νερό που έχει υποστεί ρύπανση από λύματα, ή μετά από κατανάλωση νερού που έχει υποστεί λυματική ρύπανση, και σπανίως μετά από κολύμβηση σε θάλασσες, λίμνες και γενικότερα σε νερά αναψυχής⁴³. Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται πάρα πολλές υδατογενείς επιδημίες ηπατίτιδας Α. Σε μία ανασκόπηση της βιβλιογραφίας^{44,45} περιγράφονται στο διάστημα 1895-1964, 50 επιδημίες με 33.485 κρούσματα. Από τις επιδημίες όμως θεωρούνται οι 30 σαν υδατογενούς προέλευσης σύμφωνα με νέα δεδομένα⁴⁴. Στις ΗΠΑ περιγράφονται⁴⁶ στο διάστημα 1946-1960 23 επιδημίες και από το 1961-1970 30 επιδημίες⁴⁷. Όπως αναφέρει ο Στ. Συμινελάκης⁴⁵ (1984) στη Γαλλία έχει περιγραφεί επιδημία, το 1967, με 400 κρούσματα. Στον Καναδά το 1976 αναφέρεται στο Quebec επιδημία με 63 κρούσματα και το 1977 στο Lake Victoria επιδημία με 28 κρούσματα⁴⁵. Στις ΗΠΑ περιγράφεται το 1977 επιδημία με 47 κρούσματα και το 1980 στην Pennsylvania με 49 κρούσματα⁴⁵. Στην Ελληνική βιβλιογραφία περιγράφεται μία επιδημία ηπατίτιδας Α από 1.11.66 μέχρι 20.1.67 με 249 κρούσματα στις Σέρρες με αίτιο τη μόλυνση ενός πηγαδιού της πόλης⁴⁵. Πάντως ο Ελληνικός πληθυσμός έχει ψηλό ποσοστό ανοσίας στην ηπατίτιδα Α εξ αιτίας των κρυψομολύνσεων από το νερό και τα τρόφιμα⁴⁰. Ωστόσο σήμερα είναι γνωστό ότι ιοί απομονώνονται πολύ συχνά (σε περισσότερο από 50% των δειγμάτων) και από νερά δικτύων που έχουν υποστεί ικανοποιητική επεξεργασία και δεν εμφανίζουν βακτηριακό φορτίο. Μελέτες των Schaffer και των συνεργατών του⁴⁸ έδειξαν ότι μερικοί ιοί εντερικής προέλευσης είναι ανθεκτικοί ακόμα και σε συγκεντρώσεις χλωρίου 0,2-0,8 mg/l. ενώ οι Peterson και οι συνεργάτες του⁴⁹ έδειξαν ότι απαιτείται έκθεση σε συγκεντρώσεις χλωρίου πάνω από 2 mg/l και για 30' λεπτό, για να καταστραφεί ο ιός της ηπατίτιδας Α.

Τα βακτηρίδια υπάρχουν στα κόπρανα των υγιών ατόμων σε μεγάλους αριθμούς αν και οι αριθμοί αυτοί διαφέρουν από χώρα σε χώρα³⁸. Οι πιο συχνά συναντώμενοι μικροοργανισμοί είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται σαν δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης των νερών και είναι συνήθως δυνητικά παθογόνοι (Πίνακας 14).



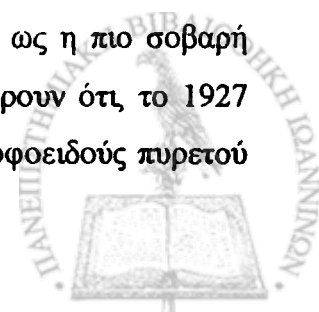
Πίνακας 14. Βακτηρίδια που μεταδίδονται δια του νερού και νοσήματα που προκαλούν

Σαλμονέλλες	
Τυφοειδούς πυρετού	Τυφοειδής πυρετός
Παρατύφου	Παρατυφοειδής πυρετός
Άλλες Σαλμονέλλες	Διάρροια
Σιγκέλλες	Δυσεντέρια
Δονάκιο χολέρας	Χολέρα
Ορότυποι Κολοβακτηριδίου	Διάρροια σε παιδιά κάτω των 3 ετών
Άλλα εντεροβακτηριοειδή	Διάρροια
Καμπυλοβακτηρίδια	Διάρροια
Υέρσινιες	Διάρροια και σηψαιμία

Οι Σαλμονέλλες του τυφοειδούς πυρετού και του παρατύφου, οι Σιγκέλλες, το Δονάκιο της Χολέρας, προσβάλλουν αποκλειστικά τον άνθρωπο, ενώ οι υπόλοιπες Σαλμονέλλες και βακτηρίδια βρίσκονται στα ζώα³⁸.

Πολλές από αυτές τις λοιμώξεις αφορούν αποκλειστικά τον άνθρωπο και μεταδίδονται από ασθενείς σε υγιείς μικροβιοφόρους στο περιβάλλον, όταν όμως ο άνθρωπος δεν είναι μοναδικό υπόδοχο στη φύση αλλά οι λοιμογόνοι παράγοντες αποβάλλονται και από τα ζώα, η πρόληψη των νοσημάτων αυτών γίνεται δυσκολότερη. Ο έλεγχος των υδατογενούς προέλευσης επιδημιών, που πολύ εύκολα λόγω της υψηλής λοιμοτοξικότητας μεταδίδονται από άτομο σε άτομο, όταν η ατομική υγιεινή είναι κακή, αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για τη Δημόσια Υγεία³⁸.

Στη διεθνή βιβλιογραφία περιγράφονται πολλές υδατογενείς επιδημίες τυφοειδούς πυρετού. Μία από τις πρώτες περιγραφές έγιναν στη Μ. Βρετανία με 1.416 κρούσματα και 188 θανάτους το 1893 και 270 κρούσματα με 23 θανάτους το 1932. Για την περίοδο από το 1845 έως το 1933 στην Δυτική Ευρώπη καταγράφηκαν 124 επιδημίες υδατογενούς προελεύσεως τύφου και παρατύφου, από αυτές οι 39 επιδημίες ξέσπασαν σε συνθήκες που η υδρομάστευση γινόταν από επιφανειακά νερά. Στην Αμερική ο τυφοειδής πυρετός θεωρείται ως η πιο σοβαρή υδατογενής λοιμώδης νόσος. Οι Gainey και Lord (1961)⁵⁰ αναφέρουν ότι, το 1927 στο Μόντρεαλ του Καναδά εμφανίστηκε η χειρότερη επιδημία τυφοειδούς πυρετού



στην Αμερικάνικη Ιστορία. Στις Η.Π.Α. μεταξύ των ετών 1946-1960 σημειώθηκαν 39 επιδημίες τυφοειδούς πυρετού μεταδιδόμενες με το νερό. Από τότε έχουν συμβεί αρκετές όπως στο Zermatt της Ελβετίας με 437 κρούσματα το 1963, στο Dade County των ΗΠΑ" με 225 κρούσματα το 1973, στο Quebec του Καναδά με 137 κρούσματα το 1976. Στις ΗΠΑ αναφέρονται 14 επιδημίες στο διάστημα 1961-1970⁴.

Στην Ελλάδα έχουν αναφερθεί επιδημίες στη Χαλκίδα το 1939, στο Ρέθυμνο το 1953 με 220 κρούσματα, Λαμία το 1957 με 39 κρούσματα, Άνδρο το 1963 με 40 κρούσματα και τη Σκάλα Λακωνίας το 1974 με 50 κρούσματα⁴⁵.

Στις ΗΠΑ περιγράφονται⁵¹ το διάστημα 1964-1973 πέντε υδατογενείς επιδημίες συγκέλλωσης και από το 1961 -1970, 19 συνολικά επιδημίες⁴⁷. Μεγάλη επιδημία από τη μόλυνση του νερού του δικτύου στη Florida των Η.Π.Α έγινε το Μάρτιο του 1974 από *S. Sonnei* με 1.200 κρούσματα. Επίσης το 1981 έγινε επιδημία στις ΗΠΑ με 253 κρούσματα.

Το πρόβλημα της μικροβιακής δυσεντερίας και του τυφοειδούς πυρετού έχει απασχολήσει τον Π.Ο.Υ. και κυρίως σε σχέση με τις Μεσογειακές χώρες, γιατί αποτελούν το καλοκαιρινό θέρετρο διακοπών για τους λαούς της Β. Ευρώπης. Στον Πίνακα 15 φαίνεται ο αριθμός των κρουσμάτων τυφοειδούς πυρετού και μικροβιακής δυσεντερίας ανά 100.000 κατοίκους των χωρών της Μεσογείου, χωρίς να διευκρινίζεται η υδατογενής ή τροφογενής προέλευση των κρουσμάτων που δηλώθηκαν στις υγειονομικές αρχές των χωρών το 1976.

Πίνακας 15. Αριθμός δηλουμένων κρουσμάτων τυφοειδούς και δυσεντερίας ανά 100.000 κατοίκους στις χώρες της Μεσογείου το 1976.

	Τυφοειδής πυρετός	Μικροβιακή δυσεντερία
Αλγερία	27,4	15,5
Γαλλία*	1,9	1,3
Γιουγκοσλαβία	2,3	115,6
Ελλάδα	7,3	3,6
Ισπανία	5,8	5,4
Ιταλία	12,5	0,3
Μαρόκο*	20,3	;
Τουρκία	1,7	3,1
Τυνησία*	7,9	0,05

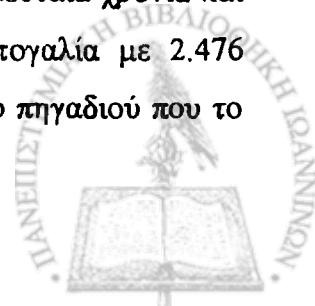
* στους αριθμούς του τυφοειδούς περιλαμβάνονται και οι παράτυφοι.



Η συγκέλλωση τα τελευταία χρόνια έχει ελαττωθεί σημαντικά σε Ευρώπη και Αμερική, λόγω βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης. Παρατηρούνται όμως επιδημίες, οι οποίες συμβαίνουν κυρίως όταν υπάρχουν ελλείψεις στην επεξεργασία του νερού. Μεγαλύτερη συχνότητα παρουσιάζει η *S. dysenteriae* και ακολουθούν η *S-flexneri* και η *S.sonnei*. Στην Ελλάδα έχουν περιγραφεί κατά καιρούς αρκετές υδατογενείς επιδημίες που είχαν ως αίτιο τη συγκέλλα. Μερικές από ης επιδημίες που καταγράφηκαν είναι το 1971 στη Δράμα από *S.sonnei*⁵², το 1980 στην Πύλο⁵³ από *S.dysenteriae*, το 1987 στη Λευκάδα από *S.sonnei*⁵⁴, το 1990 σε χωριό της Κρήτης από *S.sonnei*⁵⁵ και το 1996 στα Ιωάννινα από *S.sonnei*⁵⁶.

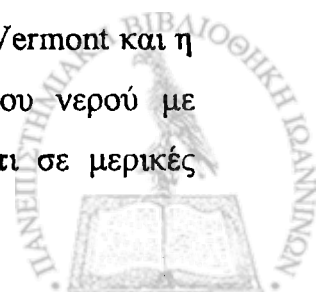
Το 1885 είχε περιγραφεί το μικρόβιο κολοβακτηρίδιο. Στην συνέχεια διαπιστώθηκε ότι είναι φυσικός ένοικος του εντέρου ανθρώπου και ζώων. Η εντερίτιδα από εντεροπαθογόνους ορότυπους της *Escherichia coli* (όπως π.χ. 026: K60, 055: K59, 0111: K58, 0127: K63, 086: K61, 0119: K69, 0124: K72, 0125: K70, 0126: K71, 0128: K67, κ.ά) είναι συχνή στα παιδιά κάτω των 2 ετών. Οι παθογόνοι ορότυποι της *E. Coli* απομονώνονται συχνά κατά τις ενδονοσοκομειακές λοιμώξεις. Σαν πρώτη άποψη φαίνεται ότι η μετάδοση της νόσου αυτής να μην οφείλεται στην υδάτινη οδό. Οι παρατηρήσεις των ερευνητών αποδεικνύουν τον πιθανό ρόλο του υδάτινου παράγοντα στην διάδοση της εντερίτιδας από *E. Coli* στον πληθυσμό. Το 1955 στη Γαλλία ο Seigneurin και συνεργάτες διαπίστωσαν ότι, η ανεύρεση των παθογόνων ορότυπων της *E. Coli* στα νερά συνέπιπτε με τα κρούσματα της εντερίτιδας στα παιδιά. Οι Σταθόπουλος και Κατσουγιαννόπουλος (1972) αποδίδουν ορισμένα γαστρεντερικά σύνδρομα που είναι ανεξήγητα όσον αφορά την παθογένεια τους, στους εντεροπαθογόνους ορότυπους της *E. Coli* που απομόνωσαν σε πόσιμα νερά. Επίσης η Grigoriou (1975) σημειώνει ότι, οι Monnet et al (1965), Kety et al (1958), Jeremia (1961) και Gres (1968), απομόνωσαν εντεροπαθογόνους ορότυπους της *E. Coli* σε πόσιμο νερό κατά την διάρκεια επιδημίας εντερίτιδας από *E. Coli* σε παιδιά⁴.

Η χολέρα γενικά θεωρείται νόσος των υποανάπτυκτων χωρών και σε μερικές από αυτές ενδημεί. Παλαιότερα είχαν γίνει πανδημίες με εκατοντάδες χιλιάδες θανάτους. Η χολέρα για τα αναπτυγμένα κράτη με ασφαλή ύδρευση και αποχέτευση δεν αποτελεί πρόβλημα. Όμως έχουν περιγραφεί επιδημίες στα τελευταία χρόνια και στα ανεπτυγμένα οικονομικά κράτη, όπως το 1974 στην Πορτογαλία με 2.476 κρούσματα και 48 θανάτους που προήλθε από το μολυσμένο νερό πηγαδιού που το



χρησιμοποιούσαν για την παραγωγή εμφιαλωμένου νερού. Επίσης το 1981 είχαμε υδατογενή επιδημία χολέρας στο Texas των ΗΠΑ με 17 κρούσματα και ο Π.Ο.Υ. αναφέρει ότι το 1981 τα συνολικά κρούσματα χολέρας. Από πολύ παλιά είχε διαπιστωθεί ότι η χολέρα μεταδίδεται με την υδάτινη οδό. Η πλήρης περιγραφή της νόσου έγινε από τον Πορτογάλο Ιατρό Gareia Horta το 1563 στην Γκόα των Ινδιών. Η κύρια εστία της νόσου είναι η περιοχή των εκβολών του Γάγγη. Σήμερα μεγάλες επιδημίες χολέρας είναι σπάνιες και το νόσημα έχει περιορισθεί στον παραδοσιακό τόπο ενδημίας του, την Νότια Ασία. Σήμερα συνεχίζεται η επιστημονική συζήτηση γύρω από τον προβληματισμό της επιδημιολογικής σημασίας του *Vibrio cholerae* (eITox), που απομονώνεται κυρίως από το περιβάλλον και σπάνια από τους ανθρώπους, κατά την απουσία της ίδιας της νόσου. Οι μόνιμες ενδημικές εστίες της χολέρας στις χώρες της Ασίας και Αφρικής, η επανειλημμένη εμφάνιση στα 1982-1983 των επιδημιών της χολέρας στο Μπαγκλαντές, ο νοσογόνος παράγοντας της οποίας δεν ξεχώριζε από τις καλλιέργειες του στελέχους που απομονώθηκαν σ' αυτήν την χώρα στις αρχές της δεκαετίας του 70, απειλούν με μόνιμο κίνδυνο στην εξάπλωση αυτής της νόσου. Ο Svetanovich (1971) τονίζει, ότι τα σύγχρονα μέσα μετάφορας επιτρέπουν σήμερα την μετάδοση της νόσου ταχύτατα, σε απομακρυσμένα μέρη, από τις μόνιμες ενδημικές εστίες και γι' αυτό ο κίνδυνος των επιδημικών εξάρσεων αυξάνει. Μια καινούργια επιδημία έκανε την εμφάνιση της στο Περού το 1991. Από τότε έχουν καταγραφεί 391.000 περιπτώσεις χολέρας εκ των οποίων οι 19295 ήταν θανατηφόρες στην Αμερική. Η χολέρα είναι εξίσου μεγάλο πρόβλημα σε πολλές χώρες της Αφρικής και της Ασίας. Στην Ασία, το 1991 σημειώθηκαν 50.000 περιπτώσεις και 1.286 θάνατοι, ενώ στην Αφρική 153.000 περιπτώσεις και 13.998 θάνατοι. Οι επίσημοι αυτοί αριθμοί είναι πιθανότατα κατώτεροι από την πραγματικότητα. Σε όλες τις περιπτώσεις υπεύθυνο θεωρήθηκε το νερό. Πρέπει να τονιστεί ότι η χολέρα είναι νόσημα που επιπολάζει σε περιοχές με χαμηλό υγειονομικό επίπεδο και είναι συνυφασμένο με την έλλειψη συστημάτων ύδρευσης και αποχέτευσης.

Όλο και περισσότερα επιδημιολογικά στοιχεία τα τελευταία χρόνια αναφέρονται στο διαρροϊκό σύνδρομο που οφείλεται στο γένος *Campylobacter* (*C. jejuni*, *C. coli*), πρώτες επιδημίες αναφέρθηκαν το 1978 (η μία στο Vermont και η δεύτερη στο Colorado) και οφείλονταν στην μόλυνση του πόσιμου νερού με καμπυλοβοκτηρίδιο. Ο Roop και συνεργάτες (1984) σημειώνουν ότι σε μερικές



χώρες τα καμπυλοβακτηρίδια απομονώνονται δύο φορές πιο συχνά από τους νοσογόνους παράγοντες των σαλμονελλώσεων και της δυσεντερίας. Υπολογίζεται ότι στις Η.Π.Α. εμφανίζονται ετήσια 2.000.000 περιπτώσεις λοιμώξεων από *Campylobacter*, ένας αριθμός (σος με εκείνον των κρουσμάτων από *Salmonella* και μεγαλύτερος των κρουσμάτων από *Shigella*). Ο Dorodnikov (1988) σημειώνει ότι από τους Taylor και συνεργάτες (1983) διαπιστώθηκε σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην εντερίτιδα από *Campylobacter* και την χρήση του φυσικού πόσιμου νερού (65% άρρωστοι σε σχέση με 28% της ομάδας ελέγχου (κοντρόλ). Από όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι ένα γνωστό για άλλες παθήσεις μικρόβιο κάνει ορμητικά την είσοδο του στο χώρο των νοσημάτων που μεταδίδονται με την υδάτινη οδό ⁴.



5. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

5.1 Μικροβιολογικός χαρακτηρισμός των νερών

Το νερό είναι δυνατό να μολύνεται μονίμως και συστηματικώς ή να μολυνθεί ξαφνικά από ένα τυχαίο γεγονός, π.χ. από θραύση αγωγού σωλήνα, παρ' όλες τις λαμβανόμενες προφυλάξεις. Το μοναδικό προληπτικό μέσο που έχουμε για την προάσπιση της δημόσιας υγείας από αυτού του είδους συμβάντα είναι η μόνιμη παρακολούθηση του νερού από μικροβιολογικής πλευράς. Ο έλεγχος συνίσταται αφ' ενός στην κατά τακτά χρονικά διαστήματα λήψη δειγμάτων νερού από συγκεκριμένα σημεία δειγματοληψίας του δικτύου ύδρευσης, της πηγής ή του φρέατος (Πίνακας 16) αφ' ετέρου στη μικροβιολογική εξέταση του νερού.

Πίνακας 16. Συχνότητα δειγματοληψιών για μικροβιολογικό έλεγχο του πόσιμου νερού³⁷

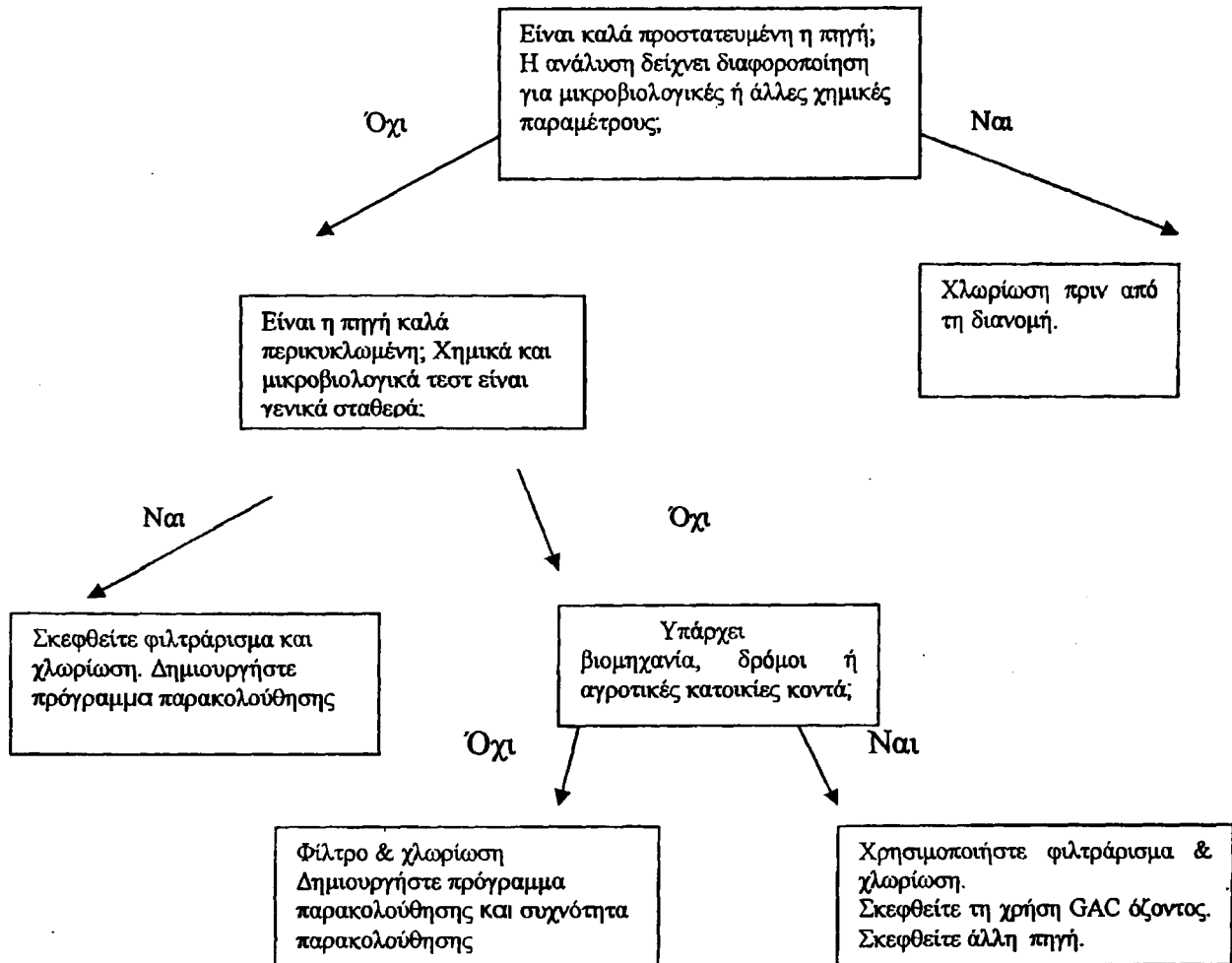
Υδροδοτούμενος πληθυσμός	Συχνότητα/ Έτος
<500	12
501-5000	12
5001-10000	24
10001-20000	48
20001-50000	12/5000 πληθυσμό

Η μικροβιολογική εξέταση περιλαμβάνει τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό των μικροοργανισμών οι οποίοι υπάρχουν στο νερό. Τα στάδια τα οποία ακολουθούμε είναι: 1) ο ποσοτικός προσδιορισμός της κοινής μικροβιακής χλωρίδας του νερού και 2) η αναζήτηση και καταμέτρηση του Εντεροκόκκου-Στρεπτόκοκκου των κοπράνων-, του Κλωστηρίδιου του διαθλαστικού και διαφόρων ιών. Αντικείμενο ειδικής έρευνας, όχι πάντοτε επιτυχούς, είναι η αναζήτηση παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό.



5.2 Αποτίμηση του κινδύνου

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που αναφέρονται στην εφαρμογή διαφόρων μεθόδων αξιολόγησης του μικροβιολογικού κινδύνου σε θέματα ποιότητας νερού και περιλαμβάνουν τον συνδυασμό της εκτίμησης του μικροβιολογικού κινδύνου και των σχετικών μικροβιολογικών αναλύσεων⁵⁷⁻⁶¹. Ένα παράδειγμα μιας απλής αποτίμησης ενός κινδύνου περιγράφεται παρακάτω (Σχήμα 10)⁶¹.



Σχήμα 10. Απλή αποτίμηση κινδύνου υπεδάφιας πηγής νερού⁶¹

Η αξιολόγηση του μικροβιολογικού κινδύνου (MRA) είναι μια τυπική δομημένη μέθοδος που εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό και τον χαρακτηρισμό του μικροβιολογικού κινδύνου που σχετίζεται με την χρησιμοποίηση αποθεμάτων νερού⁶². Η εφαρμογή της μεθόδου ως ένα μέσο βελτίωσης της προστασίας της πηγής παρέχει συνεπείς, αντικειμενικές και αξιόπιστες εκτιμήσεις των μικροβιολογικών

κινδύνων με ένα φιλικό προς το χρήστη τρόπο, προκειμένου να προστατευθεί η δημόσια υγεία. Η αξιολόγηση της πηγής πρέπει να περιλαμβάνει τρία σημαντικά στοιχεία: α) τη χαρτογράφηση της περιοχής πηγής, β) τη διεξαγωγή Επιτόπιας Υγειονομικής Αναγνώρισης (ΕΥΑ) με την χρήση ερωτηματολογίου σχετικά με τις ενδεχόμενες εστίες μόλυνσης στην παραπάνω χαρτογραφημένη περιοχή· το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει μια λίστα δραστηριοτήτων εντός της χαρτογραφημένης περιοχής, που μπορεί να ευθύνονται για την μόλυνση των αποθεμάτων του υπόγειου νερού, όπως χωματερές, οικιστικές ή εμπορικές δεξαμενές βιολογικού καθαρισμού, αγροτικές δραστηριότητες κ.α., και γ) την εκτίμηση της έκθεσης του νερού από τις εστίες μόλυνσης⁶³.

Η μικροβιολογική εξέταση περιλαμβάνει την εξέταση των δειγμάτων του νερού για την παρουσία δεικτών μόλυνσης που, αν είναι παρόντες, υποδεικνύουν ενδεχόμενη κοπρανώδη μόλυνση. Η ομάδα των οργανισμών που παραδοσιακά επιλέγονται για το σκοπό αυτό είναι τα κολοβακτηρίδια, που προέρχονται από το εντερικό σύστημα των ανθρώπων και άλλων ζώων. Τα ισχύοντα όρια που έχει θέσει η ελληνική νομοθεσία σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία 80/778 απαιτούν μηδενική παρουσία κολοβακτηριδίων σε δείγμα πόσιμου νερού 100 ml. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι συγκεντρώσεις των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση της ποιότητας του νερού για αναλύσεις ρουτίνας.

Για την εκτίμηση του κινδύνου, τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου της ΕΥΑ συνδυάζονται με τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών ή χημικών εξετάσεων. Ο συνδυασμός αυτός οδηγεί σε μία εκτίμηση του κινδύνου υδατογενών επιδημιών, με σκοπό τον καθορισμό προτεραιοτήτων επανορθωτικών δράσεων⁶³.

Υπάρχει γενικά μια έλλειψη μελετών που να συνεκτιμούν τους κινδύνους που εκτιμώνται από την ΕΥΑ και τους κινδύνους που εκτιμώνται από τις μικροβιολογικές αναλύσεις.

Με την υγειονομική αναγνώριση, τα στοιχεία για την μικροβιολογική ποιότητα του νερού μπορούν να διαιρεθούν σε έναν αριθμό κατηγοριών. Τα επίπεδα μόλυνσης που σχετίζονται με την κάθε κατηγορία θα πρέπει να επιλεγούν βάσει των τοπικών συνθηκών. Ένα τυπικό σχήμα ταξινόμησης παρουσιάζεται στον Πίνακα 17, που βασίζεται σε αυξανόμενους βαθμούς του μεγέθους της περιττωματικής μόλυνσης.



Πίνακας 17. Παράδειγμα ταξινόμησης και σχήμα με κωδικούς χρωμάτων για τα κοπρανώδη κολοβακτηρίδια⁶³

Μέτρηση ανά 100ml	Κατηγορία και κωδικοί χρωμάτων	Σημειώσεις
0	A (μπλε)	Σε συμφωνία με τις κατευθυντήριες οδηγίες της Π.Ο.Υ
1 – 10	B (πράσινο)	Μικρός κίνδυνος
10 – 100	Γ (κίτρινο)	Μεσαίος κίνδυνος
100 – 1000	Δ (πορτοκαλί)	Μεγάλος κίνδυνος
>1000	E (κόκκινο)	Πολύ μεγάλος κίνδυνος

Όταν τα αποθέματα νερού σε μια κοινότητα δεν χλωριώνονται, αναπόφευκτα θα περιέχουν μεγάλο αριθμό κολοβακτηριδίων, που μπορεί να είναι περιορισμένης υγειονομικής σημασίας. Ωστόσο συνίσταται ότι το σχήμα της βακτηριολογικής ταξινόμησης θα έπρεπε να βασίζεται στα θερμοφιλα βακτήρια π.χ. κολοβακτηρίδια ή στην *E. coli*.

Η ομαδοποίηση των σημείων πηγών σε κατηγορίες του τύπου που παρουσιάζεται στον Πίνακα 17 είναι γενικά ακριβής. Περιστασιακά, ωστόσο, όπου ένας αριθμός δειγμάτων λαμβάνεται κάθε χρόνο, τα επίπεδα της περιττωματικής μόλυνσης μπορεί να ποικίλουν ευρέως μεταξύ διαδοχικών δειγμάτων. Οι λόγοι γι' αυτό συχνά είναι φανεροί και μπορεί να σχετίζονται με εποχιακές επιρροές, όπως είναι η βροχόπτωση⁶³.

Ωστόσο, όπου τα αποθέματα νερού σε μικρή κοινωνία αναλύονται και δείγματα λαμβάνονται από διάφορα σημεία του συστήματος, η ποιότητα του νερού μπορεί να διαφέρει σε διαφορετικά μέρη του συστήματος κάθε στιγμή. Και πάλι, οι λόγοι για αυτό μπορεί να φανερωθούν κατά τη διάρκεια της υγειονομικής αναγνώρισης ή αν αυτές οι διαφορές είναι το αποτέλεσμα μόλυνσης που προήλθε από διαρροές στο δίκτυο των σωλήνων μετά από λήψη και άλλου δείγματος.

Αυτή η διαδικασία είναι κατάλληλη μόνο όταν επαρκείς αριθμοί των δειγμάτων αναλύονται για στατιστικούς λόγους και δεν εφαρμόζεται γενικά σε αποθέματα νερού των μικρών κοινωνιών.

Για λόγους ανάλυσης του κινδύνου, τα αποτελέσματα των μετρήσεων της *E. coli* (Πίνακας 17) και της υγειονομικής αναγνώρισης (Πίνακας 5) συνδυάζονται, όπως στο Σχήμα 11⁶³.



		Βαθμολόγηση κινδύνου υγειονομικής αναγνώρισης									
		0				4	5	6			
Κατηγορία κινδύνου με βάση την εξέταση ΚΚΠ	D										
	C										
	E										
	A										
Υδατογενής Κίνδυνος	Δεν παρατηρήθηκε	Χαμηλός				Ενδιάμεσος προς υψηλός				Πολύ υψηλός	
Προτεραιότητα Δράσεων	Δεν απαιτείται	Χαμηλή				Υψηλή				Επείγουσα	

Σχήμα 11 Παράδειγμα αποτίμησης της προτεραιότητας προληπτικών δράσεων από την ανάλυση κινδύνου (WHO 1997).²¹

Η εξέταση του περιττωματικού διαχωρισμού μαζί με τα αίτια κινδύνου της υγειονομικής αναγνώρισης για έναν μεγάλο αριθμό υπηρεσιών θα πρέπει να είναι ικανή να αποτιμήσει τις σχετικές ιδιότητες τόσο για τοπική επανορθωτική δράση όσο και για λόγους περιφερειακού σχεδιασμού. Γενικά, τα σχήματα ταξινόμησης που απεικονίζονται στους Πίνακες 5 και 17 διευκολύνουν μια ανάλυση κινδύνου όταν συνδυάζεται όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 11.

Παρόλα αυτά, μπορεί να είναι απαραίτητο να δοκιμαστούν διάφορες ταξινομήσεις προκειμένου να βρεθεί ο πιο χρήσιμος συνδυασμός για τις τοπικές συνθήκες⁶³.

6. Η ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το επιφανειακό νερό, όποια και αν είναι η προέλευσή του, είναι ακατάλληλο για πόση και οικιακή χρήση⁵. Η παροχή του στην κατανάλωση γίνεται αφού προηγουμένως υποστεί σειρά ολόκληρη επεξεργασιών με τις οποίες αποκτά τους όρους του υγιεινού νερού. Η εξυγίανση του νερού επιτυγχάνεται στα σύγχρονα κεντρικά συστήματα ύδρευσης με τη διαδικασία του αερισμού και της στροβιλίσεως, της καθίζησης, διύλισης και της απολύμανσης.

6.1 Ο αερισμός του νερού

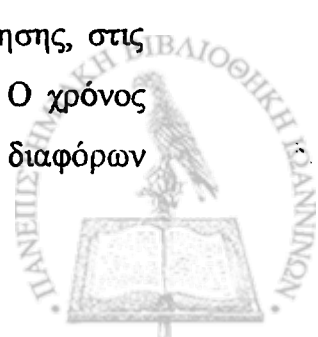
Ο αερισμός του νερού αποσκοπεί στην αποβολή των διαφόρων δυσσομιών, στην πρόσληψη από το νερό οξυγόνου του ατμοσφαιρικού αέρα, στην απόδοση της περισείας του διοξειδίου του άνθρακα, που υπάρχει στο νερό και στην εκδίωξη του υδροθείου, το οποίο ενδεχομένως περιέχεται σε αυτό.

Στις μεγάλες μονάδες επεξεργασίας του νερού, στις οποίες το σύνολο των εγκαταστάσεων καταλαμβάνει έκταση αρκετών στρεμμάτων, ο αερισμός του νερού επιτυγχάνεται με τον στροβιλισμό και τον ψεκασμό του νερού στον αέρα. Το νερό ερχόμενο από τη συλλεκτήρια δεξαμενή διέρχεται με σχετικά μεγάλη ταχύτητα μέσα από τσιμεντένιους ανοικτούς διαύλους (κανάλια, αυλάκια) και στροβιλίζεται, αποδίδοντας τις δυσσομίες που περιέχει και παραλαμβάνοντας οξυγόνο⁵.

Ο αερισμός όμως του νερού επιτυγχάνεται με τον ψεκασμό του νερού⁵, το οποίο εκτινάσσεται στον αέρα υπό μορφή πιδάκων. Το νερό οδηγείται με πίεση σε διάτρητους στο άνω τόξο σωλήνες από όπου ψεκάζεται στον αέρα. Ο λεπτός διαμερισμός του νερού σε μικροσκοπικά σταγονίδια υποβοηθεί την επιτευξη της διεργασίας του αερισμού. Το νερό χάνει την χαρακτηριστική σπηδονώδη ή «ως από ευρώτος» οσμή (μούχλα) των λιμναζόντων νερών και παραλαμβάνει οξυγόνο. Το νερό των πιδάκων συλλέγεται στην υποκείμενη των διάτρητων σωλήνων δεξαμενή, απ' όπου οδηγείται στη δεύτερη φάση επεξεργασίας του, την καθίζηση⁵.

6.2 Η καθίζηση του νερού

Η καθίζηση του νερού επιτυγχάνεται σε μεγάλες δεξαμενές καθίζησης, στις οποίες το νερό αποθηκεύεται και ηρεμεί για αρκετό χρονικό διάστημα. Ο χρόνος εξαρτάται από το βαθμό θολερότητας του νερού. Τα αιωρούμενα μόρια διαφόρων



ουσιών, της άμμου και οι διάφοροι φυτικοί και ζωικοί μικροοργανισμοί καθιζάνουν και έτσι το νερό διανυγάζει. Ταυτόχρονα συνεχίζονται στη δεξαμενή καθίζησης και οι διεργασίες αυτοκάθαρσης και βιολογικού ανταγωνισμού των μικροοργανισμών.

6.3 Η διύλιση του νερού. Διυλιστήρια.

Η κάθαρση του νερού συντελείται και αποπερατώνεται στα διυλιστήρια του νερού, τα οποία διακρίνονται σε βραδυδιυλιστήρια και ταχυδιυλιστήρια.

A. Τα βραδυδιυλιστήρια.

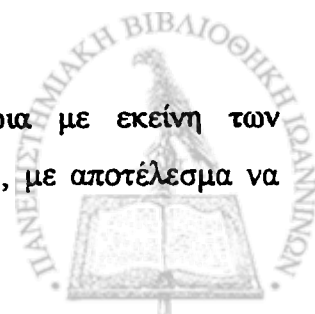
Τα βραδυδιυλιστήρια χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στην Αγγλία στις αρχές του προηγούμενου αιώνα⁵. Η διύλιση του ύδατος προσομοιάζει με τη φυσική διήθηση και καθαρό του ύδατος διαμέσου των στιβάδων του έδαφους. Η κατασκευή των πρώτων διυλιστηρίων ή αμμοδιυλιστηρίων έγινε εμπειρικά και κατά απομίμηση της φυσικής διά του εδάφους διήθησης των ομβρίων νερών. Η κατασκευή έγινε χωρίς τη γνώση των βιολογικών επεξεργασιών, οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά τη βραδεία διέλευση του ύδατος διαμέσου των αλληπαλλήλων στιβάδων άμμου. Η γνώση αυτή αποκτήθηκε πολύ αργότερα⁵.

Η διύλιση του νερού στα αμμοδιυλιστήρια δεν είναι απλή μηχανική διήθηση, αλλά πολύπλοκη βιολογική διαδικασία, το κύριο χαρακτηριστικό της οποίας είναι ο σχηματισμός του βιολογικού υμενίου στην επιφάνεια του αμμοστρώματος και μεταξύ και γύρω από καθένα κόκκο άμμου⁵.

Η απόδοση και η καλή λειτουργία του διυλιστηρίου δεν είναι απεριόριστη. Μετά από παρέλευση συνήθως 15-20 ημερών ή το πολύ 50-60 – το χρονικό διάστημα προσδιορίζεται από το βαθμό καθαρότητας του προς διύλιση επιφανειακού νερού – το βιολογικό υμένιο παχύνεται, υφίσταται κορεσμό, αφήνει να διέρχονται μικροοργανισμοί και γενικά η απόδοση του διυλιστηρίου περιορίζεται⁵. Το αποδιδόμενο στη μονάδα του χρόνου ανά μονάδα επιφάνειας του αμμοδιυλιστηρίου καθαρό νερό μειώνεται αισθητά, ενίοτε και κάτω του μισού. Εάν επιχειρηθεί αύξηση της πίεσης είναι δυνατό να έχουμε τελείως αντίθετα των επιδιωκόμενων αποτελέσματα, θραύση δηλαδή του υμενίου και αθρόα διέλευση των μικροβίων⁵.

B. Τα ταχυδιυλιστήρια

Η κατασκευή των ταχυδιυλιστηρίων είναι προσόμοια με εκείνη των βραδυδιυλιστηρίων, η λειτουργία τους όμως ελαφρώς διάφορη, με αποτέλεσμα να



βραχύνεται σημαντικά ο χρόνος διήθησης του νερού και επομένως η ποσοτική τους απόδοση να αυξάνει κατά πολύ αφού μπορεί να φθάσει το πενηκονταπλάσιο. Η εισαγωγή των ταχυδιωλιστηρίων έγινε περί τα τέλη του παρελθόντος αιώνα⁵.

Το νερό διέρχεται και εδώ μηχανικά με την επίδραση μόνο της βαρύτητας, είναι δυνατό όμως να εφαρμοστεί και πίεση στην επιφάνειά του με πεπιεσμένο αέρα. Στις περιπτώσεις αυτές τα ταχυδιωλιστήρια είναι μικρού σχετικά όγκου κατασκευασμένα από χάλυβα.

Το κύριο χαρακτηριστικό των ταχυδιωλιστηρίων είναι ο σχηματισμός τεχνητός υμενίου κολλοειδούς υδροξειδίου του αργιλίου στη θέση του φυσικά δημιουργημένου βιολογικού υμενίου των βραδυδιωλιστηρίων⁵. Βιολογικό υμένιο δεν σχηματίζεται στα ταχυδιωλιστήρια μεταξύ των διαδοχικών εκκλύσεων της άμμου του διωλιστηρίου, λόγω της βραχείας παραμονής του νερού και της μεγάλης ταχύτητας διέλευσής του διαμέσου του αμμοστρώματος⁵.

Η δαπάνη κατασκευής των ταχυδιωλιστηρίων δεν διαφέρει αισθητά από εκείνη των βραδυδιωλιστηρίων, η δαπάνη όμως λειτουργίας και συντήρησής του είναι σαφώς υψηλότερη⁵.



7. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Σε παγκόσμια κλίμακα, καταγράφονται κάθε χρόνο 3 εκατομύρια θάνατοι που σχετίζονται άμεσα με την κατανάλωση ακατάλληλου νερού³⁹. Ένας αριθμός τόσο ανησυχητικός όσο και τα 120 εκατομμύρια άτομα, στην ευθύνη του Περιφερειακού Γραφείου Ευρώπης της Π.Ο.Υ, που ακόμη και σήμερα δεν έχουν σταθερά στη διάθεση τους νερό κατάλληλο από μικροβιολογική άποψη³⁹.

Η απολύμανση του πόσιμου νερού πριν από την κατανάλωση και η τελική απολύμανση των αποβλήτων πριν αποδοθούν στο περιβάλλον είναι σημαντικές διαδικασίες για την εξασφάλιση της δημόσιας υγείας.

Πρέπει να τονιστεί ότι η οποιαδήποτε τελική επεξεργασία του νερού έχει σαν σκοπό την απολύμανση, δηλαδή την προστασία του νερού από παθογόνους μικροοργανισμούς, και όχι την αποστείρωση, δηλαδή την καταστροφή όλων των ζωντανών μικροοργανισμών που υπάρχουν στο νερό³⁵.

Η απολύμανση είναι απαραίτητη διαδικασία για το πόσιμο νερό. Η απολύμανση νερού που προορίζεται για πόσιμο δεν έχει σαν στόχο την εξυγίανση νερού που έχει υποστεί ρύπανση, αλλά αποτελεί ένα μέτρο προφύλαξης νερού που είναι ήδη ελεύθερο από παθογόνους μικροοργανισμούς³⁵.

Οι περισσότερες απολυμαντικές ουσίες εκτός από την προστασία έναντι των παθογόνων βοηθούν και με άλλους τρόπους την βελτίωση της ποιότητας του νερού, όπως με οξειδωση ανόργανων ουσιών (π.χ. σίδηρος, μαγγάνιο), βελτίωση της κροκκίδωσης και διήθησης κλπ.

7.1 Θεωρία της απολύμανσης.

Ο τρόπος επίδρασης των απολυμαντικών ουσιών στο κύτταρο των μικροοργανισμών δεν έχει εντελώς καθοριστεί. Ορισμένα απολυμαντικά όπως το χλώριο επιδρούν στην διαπερατότητα του κυτταρικού τοιχώματος ενώ οι χλωραμίνες και το διοξείδιο του χλωρίου παρεμβαίνουν στον ενζυμικό μηχανισμό³⁵.

Η απολυμαντική δράση ενός απολυμαντικού έναντι κάποιου συγκεκριμένου παθογόνου μικροοργανισμού καθορίζεται από την μείωση του αρχικού πληθυσμού του παθογόνου κατά τη διάρκεια συγκεκριμένου χρόνου επαφής³⁵.

Αν χρησιμοποιήσουμε ένα απολυμαντικό υπό καθορισμένες συνθήκες, η απολυμαντική του δράση ακολουθεί τον Νόμο του Chick³⁵



$$\ln(N/N_0) = -kt \quad (1)$$

όπου N_0 = αρχικός αριθμός μικροοργανισμών στο σύστημα

N = αριθμός μικροοργανισμών μετά από χρόνο (t) της απολύμανσης.

Ο συντελεστής αποτελεσματικότητας k εξαρτάται από την συγκέντρωση, του απολυμαντικού C :

$$k = k'C^n \quad (2)$$

Τότε ο Νόμος του Chick γίνεται

$$\ln N/N_0 = -k'C^n t \quad \text{ή} \quad \log N/N_0 = -\frac{k'C^n t}{2.3}$$

$$C^n t = \frac{-2.3}{k'} \log N/N_0 \quad (3)$$

Με αυτή την εξίσωση μπορούμε να υπολογίσουμε την συγκέντρωση και τον χρόνο που απαιτείται για να έχουμε μια επιθυμητή μείωση ενός συγκεκριμένου ποσοστού του αρχικού πληθυσμού κάποιου παθογόνου μικροοργανισμού στο ύδωρ. Το $C^n \cdot t$ είναι η βάση επιλογής της απολυμαντικής διαδικασίας σε ένα σύστημα³⁵

Ο συντελεστής n καθορίζει την πολυπλοκότητα της απολυμαντικής διαδικασίας. Αν $n = 1$ τότε η μείωση του αρχικού πληθυσμού σε σχέση με τον χρόνο είναι γραμμική. Τα C και t στην απολυμαντική διαδικασία είναι ισοβαρή. Αν $n > 1$ τότε μεγαλύτερη σημασία έχει η συγκέντρωση του απολυμαντικού ενώ αν $n < 1$ τότε ο χρόνος επαφής επηρεάζει κυρίως το αποτέλεσμα της απολύμανσης.

Ο συντελεστής k' ο οποίος υπεισέρχεται στην εξίσωση (3) είναι ειδικός για συγκεκριμένο μικροοργανισμό και μπορεί να επηρεαστεί από την θερμοκρασία και το pH του νερού. Η θολρότητα του νερού μπορεί επίσης να επηρεάσει το αποτέλεσμα της απολύμανσης αφού οι αιωρούμενες οργανικές ή ανόργανες ουσίες παίζουν το ρόλο ασπίδας προστασίας των παθογόνων μικροοργανισμών³⁵. Ορισμένοι μικροοργανισμοί, όπως πρωτόζωα, οι οποίοι παρουσιάζουν αντοχή στη χλωρίωση³⁵, μπορεί να είναι φορείς παθογόνων βακτηρίων και ιών³⁵ και να τους αποδίδουν στο υδάτινο περιβάλλον. Προσφέρουν επομένως ένα άλλο τρόπο προστασίας των παθογόνων βακτηρίων από την μικροβιοκτόνο δράση του χλωρίου.



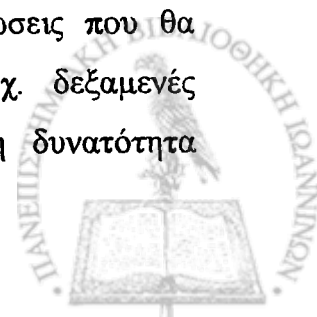
7.2 Συνθήκες απολύμανσης

Ο πρωταρχικός σκοπός ενός συστήματος απολύμανσης είναι να αποτελεί φραγμό για οποιονδήποτε παθογόνο μικροοργανισμό προσπαθεί να επιβιώσει στο συγκεκριμένο σύστημα ύδρευσης. Έτσι πρέπει οι τιμές C.t να έχουν καθοριστεί μετά από πειράματα στο συγκεκριμένο σύστημα ύδρευσης. Οι τιμές C.t συνήθως εφαρμόζονται για απολύμανση με χλώριο, διοξείδιο του χλωρίου, χλωραμίνες και όζον με στόχο την καταστροφή του 99.9% του αρχικού πληθυσμού των παθογόνων³⁵. Πρέπει όμως να υπάρχει πρόβλεψη μετατροπής αυτών των τιμών διότι μεταβολή της θερμοκρασίας, του pH και της θολερότητας του νερού μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης (Πίνακες 18 και 19). Η σωστή διήθηση του νερού πριν την εφαρμογή της απολύμανσης απομακρύνει μεγάλο ποσοστό των μικροοργανισμών και, κατακρατώντας τα αιωρούμενα στερεά και τις οργανικές ουσίες, βοηθάει την καλή λειτουργία της απολυμαντικής διαδικασίας. Η διήθηση κυρίως με φίλτρα χαμηλής ροής και με εφαρμογή προ-οζόνιωσης είναι πολύ αποτελεσματική κυρίως για την απομάκρυνση των *Cryptosporidium*, *Giardia*³⁵.

Πίνακας 18. Τιμές C-t ώστε να επιτευχθεί 99.9% μείωση του πληθυσμού της *Giardia Lamblia*
C = 2ppm ελεύθερο χλώριο.

	pH	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ			
		0.5°C	5°C	10°C	15°C
Ελ. χλώριο	6	165	116	87	58
	7	236	165	124	83
	8	346	243	182	122
	9	500	353	265	177
Οζον	6-9	2.9	1.9	1.43	0.95
ClO ₂	6-9	63	26	23	19
Χλωραμίνες	6-9	3800	2200	1850	1500

Το σύστημα ύδρευσης πρέπει να διαθέτει ευελιξία ως προς τα σημεία εφαρμογής της απολύμανσης, και πρόβλεψη για έκτακτες περιπτώσεις που θα χρειαστεί μεγαλύτερος χρόνος εφαρμογής της απολύμανσης (π.χ. δεξαμενές αποθήκευσης του νερού). Επίσης θα πρέπει να υπάρχει έτοιμη δυνατότητα



εφαρμογής εναλλακτικού, πιο δραστικού τρόπου απολύμανσης, για περιπτώσεις υδατογενών επιδημιών ή φυσικών καταστροφών (σεισμοί, κατακλυσμοί) που υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού.

Πίνακας 19. Συγκέντρωση διαφόρων μορφών χλωρίου που απαιτούνται για την εξουδετέρωση του 99% του πληθυσμού *E.coli* και *Poliovirus* 1³⁵.

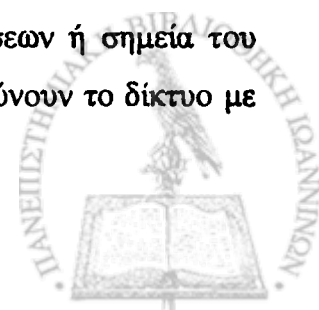
Μικρ/σμός	Τύπος χλωρίωσης	C	t	C-t	PH	°C
<i>E.coli</i>	HOCl	0.1	0.4	0.04	6.0	5
	oci-	1.0	0.92	0.92	10.0	5
	NH ₂ Cl	1.0	175	175	9.0	5
	NH ₂ Cl	1.0	64	64	9.0	15
	NH ₂ Cl	1.2	33.5	40.2	9.0	25
	NHCl ₂	1.0	5.5	5.5	4.5	15
<i>Poliovirus</i>	HOCl	1.0	1.0	1.0	6.0	0
	HOCl	0.5	2.1	1.05	6.0	5
	HOCl	1.0	2.1	2.1	6.0	5
	oci-	0.5	21	10.5	10.0	5
	NH ₂ Cl	10	90	900	9.0	25
	NHCl ₂	100	140	14000	4.5	5
	NHCl ₂	100	50	5000	4.5	15

7.3. Προστασία του δικτύου από την δημιουργία βιολογικού υμενίου

Η προστασία του δικτύου από την δημιουργία υμενίου είναι ένα σύνθετο θέμα το οποίο απαιτεί προσπάθεια από τους υπεύθυνους της ύδρευσης, τους διαχειριστές των κατοικιών και τον καταναλωτή.

Οι υγειονομικές αρχές που ασχολούνται με την ύδρευση πρέπει να φροντίζουν για την σωστή και συνεχή απολύμανση του νερού, τον συστηματικό καθαρισμό των φίλτρων και την αποφυγή σημείων στο δίκτυο με στατικό νερό, νερό που μπορεί να δημιουργήσει θερμική διαστρωμάτωση και ιζήματα³⁵.

Οι υπεύθυνοι συντηρητές των κατοικιών πρέπει να φροντίζουν το ξέπλυμα και καθαρισμό του δικτύου (δεξαμενές, σωληνώσεις, κλιματισμός), τουλάχιστον μια φορά τον χρόνο. Να μην υπάρχουν τυφλές απολήξεις σωληνώσεων ή σημεία του δικτύου που δεν χρησιμοποιούνται. Επίσης δεν πρέπει να επιβαρύνουν το δίκτυο με



ξένες ουσίες κατά την διάρκεια επισκευών ή επεκτάσεων³⁵.

Οι καταναλωτές πρέπει να προσέχουν την χρήση του πρώτου πρωινού νερού ή του νερού μετά από περιόδους απουσίας. Η συνεχής ροή της βρύσης για 10 λεπτά είναι απαραίτητη. Προσοχή χρειάζεται και στην χρήση οικιακών συσκευών βελτίωσης της ποιότητας του νερού. Οι συσκευές αυτές πρέπει να χρησιμοποιούνται πάντα με νερό που έχει υποστεί επεξεργασία και ακολουθώντας σχολαστικά τις οδηγίες του κατασκευαστή³⁵.

7.4 Μέθοδοι απολύμανσης

Η διαδικασία που συνίσταται στην προστασία έναντι των κινδύνων μετάδοσης ασθενειών υδατογενούς προέλευσης λέγεται απολύμανση: είναι η πρωταρχική και εντελώς απαραίτητη διαδικασία που χρησιμοποιείται εκεί που το νερό είναι μολυσμένο ή εκεί που δεν είναι δυνατό να εξασφαλισθεί η συνεχής φυσική καταλληλότητα του. Η απολύμανση μπορεί να γίνει με διάφορες φυσικές ή χημικές μεθόδους:

7.4.1: Ο βρασμός

Ο χρόνος βρασμού του νερού, για την επίτευξη τέλει απολύμανσης, είναι ένα λεπτό για τοποθεσίες που βρίσκονται στο υψόμετρο της θάλασσας. Για κάθε 1000 μέτρα υψόμετρο πρέπει να προστίθεται ακόμα ένα λεπτό.

7.4.2 Χλωρίωση

Το χλώριο υπό την μορφή αερίου ή υποχλωριωδών αλάτων όταν διαλυθεί στο νερό δίνει ενώσεις με ισχυρή δράση εναντίον των βακτηρίων και των ιών. Προσφέρει επίσης μία παραμένουσα προστασία στο νερό που διακινείται στο δίκτυο διαμονής εναντίον πιθανής τοπικής μόλυνσης ή ανάπτυξης βακτηρίων που ευρίσκονται σε λανθάνουσα κατάσταση («ύπνο»). Η απολυμαντική του δράση επηρεάζεται από την τιμή του pH, είναι ισχυρότερη σε όξινο περιβάλλον ($\text{pH} < 6$) και ασθενέστερη σε αλκαλικό ($\text{pH} > 8$). Η αμμωνία και το άζωτο των οργανικών ενώσεων αντιδρούν με το χλώριο και σχηματίζουν οργανικές και ανόργανες χλωραμίνες. Τα τριαλογονομεθάνια (THMs) που θεωρούνται επικίνδυνα παραπροϊόντα αυξάνονται στις υψηλότερες τιμές pH ενώ άλλες μη πτητικές οργανοχλωριούχες ενώσεις και έντονα μεταλλακτικά (mutagenic) φαινόμενα παρατηρούνται σε χαμηλές τιμές pH.



7.4.3. Χρήση Διοξειδίου του Χλωρίου (ClO_2)

Το διοξείδιο του χλωρίου είναι έντονα αποτελεσματικό εναντίον των βακτηρίων και των ιών και είναι σημαντικά σταθερό για αρκετές ώρες ώστε να προσφέρει προστασία στο δίκτυο διανομής έναντι πιθανής μεταμόλυνσης του νερού. Δεν σχηματίζει τριαλογονομεθάνια (THMs). Όμως σχηματίζει μη πτητικές οργανοχλωριούχες ενώσεις σε πολύ μικρότερο ποσοστό από το χλώριο. Η απολυμαντική του δράση δεν επηρεάζεται από την τιμή του pH και την παρουσία αμμωνίας. Τα μόνα παραπροϊόντα που σχηματίζει και μπορεί να έχουν επίπτωση στον άνθρωπο είναι το χλωρικό και το χλωριώδες ιόν. Το διοξείδιο του χλωρίου χρησιμοποιείται κυρίως στην Ελβετία, Γερμανία, Ιταλία, Βέλγιο, Σουηδία και ΗΠΑ. Προστίθεται σε συγκεντρώσεις 0.2-0.3 mg/l με χρόνο επαφής 5 λεπτών για υπόγειο και επεξεργασμένο νερό.

7.4.4. Χρήση χλωραμινών

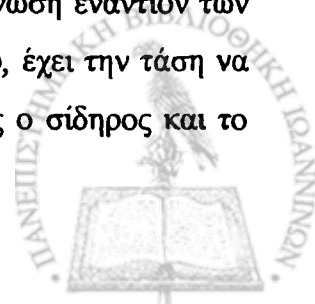
Οι χλωραμίνες και ιδίως οι μονοχλωραμίνη, είναι από τα πρώτα απολυμαντικά που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά, κυρίως στις ΗΠΑ. Επειδή όμως είναι σημαντικά λιγότερο δραστικές από το χλώριο, η χρήση τους στη συνέχεια μειώθηκε σημαντικά. Ωστόσο πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η μονοχλωραμίνη είναι πιο δραστική εναντίον των βακτηρίων από ότι αρχικά ενομιζέτο⁶⁴.

Επειδή είναι πολύ σταθερές ενώσεις είναι ιδανικές για την παρεμπόδιση της ανάπτυξης βακτηρίων (μεταμόλυνση), κυρίως σε μεγάλα δίκτυα. Από μόνες τους όμως δεν μπορούν να επιτύχουν την ικανοποιητική αρχική απολύμανση του νερού και γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με κάποιο άλλο ισχυρό οξειδωτικό όπως το όζον ή το διοξείδιο του χλωρίου προκειμένου να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

Το γεγονός ότι η μονοχλωραμίνη δεν είναι τόσο ισχυρό απολυμαντικό όσο το χλώριο, συμβάλλει στο να σχηματίζει περίπου την μισή ποσότητα οργανοχλωριούχων παραπροϊόντων σε σχέση με το χλώριο.

7.4.5. Χρήση όζοντος

Το όζον είναι μία έντονα οξειδωτική και πολύ δραστική ένωση εναντίον των βακτηρίων και των ιών. Εκτός από την βακτηριοκτόνα δράση του, έχει την τάση να οξειδώνει την οργανική ύλη γενικότερα καθώς και μέταλλα όπως ο σίδηρος και το



μαγνήσιο. Επειδή είναι όμως ασταθής ένωση δεν έχει καμία παραμένουσα δράση στο δίκτυο διανομής. Αντίθετα, επειδή οξειδώνει σύνθετες οργανικές ενώσεις σε απλούστερες βιοαφομοιώσιμες μορφές, σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα ανάπτυξης βακτηρίων στο δίκτυο. Για το λόγο αυτό η οζόνωση χρησιμοποιείται σαν βασική απολύμανση, ακολουθούμενη από διήθηση άμμου ή ενεργού άνθρακα και εφαρμογή τελικής χλωρίωσης με κάποια ουσία με παραμένουσα απολυμαντική δράση στο δίκτυο.

Το όζον οξειδώνει πολλές επιβλαβείς ενώσεις σε απλούστερες αβλαβείς μορφές. Πολύ λίγα επιβλαβή παραπροϊόντα είναι γνωστό να σχηματίζονται με τον οζονισμό. Η φορμαλδεΐδη που μπορεί να σχηματιστεί είναι συνήθως σε συγκεντρώσεις κάτω από το επικίνδυνο όριο για την ανθρώπινη υγεία. Ορισμένα εντομοκτόνα όπως το μαλαθείο και το παραθείο αποσυντίθενται σε ενώσεις που είναι πιο επικίνδυνες από τις αρχικές ενώσεις. Τα πιο επικίνδυνα παραπροϊόντα θεωρούνται ορισμένες ενώσεις του βρωμίου που μπορεί να σχηματιστούν όταν το προς επεξεργασία νερό περιέχει σημαντικές ποσότητες βρωμιούχων ενώσεων.

Στην Δ. Ευρώπη υπάρχει μία σημαντική στροφή προς την χρήση του όζοντος που όμως η έκτασή της είναι σχετικά περιορισμένη λόγω του αρχικού υψηλού κόστους επένδυσης. Η συνήθης δόση είναι γύρω στα 0.4 mg/l και χρόνο επαφής 4 λεπτών.

7.4.6. Χρήση ακτινοβολίας UV

Η γενική τάση για αποφυγή προσθήκης χημικών στο νερό έχει δημιουργήσει νέο ενδιαφέρον για την χρήση της υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας σαν μέσο αδρανοποίησης ή καταστροφής των βακτηρίων και ιών. Η μέθοδος αυτή μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική στο νερό που δεν περιέχει αιωρούμενα στερεά που αποτελούν ασπίδα για τους προσκολλημένους σε αυτά οργανισμούς. Είναι προφανές ότι η μέθοδος αυτή δεν έχει παραμένουσα απολυμαντική δράση στο δίκτυο και συνεπώς πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κάποιο χημικό που έχει την ιδιότητα αυτή.

7.4.7. Χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου

Το υπεροξείδιο του υδρογόνου όπως και το όζον είναι ισχυρό οξειδωτικό με καλή αντιβακτηριακή δράση. Το σχετικά υψηλό κόστος του έχει κρατήσει την



εφαρμογή του σε περιορισμένη κλίμακα. Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τα παραπροϊόντα που σχηματίζονται με την χρήση του.

7.4.8. Χρήση συνδυασμού απολυμαντικών μέσων

Πρόσφατα διάφορες εταιρίες προτείνουν τον συνδυασμό του όζοντος με το υπεροξείδιο του υδρογόνου ή όζοντος και UV ακτινοβολίας ή όζοντος με υπεροξείδιο του υδρογόνου και UV ακτινοβολίας με στόχο να δημιουργηθεί περίσσεια υδροξυλικών ριζών και να μειωθούν οι οργανικές ενώσεις σε όσο το δυνατόν απλούστερες μορφές. Ο κατασκευαστής ενός συστήματος που περιλαμβάνει και τα τρία μέσα διατείνεται ότι όλες οι οργανικές ενώσεις καταλήγουν σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Πίνακας 20. Τεχνικές απολύμανσης που χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες⁶⁵

	Cl ₂	ClO ₂	NH ₂ Cl	O ₃	UV
Ευρωπαϊκή Ένωση					
Αυστρία (AT)	+++	+		+	+
Βέλγιο (BE)	+++ ⁽¹⁾	+		+	+ ⁽¹⁾
Δανία (DK)					
Γερμανία (DE)	+++	+++		++	+
Ισπανία (ES)	+++	+	++	++	
Φιλανδία (FI)	+++	+	+	+	+
Γαλλία (FR)	++	++		++	
Μεγάλη Βρετανία (GB)	+++	+	+	+	+
Ελλάδα (GR)	+++				
Ιρλανδία (IR)	+++			+	
Ιταλία (IT)	+++	+++		+	
Λουξεμβούργο (LU)					
Ολλανδία (NL)	++	++		+++ ⁽²⁾	+ ⁽²⁾
Πορτογαλία (PT)	+++				
Σουηδία (SW)	+++	+	++		
Άλλες χώρες					
Κίνα	+++			+	
Νορβηγία	++		+		++
Ελβετία	+	++		++	++
Η.Π.Α.	+++	+	+	+	+

+++ επικρατέστερη μέθοδος απολύμανσης

++ συνήθης μέθοδος απολύμανσης

+ περιστασιακή μέθοδος απολύμανσης

⁽¹⁾ Υπάρχει εναλλαγή μεταξύ χλωρίου και UV, ιδιαίτερα σε υπόγεια νερά με υψηλή εν δυνάμει παραγωγή THMs.

⁽²⁾ Αναμένεται εφαρμογή της απολύμανσης με UV.



7.5. Θεωρία χλωρίωσης

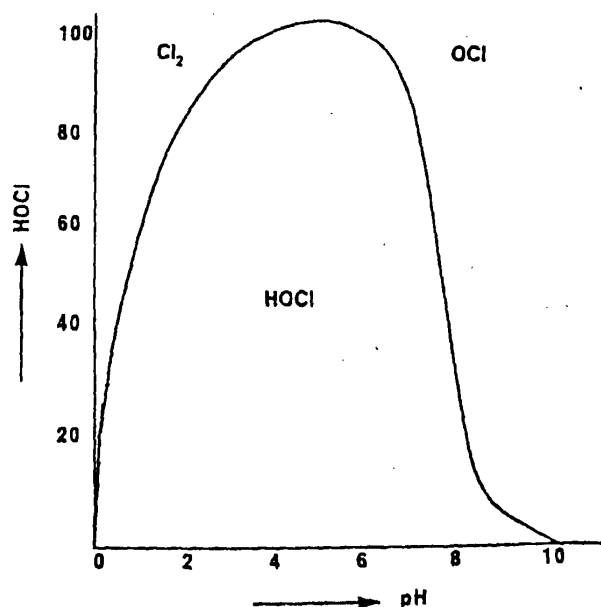
Το χλώριο χρησιμοποιείται στην απολύμανση του πόσιμου νερού από τις αρχές του 20ου αιώνα και ακόμη και σήμερα παραμένει σαν το πλέον συνηθισμένο μέσο απολύμανσης.

Κύρια πλεονεκτήματα της χρήσης χλωρίου είναι η υψηλή βακτηριοκτόνος δράση του, το χαμηλό κόστος και η σταθερότητα του που διασφαλίζει την υπολειμματική του δράση στα δίκτυα ύδρευσης. Τα κύρια μειονεκτήματα αυτής της χλωρίωσης είναι η δημιουργία παραπροϊόντων που οφείλεται στην υψηλή και μη εκλεκτική δραστηριότητα όλων των μορφών του ελεύθερου χλωρίου, καθώς και ότι προσδίδει ιδιαίτερη γεύση και οσμή στο νερό.

Κατά τη χλωρίωση το ενεργό οξειδωτικό μέσο είναι το Cl_2 , το οποίο μπορεί να προέρχεται είτε από το αέριο χλώριο, είτε από άλατα του υποχλωριώδους οξέως είτε από τις χλωραμίνες.

7.5.1. Αέριο Χλώριο

Όταν εισαχθεί Cl_2 σε νερό και το pH είναι όξινο, το Cl_2 παραμένει στη μοριακή του μορφή. Η οξειδωτική ικανότητα του χλωρίου σε μια ένωση εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων που μπορεί να απορροφήσει, δηλαδή από το σθένος που έχει το χλώριο στην ένωση αυτή. Για ουδέτερο pH ($5 < \text{pH} < 8$) το χλώριο αντιδρά με το νερό και δημιουργείται υποχλωριώδες οξύ (Σχήμα 12).



Σχήμα 12. Μορφές ελεύθερου χλωρίου ανάλογα με το pH^{35} .



Η παραγωγή του αερίου μπορεί να γίνει με οξείδωση του χλωριούχου νατρίου σε υδατικό διάλυμα⁶⁶:

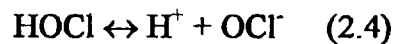


Έτσι τα χλωριούχα ιόντα, Cl^- , δεν έχουν καμία απολυμαντική ικανότητα. Οι ενώσεις του χλωρίου συγκρίνονται ως προς την απολυμαντική τους ικανότητα με το μόριο του Cl_2 που έχει την δυνατότητα να απορροφήσει δύο ηλεκτρόνια για να γίνει αδρανές.

Το μοριακό χλώριο υδρολύεται γρήγορα στο νερό, σχεδόν σε 100ms ⁶⁷, σχηματίζοντας υποχλωριώδες οξύ και ανιόν χλωρίου, σύμφωνα με την αντίδραση:

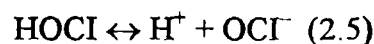


Σε pH πάνω από 4.4, στο διάλυμα δεν περιέχεται σχεδόν καθόλου μοριακό χλώριο⁶⁸, έτσι στην παραπάνω αντίδραση τα κύρια προϊόντα είναι το HOCl και το Cl^- . Το Cl^- είναι σχετικά αδρανές και δεν συμμετέχει στην απολύμανση ή σε άλλη χημική αντίδραση, αντίθετα με το HOCl, όπου η οξειδωτική βαθμίδα του χλωρίου είναι +1. Το HOCl μετατρέπεται μέσω άλλων αντιδράσεων και σε άλλες ενώσεις του χλωρίου οπότε η συνολική αποτελεσματικότητα της απολύμανσης και η δραστηριότητα του χλωρίου είναι ένα σύνθετο αποτέλεσμα των διαφορετικών αυτών ενώσεων. Το HOCl είναι ένα ασθενές οξύ με $\text{pK}_a=7,5$ οπότε διασπάται μερικώς σχηματίζοντας το υποχλωριώδες ανιόν:



Η αναλογία του HOCl και OCl^- καθορίζεται από τη θερμοκρασία, το pH και την ολική συγκέντρωση του χλωρίου. Αυξάνοντας το pH η ισορροπία κινείται προς τα δεξιά, οπότε για τιμές του pH πάνω από 8, το OCl^- αποτελεί την κύρια ένωση. Για τιμές του pH μικρότερες από 7, βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία το HOCl, ενώ στην περιοχή μεταξύ 7 και 8, έχουμε και τις δύο μορφές.

Σε αλκαλικό pH ($\text{pH}>7$) το HOCl διασπάται σε ιόντα



Το φαινόμενο αυτό επιδρά τόσο στην απολύμανση, όσο και στη χημική δραστηριότητα γενικότερα, αφού το υποχλωριώδες οξύ έχει μεγαλύτερη

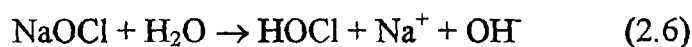


βακτηριοκτόνα δράση και είναι πολύ δραστικότερο σε σχέση με το (συζυγές) υποχλωριώδες ανιόν. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι το HOCl είναι 80 φορές πιο ισχυρό από το OCl⁻ στην καταστροφή των E.coli και 300 έως 500 φορές ισχυρότερο στην καταστροφή των κυστών Entamoeba histolytica και Giardia. Για pH>8 τα υποχλωριώδη ιόντα αντικαθιστούν πλήρως το υποχλωριώδες οξύ.

Είναι φανερό λοιπόν, ότι η απολυμαντική δράση του χλωρίου μειώνεται σημαντικά όταν το pH του νερού είναι πάνω από 8.

7.5.2 Άλατα του υποχλωριώδους οξέος

Εξαιτίας της τοξικότητας του αέριου χλωρίου αποφεύγεται σε πολλές περιπτώσεις η χρήση του και εναλλακτικά χρησιμοποιούνται συνήθως το υποχλωριώδες νάτριο ή το υποχλωριώδες ασβέστιο, που υδρολύονται σύμφωνα με τις αντιδράσεις:



Και στις δύο περιπτώσεις τα κύρια προϊόντα είναι τελικά το HOCl και το OCl⁻, έτσι τόσο τα χαρακτηριστικά της απολύμανσης, όσο και των άλλων χημικών αντιδράσεων είναι παρόμοια με του αέριου χλωρίου. Η κατανομή των HOCl και OCl⁻ εξαρτάται και σε αυτές τις περιπτώσεις από το pH.

7.6. Πρακτική χλωρίωσης

Η χλωρίωση του πόσιμου νερού, μπορεί να γίνει με τις ακόλουθες διαδικασίες επεξεργασίας²⁹:

Απλή χλωρίωση: Σε πολλές περιπτώσεις αποτελεί την αποκλειστική επεξεργασία που υφίσταται το νερό πριν καταστεί πόσιμο. Το χλώριο προστίθεται στον αγωγό βαρύτητας που οδηγεί το νερό από την δεξαμενή στο δίκτυο, ή στον καταθλιπτικό αγωγό του αντλιοστασίου που τροφοδοτεί τη δεξαμενή και το δίκτυο.

Προ-χλωρίωση: Η χλωρίωση του νερού προηγείται των άλλων διαδικασιών επεξεργασίας όπως η κροκίδωση, η καθίζηση, η διύλιση. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που το ακατέργαστο νερό έχει σχετικά μεγάλο ρυπαντικό φορτίο. Με την χλωρίωση επιτυγχάνεται²⁹:

- Οξείδωση των οργανικών ουσιών που προκαλούν οσμές



- Αύξηση της απόδοσης των διυλιστηρίων εξαιτίας της μείωσης του μικροβιακού φορτίου και ιδιαίτερα των φυκών.
- Απολύμανση του νερού.

Λόγω των μεγάλων απαιτήσεων χλωρίου κατά την προχλωρίωση συνιστάται η χρήση ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου, δηλαδή χλωρίωση πέραν του σημείου θραύσης (Βλέπε Σχήμα 14). Κατά την προχλωρίωση, το χλώριο εφαρμόζεται στην είσοδο του νερού στην εγκατάσταση. Συνδυάζεται με την εγκατάσταση εξοπλισμού μέτρησης της παροχής, και έτσι η δόση του χλωρίου ρυθμίζεται αυτόματα.

Μετά-χλωρίωση: Εφαρμόζεται πάντοτε μετά τις άλλες διαδικασίες επεξεργασίας και αποσκοπεί στην εξασφάλιση υπολειμματικού χλωρίου σε όλα τα σημεία του δικτύου. Σημείο εφαρμογής είναι συνήθως το φρεάτιο συλλογής του καθαρού νερού μετά τα διυλιστήρια άμμου. Συχνά στην μεταχλωρίωση χρησιμοποιείται χλώριο με τη μορφή χλωραμινών, λόγω της μεγαλύτερης σταθερότητας των χλωραμινών σε σχέση με το ελεύθερο χλώριο. Άλλο πλεονέκτημα του συνδυασμένου χλωρίου είναι ότι, αντίθετα με το ελεύθερο χλώριο, δεν αφήνει οσμές. Για την δημιουργία των χλωραμινών είναι απαραίτητη η προσθήκη στο νερό αμμωνίας σε μοριακούς λόγους 1:1²⁹.

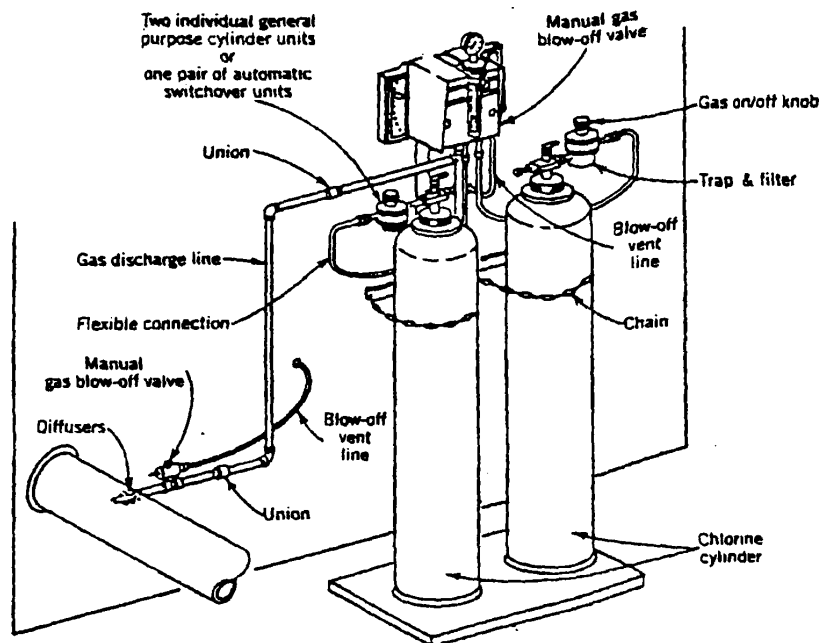
Επαναχλωρίωση: Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις μεγάλων δικτύων για την αναπλήρωση των συγκεντρώσεων του υπολειμματικού χλωρίου στα αναγκαία επίπεδα. Σημεία εφαρμογής μπορεί να είναι ενδιάμεσα αντλιοστάσια ή το κατάντη σημείο ενός μεγάλου αγωγού μεταφοράς κ.λ.π.²⁹

7.7. Μορφές χλωρίου στο εμπόριο

Αέριο χλώριο: Προμηθεύεται σε υγροποιημένη μορφή σε φιάλες 45-68 kg και σε δοχεία 1 ton. Είναι δηλητηριώδες και εξαιρετικά διαβρωτικό. Αποθηκεύεται σε κλειστούς απομονωμένους χώρους και τροφοδοτείται με δοσιμετρικές αντλίες. Μια τυπική διάταξη χλωριωτών φαίνεται στο Σχήμα 13.

Άλλες μορφές χλωρίου: Στο εμπόριο, εκτός από το αέριο χλώριο που συνήθως χρησιμοποιείται στις μεγάλες εγκαταστάσεις, υπάρχουν μια σειρά ενώσεις του χλωρίου που χρησιμοποιούνται για απολύμανση σε μικρότερα έργα. Οι ενώσεις αυτές φαίνονται στον Πίνακα 21.





Σχήμα 13. Τυπική διάταξη χλωριωτήρα αερίου χλωρίου

Πίνακας 21.. Ενώσεις χλωρίου που χρησιμοποιούνται στην απολύμανση

Όνομασία	Χημικός τύπος	Ισοδύναμο χλώριο % κατά βάρος	Κατάσταση
Χλωράσβεστος ή υγροσκοπική βρωμούσα	$\text{CaO} \cdot 2\text{CaOCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	25-37	ασταθής
Υποχλωριώδες Ασβέστιο	$\text{CaOCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	70	Σταθερό
Υποχλωριώδες Νάτριο	NaOCl	4-15	Υγρό
Χλωριώδες Νάτριο (*)	NaClO_2	30	
Διοξειδίο του χλωρίου	ClO_2	26.3	Αέριο

(*) Το κλωριώδες νάτριο NaClO_2 χρησιμοποιείται για την επί τόπου παραγωγή διοξειδίου του χλωρίου ClO_2 .

7.8. Υπολειμματικό χλώριο

Ελεύθερο ή υπολειμματικό χλώριο ορίζεται το χλώριο στην μοριακή του μορφή (Cl_2) και τα παράγωγά του δηλαδή το υποχλωριώδες οξύ (HOCl) και τα υποχλωριώδη ιόντα (OCl^-). Το ελεύθερο χλώριο είναι οξειδωτικό και η απολυμαντική του δράση μειώνεται κατά σειρά $\text{Cl}_2 > \text{HOCl} > \text{OCl}^-$.

Ένα μέρος του εισαγομένου χλωρίου δεσμεύεται από διάφορες ουσίες του νερού και φυσικά καθίσταται αδρανές. Η δόση του χλωρίου που προστίθεται στο νερό πρέπει να είναι αρκετή ώστε, αφού ικανοποιηθεί η αρχική ζήτηση σε χλώριο, να απομείνει αρκετή ποσότητα υπολειμματικού χλωρίου που να δράσει απολυμαντικά. Για τον λόγο αυτό στην χλωρίωση του νερού σημασία έχει όχι το ποσόν του

εισαγομένου χλωρίου αλλά το ποσοστό που πράγματι παραμένει ελεύθερο να δράσει, το καλούμενο υπολειπόμενο χλώριο. Αυτός είναι επίσης ο λόγος για τον οποίο το χλώριο εισάγεται σε περίσσεια, υπερχλωρίωση, και συνήθως σε ποσότητα 1 μέρος στο εκατομμύριο, (1ppm) ώστε στα ακρότατα σημεία του δικτύου υδρεύσεως να παραμένει υπολειπόμενο χλώριο της τάξεως του 0,2 ppm⁵ (Υγεινομική διάταξη, Παράρτημα 17.9). Οι ελληνικοί κανονισμοί, βασισμένοι στην διεθνή εμπειρία, θεωρούν αποτελεσματική την χλωρίωση, αν μετά από χρόνο επαφής 20 λεπτών ανιχνεύεται στα όρια του δικτύου ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο 0.2 mg/l. Για απολύμανση με συνδυασμένο υπολειμματικό χλώριο, η ελάχιστη απαιτούμενη δόση καθορίζεται σε 1.0 mg/l για χρόνο επαφής 30 λεπτά²⁹.

Είναι χρήσιμη η πλήρης κατανόηση των μηχανισμών τους πριν από την διεξαγωγή της απολύμανσης (Σχήμα 14):

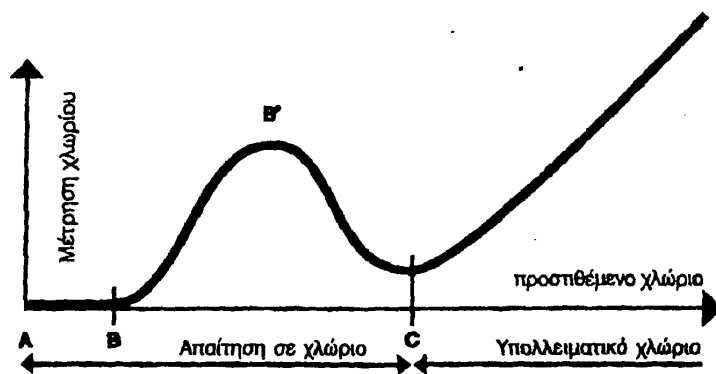
ΦΑΣΗ ΑΒ: Το χλώριο που εισάγεται στο νερό καταναλώνεται άμεσα από τις οργανικές ύλες. Το μετρήσιμο υπολειμματικό χλώριο παραμένει λοιπόν μηδενισμένο. Καμιά απολύμανση δεν λαμβάνει χώρα όσο όλα τα συστατικά του χλωρίου δεν έχουν καταστραφεί.

ΦΑΣΗ ΒΒ': Μετά το σημείο Β το χλώριο συμβάλλει στη δημιουργία αζωτούχων συστατικών. Μπορεί λοιπόν να μετρηθεί μια ποσότητα υπολειμματικού χλωρίου. Αυτή η συγκέντρωση δεν ανταποκρίνεται στο χλώριο που είναι πραγματικά ενεργό, αλλά κυρίως στις χλωραμίνες που αντιδρούν με τα αντιδραστήρια των συσκευών ανάλυσης ακριβώς όπως και το χλώριο. Είναι πολύπλοκες οργανικές ενώσεις, συχνά με έντονη οσμή, πολύ λίγο απολυμαντικές.

ΦΑΣΗ Β'C: Παρόλο που προστίθεται επιπλέον χλώριο, η μετρήσιμη με τις συνήθεις συσκευές ποσότητα χλωρίου μειώνεται. Στην πραγματικότητα το επιπλέον χλώριο καταναλώνεται στην καταστροφή των προϊόντων της φάσης ΒΒ'. Το νερό μυρίζει λιγότερο άσχημα ωστόσο δεν έχει ακόμα απολυμανθεί.

Πέραν του σημείου C: το προστιθέμενο χλώριο είναι πλέον διαθέσιμο για να παίζει το ρόλο του απολυμαντικού.





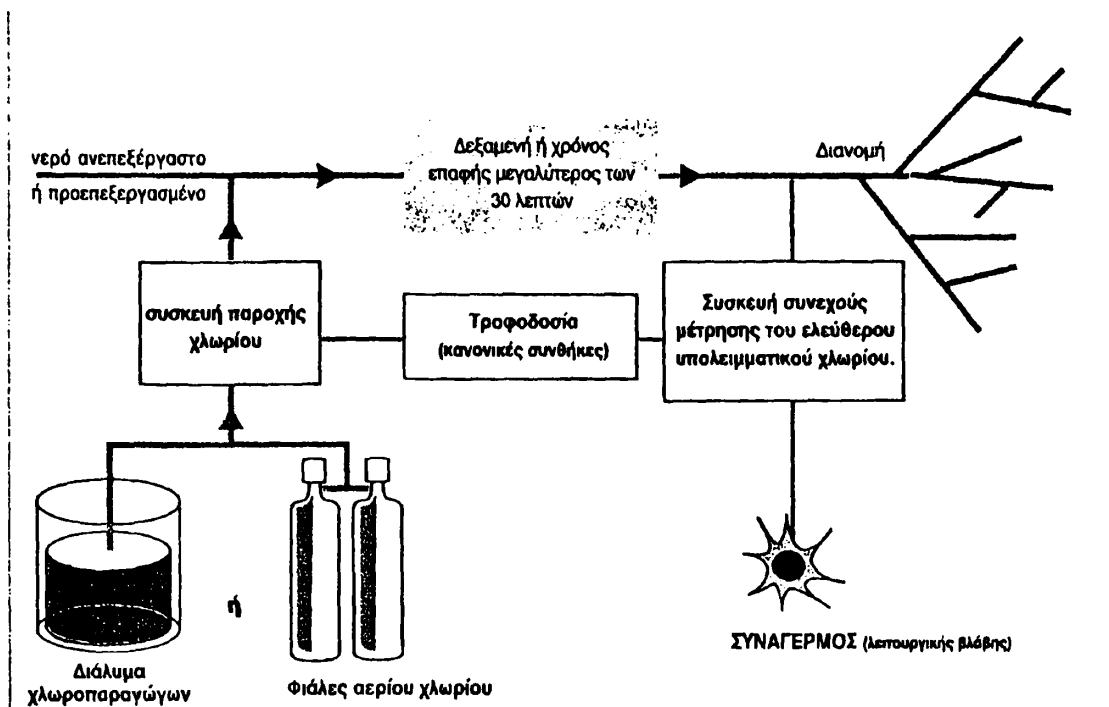
Σχήμα 14. Εξέλιξη της ποσότητας υπολειμματικού χλωρίου σαν συνάρτηση της ποσότητας προσπιθέμενου χλωρίου

Συμπερασματικά, δεν θα εξασφαλίσουν την απολύμανση τα πρώτα χλιοστόγραμμα του χλωρίου. Στην πραγματικότητα πρέπει να προστεθεί μία ποσότητα απολυμαντικού για να λάβουν χώρα όλες οι παρασιτικές χημικές αντιδράσεις: η ποσότητα αυτή ονομάζεται απαίτηση σε χλώριο.

Η απολύμανση πρέπει να γίνεται σε νερά καλής χημικής ποιότητας (όπου η απαίτηση σε χλώριο είναι χαμηλή) προκειμένου να περιοριστεί στο ελάχιστο η παραγωγή παραπροϊόντων από τις παρασιτικές αντιδράσεις. Αλλιώς, η παρουσία κολλοειδών σωματιδίων προστατεύει τους μικροοργανισμούς από την απολυμαντική δράση του χλωρίου.

Πριν λοιπόν από την σχεδίαση μιας εγκατάστασης απολύμανσης πρέπει κανείς να προχωρήσει σε συστηματικές δοκιμές που θα επιτρέψουν την εκτίμηση των ποσοτήτων χλωρίου που είναι αναγκαίες αποτρέποντας ταυτόχρονα τις παρασιτικές αντιδράσεις. Για παράδειγμα χρειάζεται πολλές φορές η προσθήκη πέντε ή δέκα χλιοστογράμμων χλωρίου σε κάθε λίτρο νερού για την επίτευξη, στο τέλος της επεξεργασίας, μιας συγκέντρωσης 0,5 mg/l ενεργού χλωρίου, αφού το υπόλοιπο απολυμαντικό θα καταναλωθεί από τις προσμίξεις και τα προϊόντα που αναφέρθηκαν.

Όρια ελευθέρου χλωρίου υψηλότερα του 0,2 mg/L προσδίδουν χαρακτηριστική δριμεία οσμή στο νερό και το καθιστούν άποτο, σημαντικώς δε υψηλότερες συγκεντρώσεις μπορούν να καταστήσουν το νερό τοξικό, ενώ ταυτόχρονα διαβιβρώσκονται και οι σωληνώσεις²⁹.



Σχήμα 15. Βασική διάταξη της απολύμανσης που στηρίζεται στην ποσότητα υπολειμματικού χλωρίου

Το μέγιστο επιτρεπτό όριο αερίου χλωρίου στο νερό, εξαρτάται από τις απαιτήσεις γεύσης και οσμής των καταναλωτών και στις συνήθειες περιπτώσεις, υπόλειμμα ελεύθερου χλωρίου μέχρι 0.2 mg/l , δεν πρέπει να θεωρείται ότι δημιουργεί πρόβλημα⁵ Ας σημειωθεί ότι σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης αποστείρωσης του πόσιμου νερού, μπορεί να επιτραπούν συγκεντρώσεις ελεύθερου χλωρίου μέχρι και 2 mg/l (Σχήμα 15).

Κατά την μέτρηση του ελεύθερου χλωρίου στο νερό έχει μεγάλη σημασία να χρησιμοποιείται η σωστή τεχνική η οποία να μετρά πράγματι ελεύθερο και όχι συνδεδεμένο ή ολικό χλώριο.

Η μέθοδος DPD έχει την δυνατότητα να μετρά την καθεμιά από αυτές τις παραμέτρους χωριστά. Η χημική ουσία DPD (N,N-διαιθυλ-p-φαινυλδιαμίνη) αντιδρά αμέσως με το ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο και δημιουργεί χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα. Η ένταση του δημιουργούμενου χρώματος, είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του ελεύθερου χλωρίου και συγκρίνεται με πρότυπη χρωματομετρική κλίμακα ή φωτομετρικά. Η προσθήκη ιόντων ιωδίου, αντιδρά με το δεσμευμένο χλώριο, υπό μορφή χλωραμινών. Ο συνηθέστερος τρόπος μέτρησης του υπολειμματικού χλωρίου, είναι με φορητά kit-test, που περιέχουν τα απαιτούμενα

αντιδραστήρια σε διαλύματα ή κάψουλες, σωλήνες για την εκτέλεση της αντίδρασης καθώς και χρωματομετρική κλίμακα για τη σύγκριση του δημιουργούμενου χρώματος. Τελευταία, έχει κυκλοφορήσει στην ελληνική αγορά και φορητό φωτόμετρο, αποκλειστικά για τη μέτρηση του υπολειπόμενου χλωρίου.

Αντίθετα η μέθοδος της ορθοτολουδίνης, η οποία ευρέως χρησιμοποιήθηκε με σκοπό να μετράται το ελεύθερο χλώριο στο νερό, μετρά το ολικό χλώριο. Η μέθοδος αυτή είναι χρωματομετρική και βασίζεται στο γεγονός ότι η ορθοτολιδίνη που είναι μια αρωματική οργανική ένωση, σε όξινο διάλυμα, οξειδώνεται από το χλώριο, τις χλωραμίνες και άλλες οξειδωτικές ουσίες και παράγει μια ένωση με κίτρινο χρώμα. Η ένταση του κίτρινου χρώματος είναι ανάλογη με την ποσότητα της ένωσης αυτής.

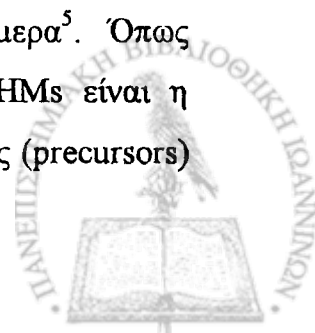
7.9. Επιπτώσεις του χλωρίου στην υγεία

Παρόλο που το αέριο χλώριο είναι πολύ τοξικό για τον ανθρώπινο οργανισμό, στις πολύ μικρές συγκεντρώσεις που χρησιμοποιείται μέσα στο νερό, 0.2-1.0 ppm, είναι τελείως ακίνδυνο. Πέραν αυτής της τοξικότητας, καμία άλλη επικίνδυνη, για την υγεία του ανθρώπου, δράση του δεν είχε αναφερθεί μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970.

Για πρώτη φορά το 1974 έγινε γνωστό ότι όταν στο νερό περιέχονται οργανικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους, σχηματίζονται με την χλωρίωση, σαν αποτέλεσμα της οξειδωτικής δράσης του χλωρίου, μια σειρά χλωριωμένων οργανικών ενώσεων από τις οποίες οι κυριότερες είναι τα τριαλομεθάνια. Αντίστοιχες ενώσεις σχηματίζουν και τα υπόλοιπα αλογόνα. Στις οργανικές ενώσεις που έχουν ανιχνευθεί μέχρι τώρα περιλαμβάνονται:

- Τριαλομεθάνια που περιέχουν χλώριο, βρώμιο και ιώδιο (THMs)
- Σύνθετα αλοακετονιτρίλια
- Αλογονοαλκοόλες
- Αλογονοαλδεύδες
- Αλογονοοξέα
- N-αλογονοαμίνες

Οι μηχανισμοί σχηματισμού THMs έχουν καλά τεκμηριωθεί με μία σειρά ερευνών και μελετών που έχουν γίνει από το 1974 μέχρι σήμερα⁵. Όπως προαναφέρθηκε απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία των THMs είναι η παρουσία ορισμένων ουσιών που είναι γνωστές σαν πρόδρομες ενώσεις (precursors) σύμφωνα με την ακόλουθη γενικευμένη αντίδραση:



(Ελεύθερο χλώριο)+Πρόδρομες ενώσεις(Χουμικά οξέα) \Rightarrow τριαλομεθάνια+παραπροϊόντα

Ένας από τους κυριότερους πρόδρομους των THMs πιστεύεται ότι είναι οι χουμικές ουσίες που συνιστούν περίπου το 30-50% του διαλυμένου οργανικού άνθρακα στο νερό. Άλλες οργανικές ουσίες όπως τα άλγη και τα προϊόντα εξωκυτταρικού μεταβολισμού τους μπορεί επίσης να είναι σημαντικοί πρόδρομοι των THMs.

Τα τριαλομεθάνια, που σχηματίζονται στο νερό σαν παραπροϊόντα της χλωρίωσης, έχουν ανιχνευθεί σε συστήματα ύδρευσης σε όλο τον κόσμο και θεωρούνται πλέον καρκινογόνα.

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση THMs παρατηρείται σε νερά που προέρχονται από επιφανειακές πηγές υδροληψίας, όπως φαίνεται στον Πίνακα 22 όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας έρευνας που έγινε στην Αμερική το 1979 σχετικά με την συγκέντρωση τριαλομεθανίων στο χλωριωμένο νερό. Στην έρευνα περιλαμβάνονταν 18 πόλεις που τροφοδοτούνται από επιφανειακά νερά και 128 πόλεις που τροφοδοτούνται από υπόγεια νερά.

Η ανώτατη επιτρεπτή συνολική συγκέντρωση τριαλομεθανίων, για υδραγωγεία που εξυπηρετούν πληθυσμό πάνω από 10.000 κατοίκους, καθορίστηκε το 1980 από την American Water Works Association σε 100 mg/l ή 0.10 mg/l.

Πίνακας 22. Δημιουργία τριαλομεθανίων ανάλογα με την πηγή υδροληψία ²⁹

Τριαλομεθάνια	Τύπος	Πηγή υδροληψίας		
		Επιφανειακά νερά	Υπόγεια νερά Βάθος <45 μ	Υπόγεια νερά Βάθος >45 μ
		Μέσος όρος συγκεντρώσεων (μg/l)		
Χλωροφόρμιο	$CHCl_3$	198	12	5
Βρωμοδιχλωρο-μεθάνιο	$CHCl_2Br_2$	45	10	3
Διχλωρομεθάνιο	$CHClBr_2$	8	17	5
Βρωμοφόρμιο	$CHBr_3$	2	12	10
Σύνολο		253	51	23

Τα τελευταία χρόνια δημοσιεύτηκαν στην Αγγλία, ΗΠΑ, Καναδά, πρώην ΕΣΣΔ και Ιαπωνία μερικές επιδημιολογικές μελέτες στις οποίες εκφράζεται η υποψία ότι το χλώριο που χρησιμοποιείται για την απολύμανση του ύδατος έχει κάποια σχέση με τον καρκίνου του στομάχου. Οι υποψίες αυτές μέχρι στιγμής δεν έχουν

επιβεβαιωθεί και σε κανένα μέρος της γης δεν έχει σταματήσει η χλωρίωση του ύδατος⁵.

Η πιθανή καρκινογόνος δράση αποδίδεται στα τρι-αλογονο-μεθάνια, οργανικές ενώσεις που παράγονται από την οξείδωση των διαφόρων οργανικών ουσιών στο νερό από τη δράση του χλωρίου. Τα τριαλογονομεθάνια έχουν ενοχοποιηθεί για καρκινογόνο δράση⁵.

Οι παραπάνω επιδημιολογικές έρευνες στηρίχθηκαν στη νοσηρότητα, τον επιπολασμό και τη θνησιμότητα του καρκίνου του στομάχου σε μεγάλες πληθυσμιακές ομάδες πόλεων ή γεωγραφικών διαμερισμάτων, σε συνάρτηση με τη χλωρίωση ή όχι του νερού. Και για αυτές τις έρευνες οι επιφυλάξεις είναι μεθοδολογικής φύσεως, δηλαδή η απομόνωση του παράγοντα τον οποίο μελετούμε, εδώ η χλωρίωση, και η διατήρηση συγκρίσιμων όλων των άλλων παραμέτρων του πληθυσμού. Το θέμα βρίσκεται πάντως ακόμη υπό έρευνα. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας εξακολουθεί να συνιστά χλωρίωση του νερού ως βασικό μέτρο πρόληψης.

Παρά τις έντονες ανησυχίες μεταξύ των επιστημόνων σχετικά με τις επιπτώσεις που μπορεί να έχουν τα παραπροϊόντα της χρήσης του χλωρίου στο πόσιμο νερό, αυτό παραμένει σαν το πλέον συνηθισμένο μέσο απολύμανσης.

Για υπόγειο ή επεξεργασμένο επιφανειακό νερό προστίθεται συνήθως μία δόση γύρω στα 0.5 mg/l, εξασφαλίζοντας ένα χρόνο επαφής 30 λεπτών και pH μικρότερο του 8.



8. ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής μελέτης ήταν να εκτιμήσει αφ' ενός την ποιότητα του πόσιμου νερού στην πηγή του Αγίου Γεωργίου και στα πολεοδομικά συγκροτήματα Άρτας, Πρέβεζας και Λευκάδας αφ' ετέρου τον κίνδυνο υδατογενούς επιδημίας από την πηγή «Αγίου Γεωργίου». Η περιοχή της μελέτης ήταν η κοινή και για τα τρία πολεοδομικά συγκροτήματα πηγή του «Αγ. Γεωργίου», οι δεξαμενές αποθήκευσης και διανομής του νερού καθώς και τα εξωτερικά και εσωτερικά δίκτυα των τριών πολεοδομικών συγκροτημάτων.

Συγκεκριμένα, σκοπός ήταν :

- Να εξετασθούν οι φυσικοχημικές (ΦΧ) και μικροβιολογικές (ΜΒ) παράμετροι του νερού σε καθορισμένα σημεία δειγματοληψίας και η μεταξύ των σχέση προκειμένου να διαπιστωθεί η συμφωνία τους προς τις υγειονομικές διατάξεις του Υπουργείου Υγείας.
- Να εξετασθεί η εποχική μεταβολή των ΦΧ και ΜΒ παραμέτρων,
- Να εξετασθεί η συσχέτιση των ΜΒ παραμέτρων με τις καιρικές συνθήκες και ειδικότερα της βροχόπτωσης.

Τέλος,

- Να αξιολογήσει τον μικροβιολογικό κίνδυνο του νερού της πηγής «Αγ. Γεωργίου» με την εποχική ταξινόμηση των ΚΚΠ, με μηνιαία Επιτόπια Υγειονομολογική Αναγνώριση (ΕΥΑ) και με τον συνδυασμό του "σκορ" της ΕΥΑ και των κατηγοριών του μικροβιολογικού κινδύνου σύμφωνα με την Π.Ο.Υ.
- Να δώσει τον κίνδυνο των υδατογενών επιδημιών, ο οποίος με την σειρά του να καθορίσει την προτεραιότητα των μέτρων που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να διασφαλισθεί η υγεία του υδρευόμενου πληθυσμού.
- Να προταθούν οι επανορθωτικές δράσεις που μπορούν να εφαρμοσθούν στην ευρύτερη περιοχή των πηγών σύμφωνα με τις οδηγίες της Π.Ο.Υ.



ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

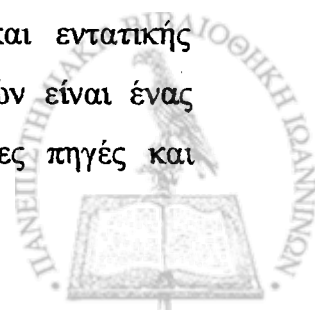
ΥΔΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

9. ΥΔΙΚΟ

9.1 Περιγραφή περιοχής πηγών Αγ. Γεωργίου

Οι πηγές Αγίου Γεωργίου τροφοδοτούνται από τον καρστικό υδροφόρο (υδροφόρο που αναπτύσσεται στους ασβεστολίθους) της δυτικής κυρίως όχθης του Λούρου και αναβλύζουν σε υψόμετρο 112,97 m. Υπάρχει το ενδεχόμενο και μερικής συμμετοχής του ποταμού Λούρου στην τροφοδοσία των πηγών (γεγονός που διερευνάται από το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε)).

Η θέση των πηγών είναι στις παρυφές νοτίως της λοφοπλαγιάς του Αγίου Γεωργίου όπως φαίνεται στο τοπογραφικό διάγραμμα της περιοχής (βλ. Παράρτημα, Σχήμα 17.2). Οι πηγές αποτελούνται από την δεξαμενή υδροληψίας η οποία δεν είναι πλήρης υδατοστεγής και έχει κατασκευασθεί από σκυρόδεμα. Στην δεξαμενή υπάρχει ένα κλειδωμένο κάλυμμα παρακολούθησης, έξοδος υπερχειλίσσης και μία περίφραξη πάνω ακριβώς από την δεξαμενή. Ακριβώς δίπλα στην δεξαμενή προς Δυσμάς υπάρχει ο Ιερός Ναός του Αγ. Γεωργίου και η τεχνητή βρύση που συνδέεται με την υδρομάστευση πριν την δεξαμενή. Πάνω από την υδρομάστευση διέρχεται ο παλιός δρόμος που συνέδεε το Δημοτικό Διαμέρισμα (Δ.Δ.) Αγ. Γεωργίου με την Εθνική Οδό Πρέβεζας-Ιωαννίνων και που το έτος 1998 έγινε πεζόδρομος. Η επικοινωνία του Δ.Δ. Αγίου Γεωργίου γίνεται τώρα μέσω νέας οδού. Στις παρυφές του λόφου υπάρχει περίφραξη μιας έκτασης που περιβάλλει τις πηγές και οριοθετεί τη ζώνη I. Δεν υπάρχει οριοθέτηση των άλλων δύο ζωνών (II, III). Σε απόσταση 30 μέτρων προς Ανατολάς υπάρχει τεχνητή βρύση (σημείο δειγματοληψίας Σ2) και στα 80 μέτρα εκτείνεται το κοιμητήριο του Δ.Δ. Νοτιοδυτικά της δεξαμενής υπάρχουν νεροτριβές ενώ μόλις 150 μέτρα Βορειοδυτικά βρίσκονται οι υδρομαστεύσεις των πηγών του Ρωμαϊκού Υδραγωγείου της Αρχαίας Νικόπολης καθώς και οι πεσσοί που στήριζαν τον αγωγό του υδραγωγείου πάνω από τον Λούρο ποταμό. Σε απόσταση 300 μέτρων ανάντη της πηγής βρίσκεται το Δ.Δ. του Αγ. Γεωργίου του οποίου η αποχέτευση γίνεται με απορροφητικούς βόθρους. Προς Βορρά στην ευρύτερη περιοχή που περιβάλλει τις πηγές αναπτύσσονται δραστηριότητες ελεύθερης και εντατικής κτηνοτροφίας (χοιροτροφικές μονάδες). Γενικά η περιοχή των πηγών είναι ένας χώρος ιδιαίτερου φυσικού κάλλους με πλούσια βλάστηση, άφθονες πηγές και



γεωμορφολογία που εντυπωσιάζει τον επισκέπτη. Η ευρύτερη περιοχή αποτελούσε χώρο οικονομικής, κοινωνικής και λατρευτικής δραστηριότητας γεγονός που αποδεικνύεται από τα υπάρχοντα μνημεία όλων των περιόδων της ιστορίας, Παλαιολιθικής (οικισμός Ασπροχάλικο), Ρωμαϊκής (Ρωμαϊκό υδραγωγείο) και Νεώτερης με τα Βυζαντινά και τα νεώτερα μνημεία. Και αυτό ήταν φυσικό αφού το νερό αποτελούσε πάντα πηγή ζωής.

9.2 Εξωτερικά δίκτυα μεταφοράς του ποσίου νερού

Από τις πηγές Αγ. Γεωργίου υδρεύονται με δύο παράπλευρες και ανεξάρτητες υδρομαστεύσεις α) Ο Σύνδεσμος Ύδρευσης Δήμων Πρεβέζης, Φιλιππιάδας και λοιπών Κοινοτήτων και β) Ο Σύνδεσμος Ύδρευσης Νήσου Λευκάδος. Κεντρικό παροχόμετρο στην υδρομάστευση δεν υπάρχει. Ο αγωγός του Συνδέσμου Λευκάδας υδροδοτεί επί πλέον σύμφωνα με απόφαση του ΥΠΕΧΩΔΕ με 12.000 m³ τον Σύνδεσμο Άρτας και με 8.000 m³ τις δεξαμενές του Δήμου Πρέβεζας (Σχήμα 16).

9.2.1. Δήμου Άρτας

Το εξωτερικό υδραγωγείο εντός του Νομού Άρτας είναι κατασκευασμένο με χαλυβδοσωλήνες διαμέτρου Φ 600 και Φ 550. Τελευταία (1999), για την υδροδότηση των πεδινών δήμων κατασκευάστηκε νέο δίκτυο από τη γέφυρα Καλογήρου μέχρι τη Φιλοθέη με αγωγούς πολυαιθυλενίου διαμέτρου Φ 400.

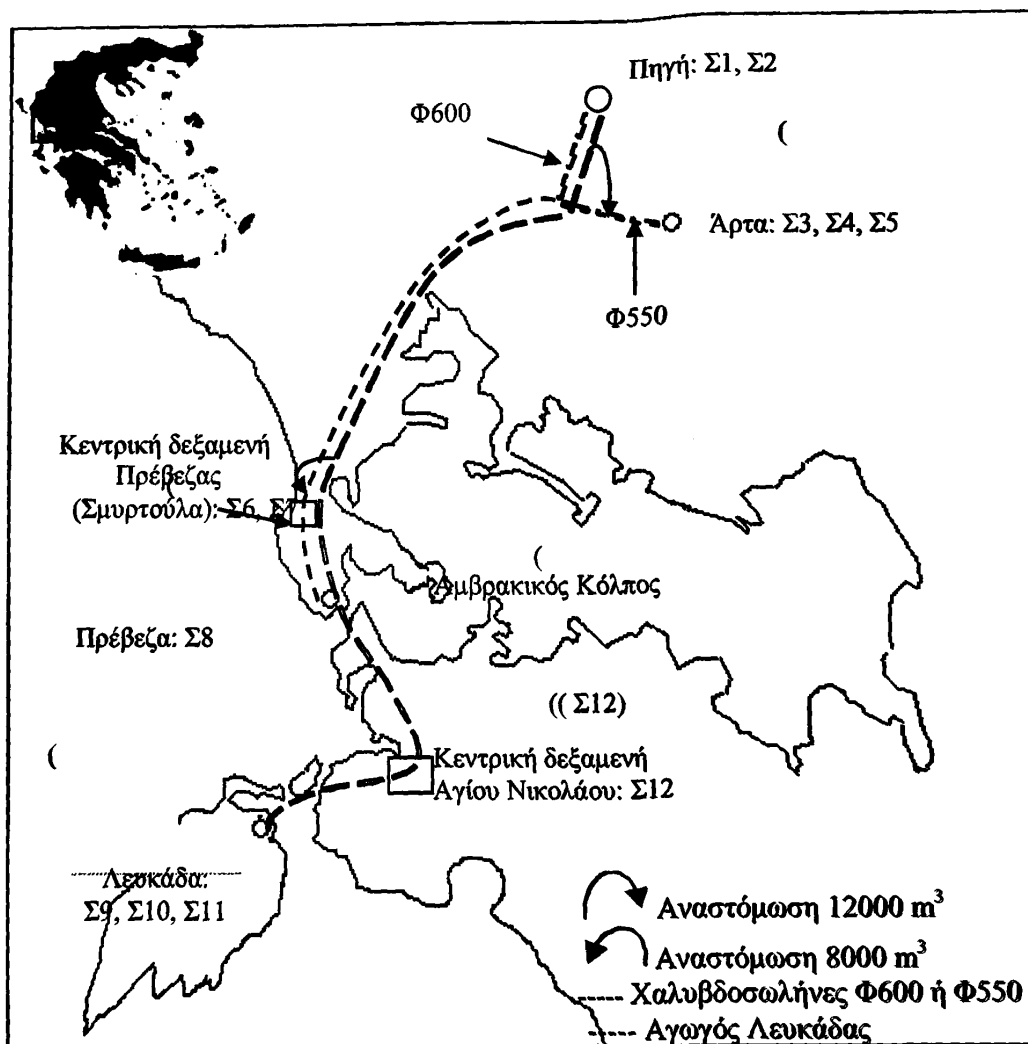
9.2.2. Δήμου Πρέβεζας

Υπεύθυνος φορέας για την υδροληψία στις πηγές του Αγ. Γεωργίου, όπως επίσης και για το εξωτερικό υδραγωγείο εντός του Νομού Πρέβεζας, είναι ο Σύνδεσμος Ύδρευσης Πρέβεζας. Ο αγωγός του Συνδέσμου Ύδρευσης Πρέβεζας είναι κοινός μέχρι την Γέφυρα Καλογήρου και μετά διακλαδίζεται προς Άρτα και Πρέβεζα με δύο αγωγούς αντίστοιχα. Το υλικό των εξωτερικών υδραγωγείων είναι από χαλυβδοσωλήνες.

9.2.3. Δήμου Λευκάδας

Το νερό που προέρχεται από τις πηγές του Αγ. Γεωργίου Πρεβέζης μεταφέρεται μέσω βαρύτητας και χρήσης χαλυβδοσωλήνων από την περιοχή «Μεταξάτου Ακτίου σε αντλιοστάσιο από όπου διοχετεύεται σε δεξαμενή χωρητικότητας 1000 m³ και υψομετρικής θέσης 80 m.





Σχήμα 16. Η πηγή του Αγίου Γεωργίου, ο βασικός αγωγός ύδρευσης στις περιοχές που τροφοδοτούνται από τα αποθέματα νερού της, και τα σημεία δειγματοληψίας της έρευνας μας.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ: Σημεία δειγματοληψίας

Κωδικός	Περιγραφή	Λεπτομέρειες
Σ1	Βρύση πηγής Αγίου Γεωργίου πριν την υδατοστεγή δεξαμενή χλωρίωσης	Χάρτης 17.2 Παράρτημα
Σ2	Βρύση πηγής Αγίου Γεωργίου μετά την υδατοστεγή δεξαμενή χλωρίωσης	»
Σ3	Βρύση πριν την κεντρική δεξαμενή χλωρίωσης της Άρτας	Χάρτης 17.3 Παράρτημα
Σ4	Βρύση μετά την κεντρική δεξαμενή χλωρίωσης της Άρτας	»
Σ5	Βρύση γηπέδου Γλυκόριζου Άρτας	»
Σ6	Βρύση πριν την κεντρική δεξαμενή χλωρίωσης Πρέβεζας (Σμυρτούλα)	Χάρτης 17.4 Παράρτημα
Σ7	Βρύση καφενείου κ. Ακρίβη ("Έλεγχος"-Νικόπολη μετά την χλωρίωση)	»
Σ8	Βρύση Δημοτικού καφενείου Πρέβεζας	»
Σ9	Πυροσβεστικός κρουνός γέφυρας νήσου Λευκάδας	Χάρτης 17.5 Παράρτημα
Σ10	Βρύση μετά την δεξαμενή χλωρίωσης πόλης Λευκάδας	»
Σ11	Βρύση 2 ^{ου} Γυμνασίου-Λυκείου Λευκάδας	»
Σ12	Βρύση πριν την κεντρική δεξαμενή χλωρίωσης νήσου Λευκάδας- (Αγ.Νικόλαος)	Χάρτης 17.1 Παράρτημα
Σ13	Βρύση Εργαστ. Βιομηχανικής Χημείας, Πανεπιστ. Ιωαννίνων (Δουρούτη)	-
Σ14	Αποσταγμένο νερό Εργαστηρίου Βιομηχανικής Χημείας	-



9.3. Εσωτερικά δίκτυα μεταφοράς του ποσίμου νερού

9.3.1. Δήμος Άρτας

Η πόλη της Άρτας υδροδοτείται από τις πηγές του Αγ. Γεωργίου. Το νερό φθάνει με βαρύτητα σε δυο δεξαμενές χωρητικότητας 1500 m³ και 100 m³, ενώ με άντληση, για την εξυπηρέτηση της υψηλής ζώνης, σε τέσσερις δεξαμενές συνολικής χωρητικότητας 1370 m³. Η μέση ημερήσια κατανάλωση νερού κυμαίνεται κοντά στα 8.000 m³. Εκτός της πόλης της Άρτας με το σύστημα που περιγράφηκε υδροδοτούνται και οι οικισμοί του Δήμου (Αγ. Ανάργυροι, Γλυκόριζο, Ελεούσα κλπ.). Τα δημοτικά διαμερίσματα που ενσωματώθηκαν στο Δήμο της Άρτας με το σχέδιο «Καποδίστριας» (Κωστακιοί, Κεραμάτες, Λιμήνη) υδροδοτούνται με ανεξάρτητες δεξαμενές, από τις πηγές Αγίου Γεωργίου.

Στην πόλη της Άρτας το 85% του δικτύου ύδρευσης έχει αντικατασταθεί με νέο, παράλληλα με τα εκτελούμενα έργα αποχέτευσης. Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του δικτύου ύδρευσης είναι PVC. Το υπολειπόμενο 15% του δικτύου, που κατά κύριο λόγο είναι κατασκευασμένο με αγωγούς από μαντέμι ή αμιαντοτσιμέντο και πρόκειται να αντικατασταθεί. Οι απώλειες του δικτύου εκτιμώνται στο 20% της συνολικής κατανάλωσης.

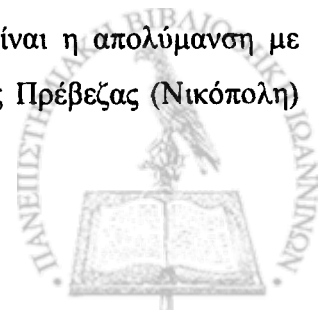
Η χλωρίωση του νερού στην πόλη της Άρτας γίνεται με αυτόματους χλωριωτές, ενώ μετράται συστηματικά το υπολειμματικό χλώριο σε διάφορα σημεία του εσωτερικού δικτύου.

9.3.2. Δήμος Πρέβεζας

Η πόλη της Πρέβεζας και τα Δημοτικά Διαμερίσματα (Δ.Δ.), Μύτικας, Νικόπολη υδροδοτούνται από τις δεξαμενές της Πρέβεζας που βρίσκονται στη Νικόπολη. Τα δημοτικά διαμερίσματα Φλάμπουρα και Μιχαλίτσι υδρεύονται από τον κύριο αγωγό του Συνδέσμου Ύδρευσης Πρέβεζας στις θέσεις των διασταυρώσεων του Εθν. Δρόμου προς τους Οικισμούς μέσω αντλιοστασίων προς τις δεξαμενές τους και εκείθεν μέσω δικτύου στην κατανάλωση.

Το υλικό των δικτύων είναι: α) ο μιν κύριος αγωγός από δεξαμενές Πρέβεζας που βρίσκονται στην Νικόπολη μέχρι είσοδο πόλης από χαλυβδοσωλήνες, β) το δε εσωτερικό δίκτυο της πόλης Πρέβεζας και των οικισμών είναι πλαστικοί (PVC) κατά το μέγιστο ποσοστό και κατ' ελάχιστον αμιαντοσωλήνες. Το εσωτερικό δίκτυο της Νικόπολης είναι από αμιαντοσωλήνες ενώ του Μύτικα, Μιχαλιτσίου και Φλαμπούρων από πλαστικούς σωλήνες (PVC), με διατομές από Φ63 έως Φ 110.

Στην πόλη της Πρέβεζας η μόνη επεξεργασία που γίνεται είναι η απολύμανση με NaOCl, σε καθημερινή βάση. Η χλωρίωση γίνεται στη δεξαμενή της Πρέβεζας (Νικόπολη)



Φλαμπούρων από πλαστικούς σωλήνες (PVC), με διατομές από Φ63 έως Φ 110.

Στην πόλη της Πρέβεζας η μόνη επεξεργασία που γίνεται είναι η απολύμανση με NaOCl, σε καθημερινή βάση. Η χλωρίωση γίνεται στη δεξαμενή της Πρέβεζας (Νικόπολη) και στα αντλιοστάσια Μιχαλιτισίου και Φλαμπούρων. Η τροφοδοσία γίνεται συνεχώς με δοσομετρικές αντλίες και ο έλεγχος γίνεται καθημερινά με χλωριοσυγκριτή.

9.3.3. Δήμος Λευκάδας

Το νερό χωρίς να υφίσταται καμιά επεξεργασία εκτός της χλωρίωσης διοχετεύεται σε μια έκταση ~ 60 km με πλαστική σωλήνα και έχοντας πίεση ~ 4 Atm. Καλύπτει μέσο πληθυσμό 7000 ατόμων, έχει ηλικία ~18 έτη, με χρόνο μελέτης το 1977, και υπάρχουν υδρομετρητές. Η παροχή νερού κατά τη χειμερινή περίοδο είναι ~ 170 m³/h, ενώ κατά τη θερινή περίοδο ~ 250 m³/h. Οι απώλειες κυμαίνονται σε ποσοστό κατανάλωσης ~ 20%. Συχνό πρόβλημα είναι το σπάσιμο των αγωγών του δικτύου, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του βρίσκεται στο επίπεδο της θάλασσας.

Η χλωρίωση πραγματοποιείται μέσα στη δεξαμενή με χρήση υποχλωριώδους νατρίου (NaOCl, διάλυμα ~14%) και χρησιμοποίηση αισθητηρίου για τη ρύθμιση της συγκέντρωσης του υπολειμματικού ελεύθερου χλωρίου στο νερό. Η τελευταία διατηρείται στο δίκτυο σε τιμές 0,2-0,3 mg/l.



10. ΜΕΘΟΔΟΙ

10.1. Επιτόπια υγιεινολογική αναγνώριση (ΕΥΑ) των πηγών

Η ΕΥΑ εφαρμόστηκε κάθε φορά πριν την συλλογή των υδατικών δειγμάτων, μία φορά το μήνα, από Φεβρουάριο 1996 μέχρι και Ιούνιο 1999, εκτός Αυγούστων (n=38). Το πλήρες ερωτηματολόγιο της ΕΥΑ που χρησιμοποιήθηκε είναι αυτό των κατευθυντήριων οδηγιών της ΠΟΥ για την ποιότητα του πόσιμου νερού²¹ (Πίνακας 23). Η αξιολόγηση του μικροβιολογικού κινδύνου (Microbiological Risk Assessment, MRA) για τα αποθέματα νερού έγινε χρησιμοποιώντας τα "σκορ" κινδύνου από την ΕΥΑ σύμφωνα με τους πίνακες των οδηγιών της ΠΟΥ²¹.

Πίνακας 23. Ερωτηματολόγιο Επιτόπιας Υγιεινολογικής Αναγνώρισης (ΕΥΑ) για τον χαρακτηρισμό των πηγών (ΠΟΥ, 1997²¹).

ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΜΕΝΗ ΠΗΓΗ

I Στοιχεία

1. Γενικές πληροφορίες: Κέντρο Υγείας.....
Χωριό.....
2. Αρ. Κωδικού - Διεύθυνση.....
3. Αρχή για τους υδάτινους πόρους/
Κοινοτικός αντιπρόσωπος.....
Ημερομηνία επίσκεψης.....
4. Λήψη δείγματος νερού;..... Δείγμα Νο.....Βαθμολόγηση κολοβακτηριδίων.....

II Διαγνωστικές παρατηρήσεις για την εκτίμηση του κινδύνου

Κίνδυνος

- | | |
|--|-----|
| 1. Είναι η φυσική πηγή νερού απροστατευτη χωρίς να υπάρχει λιθοδομή, τσιμεντένιος τοίχος ή υδατοστεγής δεξαμενή και επομένως ανοιχτή στην επιφανειακή μόλυνση; | N/O |
| 2. Η λιθοδομή προσφέρει ελαττωματική προστασία στην πηγή; | N/O |
| 3. Εφόσον υπάρχει υδατοστεγής δεξαμενή, υπάρχει ένα ανθυγιεινό κάλυμμα επιθεώρησης πάνω στην λιθοδομή; | N/O |
| 4. Η υδατοστεγής δεξαμενή περιέχει μολυσμένη λάσπη ή ζώα; | N/O |
| 5. Αν υπάρχει αγωγός αερισμού της πηγής, είναι ανθυγιεινός; | N/O |
| 6. Αν υπάρχει σωλήνας υπερχείλισης, είναι ανθυγιεινός; | N/O |
| 7. Υπάρχει περιοχή γύρω από την πηγή που δεν είναι φραγμένη; | N/O |
| 8. Μπορούν τα ζώα να πλησιάσουν σε απόσταση 10 μέτρων από την πηγή; | N/O |
| 9. Υπάρχει έλλειψη πάνω από την πηγή ενός χαντακιού εκτροπής των επιφανειακών νερών, ή, αν υπάρχει, είναι μη λειτουργικό; | N/O |
| 10. Υπάρχουν αποχωρητήρια ψηλά στο λόφο; | N/O |

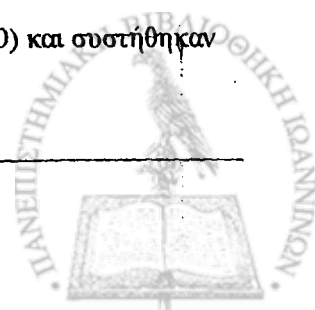
Συνολικό σκορ κινδύνου...ΣΝ /10

Κίνδυνος μόλυνσης: 9 - 10 = πολύ μεγάλος, 6 - 8 = μεγάλος, 3 - 5 = μεσαίος, 0 - 2 = μικρός

III Αποτελέσματα και συστάσεις

Τα ακόλουθα σημαντικά σημεία κινδύνου σημειώθηκαν.....(κλίμακα 1 - 10) και συστήθηκαν στις τοπικές αρχές επανορθωτικές δράσεις.

Υπογραφή του υγιεινολόγου.....



10.2. Οι δειγματοληψίες της ερευνητικής εργασίας μας

10.2.1. Μεθοδολογία δειγματοληψιών

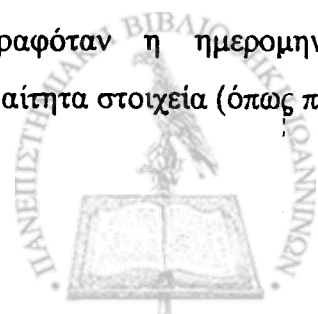
Κατά την δειγματοληψία έγινε προσπάθεια να τηρηθούν όλες οι προϋποθέσεις, προκειμένου να μην επιμολυνθεί το δείγμα^{69, 70}.

Για κάθε σημείο από το οποίο λαμβάνονταν δείγμα, συμπληρώνονταν πρωτόκολλο δειγματοληψίας με το οποίο γίνονταν υγιεινολογική αναγνώριση της περιοχής. Συγκεκριμένα για τις πηγές, εκτός από τις σταθερές παρατηρήσεις για την κατασκευή και την προστασία τους, κάθε φορά καταγράφονταν πιθανές εστίες μόλυνσης καθώς και οι επιτόπιοι προσδιορισμοί της θερμοκρασίας, του pH, του υπολειμματικού χλωρίου, της αγωγιμότητας και διαφόρων παραγόντων όπως ο καιρός και πιθανές βλάβες. Κατ' αντιστοιχία συμπληρώνονταν τα πρωτόκολλα δειγματοληψίας για τα δίκτυα ύδρευσης. Η δειγματοληψία γίνονταν μαζί με τον αρμόδιο υπάλληλο του αντίστοιχου φορέα του δικτύου ύδρευσης του κάθε πολεοδομικού συγκροτήματος.

Για την λήψη των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν σκουρόχρωμες γυάλινες φιάλες με εσφυρισμένο πώμα του 1 lt για τις φυσικοχημικές παραμέτρους και των 300 ml για τις μικροβιολογικές. Οι φιάλες είχαν πλυθεί προσεκτικά, με κοινό νερό στην αρχή, με αποσταγμένο μετά και τελικά είχαν αποστειρωθεί σε ξηρό κλίβανο του Εργαστηρίου Υγιεινής στους 121° C για 1 ώρα. Ειδικά στις φιάλες των 300 ml που χρησιμοποιήθηκαν για τις μικροβιολογικές παραμέτρους επειδή το νερό περιείχε χλώριο, για την εξουδετέρωσή του προσθέτονταν 2 σταγόνες διαλύματος (περίπου σε συγκέντρωση 18 mg/L) αναγωγικής ουσίας ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Η αναγωγική ουσία ουδετεροποιεί οποιοδήποτε απολυμαντικό και προφυλάσσει από την συνεχιζόμενη αντιμικροβιακή του δράση κατά την διάρκεια της μεταφοράς του δείγματος. Έτσι ο αριθμός και τα είδη των μικροοργανισμών που θα μετρηθούν θα αντιπροσωπεύουν τον πραγματικό μικροβιακό πληθυσμό του δείγματος.

Επειδή η δειγματοληψία γίνονταν από βρύσες των δικτύων σωληνώσεων, ακολουθούσαμε περιληπτικά τα εξής βήματα: Για 2-3 min αφήναμε να τρέξει αρκετό νερό, ώστε να καθαρίσει ο σωλήνας από το στάσιμο νερό και να απομακρυνθούν όλα τα ιζήματα και εγκλωβισμένα αέρια. Τοποθετούσαμε τις φιάλες δειγματοληψίας κάτω από τη βρύση, αφήνοντας να υπερχειλίσει όγκος ίσος τουλάχιστον 10 φορές με τον όγκο της φιάλης δειγματοληψίας.

Σε κάθε φιάλη ετοποθετείτο ετικέτα όπου αναγραφόταν η ημερομηνία δειγματοληψίας, ο τόπος συλλογής, το είδος λήψης και άλλα απαραίτητα στοιχεία (όπως π.χ.



συνθήκες δειγματοληψίας). Η τοποθέτηση των φιαλών γινόταν σε φορητό ψυγείο μέχρι την τοποθέτησή τους σε ψυγεία των εργαστηρίων Βιομηχανικής Χημείας και Υγιεινής & Επιδημιολογίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και η όλη διαδικασία συλλογής και μεταφοράς διαρκούσε 6-7 ώρες.

Κατά την δειγματοληψία συμπληρώνονταν τα δελτία δειγματοληψίας (βλ. Παράρτημα 17.6). Στα δελτία σημειώνονται η προέλευση του νερού, το σημείο της δειγματοληψίας, η ημερομηνία και η ώρα της δειγματοληψίας, οι επιτόπιοι προσδιορισμοί του νερού κ.α.

10.2.2. Τα σημεία λήψης των δειγμάτων

Η δειγματοληψία έγινε βάσει προγράμματος σε κάποια σημεία τα οποία ήταν καθορισμένα από πριν. Συγκεκριμένα εκτός από την δειγματοληψία στην περιοχή των πηγών η δειγματοληψία σε κάθε πολεοδομικό συγκρότημα ξεκινούσε από σημεία πριν τις δεξαμενές μετά συνεχίζονταν στις δεξαμενές και κατέληγε στο δίκτυο ύδρευσης. Σημειώνουμε ότι τα δείγματα λαμβάνονταν από το ανώτερο, μεσαίο και χαμηλό σημείο κάθε γραμμής του δικτύου.

Η επιλογή των σημείων δειγματοληψίας των δειγμάτων έγινε ως εξής:

α) Στην πηγή του Αγίου Γεωργίου: Ένα σημείο στην βρύση που υπάρχει πριν την υδρομάστευση και ένα μετά την υδρομάστευση. Σύνολο σημείων: δύο (2).

β) Στα πολεοδομικά συγκροτήματα των πόλεων: Ένα σημείο πριν τις κεντρικές δεξαμενές και σε δύο διαφορετικά σημεία των δικτύων διανομής κατά προσέγγιση στην αρχή και το τέλος. Σύνολο σημείων: εννέα (9).

γ) Ειδικά στο πολεοδομικό συγκρότημα Λευκάδος επιλέχθηκε και ένα σημείο πριν την νήσο στην κεντρική δεξαμενή Αγ. Νικολάου.

δ) Τέλος για το "τεστάρισμα" της μεθόδου επιλέχθηκε και ένα σταθερό σημείο αναφοράς η βρύση του Εργαστηρίου Βιομηχανικής Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων καθώς και αποσταγμένο νερό από το ίδιο το Εργαστήριο. Σύνολο σημείων και αντίστοιχων φιαλών δειγμάτων: δεκατέσσερα (14).

Αναλυτικά τα σημεία δειγματοληψίας φαίνονται στον Πίνακα 23 και στο Σχήμα 16 όπως και στο Παράρτημα (Χάρτης 17.1). Η διαδρομή για την συλλογή των δειγμάτων ήταν: Λευκάδα → Πρέβεζα → Άρτα → Πηγές Αγ. Γεωργίου → Εργαστ. Βιομηχανικής Χημείας και Εργαστ. Υγιεινής-Επιδημιολογίας (Σχήμα 16).



10.2.3 Αριθμός δειγμάτων που ελήφθησαν

Τα κριτήρια επιλογής των σημείων ήταν τα εξής: Δείγματα από σημεία που δεν έχει γίνει χλωρίωση όπως η είσοδος πριν τις δεξαμενές. Δείγματα από σημεία αμέσως μετά από τις δεξαμενές που γίνεται η χλωρίωση και από σημεία πριν το τέλος των δικτύων για να διαπιστωθούν τυχόν αλλοιώσεις της ποιότητας του νερού από τα κεντρικά δίκτυα των πόλεων. Έτσι, οι σταθμοί δειγματοληψίας Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 επιλέχθηκαν ως πιο σημαντικοί και για την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού. Στα δείγματα απ' όλα τα σημεία έγιναν μικροβιολογικές εξετάσεις για να εξετασθεί αφ' ενός η ποιότητα της πηγής αφ' ετέρου αν και κατά πόσο η χλωρίωση αντιμετωπίζει τυχόν προβλήματα σ' όλο το δίκτυο. Φυσικοχημικές εξετάσεις έγιναν για τα δείγματα της πηγής και τα δείγματα της αρχής και του τέλους κάθε πόλης.

Ελήφθησαν συνολικά 266 δείγματα νερού για τις φυσικοχημικές (Φ.Χ.) παραμέτρους και 456 δείγματα αντίστοιχα για τις μικροβιολογικές (Μ.Β.) παραμέτρους. Αναλυτικότερα τα 266 δείγματα νερού και τα 456 αντίστοιχα προέρχονται από:

- Τις πηγές Αγ. Γεωργίου 38 για τις Φ.Χ. και 76 για τις Μ.Β.
- Το πολεοδομικό συγκρότημα Άρτας 76 για τις Φ.Χ. και 114 για τις Μ.Β.
- Το πολεοδομικό συγκρότημα Πρέβεζας 76 για τις Φ.Χ. και 114 για τις Μ.Β.
- Το πολεοδομικό συγκρότημα Λευκάδας 76 για τις Φ.Χ. και 152 για τις Μ.Β.
- Το Πανεπιστήμιο όπου χρησιμοποιήθηκαν σαν δείγματα αναφοράς το Σ14.

Τα δείγματα συνολικά ήταν: από τις πηγές 76, από τις δεξαμενές 152 και από τα δίκτυα ύδρευσης 266.

10.2.4. Συχνότητα δειγματοληψιών

Το χρονικό διάστημα που καλύπτει η έρευνα είναι από το 1996 μέχρι το 1999. Αυτό σημαίνει ότι έχουν πραγματοποιηθεί επανειλημμένες δειγματοληψίες στα σημεία τα οποία επελέγησαν και σε τακτά χρονικά διαστήματα. Κατά την διάρκεια κάθε έτους έγιναν δειγματοληψίες και στις τέσσερις εποχές έτσι ώστε να έχουμε μια πλήρη εικόνα της κατάστασης του κάθε σημείου του δικτύου ύδρευσης.

Η συλλογή των δεδομένων έγινε ανά μήνα, όπως φαίνεται στον πίνακα 24, για 3,5 σχεδόν χρόνια από τον Φεβρουάριο του 1996 μέχρι και τον Ιούνιο του 1999, εκτός των Αυγούστων, 38 συνολικά δειγματοληψίες από κάθε σημείο δειγματοληψίας, που κατανέμονται στους μήνες μεν Φεβρουάριο έως και Ιούνιο από 4, στους μήνες δε Ιούλιο και Σεπτέμβριο έως και Ιανουάριο από 3 (κανέναν Αύγουστο δεν έγινε δειγματοληψία).

Πίνακας 24. Χρονολογικός πίνακας δειγματοληψιών.

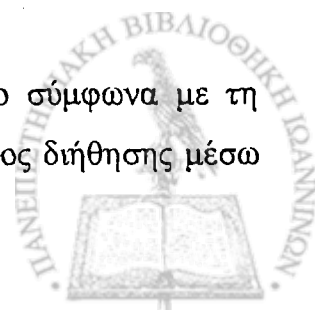
α/α	Ημέρα	Ημερομηνία	α/α	Ημέρα	Ημερομηνία	α/α	Ημέρα	Ημερομηνία	α/α	Ημέρα	Ημερομηνία
1	Δευτέρα	5-2-96	11	Δευτέρα	13-1-97	21	Πέμπτη	18-12-97	31	Πέμπτη	12-11-98
2	Τρίτη	12-3-96	12	Πέμπτη	13-2-97	22	Τρίτη	20-1-98	32	Τετάρτη	9-12-98
3	Τρίτη	3-4-96	13	Τετάρτη	12-3-97	23	Πέμπτη	12-2-98	33	Τρίτη	12-1-99
4	Δευτέρα	20-5-96	14	Πέμπτη	24-4-97	24	Πέμπτη	19-3-98	34	Πέμπτη	11-2-99
5	Παρασκευή	14-6-96	15	Δευτέρα	19-5-97	25	Τετάρτη	8-4-98	35	Δευτέρα	15-3-99
6	Τρίτη	9-7-96	16	Δευτέρα	23-6-97	26	Τρίτη	12-5-98	36	Τετάρτη	21-4-99
7	Δευτέρα	23-9-96	17	Τετάρτη	16-7-97	27	Τετάρτη	10-6-98	37	Τρίτη	11-5-99
8	Πέμπτη	10-10-96	18	Τρίτη	16-9-97	28	Πέμπτη	9-7-98	38	Πέμπτη	10-6-99
9	Δευτέρα	4-11-96	19	Τετάρτη	15-10-97	29	Τρίτη	22-9-98			
10	Τρίτη	2-12-96	20	Τρίτη	25-11-97	30	Δευτέρα	12-12-98			

10.3 Φυσικοχημικές αναλύσεις

Οι προσδιορισμοί εφαρμόστηκαν σύμφωνα με τις Πρότυπες Μεθόδους για την εξέταση του νερού και των λυμάτων^{69,70}. Οι μετρήσεις του pH και της θερμοκρασίας έγιναν στο πεδίο, χρησιμοποιώντας ένα φορητό πεχάμετρο (Model LF 325, WTW, Weilheim, Γερμανία), βαθμονομημένο με δύο διαλύματα με γνωστές τιμές pH (pH 3 και pH 10), και εξοπλισμένο με ένα βαθμονομημένο θερμόμετρο. Ο προσδιορισμός των ολικών αιωρούμενων στερεών χρησιμοποιήθηκε ως ένας γενικός δείκτης για κακή ποιότητα νερού και έγινε με ένα φορητό αγωγιμόμετρο (WTW, Γερμανία) που δεν επηρεάζεται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας και παρέχει απ' ευθείας την συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών.

10.4. Μικροβιολογικές αναλύσεις

Οι τεχνικές και οι μέθοδοι μικροβιολογικής ανάλυσης έγιναν σύμφωνα με τη STANDARD METHODS^{21, 71, 72}. Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος διήθησης μέσω



μεμβρανών (MF) διαμέτρου μεμβράνης 47 mm και με διάμετρο πόρου 0,45 μm . Όπου υπήρχε ανάγκη χρησιμοποιήθηκαν και περαιτέρω μέθοδοι ταυτοποίησης μικροοργανισμών.

Οι μικροβιολογικές αναλύσεις που έγιναν κάθε φορά ήταν:

10.4.1. Αρίθμηση ετερότροφων βακτηρίων

Με τον όρο ετερότροφα εννοούμε ένα σύνολο μικροοργανισμών που βρίσκονται στο νερό και προέρχονται από διάφορες πηγές, όπως χώμα, φυτά κ.α. Ο υπολογισμός του αριθμού των μικροβίων αυτών δίνει χρήσιμες πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της μεθόδου εξυγίανσης του νερού. Η οποιαδήποτε ξαφνική αύξηση του αριθμού των ετερότροφων μικροβίων σε ένα δείγμα νερού, πρέπει να αποτελεί πρώιμο σημάδι ενδεχόμενης μόλυνσης του νερού.

Για την μέτρηση των ετερότροφων μικροβίων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ενσωμάτωσης στο άγαρ^{21, 72}. Ο όγκος ενοφθαλμισμού που χρησιμοποιήθηκε ήταν 1 και 0.1 ml. Το άγαρ που χρησιμοποιήθηκε ως θρεπτικό υπόστρωμα ήταν το Plate Countagar (PCA) (Difco). Η καταμέτρηση των αποικιών γινόταν μετά από επώαση στους $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}/48\text{h}$, με τη βοήθεια της καταμετρικής συσκευής «Colony Counter». Το αποτέλεσμα της αρίθμησης αναφερόταν ως αριθμός σχηματιζόμενων αποικιών / ml (cfu/ml, colony forming units).

10.4.2. Ποσοτικός προσδιορισμός των ολικών κολοβακτηριοειδών (OK), των κολοβακτηριοειδών κοπρανώδους προέλευσης (ΚΚΠ) και *E.coli*.

Ο προσδιορισμός των παραπάνω μικροοργανισμών καθιερώθηκε διεθνώς ως μέτρο μόλυνσης του πόσιμου ύδατος με περιττωματικές ουσίες και εφαρμόζεται για τον υγιεινολογικό χαρακτηρισμό της ποιότητας του ύδατος²¹.

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των OK και ΚΚΠ εφαρμόστηκε η Μέθοδος Μεμβρανών^{21, 71, 72}. Το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε για την ομάδα OK ήταν m Les Endo agar (Difco), η επώαση γινόταν στους $36\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ επί 24h, για την ομάδα ΚΚΠ χρησιμοποιήθηκε το υλικό mFC agar (Difco) με επώαση στους $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ επί 24h. Προκαταρκτικό αποτέλεσμα: Καταμέτρηση υπόπτων αποικιών.

Les Endoagar: σκούρο κόκκινο χρώμα με μεταλλική χροιά αποικίες (μόνο OK).

mFC: μπλε και γκρι-μπλε αποικίες (μόνο ΚΚΠ)

Επιβεβαιωτική δοκιμή: Ανακαλλιέργεια 10 τυπικών αποικιών σε Lauzyl tryptose manitol broth με Tryptophan, επώαση στους $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ επί 24h. Με αυτό το υλικό γινόταν ταυτόχρονος έλεγχος για παραγωγή αερίου και ινδόλης. Με το ανεστραμμένο

σωληνάριο Durham ο έλεγχος παραγωγής αερίου.

Επίσης στις αποικίες γινόταν και το test οξειδάσης με το αντιδραστήριο οξειδάσης. Με ινδόλη (+), παραγωγή αερίου (+) και οξειδάση (-) σήμαινε παρουσία της E.coli.

Τα αποτελέσματα αναφέρονταν σε cfu/100 ml.

10.4.3. Ποσοτικός προσδιορισμός των κοπρανώδων στρεπτόκοκκων (ΚΣ).

Για τον ποιοτικό χαρακτηρισμό του πόσιμου νερού ο προσδιορισμός αυτής της ομάδας μικροβίων είναι ειδικά σημαντικός. Οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι μετρήθηκαν με την μέθοδο μεμβρανών και το θρεπτικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Slanetz και Bartley Agar (Oxoid Ltd.) που επωάζεται στους 36 °C για 48 ώρες. Η επιβεβαίωση έγινε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο υδρόλυσης της εσκουλίνης. Οι μεμβράνες μεταφέρθηκαν σε δίσκους καλλιέργειας μικροβίων με θρεπτικό υπόστρωμα Esculin bile Agar, που επωάζεται στους 44° C για 1 ώρα.

10.4.4. Χαρακτηρισμός των δειγμάτων του νερού

Οι περιπτώσεις στις οποίες υπήρχε αποτυχία του δείγματος ήταν εκείνες των οποίων οι τιμές των OK ή των ΚΚΠ ή των ΚΣ ήταν >0 και/ή πάνω από το θεσπισμένο όριο για pH και ολικά αιωρούμενα στερεά όπως δίνεται από τους κανονισμούς της κοινοτικής οδηγίας 80/778. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως το ποσοστό των ακατάλληλων δειγμάτων στο συνολικό αριθμό των δειγμάτων (τιμή ακαταλληλότητας) που αναλύθηκαν. Τα ποσοστά των δειγμάτων στα οποία οι τιμές ενός τουλάχιστον εκ των τριών μικροβιολογικών δεικτών (OK, ΚΚΠ, ΚΣ) ήταν άνω του επιτρεπόμενου ορίου, εκφράστηκαν ως ποσοστά συνδυασμένης ακαταλληλότητας.

10.5 Κίνδυνος υδατογενών επιδημιών

Έγινε συνδυασμός των σκορ της επιτόπιας υγειονομικής επιθεώρησης και των κατηγοριών ΚΚΠ και καταμετρήθηκε η συχνότητα των συνδυασμών αυτών. Οι συνδυασμοί έδωσαν τον κίνδυνο υδατογενών επιδημιών, ο οποίος με τη σειρά του καθόρισε την προτεραιότητα των μέτρων που πρέπει να ακολουθηθούν.



10.6 Στατιστική ανάλυση

Παρουσιάζονται σε πίνακες κατά σταθμό δειγματοληψίας τα εξής περιγραφικά στατιστικά χαρακτηριστικά των φυσικοχημικών παραμέτρων, θερμοκρασία, pH, ολικά αιωρούμενα στερεά : ελάχιστη και μέγιστη τιμή, εύρος τιμών, μέση τιμή και τυπική απόκλιση, καθώς και η κατανομή συχνοτήτων η οποία ήταν κατά προσέγγιση κανονική. Υπολογίσθηκαν επίσης η μέση και εποχιακή διακύμανση των παραμέτρων αυτών και απεικονίζονται γραφικά.

Παρουσιάζονται κατά σταθμό δειγματοληψίας τα εξής περιγραφικά στατιστικά χαρακτηριστικά των μικροβιακών παραμέτρων ολικά κολοβακτηρίδια, κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης και κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι. ελάχιστη-μέγιστη τιμή, διάμεσος και πρώτο-τρίτο τεταρτημόριο, καθώς και η κατανομή συχνοτήτων στις πέντε κατηγορίες (0, 1-9, 10-99, 100-999, 1000+) που συνιστά η ΠΟΥ²¹. Η κατανομή ήταν μη κανονική (λοξή δεξιά). Υπολογίσθηκε η μικροβιολογική ακαταλληλότητα τόσο με βάση καθένα δείκτη ξεχωριστά (ποσοστό δειγμάτων στα οποία βρέθηκε τουλάχιστον ένα μικρόβιο), όσο και με βάση και τους τρεις δείκτες ταυτόχρονα (ποσοστό δειγμάτων όπου ένας τουλάχιστον από τους δείκτες ΟΚ, ΚΚΠ, και ΚΣ ήταν άνω του επιτρεπόμενου ορίου [κανένα μικρόβιο]). Η κατά εποχή ακαταλληλότητα παρουσιάζεται διαγραμματικά.

Έγινε συσχέτιση των μικροβιακών παραμέτρων τόσο μεταξύ τους όσο και με τις φυσικοχημικές παραμέτρους ξεχωριστά για κάθε εποχή με τον μη παραμετρικό συντελεστή συσχέτισης σειράς του Spearman (Spearman Rank Correlation coefficient), επειδή η κατανομή των μικροβιολογικών παραμέτρων ακολουθεί την κανονική κατανομή. Με τον ίδιο συντελεστή συσχετίστηκε η μέση μηνιαία διακύμανση καθενός από τους τρεις μικροβιολογικούς δείκτες με το ύψος της βροχόπτωσης κατά μήνα τα οποία παρουσιάζονται και γραφικά.

Ο δυνητικός κίνδυνος υδατογενούς επιδημικής έκρηξης από την πηγή του Αγίου Γεωργίου υπολογίστηκε με συνδυασμό του σκορ της επιτόπιας υγιεινολογικής αναγνώρισης και των κατηγοριών του βαθμού μικροβιολογικής μόλυνσης σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες της ΠΟΥ²¹.

Όλες οι συσχετίσεις έγιναν με το πρόγραμμα Minitab (Έκδοση 13.1, 2000). Η περιγραφική στατιστική (πίνακες, διαγράμματα) έγινε με το πρόγραμμα Microsoft Excel για Windows.



11. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

11.1. Η φυσικοχημική και μικροβιολογική ποιότητα του πόσιμου νερού της πηγής του Αγίου Γεωργίου στα σημεία δειγματοληψίας.

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών παραμέτρων δίνονται στον Πίνακα 25. Η κατανομή συχνοτήτων των φυσικοχημικών παραμέτρων παρουσιάζεται στα σχήμα 17.

Πίνακας 25. Η ελάχιστη τιμή, η μέγιστη τιμή, η κατανομή συχνοτήτων, το εύρος, η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση της θερμοκρασίας (α), του pH (β) και των ολικών αιωρούμενων στερεών (γ) του νερού της πηγής Αγίου Γεωργίου και των δικτύων διανομής κατά σημείο δειγματοληψίας (Φεβρ. 1996 - Ιούνιος 1999, πλήν Αυγούστου).

(α) Θερμοκρασία (°C)

Σημείο Δειγματοληψίας	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ							Εύρος Τιμών	Μέση τιμή (τυπική απόκλιση)
			13-15,4	15,5-17,9	18-20,4	20,5-22,9	23-25,4	25,5-28	Σύνολο (n)		
Σ 1	15,0	23,3	1	22	6	6	3	0	38	8,3	18,5 (2,5)
Σ 3	14,7	24,1	1	13	12	3	6	0	35	9,4	19,2 (2,7)
Σ 5	13,6	25,2	2	7	16	6	7	0	38	11,6	19,6 (3,0)
Σ 6	13,4	24,8	2	7	19	1	7	0	36	11,4	19,3 (2,7)
Σ 8	13,8	27,1	2	7	16	4	5	3	37	13,3	20,1 (3,3)
Σ 9	13,8	27,1	2	4	15	8	4	2	35	13,3	20,1 (3,3)
Σ 11	13,1	27,3	2	5	15	8	3	4	37	14,2	20,5 (3,5)
Σύνολο	13,1	27,3	12	65	99	36	35	9	256	14,2	

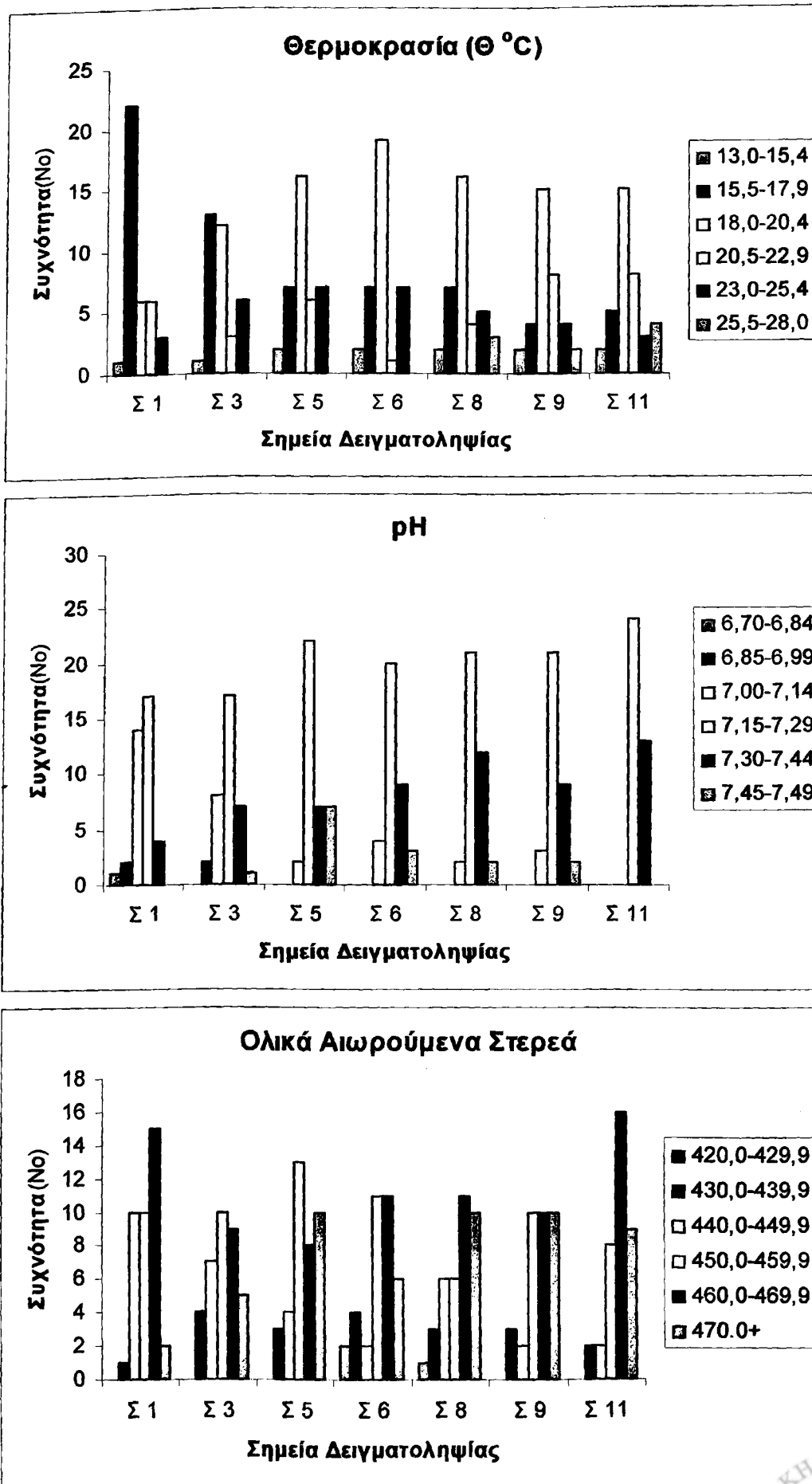


(β) pH

Σημείο Δειγματοληψίας	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ							Εύρος Τιμών	Μέση τιμή (τυπική απόκλιση)
			6.70-6.84	6.85-6.99	7.00-7.14	7.15-7.29	7.30-7.44	7.45-7.59	Σύνολο (n)		
Σ 1	6,70	7,40	1	2	14	17	4	0	38	0,70	7,14 (0,13)
Σ 3	6,92	7,50	0	2	8	17	7	1	35	0,58	7,19 (0,12)
Σ 5	7,05	7,52	0	0	2	22	7	7	38	0,48	7,30 (0,12)
Σ 6	7,10	7,49	0	0	4	20	9	3	36	0,39	7,27 (0,10)
Σ 8	7,10	7,45	0	0	2	21	12	2	37	0,35	7,27 (0,09)
Σ 9	7,12	7,51	0	0	3	21	9	2	35	0,39	7,27 (0,10)
Σ 11	7,16	7,40	0	0	0	24	13	0	37	0,24	7,28 (0,06)
Σύνολο	6,70	7,52	1	4	33	142	61	15	256	0,82	

(γ) Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (mg/L)

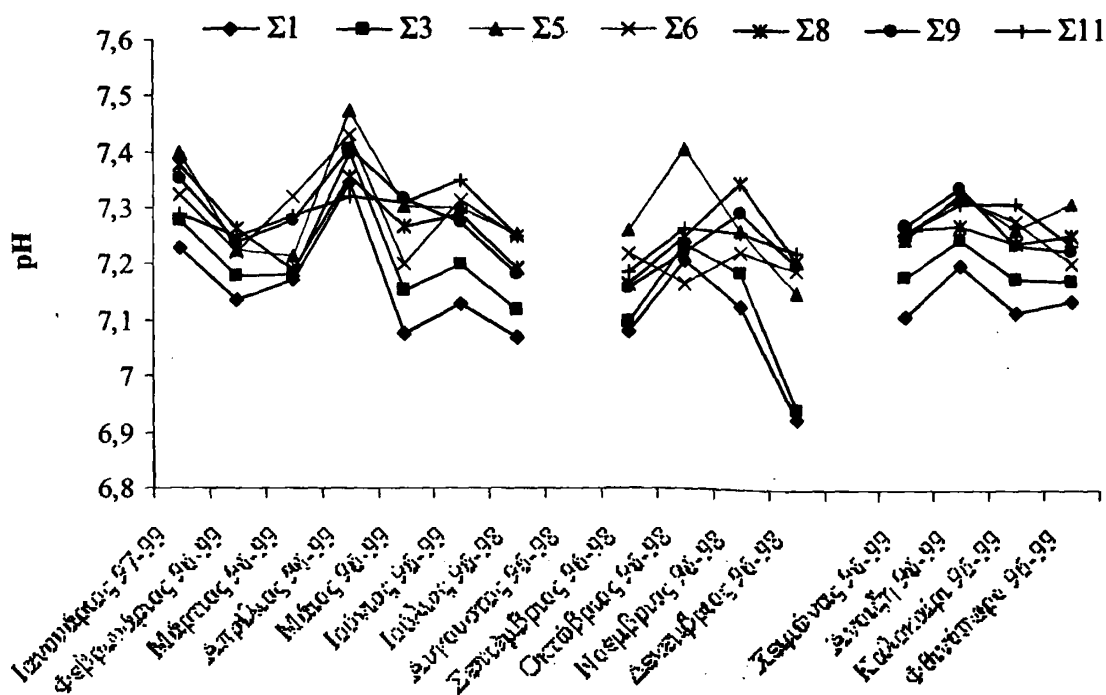
Σημείο Δειγματοληψίας	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ							Εύρος Τιμών	Μέση τιμή (τυπική απόκλιση)
			420.0-429.9	430.0-439.9	440.0-449.9	450.0-459.9	460.0-469.9	470.0 +	Σύνολο (n)		
Σ 1	437,6	478,4	0	1	10	10	15	2	38	40,8	457,8 (9,9)
Σ 3	457,4	479,2	0	4	7	10	9	5	35	21,8	435,2 (11,7)
Σ 5	434,4	488,0	0	3	4	13	8	10	38	53,6	460,4 (13,6)
Σ 6	424,8	487,2	2	4	2	11	11	6	36	62,4	457,8 (16,3)
Σ 8	428,0	483,2	1	3	6	6	11	10	37	55,2	460,3 (13,8)
Σ 9	435,2	480,8	0	3	2	10	10	10	35	45,6	462,4 (12,0)
Σ 11	435,2	484,0	0	2	2	8	16	9	37	48,8	463,7 (12,1)
Σύνολο	424,8	488,0	3	20	33	68	80	52	256	64,8	



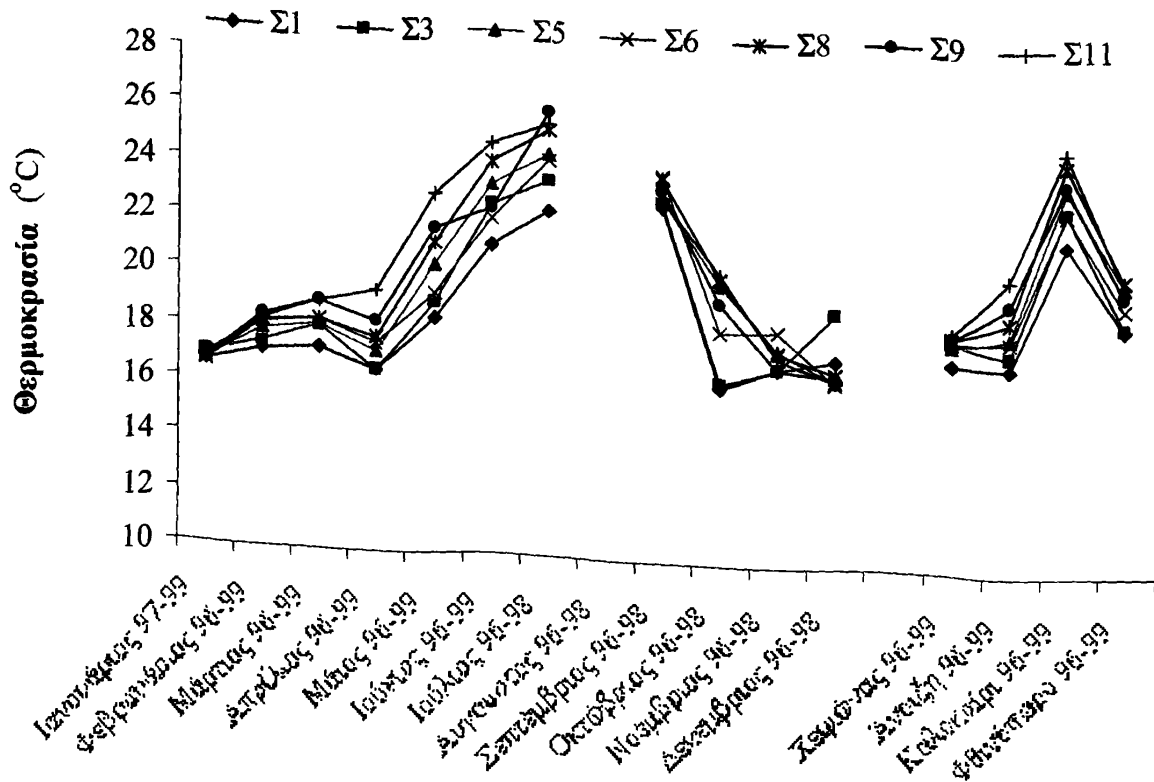
Σχήμα 17. Η κατανομή συχνοτήτων της θερμοκρασίας, του pH και των ολικών αιωρούμενων στερεών στα σημεία δειγματοληψίας.



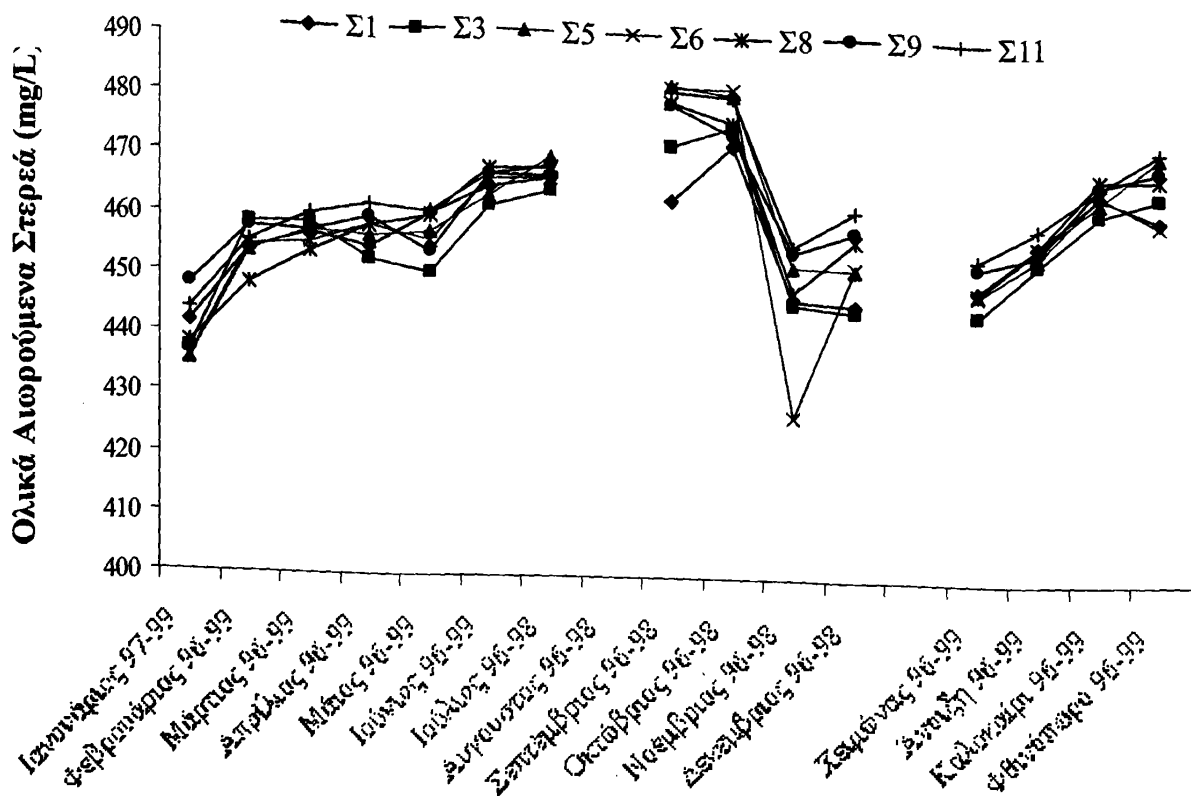
Η εποχική μεταβολή των φυσικοχημικών παραμέτρων παρουσιάζεται στα σχήματα 18-20 αντίστοιχα. Η συγκέντρωση των ολικών αιωρούμενων στερεών αυξάνεται από το χειμώνα μέχρι το φθινόπωρο ενώ το pH είναι σχεδόν σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Η θερμοκρασία του νερού όλων των σημείων δειγματοληψίας κυμαίνεται από τους 17 °C έως τους 18,6 °C το χειμώνα, από τους 17,5 °C έως τους 20,6 °C την άνοιξη, από τους 21,9 °C έως τους 25,2 °C το καλοκαίρι και από τους 18,8 °C έως τους 20,4 °C το φθινόπωρο. Όλες οι φυσικοχημικές παράμετροι που μελετήθηκαν βρέθηκαν εντός των ορίων των ισχυόντων προτύπων ποιότητας νερού (ΕΕ, οδηγία 80/778, Παράρτημα 17.8).



Σχήμα 18. Μέση μηνιαία και μέση εποχιακή διακύμανση του pH στα σημεία Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 των δικτύων ύδρευσης από την πηγή Αγίου Γεωργίου. Φεβρουάριος 1996 - Ιούνιος 1999 (πλήν Αυγούστων, n=38 κατά σημείο δειγματοληψίας).



Σχήμα 19. Μέση μηνιαία και μέση εποχιακή διακύμανση της θερμοκρασίας (°C) στα σημεία Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 των δικτύων ύδρευσης από την πηγή Αγίου Γεωργίου. Φεβρουάριος 1996 - Ιούνιος 1999 (πλήν Αυγούστου, n=38 κατά σημείο δειγματοληψίας).



Σχήμα 20. Μέση μηνιαία και μέση εποχιακή διακύμανση του αριθμού των ολικών αιωρούμενων στερεών (OAS) (mg/L) στα σημεία Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 του δικτύου ύδρευσης από την πηγή Αγίου Γεωργίου. Φεβρουάριος 1996-Ιούνιος 1999 (πλήν Αυγούστου, n=38 κατά σημείο δειγματοληψίας).



Η διάμεση τιμή των ΟΚ, ΚΚΠ και ΚΣ στους σταθμούς δειγματοληψίας που βρίσκονταν στο τέλος του δικτύου, στην Άρτα, στην Πρέβεζα και στη Λευκάδα (Σ5, Σ8, Σ11), ήταν 0 cfu/100 ml. Η μικροβιολογική εξέταση των δειγμάτων νερού στις πηγές έδειξε έναν σχετικά υψηλό αριθμό κολοβακτηριδίων.

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των τριών μικροβιολογικών δεικτών παρουσιάζονται στον πίνακα 26. Τα ΟΚ και ΚΚΠ ανιχνεύθηκαν με μέγιστες τιμές 49 και 43 cfu/100 ml για τα σημεία Σ1 και Σ2 (πηγές) αντίστοιχα. Σε τέσσερις σταθμούς δειγματοληψίας (Σ7, Σ8 και Σ10, Σ11), οι ΚΣ δεν ανιχνεύθηκαν, ενώ στα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας η μέγιστη τιμή (9 cfu/100 ml) βρέθηκε και πάλι στο σταθμό Σ1.

Πίνακας 26. Η ελάχιστη και μέγιστη τιμή, το εύρος, η κατανομή συχνοτήτων και η ακαταλληλότητα (%) των ΟΚ (α), ΚΚΠ (β) και ΚΣ (γ) των δειγμάτων νερού στα σημεία δειγματοληψίας (n=38).

(α) Ολικά Κολοβακτηρίδια (ΟΚ, cfu/100ml)

Σημείο	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ						Διάμεσος	Q ₁	Q ₃	Ακαταλληλότητα (B-E) %
				0	1-9	10-99	100-999	1000+	Σύνολο (n)				
Σ 1	0	43	43	8	13	17	0	0	38	4,5	1	13,7 5	78,9
Σ 2	0	49	49	19	6	13	0	0	38	1,0	0	16,7 5	50,0
Σ 3	0	42	42	25	10	3	0	0	38	0,0	0	4	34,2
Σ 4	0	13	13	34	2	2	0	0	38	0,0	0	0	10,5
Σ 5	0	18	18	34	2	2	0	0	38	0,0	0	0	10,5
Σ 6	0	38	38	18	15	5	0	0	38	1,0	0	5	52,6
Σ 7	0	6	6	33	5	0	0	0	38	0,0	0	0	13,2
Σ 8	0	21	21	36	0	2	0	0	38	0,0	0	0	5,3
Σ 9	0	25	25	12	19	7	0	0	38	2,0	0	4	68,4
Σ 10	0	25	25	34	3	1	0	0	38	0,0	0	0	10,5
Σ 11	0	28	28	27	8	3	0	0	38	0,0	0	2	28,9
Σ 12	0	36	36	11	18	9	0	0	38	2,0	0	8	71,1

(β) Κολοβακτηρίδια Κοπρανώδους Προέλευσης (ΚΚΠ, cfu/100ml)

Σημείο	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ						Διάμεσος	Q ₁	Q ₃	Ακαταλληλότητα (B-E) %
				A (0)	B (1-9)	C (10-99)	D (100-999)	E (1000+)	Σύνολο (n)				
Σ 1	0	43	43	14	16	8	0	0	38	1,0	0	7,5	63,2
Σ 2	0	39	39	19	12	7	0	0	38	0,5	0	6,5	50,0
Σ 3	0	37	37	28	8	2	0	0	38	0,0	0	0,75	26,3
Σ 4	0	2	2	37	1	0	0	0	38	0,0	0	0	2,6
Σ 5	0	2	2	36	2	0	0	0	38	0,0	0	0	5,3
Σ 6	0	29	29	23	12	3	0	0	38	0,0	0	1	39,5
Σ 7	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0,0	0	0	0,0
Σ 8	0	1	1	37	1	0	0	0	38	0,0	0	0	2,6
Σ 9	0	18	18	17	19	2	0	0	38	1,0	0	3	55,3
Σ 10	0	2	2	36	2	0	0	0	38	0,0	0	0	5,3
Σ 11	0	6	6	30	8	0	0	0	38	0,0	0	0	22,9
Σ 12	0	33	33	16	19	3	0	0	38	1,0	0	2	57,9

(γ) Κοπρανώδεις Στρεπτόκοκκοι (ΚΣ, cfu/100ml)

Σημείο	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή	Εύρος Τιμών	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ						Διάμεσος	Q ₁	Q ₃	Ακαταλληλότητα (B-E) %
				0	1-9	10-99	100-999	1000+	Σύνολο (n)				
Σ 1	0	9	9	24	14	0	0	0	38	0,0	0	1,75	36,8
Σ 2	0	9	9	26	12	0	0	0	38	0,0	0	1	31,6
Σ 3	0	2	2	34	4	0	0	0	38	0,0	0	0	10,5
Σ 4	0	1	1	37	1	0	0	0	38	0,0	0	0	2,6
Σ 5	0	1	1	37	1	0	0	0	38	0,0	0	0	2,6
Σ 6	0	5	5	26	12	0	0	0	38	0,0	0	1,75	31,6
Σ 7	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0,0	0	0	0,0
Σ 8	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0,0	0	0	0,0
Σ 9	0	2	2	34	4	0	0	0	38	0,0	0	0	10,5
Σ 10	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0,0	0	0	0,0
Σ 11	0	0	0	38	0	0	0	0	38	0,0	0	0	0,0
Σ 12	0	2	2	10	0	0	0	0	38	0,0	0	1	0,0

Τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον Πίνακα 27 περιλαμβάνουν μια περίληψη των 456 δειγμάτων νερού, που δείχνουν το ποσοστό των ακατάλληλων δειγμάτων για κάθε σταθμό δειγματοληψίας (Σ1 – Σ12), αντικατοπτρίζοντας τη γενική κατάσταση του πόσιμου νερού στις τρεις πόλεις. Οι μικροβιολογικές αναλύσεις όλων των δειγμάτων από τις πηγές μέχρι τη βρύση του καταναλωτή, δείχνουν ότι το ποσοστό των ακατάλληλων δειγμάτων ήταν 36,1%, 27,4% και 10,5% για τα ΟΚ, ΚΚΠ και ΚΣ αντιστοίχως. Το συνολικό ποσοστό των ακατάλληλων δειγμάτων που προκύπτει από τον συνδυασμό των αποτελεσμάτων και για τους τρεις μικροβιολογικούς δείκτες ήταν 37,9%. Επιπλέον ο Πίνακας 27 δείχνει τα συνδυαστικά και ανά κατηγορία μικροβιολογικών δεικτών ποσοστά ακαταλληλότητας των δειγμάτων που συγκεντρώθηκαν για κάθε σημείο δειγματοληψίας κατά την περίοδο 1996-1999. Τα ΟΚ είναι ο κύριος δείκτης στον οποίο οφείλεται η ακαταλληλότητα και ακολουθούν τα ΚΚΠ και οι ΚΣ με χαμηλότερες τιμές ακαταλληλότητας. Πιο υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν στην πηγή (Σ1) και πριν από την είσοδο στο δίκτυο διανομής των τριών πόλεων, στους σταθμούς δειγματοληψίας Σ3, Σ6, Σ9 (πριν από τις δεξαμενές απολύμανσης με χλώριο). Μεταξύ των δειγμάτων από το δίκτυο διανομής, σχετικά υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν στο σταθμό Σ11 (Λευκάδα). Γενικά, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις και για τους τρεις μικροβιολογικούς δείκτες βρέθηκαν κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του φθινοπώρου και οι χαμηλότερες κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού.

Πίνακας 27. Η ακαταλληλότητα του νερού ύδρευσης που τροφοδοτεί τις πόλεις της Άρτας, Πρέβεζας και Λευκάδας. Η ακαταλληλότητα των δειγμάτων δίνεται ως ποσοστό των δειγμάτων στα οποία βρέθηκε τουλάχιστον ένα μικρόβιο, ανά σημείο δειγματοληψίας και συνολικά κατά την περίοδο 1996-1999. Ως συνδυασμένη ακαταλληλότητα ορίζεται το ποσοστό των δειγμάτων στα οποία ένας τουλάχιστον εκ των δεικτών ΟΚ, ΚΚΠ, ΚΣ ήταν άνω του επιτρεπόμενου ορίου.

Σημεία Δειγματοληψίας	Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5	Σ6	Σ7	Σ8	Σ9	Σ10	Σ11	Σ12	Σύνολο
Αριθμός δειγμάτων	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	456
Ακαταλληλότητα με βάση τα ΟΚ	78,9	50,0	34,2	10,5	10,5	52,6	13,2	5,3	68,4	10,5	28,9	71,1	36,1
Ακαταλληλότητα με βάση τα ΚΚΠ	63,2	50,0	26,3	2,6	5,3	39,5	0,0	2,6	55,3	5,3	22,9	57,9	27,4
Ακαταλληλότητα με βάση τα ΚΣ	36,8	31,6	10,5	2,6	2,6	31,6	0,0	0,0	10,5	0,0	0,0	26,3	10,5
Συνδυασμένη Ακαταλληλότητα	81,6	52,6	34,2	10,5	10,5	63,2	13,2	5,3	71,1	10,5	28,9	73,7	37,9

Πίνακας 28. Συσχέτιση (συντελεστής Spearman, r_s) των μικροβιολογικών δεικτών των δειγμάτων νερού στα σημεία δειγματοληψίας Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 κατά το διάστημα 1996-1999.

	OK / ΚΚΠ	OK / ΚΣ	ΚΚΠ / ΚΣ
Χειμώνας	0,778 ^{***}	0,616 ^{***}	0,612 ^{***}
Άνοιξη	0,901 ^{***}	-0,004 ^{NS}	-0,084 ^{NS}
Καλοκαίρι	0,754 ^{***}	-0,122 ^{NS}	-0,097 ^{NS}
Φθινόπωρο	1,000 ^{***}	0,507 ^{***}	0,507 ^{***}

^{***} Στατιστικά σημαντικό για $p < 0.001$, ^{NS} Στατιστικά μη σημαντικό

Σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ των OK και ΚΚΠ σε όλες τις εποχές αλλά οι συσχετίσεις των OK με τους ΚΣ και των ΚΚΠ με τους ΚΣ ήταν σημαντικές μόνο κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του φθινοπώρου. Η συσχέτιση μεταξύ των μικροβιολογικών δεικτών και των φυσικοχημικών παραγόντων παρουσιάζεται στον Πίνακα 28.

Πίνακας 29. Συσχέτιση (συντελεστής Spearman, r_s) μεταξύ των φυσικοχημικών παραμέτρων και των μικροβιολογικών δεικτών των δειγμάτων ύδατος στα σημεία δειγματοληψίας Σ1, Σ3, Σ5, Σ6, Σ8, Σ9 και Σ11 κατά το διάστημα 1996-1999.

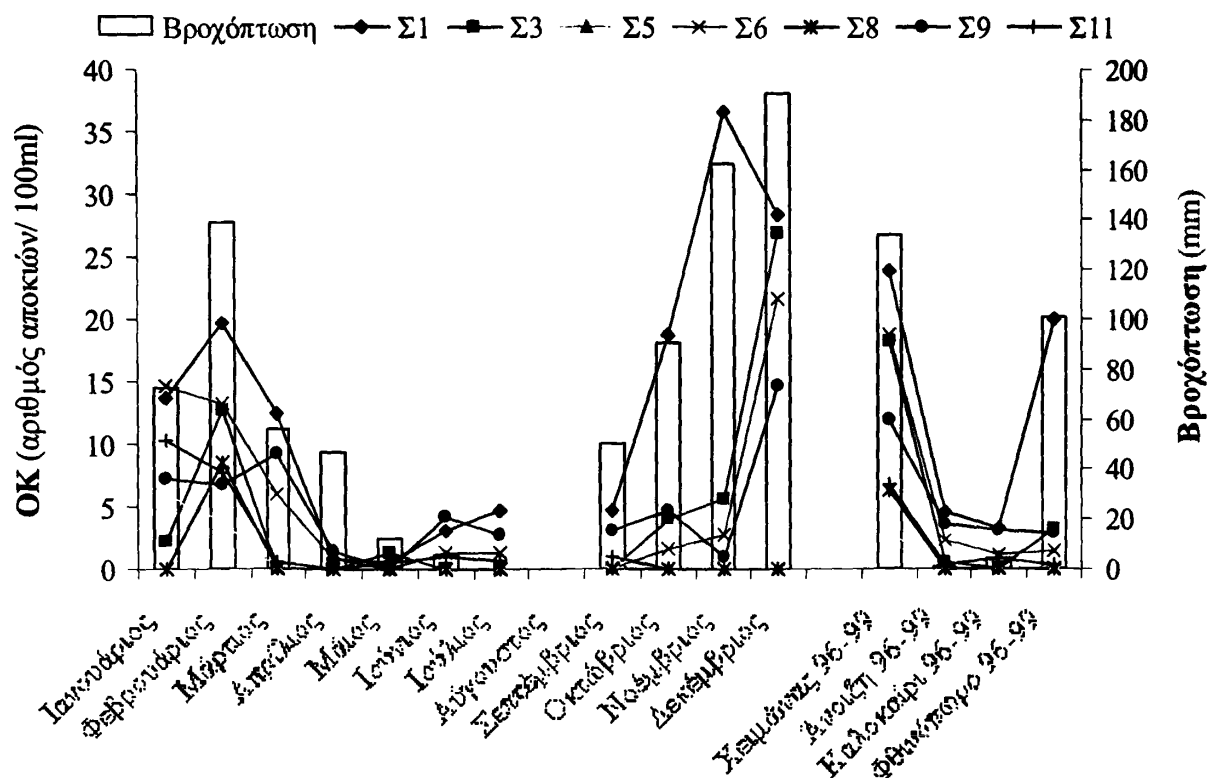
	OK/Θ	OK/pH	OK/OΑΣ	ΚΚΠ/Θ	ΚΚΠ/pH	ΚΚΠ/OΑΣ	ΚΣ/Θ	ΚΣ/pH	ΚΣ/OΑΣ
Χειμώνας	0,385 ^{**}	-0,393 ^{***}	0,120 ^{NS}	0,359 ^{**}	-0,245 ^{NS}	0,087 ^{NS}	0,128 ^{NS}	-0,297 [*]	-0,140 ^{NS}
Άνοιξη	-0,137 ^{NS}	-0,011 ^{NS}	-0,058 ^{NS}	-0,118 ^{NS}	-0,057 ^{NS}	0,108 ^{NS}	-0,098 ^{NS}	0,11 ^{NS}	-0,038 ^{NS}
Καλοκαίρι	0,067 ^{NS}	-0,133 ^{**}	0,050 ^{NS}	0,006 ^{NS}	-0,010 ^{NS}	0,042 ^{NS}	-0,041 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,085 ^{NS}
Φθινόπωρο	-0,406 ^{***}	-0,351 ^{**}	-0,328 ^{**}	-0,406 ^{***}	-0,351 ^{**}	-0,328 ^{**}	-0,401 ^{***}	-0,297 [*]	-0,307 ^{**}

Στατιστικά σημαντικό για ^{***} $p \leq 0.001$, ^{**} $p < 0.01$, ^{*} $p < 0.05$, ^{NS} Στατιστικά μη σημαντικό

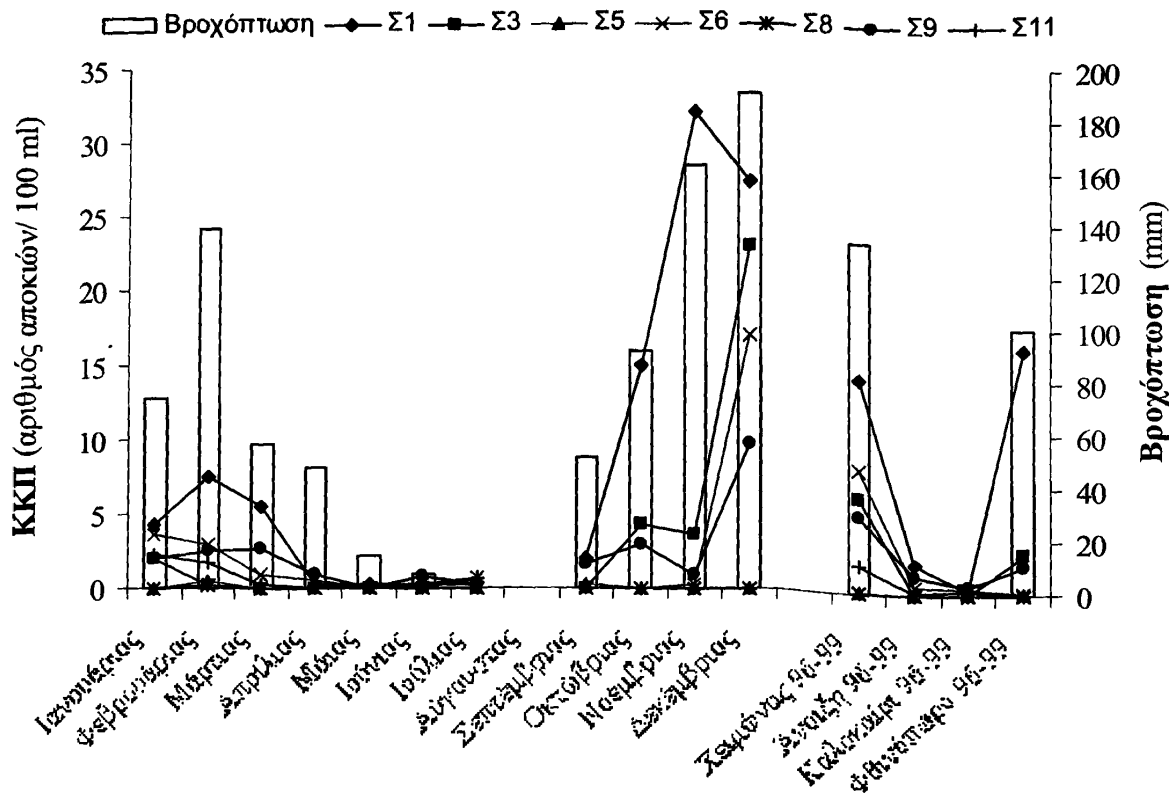
Κανένας από τους μικροβιολογικούς δείκτες που μελετήθηκαν δεν έδειξε σημαντική συσχέτιση με τις φυσικοχημικές παραμέτρους κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, εκτός από την σχέση OK και pH κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Αντιθέτως κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου όλοι οι μικροβιολογικοί δείκτες συσχετίστηκαν με τις φυσικοχημικές παραμέτρους με σημαντικές αν και μικρές συσχετίσεις. Επιπλέον, λιγότερες αλλά παρόμοιες συσχετίσεις βρέθηκαν κατά τη διάρκεια του χειμώνα μεταξύ των OK και των θερμοκρασίας και pH, και μεταξύ των ΚΚΠ και της θερμοκρασίας, η χαμηλή θερμοκρασία νερού στο πόσιμο νερό δεν ευνοεί τον πολλαπλασιασμό μικροοργανισμών και μια αύξηση στη θερμοκρασία καταλήγει σε ένα ανέβασμα της δραστηριότητάς τους και σε μια μείωση του

χρόνου αναπαραγωγής τους⁷⁶. Αυτό θα μπορούσε να εξηγήσει τη θετική συσχέτιση που βρέθηκε μεταξύ των δεικτών ΟΚ, ΚΚΠ και της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αλλά όχι και την αρνητική συσχέτιση που βρέθηκε κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου.

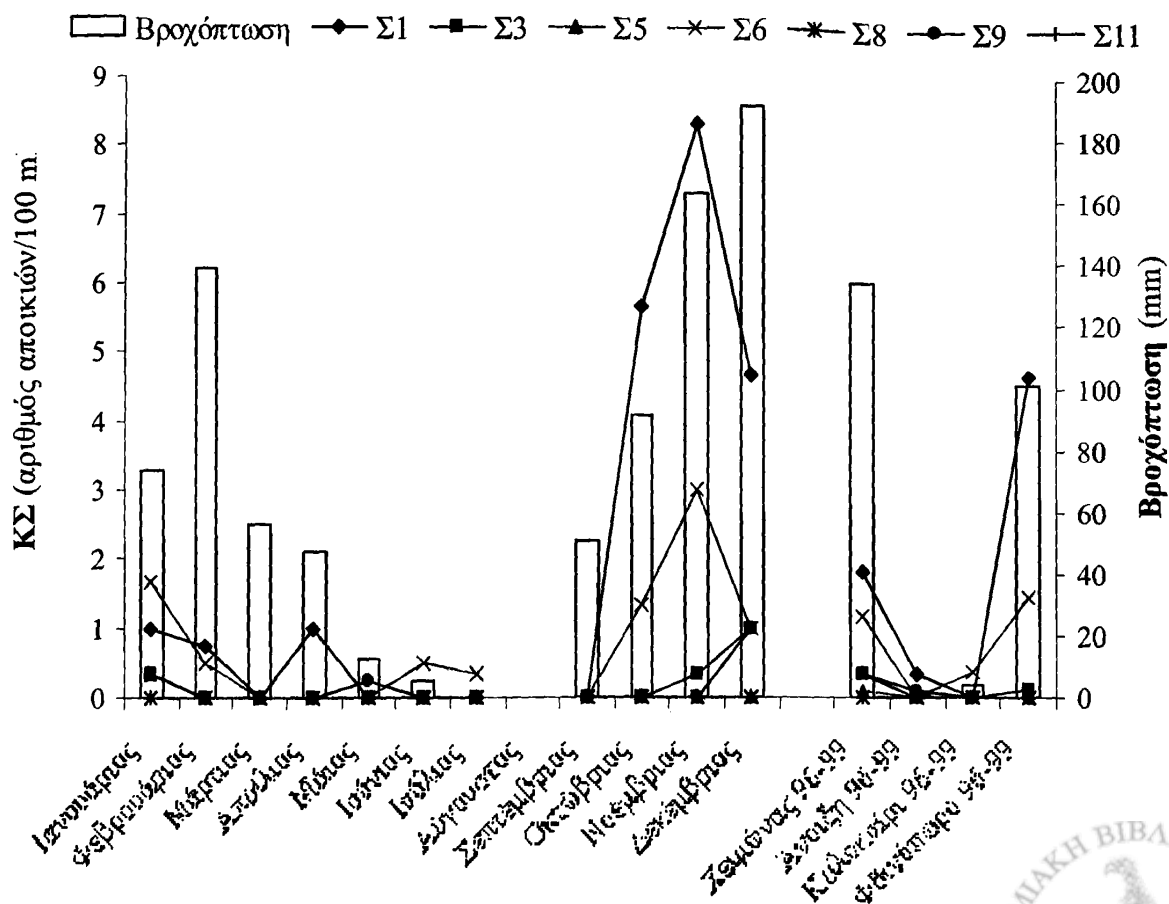
Σημαντικές θετικές συσχετίσεις (r_{Spearman}) βρέθηκαν μεταξύ των τριών μικροβιολογικών δεικτών και βροχόπτωσης: $r = 0,622$, $r = 0,581$, $r = 0,594$ για τα ΟΚ, ΚΚΠ και ΚΣ αντιστοίχως, με $p < 0,001$. Μια εποχιακή τάση των ακατάλληλων δειγμάτων παρατηρήθηκε και για τις τρεις μικροβιολογικές παραμέτρους (Σχήματα 21, 22, 23). Η ακαταλληλότητα για τα κολοβακτηρίδια ήταν πολύ μεγαλύτερη (πάνω από διπλάσια) κατά τη διάρκεια της περιόδου φθινοπώρου – χειμώνα. Μια παρόμοια τάση για κολοβακτηρίδια έχει αναφερθεί και αλλού^{77,78}.



Σχήμα 21. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των ολικών κολοβακτηρίων (OK) (αριθμός αποικιών/100 ml) και μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στα σημεία δειγματοληψίας.



Σχήμα 22. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των κοπρανωδών κολοβακτηρίων (ΚΚΠ) (αριθμός αποικιών/100 ml) και μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στα σημεία δειγματοληψίας

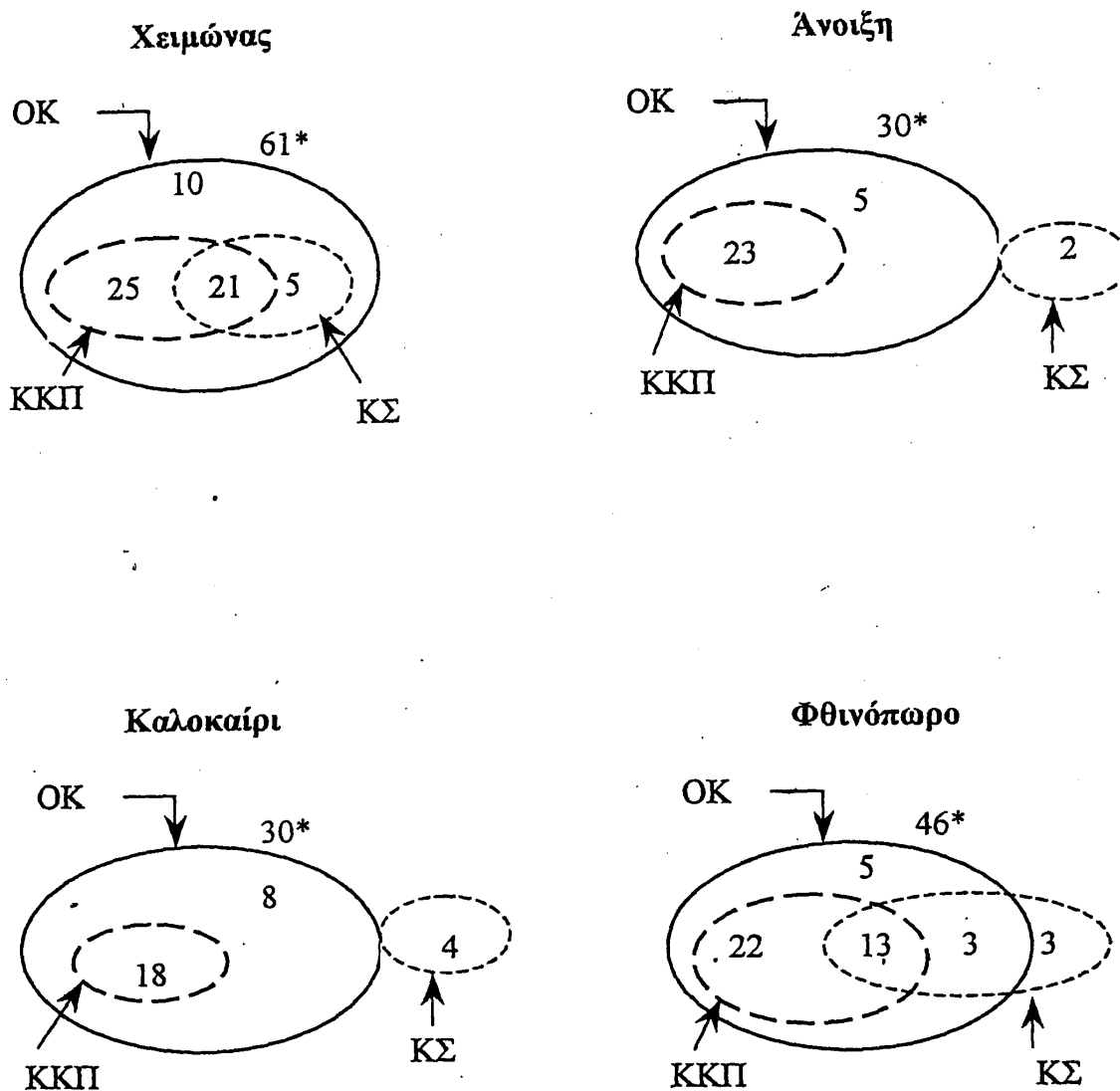


Σχήμα 23. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων (ΚΣ) (αριθμός αποικιών/100 ml) και μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στα σημεία δειγματοληψίας.



Τα ποσοστά ακατάλληλων δειγμάτων ανά δείκτη και εποχή δίνονται στο Σχήμα 24. Κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, το ολικό ποσοστό ακατάλληλων δειγμάτων έφθασε στο 61%, 10% μόνο για τον δείκτη ΟΚ, 46% περιελάμβανε την ακαταλληλότητα των ΚΚΠ και ΟΚ, 26% που περιελάμβανε την ακαταλληλότητα των ΚΚΠ και ΚΣ και 21% την ακαταλληλότητα που συνεισέφεραν και οι τρεις δείκτες. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης, η ακαταλληλότητα του δείκτη ΟΚ έφτασε στο 28% των δειγμάτων (η ολική ακαταλληλότητα ήταν στο 30% των δειγμάτων). Αναλυτικά, 23% κρίθηκαν ακατάλληλα και για τους δύο δείκτες ΟΚ και ΚΚΠ, και 5% μόνο για τον δείκτη ΟΚ, ενώ 2% των δειγμάτων κρίθηκαν ακατάλληλα μόνο για τον δείκτη ΚΣ. Το ολικό ποσοστό ακατάλληλων δειγμάτων κατά το καλοκαίρι ήταν 30% και 26% περιλάμβανε την ακαταλληλότητα των ΟΚ. Παρόμοια τάση με την άνοιξη βρέθηκε και κατά το καλοκαίρι με 18%, 8% και 4% των δειγμάτων, να είναι ακατάλληλα για τους δείκτες ΟΚ και ΚΚΠ, μόνο για τα ΟΚ και μόνο για το ΚΣ αντιστοίχως. Τέλος, κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου το ολικό ποσοστό ακατάλληλων δειγμάτων ήταν 46%. Το 43% περιελάμβανε ακαταλληλότητα των ΟΚ, αλλά 5% των δειγμάτων κρίθηκε ακατάλληλο μόνο για τα ΟΚ. Επιπλέον, 35% των δειγμάτων περιελάμβανε ακαταλληλότητα των δεικτών ΟΚ και ΚΚΠ, 16% περιλάμβανε ακαταλληλότητα των δεικτών ΚΣ και ΚΚΠ, 3% μόνο για τον ΚΣ, ενώ 13% περιελάμβανε ακαταλληλότητα που οφείλεται και στους τρεις δείκτες⁷⁹. Σύμφωνα με τα σύνολα που απεικονίζονται στο Σχήμα 24 ανάλογες μορφές μόλυνσης παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο φθινόπωρο-χειμώνα (υγρός καιρός) και κατά την περίοδο άνοιξη-καλοκαίρι (ξηρός καιρός). Κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του φθινοπώρου, υπήρχε πολύ μεγαλύτερη συμφωνία μεταξύ των ποσοστών ακατάλληλων δειγμάτων από τους τρεις δείκτες, όπως αποδεικνύεται από την αλληλοεπικάλυψη των συνόλων στο Σχήμα 24.





Σχήμα 24. Ποσοστά ακατάλληλων** δειγμάτων ανά δείκτη και εποχή⁷³.

*Ολικά ποσοστά ακατάλληλων δειγμάτων.

**Τα εμβαδόν της κάθε έλλειψης δεν αντιστοιχεί στο ποσοστό που περικλείει.

11.2. Εκτίμηση του κινδύνου υδατογενούς επιδημίας της πηγής Αγίου Γεωργίου από το συνδυασμό Επιτόπιας Υγιεινολογικής Αναγνώρισης (ΕΥΑ) και μέτρησης κοπρανωδών κολοβακτηριδίων.

11.2.1. Αξιολόγηση του δυνητικού κινδύνου μικροβιακής μόλυνσης της πηγής Αγίου Γεωργίου από την επιτόπια υγιεινολογική αναγνώριση

Η πηγή βρίσκεται πολύ κοντά σε καταγραμμένα από την έρευνα μας μολυσματικά σημεία και υπάρχει έλλειψη προστατευτικών ζωνών στην περιοχή της υδρομάστευσης. Λόγω του καρστικού χαρακτήρα του υδροκρίτη, οι ζώνες προστασίας της πηγής πρέπει να έχουν τις ακόλουθες οριοθετήσεις: η ζώνη I πρέπει να εκτείνεται σε ακτίνα 100 μέτρων γύρω από τον υδροκρίτη, ενώ τα όρια για τις ζώνες II και III πρέπει να ταυτίζονται με την ζώνη που εκτείνεται ο υδροκρίτης⁸⁰. Η περίφραξη βρίσκεται σε ακτίνα 50 μέτρων γύρω από την πηγή και δεν ακολουθεί τα κριτήρια που τίθενται για τη ζώνη I. Αν και η νομοθεσία βάσει περιορισμούς για την ανάπτυξη οποιασδήποτε δραστηριότητας εντός των ορίων της ζώνης I, αναπτύσσονται δραστηριότητες ελεύθερης βοσκής. Επιπλέον υπάρχει έλλειψη ενός αποστραγγιστικού καναλιού που να οδηγεί τα νερά απορροής μακριά από την πηγή, ενώ εντός της ζώνης I βρίσκεται επίσης και ένας πεζόδρομος. Τα όρια της ζώνης II δεν έχουν τεθεί, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει πρόβλεψη για την απαγόρευση της διάθεσης αποβλήτων καθώς και οικιστικών και κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Στην γειτνιάζουσα περιοχή αναπτύσσονται ελεύθερες και εντατικές κτηνοτροφικές δραστηριότητες, ενώ το νεκροταφείο του Δ.Δ. Αγίου Γεωργίου βρίσκεται σε απόσταση 400 μέτρων από την πηγή. Το Δ.Δ. του Αγίου Γεωργίου, τα απόβλητα του οποίου διοχετεύονται σε απορροφητικούς βόθρους, βρίσκεται κοντά στις πηγές (800 μέτρα). Τέλος στην περιοχή, στην οποία θα έπρεπε να εκτείνεται η ζώνη III, υπάρχουν κτηνοτροφικές δραστηριότητες, γίνεται διάθεση αποβλήτων και υπάρχουν αρκετοί οικισμοί χωρίς στεγανούς αποχετευτικούς βόθρους.

Στον Πίνακα 30 δίνονται τα αποτελέσματα της ΕΥΑ. Οι τιμές των επιμέρους ειδικών διαγνωστικών κριτηρίων και το συνολικό σκορ (=5/10) παρέμειναν αμετάβλητα καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου έρευνας. Ο δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία από το νερό της πηγής του Αγίου Γεωργίου ήταν, με βάση το σκορ της ΕΥΑ, ενδιάμεσος σύμφωνα με τους πίνακες των οδηγιών της ΠΟΥ²¹.

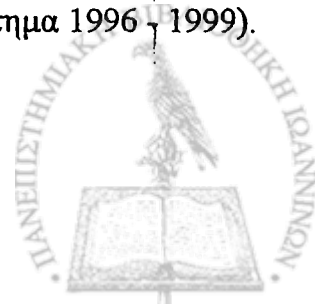


Πίνακας 30. Τα αποτελέσματα της επιτόπιας υγιεινολογικής αναγνώρισης της πηγής του Αγίου Γεωργίου κατά την χρονική περίοδο Φεβρουαρίου 1996 - Ιουνίου 1999 (εκτός των Αυγούστων) σύμφωνα με τις οδηγίες της ΠΟΥ (n=38).

Συγκεκριμένες διαγνωστικές πληροφορίες για αξιολόγηση	Κίνδυνος
1. Είναι η φυσική πηγή νερού απροστάτευτη, χωρίς να υπάρχει λιθοδομή, τσιμεντένιος τοίχος ή υδατοστεγής δεξαμενή και επομένως ανοιχτή σε επιφανειακή μόλυνση;	Οχι
2. Είναι η λιθοδομή που προστατεύει την πηγή ελαττωματική;	Οχι
3. Εφόσον υπάρχει υδατοστεγής δεξαμενή, υπάρχει ένα ανθυγιεινό καπάκι επιθεώρησης πάνω στην λιθοδομή;	Οχι
4. Η υδατοστεγής δεξαμενή περιέχει μολυσμένη λάσπη ή ζώα;	Οχι
5. Αν υπάρχει αγωγός αερισμού της πηγής, είναι ανθυγιεινός;	Ναι
6. Αν υπάρχει ένας σωλήνας υπερχειλίσης, είναι ανθυγιεινός;	Ναι
7. Δεν είναι η περιοχή γύρω από την πηγή φραγμένη;	Ναι
8. Μπορούν τα ζώα να πλησιάσουν σε απόσταση 10 μέτρων από την πηγή;	Ναι
9. Υπάρχει έλλειψη πάνω από την πηγή ενός χαντακιού εκτροπής των επιφανειακών νερών, ή, αν υπάρχει, είναι μη λειτουργικό;	Ναι
10. Υπάρχουν αποχωρητήρια ψηλά στο λόφο;	Οχι

11.2.2. Μετρήσεις και ταξινόμηση των κοπρανώδων κολοβακτηριδίων

Στον Πίνακα 31 δίνονται οι τιμές των κολοβακτηριδίων κοπρανώδους προέλευσης και της βροχόπτωσης κατά την περίοδο της μελέτης (Φεβρουαρίου 1996 - Ιούνιος 1999) στην πηγή Αγίου Γεωργίου. Η μικροβιολογική ποιότητα των νερών της πηγής ταξινομήθηκε σε κατηγορίες ανάλογα με το επίπεδο της μόλυνσης (ΠΟΥ 1997) και υπολογίστηκε η συχνότητά τους. Στον Πίνακα 32 παρουσιάζεται η συχνότητα κάθε κατηγορίας ΚΚΠ ετήσια και συνολικά για την χρονική περίοδο Φεβρουάριος 1996 - Ιούνιος 1999. Επιπλέον δίνονται οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές. Συγκεκριμένα ο αριθμός ΚΚΠ κυμάνθηκε από 0-43 cfu/100 ml με διάμεσο τιμή 4,0 , 1,0 , 2,0 και 1,0 για τα έτη 1996, 1997, 1998 και 1999 αντίστοιχα (1,0 για το διάστημα 1996 - 1999).



Πίνακας 31. Οι τιμές βροχόπτωσης και κολοβακτηριδίων κοπρανώδους προέλευσης κατά την περίοδο της μελέτης (Φεβρουάριος 1996 - Ιούνιος 1999) στην πηγή Αγ. Γεωργίου.

	1996		1997		1998		1999	
	ΚΚΠ cfu/100ml	Βροχόπτωση (mm)	ΚΚΠ cfu/100ml	Βροχόπτωση (mm)	ΚΚΠ cfu/100ml	Βροχόπτωση (mm)	ΚΚΠ cfu/100ml	Βροχόπτωση (mm)
Ιανουάριος	-	-	0	40,3	2	85,5	11	82,8
Φεβρουάριος	23	161,8	1	29,6	6	11,7	0	250,2
Μάρτιος	5	93,3	4	39,4	8	32,2	5	57,0
Απρίλιος	0	40,4	0	83,7	0	19,1	1	42,9
Μάιος	0	24,6	0	1,6	0	19,8	1	3,1
Ιούνιος	0	4,0	1	14,6	0	0,5	0	2,2
Ιούλιος	0	0,0	0	0,9	1	0,0	-	-
Σεπτέμβριος	3	97,7	3	3,5	1	61,6	-	-
Οκτώβριος	5	124,5	32	85,2	8	63,3	-	-
Νοέμβριος	32	201,4	37	124,2	27	174,3	-	-
Δεκέμβριος	43	125,6	0	269,2	39	170,5	-	-

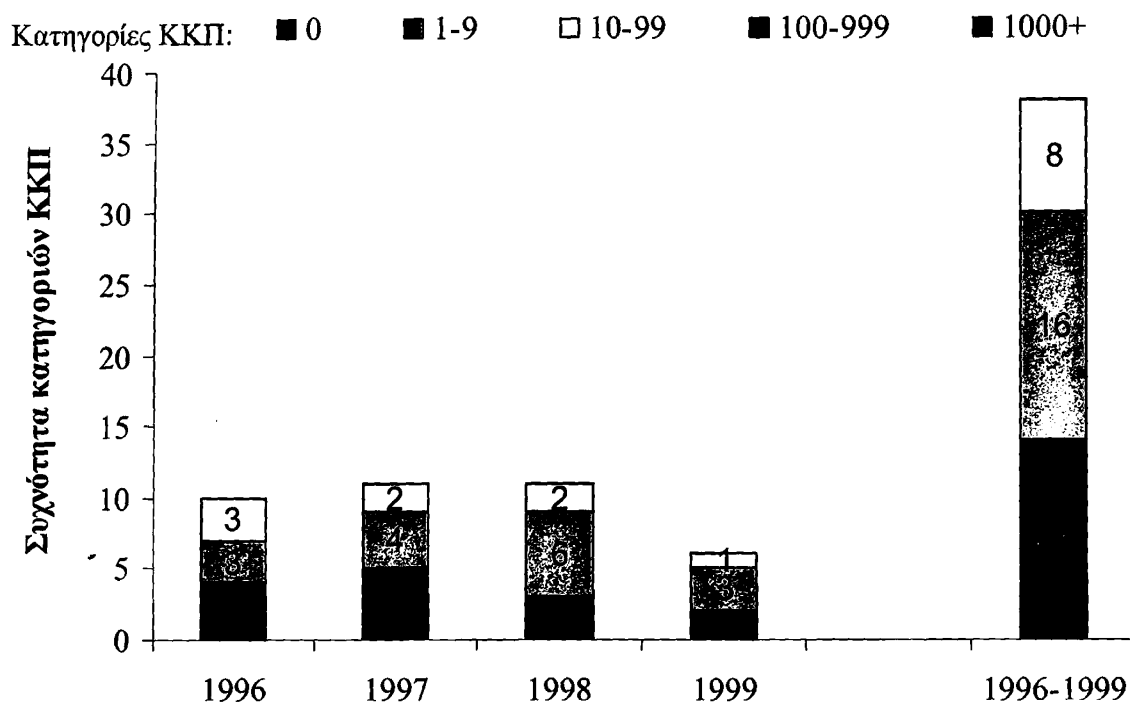
Πίνακας 32. Κατανομή και στατιστικά χαρακτηριστικά του αριθμού των αποικιών των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων ανά 100 ml (cfu/100ml) των υδάτων της πηγής Αγίου Γεωργίου κατά την χρονική περίοδο Φεβρουαρίου 1996 - Ιουνίου 1999*.

	1996	1997	1998	1999	1996-1999
Σύνολο	10 (100,0)**	11 (100,0)	11 (100,0)	6 (100,0)	38 (100,0)
A: 0	4 (40,0)	5 (45,5)	3 (27,3)	2 (33,3)	14 (36,8)
B: 1-9	3 (30,0)	4 (36,4)	6 (54,6)	3 (50,0)	16 (42,1)
C: 10-99	3 (30,0)	2 (18,2)	2 (18,2)	1 (16,7)	8 (21,1)
D: 100-999	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
E: 1000 +	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Ελάχιστο	0	0	0	0	0
Μέγιστο	43	37	39	11	43
Διάμεσος	4,0	1,0	2,0	1,0	1,0
Q ₁	0,0	0,0	0,5	0,25	0,0
Q ₃	18,5	3,0	8,0	4,0	6,0

* Δεν έγιναν δειγματοληψίες κατά το μήνα Αύγουστο στο διάστημα Φεβρουαρίου 1996 - Ιουνίου 1999.

** Τα δεδομένα πριν από τις παρενθέσεις εκφράζονται ως ποσοστά μέσα στις παρενθέσεις.

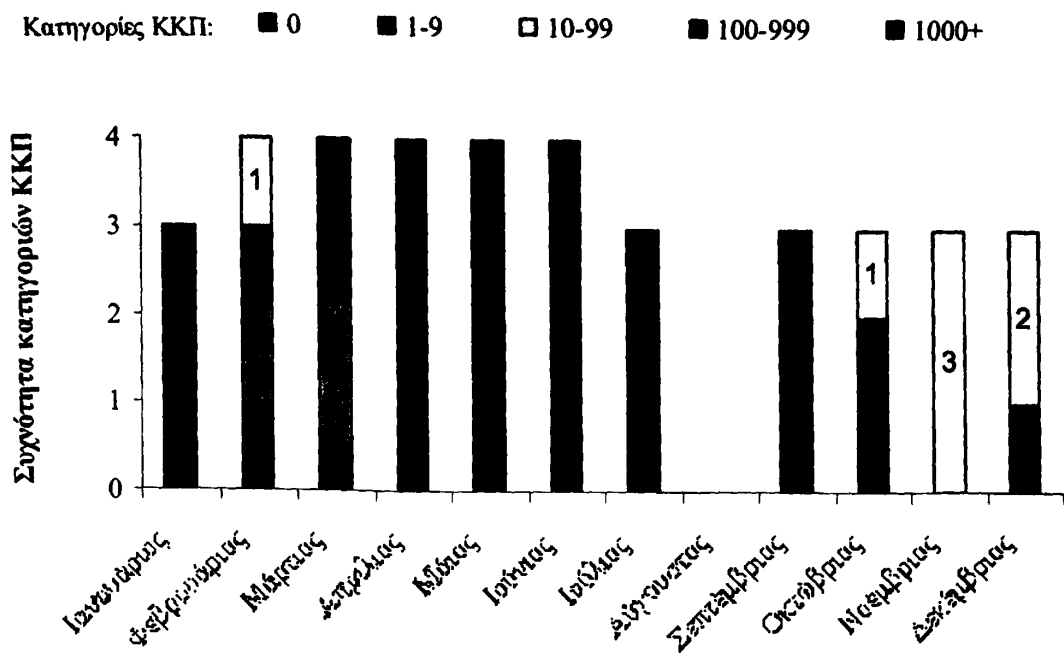
Το διάστημα 1996-1999 η πηγή ταξινομήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες της ΠΟΥ στην κατηγορία A 14 φορές, στην B 16 φορές και στην C 8 φορές, ενώ δεν ταξινομήθηκε καθόλου στις κατηγορίες Δ και Ε (Πίνακας 32). Η πηγή βρέθηκε σε συμφωνία με τις κατευθυντήριες οδηγίες της ΠΟΥ στο 36,8% των δειγμάτων, μικρού κινδύνου στο 42,1%, μεσαίου κινδύνου στο 21,1 % , μεγάλου κινδύνου 0,0%, και πολύ μεγάλου κινδύνου 0,0%. Η κατανομή συχνοτήτων κατ' έτος και κατά μήνα φαίνονται στα Σχήματα 25 και 26.



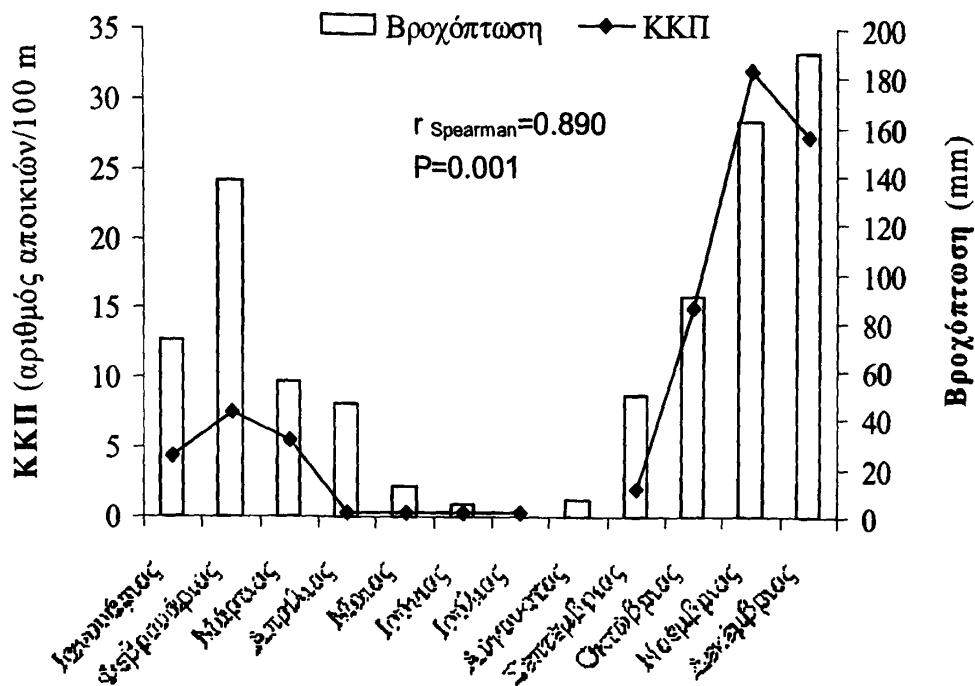
Σχήμα 25. Ετήσια ταξινόμηση των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (cfu/100 ml) κατά κατηγορία μικροβιολογικού κινδύνου του νερού της πηγής του Αγίου Γεωργίου σύμφωνα με τον ΠΟΥ⁴⁶.

Η μέση μηνιαία μεταβολή των ΚΚΠ (cfu/100 ml) και η μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 απεικονίζεται στο Σχήμα 27. Οι μέγιστες τιμές των ΚΚΠ παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο Οκτωβρίου - Δεκεμβρίου. Ακατάλληλα βρέθηκαν το 63,2% των δειγμάτων καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου έρευνας. Η ακαταλληλότητα ήταν 100% κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, 70% κατά την διάρκεια του χειμώνα, 50% κατά την διάρκεια της άνοιξης και 28,6%, η χαμηλότερη, κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, συσχετίζεται δε με το ύψος της βροχόπτωσης (συντελεστής συσχέτισης Spearman=0,890, p=0,001, Σχήμα 27).





Σχήμα 26. Μηνιαία ταξινόμηση των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (cfu/100 ml) κατά κατηγορία



Σχήμα 27. Μέση μηνιαία διακύμανση του αριθμού των κοπρανωδών κολοβακτηρίων (ΚΚΠ) (cfu/100 ml) και μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1996-1999 στη πηγή.



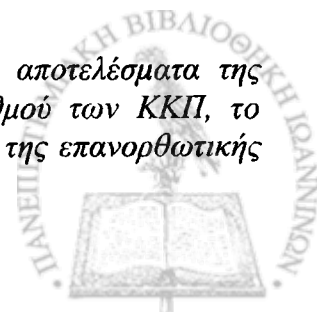
11.2.3 Κίνδυνος υδατογενών επιδημιών.

Έγινε συνδυασμός των σκορ της επιτόπιας υγειονομολογικής αναγνώρισης και των κατηγοριών ΚΚΠ και καταμετρήθηκε η συχνότητα των συνδυασμών αυτών. Οι συνδυασμοί έδωσαν τον κίνδυνο υδατογενών επιδημιών, ο οποίος με τη σειρά του καθόρισε την προτεραιότητα των μέτρων που πρέπει να ληφθούν.

Στο σχήμα 28 παρουσιάζεται η κατανομή συχνοτήτων των συνδυασμών των σκορ της ΕΥΑ και των κατηγοριών ΚΚΠ, η ανάλυση επικινδυνότητας της πηγής, και η προτεραιότητα επανορθωτικής δράσης. Συγκεκριμένα, 14 φορές από τις 38 (36,8%) η πηγή είχε σκορ ΕΥΑ 5 (κίτρινο) και κατηγορία ΚΚΠ Α (μπλέ), 16 φορές (42,1%) είχε 5 (κίτρινο) και Β (πράσινο) αντίστοιχα, και 8 φορές (21,1%) 5 (κίτρινο) και C (κίτρινο). Κατά συνέπεια, σε όλες τις περιπτώσεις η επικινδυνότητα ήταν ενδιάμεση προς υψηλή και η προτεραιότητα επανορθωτικής δράσης υψηλή⁸¹.

		Σκορ κινδύνου με βάση την επιτόπια υγειονομολογική αναγνώριση						
		0	2	3	4	5	6	
Κατηγορία κινδύνου με βάση την εξέταση ΚΚΠ								
	C					8		
	B					16		
	A					14		
		↓						
Κίνδυνος υδατογενούς επιδημίας	Δεν παρατηρήθηκε	Χαμηλός	Ενδιάμεσος προς υψηλόν	Πολύ υψηλός				
		↓						
Προτεραιότητα επανορθωτικών δράσεων	Δεν απαιτείται	Χαμηλή	Υψηλή	Επείγουσα				

Σχήμα 28. Διαζωνική ταξινόμηση της πηγής Αγίου Γεωργίου με βάση τα αποτελέσματα της υγειονομολογικής επιθεώρησης και της κατηγοριοποίησης των αριθμού των ΚΚΠ, το μέγεθος του κινδύνου υδατογενούς επιδημίας και η προτεραιότητα της επανορθωτικής δράσης σύμφωνα με τις οδηγίες της ΠΟΥ.



12. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

12.1. Προέλευση της μόλυνσης και εποχιακές μεταβολές της ποιότητας του υπόγειου νερού.

Η ακαταλληλότητα δείχνει δύο πιθανές πλευρές για τα αποθέματα. Πρώτον, ότι η πηγή της μόλυνσης μπορεί να είναι ευκαιριακή (λιγότερο πιθανή) ή μπορεί να οφείλεται σε ποικίλους παράγοντες που είναι ικανοί να εισάγουν μια εποχιακή έξαρση στα ποσοστά ακαταλληλότητας. Ένας τέτοιος παράγοντας μπορεί να είναι κάποιος συνδυασμός κλιματικών, υδρολογικών παραγόντων και παραγόντων διαχείρισης της γης. Οι υδρολογικοί παράγοντες (ποσοστό βροχόπτωσης ανά εποχή) είναι πιο σημαντικοί όπως υποστηρίζεται από τους σχετικά υψηλότερους συσχετισμούς κατά Spearman που βρέθηκαν ανάμεσα στους τρεις μικροβιολογικούς δείκτες και τη βροχόπτωση. Τα παραπάνω είναι σημαντικά για την επιτυχία των διαχειριστικών μέτρων που θα πρέπει να ακολουθηθούν για την βελτίωση της προστασίας της πηγής.

Η υψηλότερη τιμή ακαταλληλότητας για τα δείγματα που πάρθηκαν απευθείας από τις πηγές (Σ1) σε σύγκριση με αυτά που λήφθηκαν από τις βρύσες (Σ5, Σ8, Σ11) υποδεικνύει ότι η ίδια η πηγή του υπόγειου νερού συνεισφέρει στο μικροβιολογικό φορτίο πολύ περισσότερο από ότι οι δεξαμενές ή τα δίκτυα διανομής (Πίνακα 27). Οι πηγές συνήθως μολύνονται όταν υπόνομοι, σηπτικοί βόθροι, ή άλλες πηγές μόλυνσης βρίσκονται σε υψηλότερη γειτονική τοποθεσία. Ωστόσο, στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, όπως στη μελέτη μας, μολύνσεις μπορούν να εισέλθουν σε κανάλια νερού μέσω καταβόθρων ή άλλων μεγάλων ανοιγμάτων και μπορεί να μεταφέρονται μαζί με το υπόγειο νερό σε μεγάλες αποστάσεις. Παρόλα αυτά, όταν συγκρίνονται οι τιμές ακαταλληλότητας μετά από την απολύμανση με χλώριο (Σ4, Σ7, Σ10) και στο τέλος των σωληνώσεων (Σ5, Σ8, Σ11) και ειδικά στο σταθμό Σ11 (πόλη της Λευκάδας) υπάρχει η ένδειξη ότι το δίκτυο διανομής επίσης επηρεάζει την ποιότητα του νερού σε ένα βαθμό. Στο σύστημα διανομής πόσιμου νερού, η εμφάνιση ασταθών ιζημάτων και η δημιουργία βιολογικού υμενίου μπορεί να συνδεθεί με τεχνικά προβλήματα και με προβλήματα υγιεινής. Τα μικρόβια που αναπτύσσονται στο βιολογικό υμένιο επιδεινώνουν την ποιότητα του νερού και μπορεί να προκαλέσουν άσχημη γεύση και μυρωδιά. Η συσσώρευση μικροοργανισμών στις επιφάνειες των σωλήνων και ο σχηματισμός βιολογικού υμενίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως ο τύπος του υλικού της επιφάνειας, η μικροβιολογική ποιότητα του νερού, οι συγκεντρώσεις θρεπτικών και μολυσματικών ουσιών, η θερμοκρασία και η υδραυλική του συστήματος ⁸²⁻⁸⁴. Η μόλυνση του δικτύου του πόσιμου νερού ή η

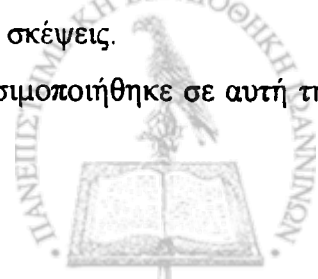
ανεπαρκής απολύμανση είναι γενικά οι λόγοι για την παρουσία βακτηρίων στο δίκτυο διανομής πόσιμου νερού. Η παρουσία των βακτηριδίων στα δίκτυα διανομής του πόσιμου νερού πιθανόν να οφείλεται στην μη επίδραση του ελεύθερου χλωρίου λόγω της προσκόλλησής τους στην επιφάνεια και στα ασταθή ιζήματα του δικτύου που τα καθιστά ανθεκτικά στην απολύμανση^{85,86}. Τα υλικά των σωλήνων μπορούν επίσης να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα του απολυμαντικού. Ο Holden και οι συνεργάτες του⁸⁴ έχουν αναφέρει ότι το ελεύθερο χλώριο είναι ένα αποτελεσματικό μικροβιοκτόνο όταν οι επιφάνειες είναι κατασκευασμένες από πολυαιθυλένιο, ενώ η χλωραμίνη είναι αποτελεσματική σε επιφάνειες κατασκευασμένες από χυτοσίδηρο.

12.2. Αξιολόγηση του δυνητικού κινδύνου μικροβιακής μόλυνσης των νερών της πηγής Αγίου Γεωργίου.

Όπως αναγράφηκε και προηγουμένως στην παράγραφο 12.1, η πιο πιθανή εστία μόλυνσης της πηγής εκτιμάται ότι είναι η επιφανειακή αποστράγγιση των νερών της βροχής, που μπορούν να συμπαρασύρουν διάφορες μολύνσεις στην πηγή, και η στράγγιση από εστίες μόλυνσης όπως βόθροι, υπόνομοι, στάβλοι που βρίσκονται σε γειτονική τοποθεσία.

Το χώμα μπορεί να προσφέρει ένα βαθμό προστασίας στη μόλυνση του υπόγειου νερού μέσω της ικανότητάς του να αποτρέψει τα ενδεχόμενα μολυσματικά στοιχεία να φτάσουν στο νερό, δρώντας ως φυσικό εμπόδιο^{62,87}. Ωστόσο, η προστασία αυτή ποικίλει αξιοσημείωτα μεταξύ των διαφορετικών τύπων χώματος και μεταξύ των διαφορετικών στρωμάτων ή οριζόντων εντός του εδάφους. Εποχιακές διακυμάνσεις στην υγρασία του χώματος επηρεάζουν τον βαθμό με τον οποίο το νερό κινείται μέσω του χώματος και την τάση για αυξημένη ροή που περνάει την ζώνη των ριζών. Όταν το χώμα είναι ξερό (καλοκαιρινή περίοδος) μόνο μια μικρή ποσότητα από τα νερά της βροχής μπορεί να γίνει υπόγειο νερό και το χώμα μπορεί να δράσει ως χημικό ή μικροβιολογικό φίλτρο. Ωστόσο, σε υγρά χώματα μια ίδια ποσότητα νερού βροχής μπορεί να διεισδύσει κάτω από τη ζώνη των ριζών και να γίνει υπόγειο νερό, μεταφέροντας επίσης ένα μεγαλύτερο βαθμό μόλυνσης. Η σημαντική θετική συσχέτιση που βρέθηκε στην παρούσα μελέτη μεταξύ του αριθμού ΚΚΠ και της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης είναι σύμφωνη με αυτήν τη λογική. Ο ρηχός υδροκρίτης της πηγής Αγίου Γεωργίου που αποτελείται από ασβεστολιθικούς σχηματισμούς καθώς και οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του χώματος (διαπερατά στρώματα) στην περιβάλλουσα περιοχή, υποστηρίζει επίσης τις προηγούμενες σκέψεις.

Η εκτίμηση του κινδύνου υδατογενών επιδημιών που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη



μελέτη βασίστηκε σε στοιχεία που επιτρέπουν την βαθμολόγηση σε διακριτές κατηγορίες κινδύνου. Η βαθμολόγηση του κινδύνου συνδύασε πληροφορίες από την ΕΥΑ και τις μετρήσεις ΚΚΠ, προκειμένου να αξιολογηθεί ο κίνδυνος για τον πληθυσμό των περιοχών που υδρεύονται από τη πηγή του Αγίου Γεωργίου. Ο παραπάνω συνδυασμός μπορεί να επιτρέψει μια εκτίμηση του κινδύνου. Οι μικροβιολογικές, χημικές και λοιπές εργαστηριακές αναλύσεις είναι χρήσιμες αλλά δεν μπορούν να αντικαταστήσουν την ΕΥΑ, κι αυτό για τρεις λόγους: (α) η ΕΥΑ είναι μια μέθοδος φιλική προς το χρήστη σε αντίθεση με τις εργαστηριακές αναλύσεις, (β) η ανεύρεση μικροβίων με τις εργαστηριακές μεθόδους πιθανότατα σχετίζεται με υψηλό σκορ της ΕΥΑ, και (γ) οι επανορθωτικές δράσεις στηρίζονται κυρίως στην ΕΥΑ και λιγότερο στις εργαστηριακές μετρήσεις^{58,62,88}.

Η σημασία της εκτίμησης του κινδύνου υδατογενών επιδημιών έγκειται στο ότι μας βοηθά να επιλέξουμε τα κατάλληλα μέτρα υγειονομικής αποκατάστασης της πηγής. Αυτά, όπως συνάγεται από τα ευρήματα μας υπό το φως της διεθνούς βιβλιογραφίας είναι: α) Αρχικά πρέπει να γίνει χαρτογράφηση των ζωνών προστασίας της πηγής σε συμφωνία με τα παρόντα μοντέλα υπολογισμού και θέσπισης τέτοιων ζωνών προστασίας^{54,89}. Επίσης πρέπει να κατοχυρωθεί η χαρτογράφηση αυτή με κατάλληλη νομοθετική ρύθμιση. Στη συνέχεια τα παρακάτω προληπτικά μέτρα θα μπορούσαν να εξασφαλίσουν μια καλή μικροβιολογική ποιότητα για το νερό της πηγής: β) Χαντάκι επιφανειακής αποστράγγισης θα πρέπει να τοποθετηθεί πάνω από την πηγή ώστε να σταματάει τα νερά αποστράγγισης και να τα μεταφέρει μακριά από την πηγή, γ) Απομάκρυνση του νεκροταφείου που βρίσκεται κοντά στην πηγή, δ) Στεγανοποίηση του αποχετευτικού συστήματος του οικισμού, ε) Κατασκευή ενός φράκτη για να εμποδίζει την είσοδο ζώων, και θα αποκλείει την κτηνοτροφία από το σύστημα αποστράγγισης σε όλα τα σημεία, στ) Πρόσβαση στην δεξαμενή για εύκολη παρατήρηση της υγειονομολογικής κατάστασης και για συντήρησή της· άνοιγμα του καλύμματος χωρίς εξουσιοδότηση θα πρέπει να αποκλειστεί με μια κατάλληλη συσκευή κλειδώματος, ζ) Κανονισμοί και νομοθετήσεις, όπως είναι ο καθορισμός στις χρήσεις γης στις κρίσιμες περιοχές γύρω από την πηγή, η) Ειδικά η απομάκρυνση των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων που βρίσκονται στην γύρω περιοχή είναι αμέσου προτεραιότητας, θ) Αγορά της γης που καλύπτει τουλάχιστον τη ζώνη Ι.

Τα προγράμματα παρακολούθησης μπορούν να συνεισφέρουν σε μια συνεχή επανεκτίμηση των κινδύνων για τη δημόσια υγεία που σχετίζονται με τη μικροβιακή μόλυνση του νερού της πηγής. Μια συσχέτιση των κινδύνων που αξιολογήθηκαν μέσω της MRA με αναφορές σε στοιχεία για ανθρώπινες αρρώστιες από επιδημιολογικές μελέτες θα μπορούσε να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για την αξιοπιστία της μεθόδου αξιολόγησης.

Όταν νέα στοιχεία είναι διαθέσιμα, η αξιολόγηση του μικροβιολογικού κινδύνου μπορεί να χρειαστεί επανεξέταση.



13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το 38 % του συνόλου των 456 δειγμάτων που πάρθηκαν μηνιαία από τις πηγές του Αγίου Γεωργίου μέχρι την βρύση των καταναλωτών κατά τα χρόνια 1996-1999 ήταν ακατάλληλα σύμφωνα με τις ισχύουσες οδηγίες για το πόσιμο νερό. Τα επιμέρους ποσοστά ακατάλληλων δειγμάτων ήταν 82 % από τα 38 δείγματα που πάρθηκαν από τις πηγές, 22 % από τα 152 δείγματα που πάρθηκαν από τις δεξαμενές και 41 % από τα 152 δείγματα που πάρθηκαν από τα εσωτερικά δίκτυα διανομής νερού της Άρτας, της Πρέβεζας και της Λευκάδας. Η υψηλότερη τιμή των μη αποδεκτών αποτελεσμάτων για τα δείγματα που συγκεντρώθηκαν απευθείας από τις πηγές σε σύγκριση με αυτά που λήφθηκαν από τις βρύσες υποδεικνύει ότι η ίδια η πηγή του υπόγειου νερού συνεισφέρει στο μικροβιακό φορτίο πολύ περισσότερο από ό,τι οι δεξαμενές ή τα δίκτυα διανομής

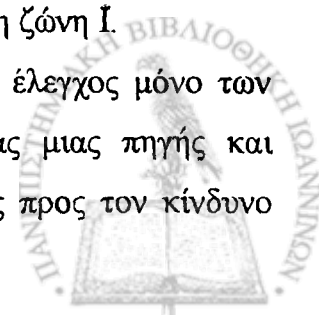
Επίσης από τα 38 δείγματα που πάρθηκαν στην τελική βρύση καθεμιάς από τις τρεις Πόλεις, ακατάλληλα ήταν: Άρτα 11%, Πρέβεζα 5%, Λευκάδα 29%. Η συμπεριφορά αυτή πιθανόν οφείλεται στην μη σωστή χλωρίωση των δεξαμενών, και στην παλαιότητα, το υλικό και τη συντήρηση του δικτύου.

Από το σύνολο των 456 δειγμάτων μη αποδεκτά βρέθηκαν: τα 61% από τα 120 δείγματα που πάρθηκαν τον Χειμώνα, τα 46% από τα 108 το Φθινόπωρο, τα 30% από τα 144 την Άνοιξη και τα 30% από τα 84 το Καλοκαίρι. Η εποχιακή και μηνιαία διακύμανση της ακαταλληλότητας συσχετιζόνταν με την εποχιακή και μηνιαία βροχόπτωση.

Επιπλέον σύμφωνα με την μέθοδο αξιολόγησης του δυνητικού κινδύνου έκρηξης υδατογενούς μικροβιακής επιδημίας από την πηγή, το μεν αποτέλεσμα του κινδύνου μόλυνσης με βάση την Επιτόπια Υγιεινολογική Αναγνώριση (ΕΥΑ) ήταν 5/10 και τις 38 φορές, ο δε βαθμός μόλυνσης ήταν ανύπαρκτος στις 14 από τις 38 φορές, μικρός στις 16, και μεσαίος στις 8. Ο συνδυασμός των παραπάνω έδωσε και τις 38 φορές ενδιάμεση προς υψηλή πιθανότητα έκρηξης υδατογενούς επιδημίας από την πηγή. Από την πιθανότητα αυτή προκύπτει ότι η ανάγκη επανορθωτικών δράσεων στην περιοχή της πηγής είναι υψηλής προτεραιότητας.

Πρώτης προτεραιότητας είναι ο ορισμός ζωνών, ο καθορισμός χρήσεων γης σ' αυτές, η στεγανοποίηση του αποχετευτικού συστήματος του οικισμού, η απομάκρυνση του νεκροταφείου, και η απαλλοτρίωση της γης που καλύπτει τουλάχιστον τη ζώνη Ι.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι ο περιοδικός έλεγχος μόνο των μικροβιολογικών δεικτών δεν εγγυάται τη διατήρηση της ποιότητας μιας πηγής και γενικότερα ενός συστήματος ύδρευσης. Η ταξινόμηση μιας πηγής ως προς τον κίνδυνο



έκρηξης επιδημίας υδρικής προέλευσης (με συγκερασμό των ευρημάτων της επιτόπιας υγιεινολογικής αναγνώρισης και του βαθμού μόλυνσης από κολοβακτηρίδια κοπρανώδους προέλευσης) και η υλοποίηση των επανορθωτικών δράσεων που απορρέουν από την ταξινόμηση αυτή, σε συνδυασμό με τη συνεχή παρακολούθηση των μικροβιολογικών δεικτών στα αποθέματα νερού της πηγής και του δικτύου μπορεί να ελαχιστοποιήσει τον κίνδυνο επιδημιών υδρικής προέλευσης.

Η μέθοδος αξιολόγησης του μικροβιολογικού κινδύνου σε συνδυασμό με μια συνεχή παρακολούθηση των μικροβιολογικών δεικτών στα αποθέματα νερού της πηγής μπορεί να ελαχιστοποιήσει τους κινδύνους που υπάρχουν, μειώνοντας την πιθανότητα μόλυνσης. Αυτή η μέθοδος μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστούν τα πιο ευπρόσβλητα σημεία οποιουδήποτε πόρου πόσιμου νερού, έτσι ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί καλύτερα και η επανορθωτική δράση που τυχόν χρειάζεται ώστε να διασφαλιστεί μια υψηλή ποιότητα νερού.



14. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης ήταν η εκτίμηση της μικροβιολογικής και φυσικοχημικής ποιότητας του πόσιμου νερού των πολεοδομικών διαμερισμάτων Άρτας, Πρέβεζας και Λευκάδας. Το χρονικό διάστημα 1996-1999 εξετάσθηκαν 456 δείγματα πόσιμου νερού από 12 σημεία των δικτύων διανομής στις τρεις πόλεις. Ο ποιοτικός έλεγχος του πόσιμου νερού βασίσθηκε στην παρουσία των ολικών κολοβακτηριδίων (ΟΚ), των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (ΚΚΠ) και των κοπρανωδών στρεπτόκοκκων (ΚΣ), καθώς και στις φυσικοχημικές παραμέτρους: θερμοκρασία, pH και ολικά αιωρούμενα στερεά (ΟΑΣ).

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τις μικροβιολογικές και φυσικοχημικές αναλύσεις ήταν σύμφωνη με τις πρότυπες τεχνικές (Standard Methods) των: American Public Health Association (ΑΡΗΑ, Αμερικάνικη Ένωση Δημόσιας Υγείας), World Health Organization (WHO, Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας).

Το 38 % του συνόλου των 456 δειγμάτων που πάρθηκαν μηνιαία από τις πηγές του Αγίου Γεωργίου μέχρι την βρύση των καταναλωτών κατά τα χρόνια 1996-1999 ήταν ακατάλληλα σύμφωνα με τις ισχύουσες οδηγίες για το πόσιμο νερό. Τα επιμέρους ποσοστά ακατάλληλων δειγμάτων ήταν 82 % από τα 38 δείγματα που πάρθηκαν από τις πηγές, 22 % από τα 152 δείγματα που πάρθηκαν από τις δεξαμενές και 41 % από τα 152 δείγματα που πάρθηκαν από τα εσωτερικά δίκτυα διανομής νερού της Άρτας, της Πρέβεζας και της Λευκάδας.

Τα μη αποδεκτά δείγματα σύμφωνα με τους μικροβιολογικούς δείκτες παρουσίασαν μια εποχιακή διακύμανση. Από το σύνολο των 456 δειγμάτων μη αποδεκτά βρέθηκαν: τα 61% από τα 120 δείγματα που πάρθηκαν τον Χειμώνα, τα 46% από τα 108 το Φθινόπωρο, τα 30% από τα 144 την Άνοιξη και τα 30% από τα 84 το Καλοκαίρι. Η συχνότητα της διακύμανσης αυτής με την εποχιακή διακύμανση της βροχόπτωσης ήταν υψηλή ($p < 0,001$).

Οι φυσικοχημικές παράμετροι ήταν σύμφωνες με τα επίπεδα που ορίζει η Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης 80/778.

Επιπλέον σύμφωνα με την μέθοδο αξιολόγησης του δυνητικού κινδύνου έκρηξης υδατογενούς μικροβιακής επιδημίας από την πηγή, το μεν αποτέλεσμα της πιθανότητας μόλυνσης με βάση την Επιτόπια Υγιεινολογική Αναγνώριση ήταν 5/10 και τις 38 φορές (μεσαία πιθανότητα), ο δε βαθμός μόλυνσης ήταν ανύπαρκτος στις 14 από τις 38 φορές, μικρός στις 16, και μεσαίος στις 8. Ο συνδυασμός πιθανότητας και βαθμού μόλυνσης έδειξε ότι ο κίνδυνος επιδημικής έκρηξης ήταν και τις 38 φορές ενδιάμεσος προς υψηλών

τούτο δε καθορίζει προτεραιότητα επανορθωτικών δράσεων στην πηγή υψηλή και τις 38 φορές. Πρώτης προτεραιότητας είναι ο ορισμός ζωνών, ο καθορισμός χρήσεων γης σ' αυτές, η στεγανοποίηση του αποχετευτικού συστήματος του οικισμού, η απομάκρυνση του νεκροταφείου, και η απαλλοτρίωση της γης που καλύπτει τουλάχιστον τη ζώνη Ι.

Λέξεις κλειδιά: Πηγή, πόσιμο νερό, υπόγειο νερό, μόλυνση, κολοβακτηρίδια, στρεπτόκοκκοι, αξιολόγηση μικροβιακού κινδύνου, Ελλάδα, Ήπειρος, Άγιος Γεώργιος, Άρτα, Πρέβεζα, Λευκάδα.



15. SUMMARY

The assessment of potential risks from microbiological contamination of drinking water supplies is of greatest concern to human health. The study was undertaken to assess the microbiological and physicochemical quality of potable water of Arta, Preveza and Lefkada prefectures in Northwestern Greece, during a survey from February 1996 until June 1999. Drinking water samples were collected from twelve points along the distribution networks located of the three cities Arta, Preveza and Lefkada. The drinking water quality standards were analyzed with respect to the presence of *total coliforms* (TC), *faecal (thermotolerant) coliforms* (FC), and *faecal streptococci* (FS). The physicochemical parameters temperature, pH, and total dissolved solids (TDS) were also measured. Standard techniques for water sample collection and analysis set by the American Public Health Association were used.

Microbiological analyses indicate that 38 % of the 456 samples analyzed along the distribution network from the springs to the consumer's potable tap during the period 1996-1999 failed to reach the guidelines for the drinking water. The failure rates were 82 % for the samples taken from the springs (n=38), 22 % for the samples taken from the tanks (n=152) and 41 % for the samples taken along the inner distribution networks of Arta, Preveza and Lefkada (n=152). Failure rates on microbiological indicators displayed a seasonal trend being greater during the autumn-winter period. The seasonal failure rates for the total of the samples (n=456) were: 61% in winter (n=120), 46% in autumn (n=108), 30% in spring (n=144) and 30% in summer (n=84). The correlation between the seasonal failure rates and the seasonal rainfall was high ($P < 0.001$).

Physicochemical analyses showed that the variations among the examined samples lie below the maximum permissible levels of the European drinking water standards.

The study includes also the microbiological risk assessment (MRA) of Agios Gergios source. The sanitary inspection score was 5/10 during the whole survey period (n=38) that corresponds to an intermediate possibility of source contamination. The degree of contamination was found negligible for 14 times, low for 16 times and intermediate for 8 times, out of 38 total investigations. The combination of the possibility of contamination and the degree of contamination showed that the risk of an epidemic outbreak due to source contamination was intermediate to high all the times; this determined that the priority for remedial action was always high. The suggested remedial actions were as follows: the establishment of protection zones, the designation of land uses, the insurance of the water-

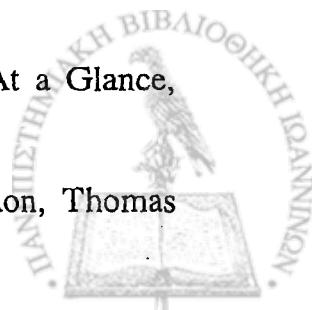
tightness of the septic tanks compartments, the removal of cemetery, and finally the purchase of land that extend up to at least the zone I.

Keywords: Source, drinking water, groundwater, contamination, *Faecal Coliforms*, *Streptococci*, Risk assessment, Greece, Epirus, Agios Georgios, Arta, Preveza, Lefkada.

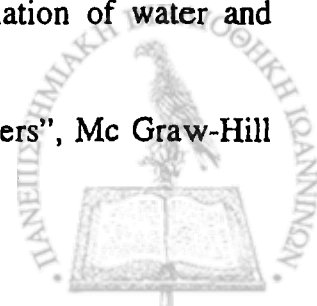


16. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

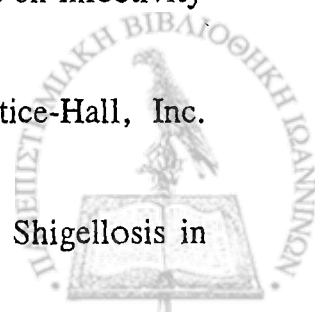
1. Τρ. Αλμπάνης, Ρύπανση και Τεχνολογία Προστασίας Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων 1999, σελ. 19.
2. Αφτιάς Μ., "Υδρεύσεις", Εκδόσεις Ε.Μ.Π, σελ. Π-3, 1992.
3. Μανουσάκης ΓΕ. Γενική Χημεία Βιολογικών Επιστημών. Εκδόσεις Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 1980.
4. Μάιπα-Στογιάννη Β. «Υγιεινολογικός Έλεγχος των πόσιμων υδάτων του γεωγραφικού διαμερίσματος Ηπείρου», Διδακτορική Διατριβή, 1990.
5. Κατσουγιαννόπουλος Χρ. Βασίλειος, «ΥΓΙΕΙΝΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ-ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ», 1990.
6. Λαγαράς Γ., Γαρδίκη-Κουϊδου Π., Δημητριάδου-Βαφειάδου Α. Μαθήματα Βιολογικής Χημείας, Τόμος Β', Θεσσαλονίκη, 1971.
7. The water Encyclopedia, Frits van der Leeden et al. (Chelsea, Mich: Lewis Publishers, Inc. 1990).
8. World water resources and their future, M.I. L'novitch, The water Encyclopedia, Frits van der Leeden et al., Chelsea, Mich: Lewis Publishers, Inc. 1990.
9. Θ. Κουϊμτζής, Χημεία Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Εκδόσεις Ζήτη, Θεσ/νικη 1997, σελ. 85.
10. World Resources Institute - New York, Oxford University Press, World Population Datasheet, Washington, 1992.
11. Population Reference Bureau - PRB.
12. K.H.S. Gunatilaka και L.U. Weerakoon. Evolution of Water Management in Sri Lanka", Vol. III, του Water for World Development - IWRA (Urbana 1988).
13. Global Water Resources" του I. A. Shiklomanov, Nature & Resources, Τόμ. 26, αρ. 3, 1990.
14. Κέντρο Ανθρωπίνων Οικισμών του ΟΗΕ, «Νερό και αιεφόρος αστική ανάπτυξη, παροχή πόσιμου νερού και αποχέτευση στο αστικό περιβάλλον», Διεθνής Διάσκεψη για το Νερό και το Περιβάλλον: Αναπτυξιακά Θέματα για τον 21^ο αιώνα, Δουβλίνο, Ιρλανδία, 26-31 Ιανουαρίου 1992.
15. Joseph Christmas and Carel de Rooy, The Decade and Beyond: At a Glance, Water International, September, 1991.
16. G. A. Brown, "Keynote Address", Πρακτικά World Water, London, Thomas



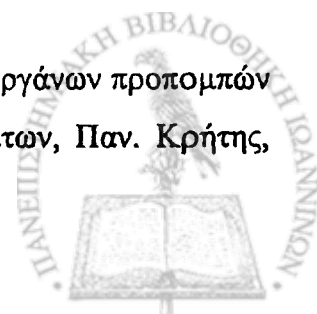
- Telford Ltd. 1987.
17. World Resources 1992-1993 του WRI· 1992 World Population Data Sheet του Γραφεία Αναφοράς Πληθυσμού (PRB), Ουάσιγκτον 1992, World Population Prospects 1990 του Τμήματος Διεθνών Οικονομικών και Κοινωνικών Υποθέσεων του ΟΗΕ, Νέα Υόρκη 1991.
 18. Ζακ Τεϋ, "Πληθυσμός, Περιβάλλον και Φυσικοί Πόροι του 21^ο αιώνα", «Πού βαδίζει ο κόσμος», Τροχαλία 1992, σελ. 122.
 19. L. Brown and J. Jacobson. "Το μέλλον της Αστικοποίησης", «Πού βαδίζει ο κόσμος», Τροχαλία 1992, σελ. 143.
 20. Report: Third Ministerial Conference on Environment and Health, London, 16-18 June 1999, EUR/ICR/ EHCO 02 02 05 /19, 09989-15 July 1999.
 21. Guidelines for drinking water quality, 2nd Eds., Vol. 3., Surveillance and control of community supplies, WHO, Geneva, 1997.
 22. Stern A. "Water in Europe: What to expect from the EU policy review", 1995.
 23. Valiron F., "Gestion des eaux", Vol. 1, Presses del' Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, Paris 1990.
 24. Walton W. C., "Groundwater Resource Evolution", McGraw – Hill, N.Y., 1970.
 25. Fair G.M., Geyer J.C., Okun D.A., "Water and Wastewater Engineering, vol. 1, J. Willey and Sons, New York, 1966.
 26. Martz G. Υδραυλική των οικισμών. «Υδρεύσεις», Μέρος 1^ο. Μετάφραση Ευστρατιάδη Γ., Μόσχος Γκιούρδας, Αθήνα, 1976.
 27. W 101, "Richtlinien fuer Trinkwasserschutzgebiete. I Teil Schutzgebiete fuer Grundwasser", Deutscher Verein des Gas und Wasserfachs (DVGW), 6236 Eschborn 1, 2.1975.
 28. WHO, Environmental Health Criteria 54:Ammonia Genf, 1986.
 29. Κουζέλη-Κατσίρη Α., «Μέθοδοι βελτίωσης ποιότητας πόσιμου νερού», σελ. I-1, Αθήνα, 1992.
 30. Guidelines for drinking-water quality – Data Analysis and Interpretations.
 31. Σκληβανιώτης Μ., «Βασικές παράμετροι ποιότητας του πόσιμου νερού», σελ. 19, ΔΕΥΑΠ, Πάτρα, 1995.
 32. APHA-AWWA-WPCF, "Standard Methods for the examination of water and wastewater", Washington D.C., 1971.
 33. Sawyer C.N., Mc Carty P.L., "Chemistry for sanitary engineers", Mc Graw-Hill Kogakusha, Tokyo, 1967.



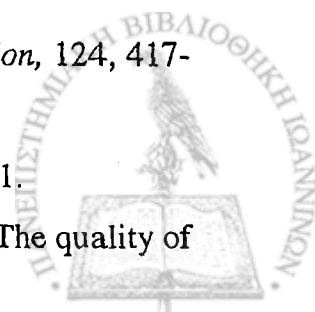
34. Ζανάκη Κ., «Έλεγχος ποιότητας νερού», ΙΩΝ, 1996.
35. Παπαπετροπούλου Μ., Μαυρίδου Α., «Μικροβιολογία του υδάτινου περιβάλλοντος», 1992.
36. [Http://docuweb.ekt.gr/iisd/he-phds/8000-9000/8657.gif/19.jpg](http://docuweb.ekt.gr/iisd/he-phds/8000-9000/8657.gif/19.jpg)
37. Αρβανιτίδου-Βαγιωνά Τ., Μικροβιολογικά Χρονικά, τομ. 9, 1993.
38. Γρηγοριάδου Α., Μικροβιολογικά Χρονικά, vol. 9, σελ. 275-279, 1993.
39. Cerba CP. Methods for recovering viruses from the water environment. Pp 19-35, in Berg G (ed): *Viral Pollution of the Environment*. CRC Press, Boca Raton, FL. 1983.
40. Μ. Παπαπετροπούλου. Υδατογενείς ιώσεις. Επιδημιολογικό Δελτίο Λοιμωδών Νοσημάτων Ελλάδος, τόμος 2, τεύχος 9, 1999.
41. Herwaldt BL, Lew JF, Moe CL et al. Characterization of a variant strain of Norwalk virus from food-borne outbreak of gastroenteritis on a cruise ship in Hawaii. *J Clin Microbiol* 32:861-866, 1994.
42. Chung H, Sobsey MD. Comparative survival of indicator viruses and enteric viruses in seawater and sediment. *Wat Sci Techn.* 27:425-428, 1993.
43. WHO/UNEP. Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish areas. Part I, General Guidelines. Document ICP/CEH 041(2), WHO, Regional Office for Europe, Copenhagen, 1994.
44. Mosley J. Transmission of viral Diseases by drinking water. In transmission of Viruses by the Water Route by Berg G. Interscience Rublisher N.Y. 1967.
45. Συμμελάκης Στ. Υγειονομική και μικροβιολογική έρευνα των συστημάτων ύδρευσης στην Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα 1984.
46. Weibel SR, Dixon F.R., Weidner R.B. and Mc Cabe I.J. Waterborne disease outbreaks 1946-1960. *J. Am. Wat. Wks. Ass.* 56:947, 1964.
47. Craun G.F, Mc Cabe LJ. Review of the causes of waterborne disease outbreaks. *J. Am. Wat. Wks. Ass.* Jan. 74, 1973.
48. Shaffer PTB, Metcalf TG, Sproul OJ. Chlorine resistance of poliovirus isolants recovered from drinking water. *Appl Environ Microbiol* 40:1115-1121, 1980.
49. Peterson DA, Hurley TR, Melnick JL. Effect of chlorine treatment on infectivity of hepatitis A virus. *Appl Environ Microbiol* 45:223-227, 1983.
50. Gainey and Lord. *Microbiology of Water and Sewage*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 4th printing, 1961.
51. Rosenberg M., Weissman J., Gangarosa E., Reller R., Beasley R. Shigellosis in



- the U.S.A. Ten year review of nationwide surveillance, 1964-1973. *Am. J. Epidemiol.* 104:543, 1976.
52. Vlachos D., Stathopoulos G., Katsougiannopoulos V., Evipidis T. The gastroenteritis outbreak occurred in the city of Drama at September 1971. *Proc. Med. Soc. Thessaloniki*, 1:40-6, 1972.
53. Παπαπετροπούλου. Υδατογενείς λοιμώξεις. Επιδημιολογικό Δελτίο Λοιμωδών Νοσημάτων Ελλάδος, τόμος 2, τεύχος 7, 1999.
54. Katsougiannopoulos V., et all. Epidemiologic characteristics of a gastroenteritis outbreak in the island of Leykada. *Proc. Of 3rd Medical Congress of Northern Greece*. Vol. 2:49-54, 1988.
55. Samonis G., Elting L., Skoulika E., Maraki S., Tselentis Y. An outbreak of diarrhoeal disease attributed to *Shigella sonnei*. *Epidemiol Infect*, 112:235-45, 1994.
56. Y. Alamanos, V. Maipa, S. Legigiotou and E. Gessouli. A community waterborne outbreak of gastroenteritis attributed to *Shigella sonnei*. *Epidemiol Infect.* Vol. 125:499-503, 2000.
57. Macler BA, Regli S. Use of microbial risk assessment in setting United States drinking water standards. *Int J Food Microbiol* 1993; 18:245-256.
58. Gale P. Developments in microbiological risk assessment models for drinking water : a short review. *J Appl Bacteriol* 1996; 81:403-410.
59. Teunis PFM, Medema GJ, Kruidenier L, Havelaar AH. Assessment of risk of infection by *Cryptosporidium* and *Giardia* in drinking water from a surface water source. *Wat Res* 1997; 31:1333-1346.
60. MacGill SM, Fewtrell L, Kay D. Towards quality assurance of assessed waterborne risks. *Wat Res* 2000; 34(3):1050-1056.
61. WHO, Περιφερειακό Γραφείο Ευρώπης, "Pesinfection de l' eau", 1995.
62. Reid DC, Lamb AJ, Lilly A, McGaw BA, Gauld JH, Cooper D. McLaren C. Improvements to source protection for private water supplies in Scotland, UK. *Water Policy*, 3:273-281, 2001
63. WHO, *Guidelines for Drinking-water Quality*, Vol. 1, *Recommendations*, World Health Organization, Geneva, 1984.
64. Αδ. Καμπιώτη, Μελέτη της επίδρασης των οργανικών και ανοργάνων προπομπών στο σχηματισμό των παραπροϊόντων απολύμανσης των υδάτων, Παν. Κρήτης, 1999.



65. Premazzi G., Cardoso C., Conio O., Palumbo F., Ziglio G., Meucci L. and Borgioli A. « Standards and Strategies in the European Union to Control Trihalomethanes (THMs) in Drinking Water », JRC EUR report No 17289, Joint Research Centre, European Commission, 1997a.
66. Weber W.J. Jr. Physicochemical processes for water quality control. Wiley-Interscience, New York, NY., 640, 1972.
67. Aieta E.M., and Roberts P.V. The chemistry of oxo-chlorine compounds relevant to chlorine dioxide generation. In: Water Chlorination: Environmental Impact and Health Effects. (Jolley R.L., et al., eds), vol. 5, Lewis publ., Chelsea, MI, 1985.
68. Snoeyink V.L., and Jenkins D. Water Chemistry. Chapter 7, Wiley Publ., New York, NY, 1980.
69. APHA (American Public Health Association), Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. 16th ed. New York, USA. APHA 1985.
70. APHA (American Public Health Association), *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*, 17th ed. Washington, USA, 1989.
71. WHO, Our Planet, Our Health, Report of the WHO Commission on Health and Environment. World Health Organization, Geneva, 1992.
72. APHA, AWWA, AEF, *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater*, 20th ed. Washington, USA, 1998.
73. R.T. Noble, D.F. Moore, M.K. Leecaster, C.D. McGee, S.B. Weisberg, Comparison of total coliform, fecal coliform and enterococcus bacterial indicator response for acean recreational water quality testing, *Wat. Res.* 37, 1637-1643, 2003.
74. J.E. Whitlock, D.T. Jones, V.J. Harwood, Identification of the sources of fecal coliforms in an urban watershed using antibiotic resistance analysis, *Wat. Res.* 36, 4273-4282, 2002.
75. O.M. Zacheus, M.J. Lehtola, L.K. Korhonen, P.J. Martikainen, Soft deposits, the key site for microbial growth in drinking water distribution networks, *Wat. Res.* 35, 1757-1765, 2001.
76. J.J. Borrego, *Microbiologia SEM*, 10, 169-180, 1994.
77. M. Rutter, G.L. Nichols, A. Swan, J. De Louvois, *Epidemiol. Infection*, 124, 417-425, 2000.
78. S.A. Gonül and M. Karapinar, *Int. J. Food Microbiol*, 13, 69-74, 1991.
79. N. Giannouhis, V. Maipa, T. Albanis, I. Konstantinou, I. Dimoliatis, The quality of



drinking water supplies in North-Western Greece: A three year follow-up. *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, in press.

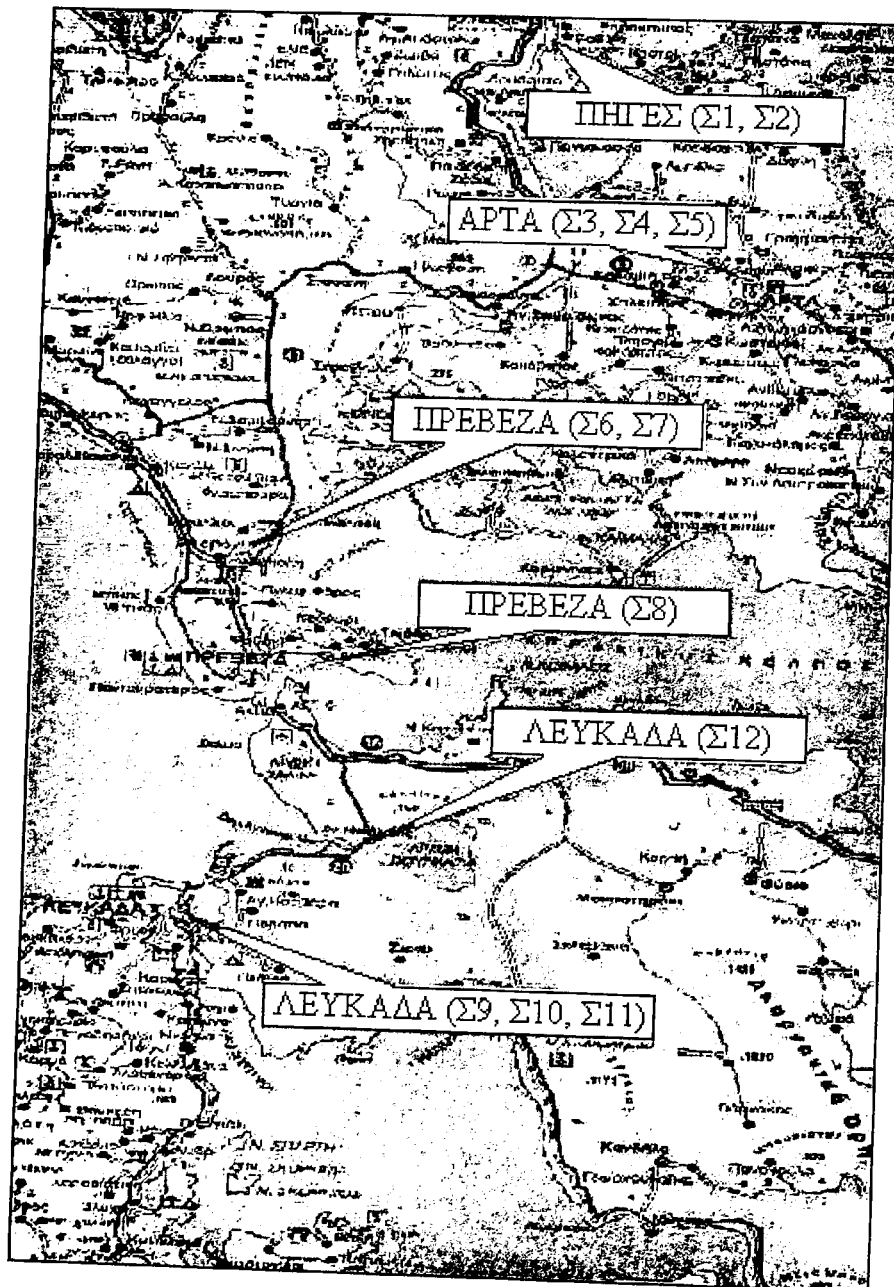
80. Dalhaus C, Damrath H.. *Wasserversorgung*, Teubner B.G., Stuttgart; 1987.
81. N. Giannoulis, V. Maipa, I. Konstantinou, I. Dimoliatis, Microbiological risk assessment of Agiow Georgios source supplies in North Western Greece based on faecal coliforms determination and sanitary inspection survey, submitted in Water Research.
82. M.J. Goss, D.A.J. Barry, D.L. Rudolph, *J. Contaminant Hydrol*, 32, 267-293, 1998.
83. J. Rogers, A.B. Dowsett, P.J. Dennis, J.V. Lee and C.W. Keevil, *Appl. Environ. Microbiol*, 60(6), 1842-1851, 1994.
84. B. Holden, M. Greetham, B.T. Croll and J. Scutt, *Wat. Sci. Tech*, 32(8), 213-220, 1995.
85. M.W. LeChevallier, C.D. Cawthon and R.G. Lee, *Appl. Environ. Microbiol*, 54(3), 649-654, 1988.
86. M.W. LeChevallier, C.D. Cawthon and R.G. Lee, *Wat. Sci. Tech*, 20(11/12), 14-151, 1988.
87. Lilly A. The influence of soils and land use on groundwater quality. *Royal Environ. Health Inst. Scotland Magaz*, 10(5):4-6, 1998.
88. Fewtrell L, Macgill SM, Kay D, Casemore D. Uncertainties in risk assessment for the determination of drinking water pollutant concentrations : *Cryptosporidium* case study. *Wat Res*, 35:441-447, 2001.
89. Keating T, Packman MJ. *Guide to groundwater protection zones in England and Wales*. London, UK: National Rivers Authority/HMSO, 1995



17. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- 17.1. Χάρτης περιοχής μελέτης
- 17.2. Τοπογραφικό πηγών Αγίου Γεωργίου
- 17.3. Χάρτης πόλης Άρτας
- 17.4. Χάρτης πόλης Πρέβεζας
- 17.5. Χάρτης πόλης Λευκάδας
- 17.6. Δελτίο δειγματοληψίας (Υπόδειγμα)
- 17.7. Δελτίο αποτελεσμάτων (Υπόδειγμα)
- 17.8. Οδηγία Ε.Ε.
- 17.9. Υγειονομική διάταξη (5673/4-12-57)
- 17.10. Αγγλοελληνική ορολογία
- 17.11. Ελληνοαγγλική ορολογία και ευρετήριο
- 17.12. Ερμηνευτήριο

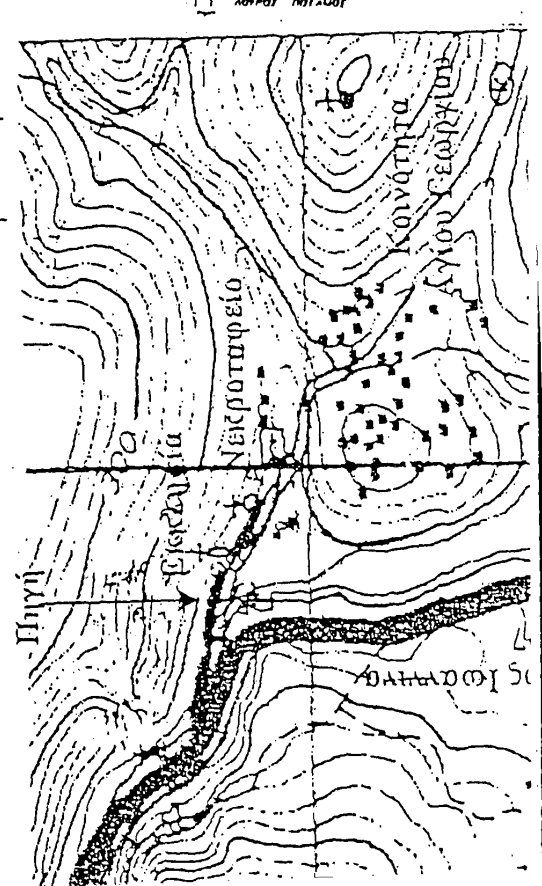
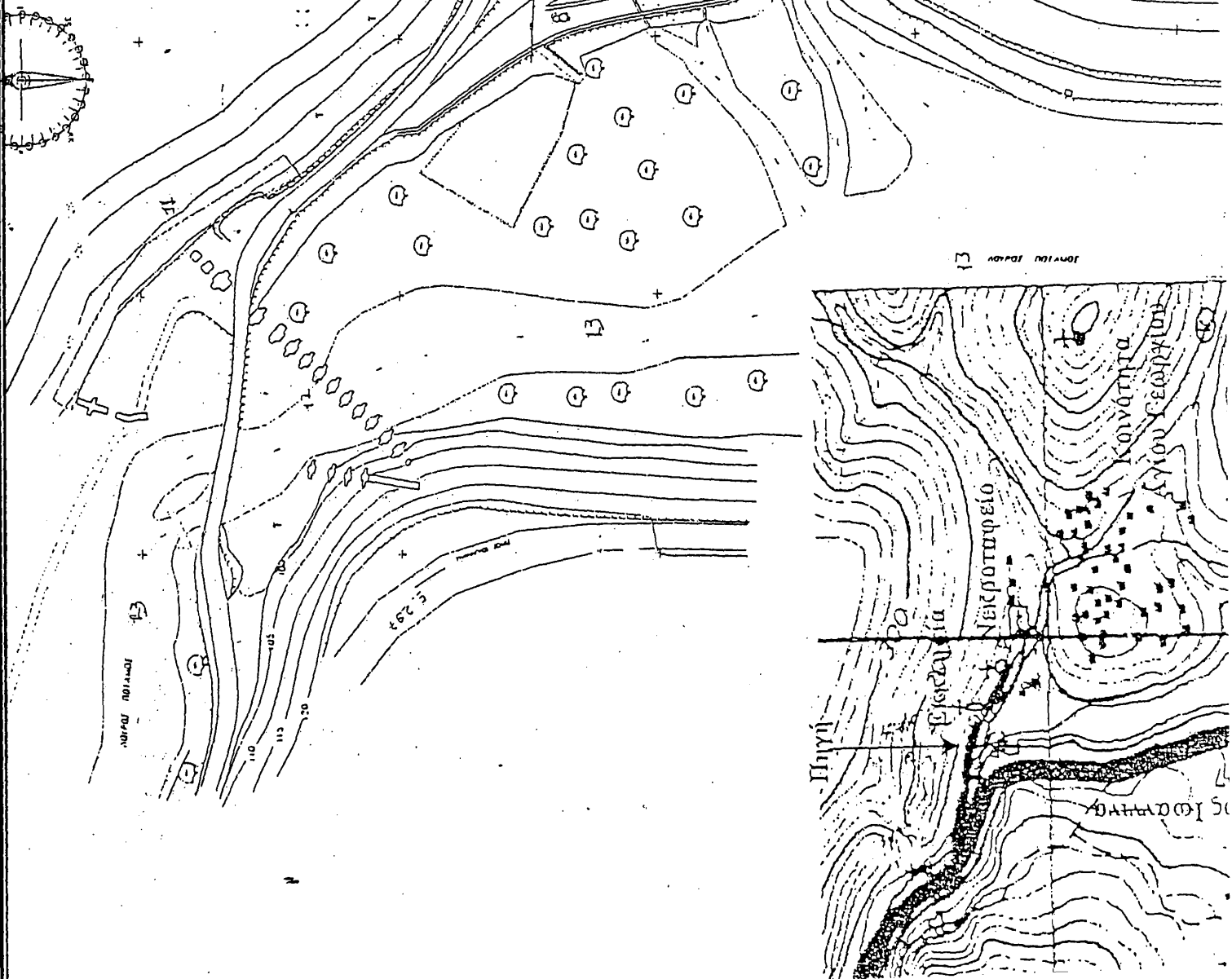




17.1 Χάρτης περιοχής μελέτης

17.2 Τοπογραφικό πηγών Αγίου Γεωργίου

- 1 Υδρομείωση
- 2 Υδατοπηγή δεξιά
- 3 Ιερός ναός Αγίου Γεωργίου
- 4 Βρύση-Σημείο (Σ1) δεξιματοληψίας
- 5 Βρύση-Σημείο (Σ2) δεξιματοληψίας
- 6 Περιφραγμένη ζώνη I
- 7 Παλιός δρόμος (πώρα πεζοδρομίας) προς Αγ. Γεώργιο
- 8 Νέος δρόμος προς Αγ. Γεώργιο
- 9 Κοιμητήριο
- 10 Νεροτριβές
- 11 Πηγές ρωμαϊκού υδραγωγείου Αρχαίας Νικόπολης
- 12 Πέσσοι που στηρίζουν τον αγωγό του ρωμαϊκού υδραγωγείου
- 13 Λούρος ποταμός
- 14 Κονιάττα Αγίου Γεωργίου



ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΑΝΕΓΕΝΕΤΑΙ ΓΕΩΡΓΙΟΥ

17.2 Τοπογραφικό πηγών Αγίου Γεωργίου

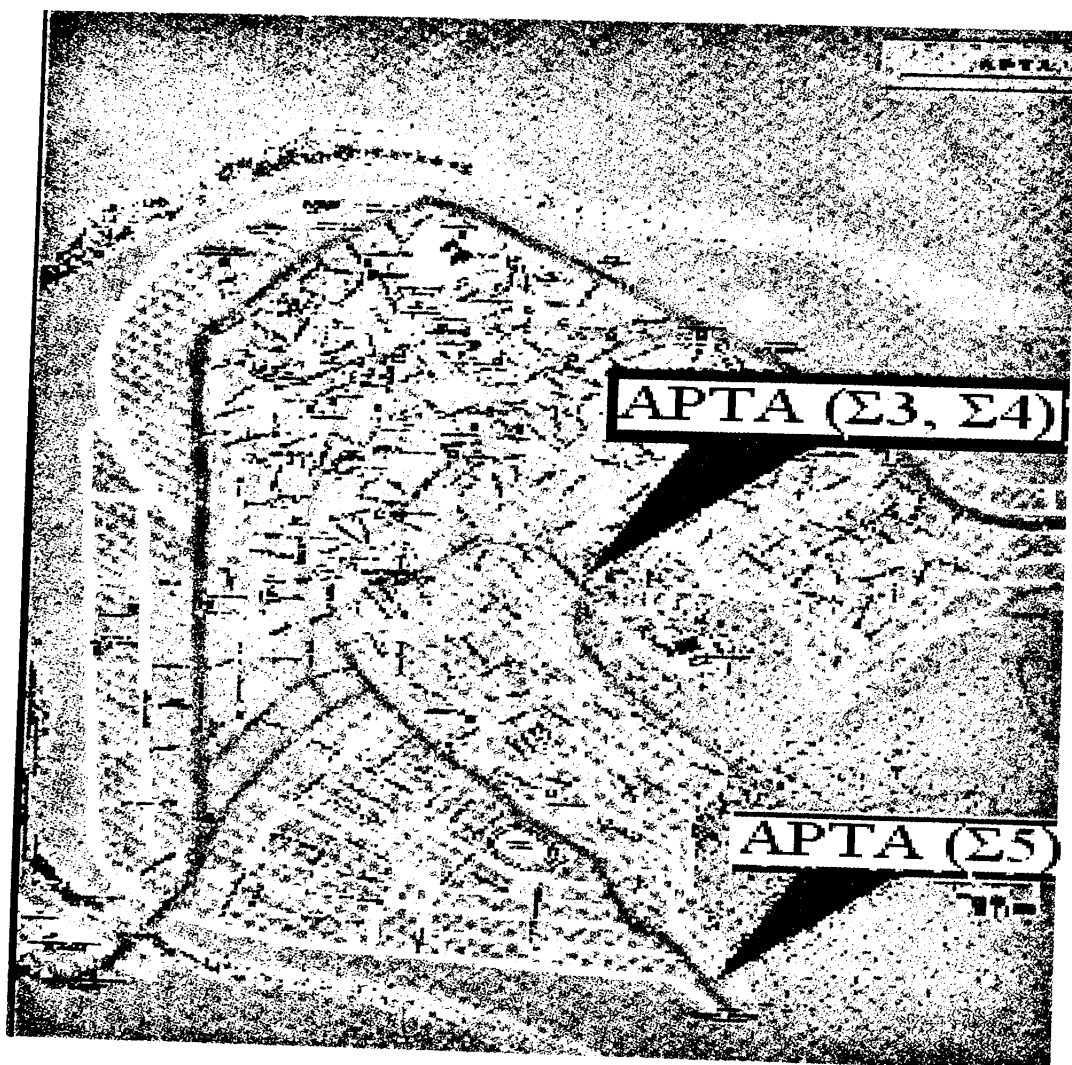
Λούρος ποταμός

Κονιάττα Αγίου Γεωργίου

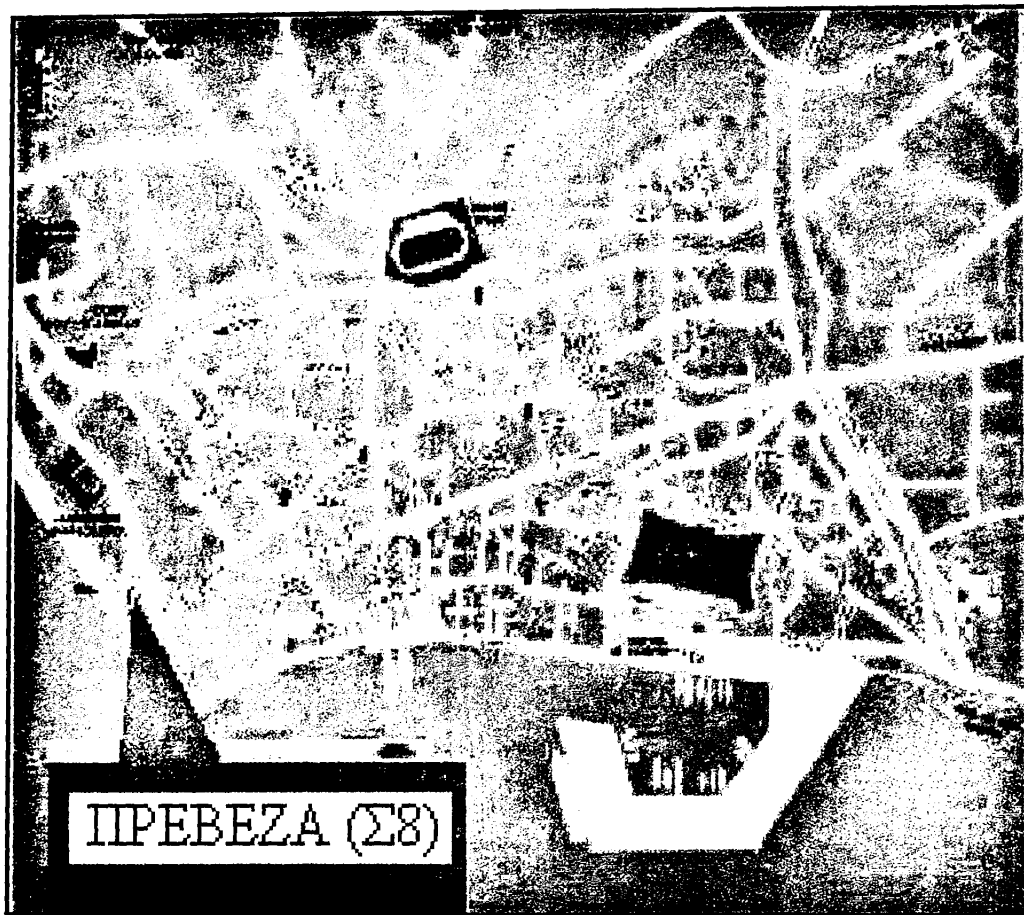
Νεοκτοφείο

Πηγή

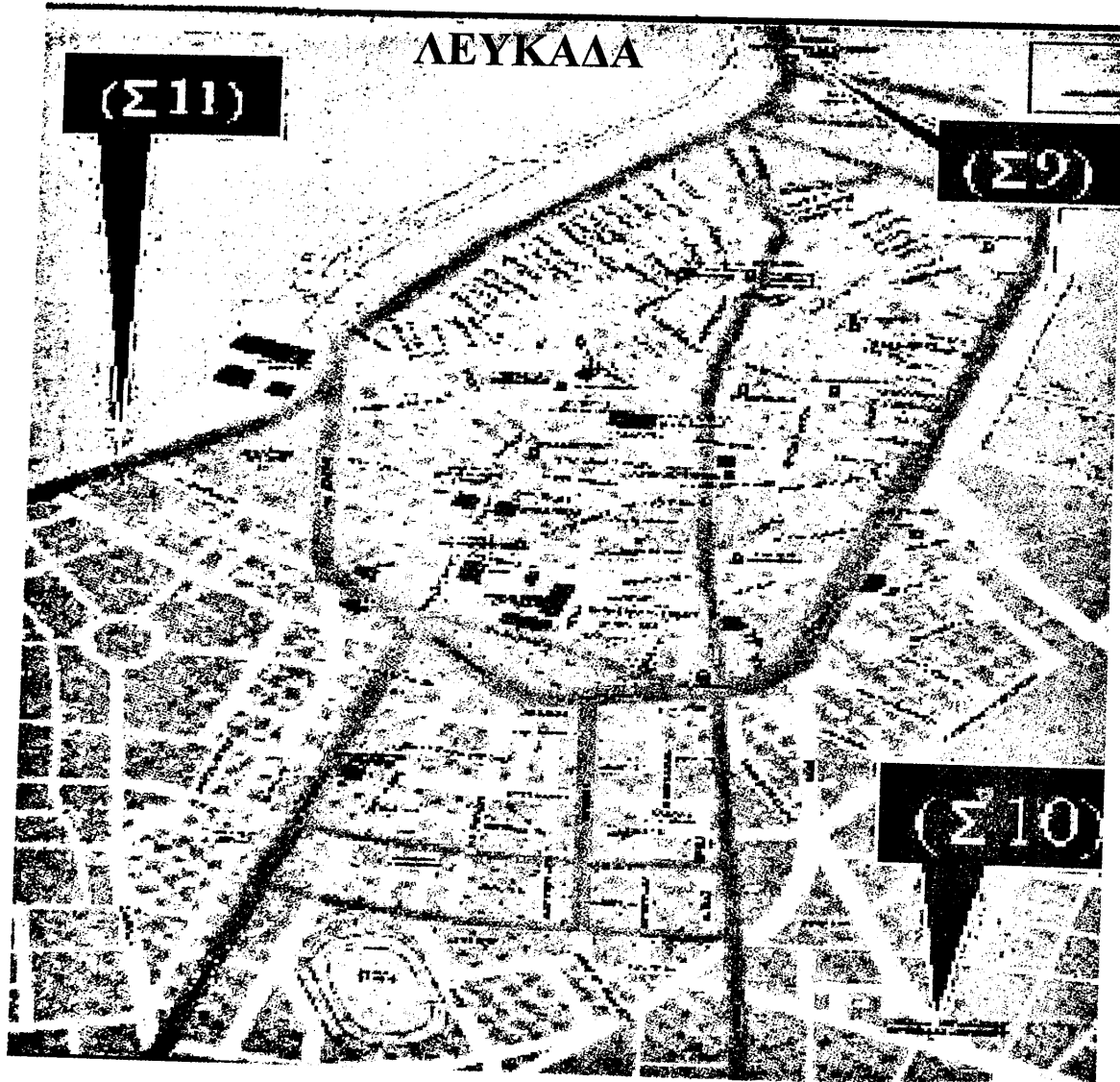
17.2 Τοπογραφικό πηγών Αγίου Γεωργίου



17.3. Χάρτης πόλης Άρτας



17.4. Χάρτης πόλης Πρέβεζας



17.5. Χάρτης πόλης Λευκάδας

17.6 Δελτίο Δειγματοληψίας (Υπόδειγμα)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΑΡΧΙΑ.....
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Αριθμός.....
Τηλ.....
Αριθ. Πρωτ...../.....198...

Δ Ε Λ Τ Ι Ο ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ (2*)

ΣΧΕΤ.: Οι ΓΠα/761/68 και ΑΣ/238/86 Υγειονομικές Διατάξεις.

Α'. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ - ΣΤΗΘΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

- Ημερομ. δειγματοληψίας : Πρω :
- Νομός : Επαρχία :
- Δήμος ή Κοινότητα :
- Το δείγμα έχει ληφθεί από :
Πηγή 1 , Πηγάδι 2 , Γεώτρηση 3 ,
Υδατοδεξαμενή 4 , Δίκτυο Υδροδότησης 5 .
- Προσδιορισμός Σημείου Τροποθεσία :

- Εάν το δείγμα έχει ληφθεί από δημόσια (κοινόχρηστη) ύδρευση, υδραγωγείο ή υδατοδεξαμενή αναφέρετε όλους τους Δήμους ή Κοινότητες που εξυπηρετούνται από αυτή και σε ποιά ποσοστά πληθυσμού, αρχίζοντας από το Δήμο ή Κοινότητα απ' όπου πάρθηκε το δείγμα.
- Συνολικά υδρευόμενος πληθυσμός.....

ΔΗΜΟΣ ή ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ (%)

1.
2.
3.
4.
5.

Β'. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ

- Προσποία πηγής υδροδότησεως (πηγής, πηγαδιού, γεωτρήσεως) :
Επαρκής 1 , Ανεπαρκής 2 , Καμία 3
- Άμεσα περιβάλλον σε ακτίνα 30 μ. : κατοικημένο , ακατοίκητο .
- Απόσταση από εστία μόλυνσης (π.χ. βόσχος, κύνες, στάβλος) : μέτρα.
- Εφαρμογή χλωρίσεως : μέτρα.
Συστηματικά 1 , Έκτακτα 2 , Καθόλου 3

Γ'. ΕΠΙΤΟΚΗΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ

- Θερμοκρασία νερού : °C, pH μον. pH
- ΧΑΘΙΩΣΗ :
- Χλωροαποχ. (Cl₂) : mg/l, Διαλ. ζυγ. (O₂) : (g) mg/l
- Εξουδετέρωση χλωρίου (i)

Δ'. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΣΤΗΤΗΡΙΣΜΟΥ (βλέπε ΟΔΗΓΙΕΣ για συντήρηση)

Αναγράψτε το είδος της συντήρησης για κάθε δείγμα, που έχει ληφθεί από το ίδιο σημείο δειγματοληψίας αλλά έχει διαφορετική συντήρηση. Το χαρακτηριστικό Α, Β, Γ, κ.λ.π.α πρέπει να αναγράφεται πάνω στις σφίλες δίπλα στον αριθμό σημείου. Π.χ. 15Α, 15Β, 15Γ κ.λ.π.

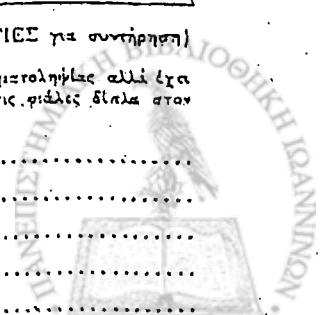
- 1 - Δείγμα Α :
- Δείγμα Β :
- Δείγμα Γ :
- Δείγμα Δ :
- Δείγμα Ε :

Ε'. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Αριθ. Σημείου Δειγματοληψίας : * (1)

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ, ΠΡΟΝΟΙΑΣ & Κ.Α.	
Εργαστήριο :	
Τ. Δ/ση :	
Αριθ. Πρωτ. / 198...	
Αριθμός :	
Τηλέφωνο :	

Στήλη	Συμπληρώνεται από τις κεντρικές υπηρεσίες του Υ.Υ.Π. & Κ.Α.
1	ΚΑΡΤΑ 1
2	
12	
15	
20	
23	
25	
25	
55	
55	
21	
22	
1	ΚΑΡΤΑ 2
2	 Τα υπόλοιπα θα γραφούν στις αντίστοιχες στήλες της ΚΑΡΤΑΣ 2



17.7 Δελτίο Αποτελεσμάτων (Υπόδειγμα)

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ
Δ/ΝΣΗ
ΠΟΛΗ
ΤΗΛΕΦΩΝΟ

Αριθμός βιβλίου αναλύσεων
Αριθμός πρωτοκόλλου
Ημερομηνία

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Σημείο δειγματοληψίας
Ημερομηνία δειγματοληψίας
Ώρα δειγματοληψίας
Όνοματεπώνυμο και ιδιότητα δειγματολήπτη
Ποσότητα δείγματος
Συνθήκες συντήρησης και μεταφοράς του δείγματος

Παρατηρήσεις

Ημερομηνία και ώρα εισόδου δείγματος στο εργαστήριο
Η παραλαβή του δείγματος έγινε από

Όργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Όψη
Χρώμα
Όσμη

Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

pH
Αγωγιμότητα
Ολική Σκληρότητα
Χλωριόντα
Νιτρικά
Νιτρώδη
Αμμωνιακά

Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Ολικά κολοβακτηριειδή
Κατρικά κολοβακτηρίδια

Μεθοδολογία αναλύσεων

.....
.....

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑΛΥΣΤΗ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΑ

ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
ΥΠΟΓΡΑΦΗ



ΟΔΗΓΙΑ ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ 80/778/ΕΟΚ

10.8.80

Επίσημη Έφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων

Αριθ. Ν 229/11

ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ

της 15ης Ιουλίου 1980

περί της ποιότητας του πόσιμου νερού

(80/778/ΕΟΚ)

ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΩΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ,

Έχοντας υπόψη:

τη συνθήκη περί ιδρύσεως της Ευρωπαϊκής Οικονομικής Κοινότητας, και συγκεκριμένα τα άρθρα 100 και 235,

την πρόταση της Έπιτροπής,

τη γνώμη της Συνελεύσεως⁽¹⁾,

τη γνώμη της Οικονομικής και Κοινωνικής Έπιτροπής⁽²⁾,

Έκτιμώντας:

ότι η σημασία που έχει για την ανθρώπινη υγεία το πόσιμο νερό καθατά αναγκαία τη θέσπιση κανόνων ποιότητας, τους οποίους πρέπει να πληροί αυτό το νερό·

ότι η ύπαρξη μίας άνομούτητας μεταξύ των διατάξεων, που έχουν ήδη εφαρμογή ή που βρίσκονται στο στάδιο της επεξεργασίας στα διάφορα Κράτη Μέλη, όσον αφορά την ποιότητα του πόσιμου νερού, μπορεί να δημιουργήσει άνισες συνθήκες ανταγωνισμού και να υπάρξει, από αυτή την αιτία, μία άμεση επίπτωση στη λειτουργία της Κοινής Αγοράς και, ότι είναι σκόπιμο να προχωρήσουμε, ως προς αυτόν τον τομέα, στην προσέγγιση των νομοθεσιών, που προβλέπονται από το άρθρο 100 της συνθήκης·

ότι φαίνεται πως είναι αναγκαίο να ουνδυνασθεί αυτή ή προσέγγιση των νομοθεσιών με μία πράξη της Κοινότητας, που θα αποκδέλει στην εκπλήρωση, χάση σε μία ευρύτερη κανονιστική νομοθεσία στον τομέα του πόσιμου νερού, ενός από τους αντικειμενικούς σκοπούς της Κοινότητας στον τομέα της βελτιώσεως των συνθηκών ζωής, της αρμονικής αναπτύξεως των οικονομικών δραστηριοτήτων μέσα σε ολόκληρη την Κοινότητα και μίας συνεχούς και ισορροπούμενης επέκτασεως της οικονομίας· ότι κατά συνέπεια είναι σκόπιμο να προβλεφθούν όροι αυτού, όρισμένες ειδικές

διατάξεις και ότι επειδή οι εξουσίες δράσεως που επικαιτούνται για την περίπτωση δεν έχουν προβλεφθεί από τη συνθήκη, είναι σκόπιμο να προσηύγουμε στο άρθρο 235 της συνθήκης·

ότι τα προγράμματα δράσεως των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στο θέμα περιβάλλον, που χρησιμοποιούνται από το 1973⁽³⁾ και από το 1977⁽⁴⁾ προβλέπουν τον καθορισμό κανόνων, που έχουν εφαρμογή στις τοξικές χημικές ουσίες και στους διαβηρούς για την υγεία μικροοργανισμούς, που υπάρχουν στο πόσιμο νερό, καθώς επίσης και τον καθορισμό των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων, που αντιστοιχούν στις διάφορες χρήσεις των νερών και ιδίως του πόσιμου νερού·

ότι για τα φυσικά μεταλλικά νερά αντιμετωπίζεται ένα ιδιαίτερο καθεστώς, και γι' αυτό πρέπει να αποκλεισθούν από το πεδίο εφαρμογής της παρούσας οδηγίας τα ιαματικά νερά καθώς επίσης και όρισμένα νερά, που χρησιμοποιούνται στις διωχητανίες τροφίμων, όταν αυτή ή χρησιμοποίησή δεν είναι επιδραστική για τη δημόσια υγεία·

ότι με την οδηγία αριθ. 75/440/ΕΟΚ⁽⁵⁾, το Συμβούλιο θέσπισε ήδη τους κανόνες για τα επιφανειακά νερά που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού·

ότι οι τιμές που έχουν ορισθεί για όρισμένες παραμέτρους πρέπει να είναι κατώτερες ή ίσες από / με μία ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση·

ότι για το πόσιμο νερό που έχει ύστερσει κατεργασία αποσκληρύνσεως οι τιμές που έχουν καθορισθεί για όρισμένες παραμέτρους πρέπει να είναι ίσες ή ανώτερες με / από μία κατώτατη απαιτούμενη συγκέντρωση·

ότι οι τιμές που αντιστοιχούν σε ένα ένδεικτικό επίπεδο πρέπει να θεωρούνται ως ικανοποιητικές·

ότι είναι σκόπιμο, επειδή η παρασκευή του πόσιμου

(¹) ΕΕ αριθ. Α 28 της 9.2.1976, σ. 27.

(²) ΕΕ αριθ. Α 131 της 12.6.1976, σ. 13.

(³) ΕΕ αριθ. Α 112 της 20.12.1973, σ. 1.

(⁴) ΕΕ αριθ. Α 69 της 11.6.1970, σ. 1.

(⁵) ΕΕ αριθ. Ν 194 της 23.7.1975, σ. 34.



νερού μπορεί να απαιτήσει τη χρησιμοποίηση όρι-
σμένων ούσιων, να ρυθμιστεί κανονιστικά ή χρησιμο-
ποίηση των ούσιων αυτών, προκειμένου να αποφευ-
χθούν τυχόν επιβλαβείς συνέπειες για τη δημόσια
υγεία όφειλόμενες σε υπερβολικές ποσότητες αυτών
των ούσιων.

Ότι, προκειμένου να επιτευχθεί κάποια ευελξία στην
έφαρμογή της κυρούσας οδηγίας, πρέπει να εξουσιο-
δοτηθούν τα Κράτη Μέλη για να προβλέπουν, υπό
ήμισμένους όρους, παρεκκλίσεις από την παρούσα
οδηγία, ιδίως αν πρόκειται να ληφθούν υπόψη ειδικές
περιπτώσεις.

Ότι, προκειμένου να γίνει επαλήθευση των τιμών των
σηγκεντρώσεων για τις διάφορες παραμέτρους, είναι
σκόπιμο να γίνει πρόδλεψη, ώστε τα Κράτη Μέλη να
μπορούν να λαμβάνουν μέτρα που θα είναι αναγκαία
για να άσκειται ένας τακτικός έλεγχος της ποιότητας
του πόσιμου νερού.

Ότι, τόσο η επιστημονική όσο και η τεχνική πρόοδος
έπαιτούν μία γρήγορη προσαρμογή των αναλυτικών
μεθόδων άναφοράς της κυρούσας οδηγίας και ότι για
να διευκολυνθεί η λήψη μέτρων που είναι αναγκαία
γι' αυτό το σκοπό είναι σκόπιμο να γίνει πρόδλεψη
μιας διαδικασίας που θα άποκαθιστά στενή συνεργ-
ασία μεταξύ των Κρατών Μελών και της Έπιτροπής
μέσα στο πλαίσιο μιας έπιτροπής για την προσαρμογή
τόσο στην επιστημονική όσο και στην τεχνική πρόοδο.

ΕΞΕΔΩΣΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΟΔΗΓΙΑ:

Άρθρο 1

Η παρούσα οδηγία άναφορά τις άπαιτήσεις στις άποίες
πρέπει να άνταποκρίνεται η ποιότητα του πόσιμου
νερού.

Άρθρο 2

Κατά την έννοια της παρούσας οδηγίας νοούνται ως
πόσιμο νερό όλοι τα νερά που χρησιμοποιούνται γι'
αυτό το σκοπό είτε χωρίς προηγούμενη κατεργασία
είτε ύστερα από κατεργασία, όποια και αν είναι ή
πρόδλεψη τους δηλαδή:

- είτε πρόκειται για νερά που παραδίδονται στην
κατανάλωση, και
- είτε πρόκειται για νερά:
 - που χρησιμοποιούνται σε μία άπιχείρηση τροφο-
μιον με σκολό την παρασκευή, την κατεργασία,
τη συντήρηση ή τη διάθεση στην άγορά προϊό-
ντων ή ούσιων που προορίζονται για κατανάλω-
ση από τον άνθρωπο και
 - που άπηρεάζουν τον τελικό δαθμό ύγιεινότητας
των τροφίμων.

Άρθρο 3

Όσον άναφορά τα νερά που προβλέπονται στο άρθρο 2,
εύτερη παύλα, τα Κράτη Μέλη άφαρμόζουν τις τιμές
για τις τοξικές και μικροβιολογικές παραμέτρους που
προβλέπονται στους πίνακες Δ και Ε, αντίστοιχα, επί
παραρτήματος Ι, καθώς επίσης και τις τιμές των
άλλων παραμέτρων, που θεωρούνται από τις άρμόδιες
κρατικές άρχές ως ικανές να άπηρεάσουν τον τελικό
δαθμό ύγιεινότητας των τροφίμων.

Άρθρο 4

1. Η παρούσα οδηγία δεν έχει άφαρμογή:
 - α) στα φυσικά μεταλλικά νερά που είναι άναγνωρι-
σμένα ή έχουν όρισθεί σαν τέτοια από τις άρμόδιες
κρατικές άρχές·
 - β) στα ιαματικά νερά που έχουν άναγνωρισθεί σαν
τέτοια από τις άρμόδιες κρατικές άρχές.

2. Τα Κράτη Μέλη δεν μπορούν να άπαγορεύσουν ή
να έμποδίσουν τη διάθεση στην άγορά τροφίμων, για
λόγους που άφορούν την ποιότητα των χρησιμοποιη-
θέντων νερών, αν η ποιότητα των χρησιμοποιηθέντων
νερών άντιστοιχεί στην κυρούσα οδηγία, υπό τον
όρι ότι αυτή η διάθεση στην άγορά δεν θα συνεπάγε-
ται κινδύνους για τη δημόσια υγεία.

Άρθρο 5

Η κυρούσα οδηγία άφαιρμάζεται υπό την έπιφύλαξη
των ειδικών διατάξεων που περιλαμβάνονται σε άλλες
κοινοτικές κανονιστικές ρυθμίσεις.

Άρθρο 6

1. Τα Κράτη Μέλη άνακοινώνουν στην Έπιτροπή:
 - τις άπαρτίτες πληροφορίες, στο έπιπεδο των
διομηχανικών τομέων, για τους άποίους οι άρμό-
διες κρατικές άρχές κρίνουν ότι ο δαθμός ύγιεινό-
τητας του τελικού προϊότος, με την έννοια του
άρθρου 2, δεν έχει εξασφαλισθεί από την ποιότητα
του χρησιμοποιηθέντος νερού·
 - τις έθνικές τιμές παραμέτρων άλλων από τις τοξι-
κές και μικροβιολογικές που προβλέπονται στο
άρθρο 3.

2. Η Έπιτροπή προδαινει σε έξταση αυτών των
πληροφοριών και, στην άνάγκη, λαδαινει τα κατάλλη-
λα μέτρα. Συντάσσει περιοδικά μια έκθεση συνθετι-
κού χαρακτήρα, για να τεθεί υπόψη των Κρατών
Μελών.

Άρθρο 7

1. Τα Κράτη Μέλη όρίζουν τις τιμές που έχουν
άφαρμογή στο πόσιμο νερό για τις παραμέτρους που
περιλαμβάνονται στο παράρτημα Ι.



2. Όσον αφορά τις παραμέτρους για τις οποίες δεν ανυψείται καμιά τιμή στο παράρτημα I, τα Κράτη Μέλη μπορούν να μην ορίσουν τιμές, σε εφαρμογή της παραγράφου I, ενόσω δεν έχουν καθορισθεί από το Συμβούλιο.

3. Όσον αφορά τις παραμέτρους που περιλαμβάνονται στους πίνακες Α, Β, Γ, Δ και Ε του παραρτήματος I:

— οι τιμές που θα ορισθούν από τα Κράτη Μέλη πρέπει να είναι κατώτερες ή ίσες με τις τιμές που περιλαμβάνονται κάτω από τη στήλη με τίτλο «Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση»·

— για των καθορισμό των τιμών τα Κράτη Μέλη περιλαμβάνονται από αυτές που περιλαμβάνονται κάτω από τη στήλη με τίτλο «Ενδεικτικό επίπεδο»·

4. Όσον αφορά τις παραμέτρους που περιλαμβάνονται στον πίνακα ΣΤ του παραρτήματος I, οι τιμές που θα καθορισθούν από τα Κράτη Μέλη πρέπει να είναι ανώτερες ή ίσες με τις τιμές που περιλαμβάνονται στη στήλη με τίτλο «Κυριώτατη απαιτούμενη συγκέντρωση» για τα νερά που προδίδονται στο άρθρο 2, πρώτη παύλα και που έχουν ύψοσει κατεργασία αποπληθύνσεως.

5. Η έμφηξι των τιμών που περιλαμβάνονται στο παράρτημα I πρέπει να γίνει λιμοδίοντος υπόψη τις περιπτώσεις.

6. Τα Κράτη Μέλη λαμβάνουν τα κατάλληλα μέτρα ώστε το πόσιμο νερό να ανταποκρίνεται τουλάχιστον στις απαιτήσεις που προδιαγράφονται στο παράρτημα I.

Άρθρο 8

Τα Κράτη Μέλη λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε κάθε ύδα που χρησιμοποιείται κατά την παρασκευή του πόσιμου νερού να μη ξαναδοσεται μέσα στα νερά που τίθενται στη διάθεση του καταναλωτού ή συγκεντρώσεις ανώτερες από τις ανώτατες παραδεκτές συγκεντρώσεις που αφορούν αυτές τις ουσίες και να μη μπορεί να επιφέρει άμεσα ή έμμεσα. Έναν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία.

Άρθρο 9

1. Τα Κράτη Μέλη μπορούν να προβλέψουν παρεκκλίσεις από την παρούσα οδηγία για να αντιμετωπιστούν:

α) συνθήκες που έχουν σχέση με τη φύση και με τη μορφολογία του εδάφους στην περιοχή ή οποία τροφοδοτεί την υπό εξέταση πηγή.

Όταν ένα Κράτος Μέλος αποφασίζει μια τέτοια παρέκκλιση, ενημερώνει για αυτό την Έπιτροπή μέσα στις δύο μήνες που ακολουθούν την απόφασή του προσδιορίζοντας τους λόγους που υπαγορεύουν την παρέκκλιση·

β) συνθήκες που έχουν σχέση με εξαιρετικά μετεωρολογικά φαινόμενα.

Όταν ένα Κράτος Μέλος αποφασίζει μια τέτοια παρέκκλιση, ενημερώνει για αυτό την Έπιτροπή μέσα στις δεκαπέντε ημέρες που ακολουθούν την απόφασή του προσδιορίζοντας τους λόγους και τη διάρκεια της παρεκκλίσεως.

2. Τα Κράτη Μέλη ενημερώνουν την Έπιτροπή για τις παρεκκλίσεις που προβλέπονται στην προηγούμενη παράγραφο I μόνο έφασον αυτές αφορούν μια ύδρευση τουλάχιστον ίση με 1 000 κυβικά μέτρα ημερησίως ή πληθυσμό τουλάχιστον ίσο με 5 000 κατοίκους.

3. Οι παρεκκλίσεις που θα γίνουν δυνάμει του παρόντος άρθρου δεν μπορούν να αφορούν, σε καμία περίπτωση, τους τοξικούς και μικροβιολογικούς παράγοντες ούτε και να συνεπάγονται κίνδυνο για τη δημόσια υγεία.

Άρθρο 10

1. Σε περίπτωση σοβαρών ατυχημάτων, οι αρμόδιες κρατικές υπηρεσίες μπορούν να επιτρέψουν, για χρονική περίοδο που θα είναι περιορισμένη και μέχρι μια ανώτατη τιμή που θα καθορίσουν, την υπέρβαση των ανώτατων παραδεκτών συγκεντρώσεων που περιλαμβάνονται στο παράρτημα I, στο μέτρο στο οποίο μια τέτοια υπέρβαση δεν θα παρουσίαζε κανένα απεράδεκτο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία και εκεί όπου η τρυφουσία με πόσιμο νερό δεν μπορεί να εξασφαλισθεί με οποιοδήποτε άλλο τρόπο.

2. Υπό την επίφυλαξη της εφαρμογής της οδηγίας αριθ. 75/440/ΕΟΚ, και ιδίως, του άρθρου 4, παράγραφος 3, όταν ένα Κράτος Μέλος είναι αναγκασμένο, για την τροφοδότησή του με πόσιμο νερό, να καταφύγει σε επιφανειακό νερό, το οποίο δεν πληροί τις επιβαλλόμενες συγκεντρώσεις της κατηγορίας νερού Α3 κατά την έννοια του άρθρου 2 της εν λόγω οδηγίας, και δεν μπορεί να αντιμετωπίσει μια κατάλληλη κατεργασία για να εξασφαλίσει πόσιμο νερό της ποιότητας που καθορίζεται από την παρούσα οδηγία, αυτό το Κράτος Μέλος μπορεί να επιτρέψει, για μια περιορισμένη χρονική περίοδο και μέχρι μια επιτρεπόμενη ανώτατη τιμή που θα καθορίσει, την υπέρβαση των ανώτατων παραδεκτών συγκεντρώσεων που περιλαμβάνονται στο παράρτημα I, στο μέτρο που αυτή η υπέρβαση δεν παρουσιάζει κανένα απεράδεκτο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία.

3. Τα Κράτη Μέλη που καταφεύγουν στις παρεκκλίσεις που προβλέπονται στο παρόν άρθρο ενημερώνουν για αυτές άμέως την Έπιτροπή αναφέροντας τους λόγους και την πιθανολογούμενη διάρκεια αυτών των παρεκκλίσεων.

Άρθρο 11

Τα Κράτη Μέλη μεριμνούν όπως η εφαρμογή των διατάξεων για τη λήψη μέτρων δυνάμει της παρούσας



όδηγίας να μην έχει πών συνέπεια από τη μία μεριά να επιτραπεί, άμεσα ή έμμεσα, ή υποβάθμιση της υπάρχουσας ποιότητας του κόσμου νερού και από την άλλη μεριά την αύξηση της ρυπάνωσης των νερών που προορίζονται για την παραγωγή κόσμου νερού.

Άρθρο 12

1. Τα Κράτη Μέλη παίρνουν όλα τα αναγκαία μέτρα προκειμένου να γίνεται τακτικός έλεγχος της ποιότητας του κόσμου νερού.

2. Αυτοί οι έλεγχοι άφορούν όλα τα είδη κόσμου νερού, στο σημείο που τίθενται στη διάθεση των καταναλωτών, προκειμένου να διαπιστωθεί αν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις που προδιαγράφονται στο παράρτημα I.

3. Οι τόποι λήψης των δειγμάτων καθορίζονται από τις αρμόδιες κρατικές αρχές.

4. Για την πραγματοποίηση των ελέγχων, τα Κράτη Μέλη συμμορφώνονται με το παράρτημα II.

5. Τα Κράτη Μέλη χρησιμοποιούν από μέτρο του δυνατού τις αναλυτικές μεθόδους άνωφερώς που περιλαμβάνονται στο παράρτημα III.

Τα έργαστήρια που χρησιμοποιούν άλλες μεθόδους πρέπει να δεδωώνονται ότι αυτές οδηγούν σε ισοδύναμα ίσοδύναμα ή συγκρίσιμα με αυτά που περιλαμβάνονται με τις μεθόδους που άνωφερώνται στο παράρτημα III.

Άρθρο 13

Οι τροποποιήσεις οι άνωφερώς για την προσαρμογή των αναλυτικών μεθόδων άνωφερώς που περιλαμβάνονται στο παράρτημα III στην πρόοδο του την έπιστημονική άσκαι την τεχνική, θεαρίζονται σύμφωνα με τη διαδικασία που προδίδεται στο άρθρο 15.

Άρθρο 14

α) Συγκροτείται Έπιτροπή για την Προσαρμογή στην Πρόοδο την Έπιστημονική και την Τεχνική, που άποκαλείται στην συνέχεια «Έπιτροπή», και άποτελείται από άντιπροσώπους των Κρατών Μελών, προεδρεύεται δέ από έναν άντιπροσώπο της Έπιτροπής της Κοινότητας.

β) Η Έπιτροπή καταρτίζει τον έσωτερικό της κανονισμό.

Άρθρο 15

1. Στην περίπτωση που γίνεται άναφορά στη διαδικασία που καθορίζεται στο παρόν άρθρο, ή Έπιτροπή συγκαλείται από τον πρόεδρό της, είτε με δική του

πρωτοβουλία είτε ύστερα από αίτηση του άντιπροσώπου ενός Κράτους Μελών.

2. Ο άντιπροσώπος της Έπιτροπής της Κοινότητας υποβάλλει στην έπιτροπή ένα σχέδιο των ληπτέων μέτρων. Η έπιτροπή άπικραίνεται πάνω σ' αυτό το σχέδιο μέσα σε ένα χρονικό διάστημα που ο πρόεδρος μπορεί να καθορίσει συναρτήσει του έκείγοντος του υπό εξέταση θέματος. Η άπόφαση λαμβάνεται με πλειοψηφία ουράντα μιάς ψήφου και οι ψήφοι αίποι των Κρατών Μελών σπαθμίζονται όπως προδίδεται στο άρθρο 148 παράγραφος 2 της συνθήκης. Ο πρόεδρος δέν ψηφίζει.

3. α) Η Έπιτροπή της Κοινότητας θεαπίζει τα προδιδόμενα μέτρα, όταν αυτά είναι σύμφωνα με τη γνώμη της έπιτροπής.

β) Όταν τα άντιμετωπιζόμενα μέτρα δέν είναι σύμφωνα με τη γνώμη της έπιτροπής, ή σε περίπτωση έλλείψης γνώμης, ή Έπιτροπή της Κοινότητας υποβάλλει χωρίς καθυστέρηση στο Συμβούλιο μία πρόταση σχετική με τα ληπτέα μέτρα. Το Συμβούλιο άποφαιίνεται με είδωη πλειοψηφία.

γ) Αν κατά τη λήξη μιάς προδτοιμίας τριών μηνών από την ήμερομηνία που έπέληψη το Συμβούλιο, τούτο δέν έχει άπικραθεί, τα προτεινόμενα μέτρα άποφαιίζονται από την Έπιτροπή.

Άρθρο 16

Τα Κράτη Μέλη μπορούν να θεαπίζουν σχετικά με τα νερά που προορίζονται για άνθρωπινη κατανάλωση, άσθητέρες διατάξεις από αυτές που προδίδονται στην παρούσα οδηγία από την έπιφύλιξη του άρθρου 4, παράγραφος 2.

Άρθρο 17

Τα Κράτη Μέλη μπορούν να θεαπίζουν ιδιαίτερες διατάξεις για τις ένδειξεις — τρία πάνω στις συσκευασίες ή τις έτικέτες άσκαι κατά τη διαφήμιση — τις σχετικές με την καθαριότητα κόσμου νερού που προορίζεται για δρέψη. Αυτές οι διατάξεις μπορούν έπίσης να άνωφερώνται στις ιδιότητες του νερού που δικαιολογούν τη χρησιμοποίηση των ένδειξεων.

Τα Κράτη Μέλη που έχουν την πρόθεση να λάβουν τέτοια μέτρα ένημερώνουν γι' αυτά προηγουμένως τα άλλα Κράτη Μέλη και την Έπιτροπή.

Άρθρο 18

1. Τα Κράτη Μέλη δέτουν σε ίση τις νομοθετικές, κανονιστικές και δικηπτικές διατάξεις που είναι άπαιτήτες για να συμμορφωθούν με την παρούσα οδηγία και με τα παρρητήματα της μέσα σε χρονικό διάστημα δύο έτων από την ήμερομηνία γνωστοποίησης. Ένημερώνουν άμέσως πεαί τούτου την Έπιτροπή.



2. Τα Κράτη Μέλη ανακαινίζουν στην Έπιτροπή τὸ κείμενο τῶν βασικῶν διατάξεων τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦς δικαίου καὶ υιοθετοῦν ὑτὴν τομέα καὶ διέπεται ὑπὸ τὴν παρούσα ὁδηγία.

Άρθρο 19

Τὰ Κράτη Μέλη λαμβάνουν τὰ ἀντικείμενα μέτρα ὥστε ἡ ποιότητα τοῦ κλάσμου νεροῦ νὰ ἀνταποκριθεῖ στὴν ποιότητα ὁδηγία μὲς πὲ χρονικὴ προθεσμία πέντε ἐτῶν ὑπὸ τὴν ἡμερομηνία τῆς γνωστοποιήσεως.

Άρθρο 20

Τὰ Κράτη Μέλη μποροῦν, σὲ ἐξαιρετικὲς περιπτώσεις καὶ γιὰ πληθυσμικὰ κέντρα γεωγραφικὰ περιωρισμένα, νὰ ὑποβάλουν ὑπὸν Έπιτροπὴ μὴ εἰδικὴ αἴτηση ζητούντας μὴ περιοριστὴ περὶθεσμία γιὰ τὴν τήρηση τοῦ περιορισμοῦ 1.

Αὐτὴ ἡ αἴτηση, μὲ κατάλληλη τεκμηρίωση, θὰ πρέπει νὰ ἀναφέρει τὶς δυσχέρειες καὶ ἀντιμετωπίζονται καὶ θὰ πρέπει νὰ προτείνει ἓνα πρόγραμμα ἐνεργειῶν, συνοδευόμενο ἀπὸ ἓνα χρονοδιάγραμμα, γιὰ τὴ δεικνύουσα τῆς ποιότητος τοῦ κλάσμου νεροῦ.

Ἡ Έπιτροπὴ θὰ ἐξετάσει τὰ προγράμματα ἐνεργειῶν, ἀνταποκριθῶν καὶ τῶν χρονοδιαγραμμάτων. Σὲ περίπτωσι διαφωνίας μὲ τὸ Κράτος Μέλος καὶ ἀφορᾷ τὸ θέμα, θὰ ὑποβάλει στὸ Συμβούλιο, γιὰ τὰ στοιχεία αὐτά, κατάλληλες προτάσεις.

Άρθρο 21

Ἡ παρούσα ὁδηγία ἀπευθύνεται στὰ Κράτη Μέλη.

Ἐγινε στὶς Βρυξέλλες, στὶς 15 Ἰουλίου 1980.

Γιὰ τὸ Συμβούλιο

Ὁ Πρόεδρος

J. SANTER



ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΙΣ

Υπ' αριθ. Υ.Μ. 5673) 4.12.57 (Φ.Ε.Κ. 5) 9.1.58, τεύχος Β'.

«Περί απολυμάνσεως του ύδατος των υδρεύσεων».

Απολύμανσις ύδατος υδρεύσεων, υπόχρεσις.

Άρθρον 1. 1. Το ύδωρ των υδρεύσεων θά απολυμάνεται δαπάναις και ευθύνη του παρέχοντος ή εκμεταλλευομένου την ύδρευσιν φυσικού ή νομικού προσώπου, καλουμένου έφ' έξής «ένδιαφερομένου», ώς «ύδρευσις» δέ νοείται: πάσα παροχή ύδατος έκ τινος προελεύσεως (πηγής, φρέατος, ύδρομηχανικής στοάς, ποταμιού, λίμνης, θεξαμενής συλλογής ύμδρών κ.λπ.) εις τό κοινόν πρός πόσιν και άλλας άτομικάς αυτού ανάγκας ή διά την κατεργασίαν και προετοιμασίαν τροφών, ώς και πρός πλύσιν σκευών και αντικειμένων, χρησιμοποιουμένων διά την διάθεσιν τροφών πρός κατανάλωσιν ή διά την διατήρησιν αυτών.

2. Η απολύμανσις του ύδατος των υδρεύσεων καθίσταται υποχρεωτική διά πάσας τάς υδρεύσεις τάς εξυπηρετούσας οικισμούς (πληθυσμού) άνω των τριών χιλιάδων (3.000) κατοίκων.

3. Δύναται να έπιτραπη έξαιρέσις του ώς άνω γενικού κανόνος δι' υδρεύσεις εξυπηρετούσας οικισμούς (πληθυσμού) άπό τριών χιλιάδων (3.000) και μέχρι δέκα πέντε χιλιάδων (15.000) κατοίκων, κατόπιν έγγράφου άδείας του Υγειονομικού Κέντρου, έκδοσμένης ιδιαιτέρως δι' εκάστην περίπτωσην τη αίτήσει του ένδιαφερομένου, όταν, μετ' έπιτόπιον υγειονομικήν έρευναν, διαπιστωθή ότι τό δίκτυον υδρεύσεως και αι λοιπαι αυτού εγκαταστάσεις παρέχουν έπαρκείς έγγυήσεις διά την παροχήν ασφαλούς και άνευ μολύνσεων παροχήν ύδατος.

Η άδεια αυτή δύναται να άνκληθη εις οίονδήποτε χρόνον, όταν διαπιστωθή ότι δι' οίονδήποτε λόγον έπαυσαν να υφίστανται αι προϋποθέσεις υπό τάς οποίας παρεσχέθη ή ότι προέκυψαν και άλλαι συνθήκαι μη παρέχουσαι έγγυήσεις διά την ασφαλή και άνευ μολύνσεων παροχήν ύδατος.

4. Κατόπιν αποφάσεως του Δ)ντου του Υγειονομικού Κέντρου, καθίσταται υποχρεωτική ή απολύμανσις του ύδατος και δι' υδρεύσεις εξυπηρετούσας οικισμούς (πληθυσμού) κάτω των τριών χιλιάδων (3.000) κατοίκων και γενικώς διά πᾶσαν ύδρευσιν, όταν διαπιστωθή ότι συντρέχουν ειδικάί πρός ποτό λόγοι (κίνδυνος μολύνσεως, θέρετρα, τουριστικά κέντρα κ.λπ.). Η υποχρεωτική αυτή απολύμανσις δύναται να άρθη διά νεωτέρας αποφάσεως του Δ)ντου του Υγειονομικού Κέντρου, κατόπιν αίτήσεως του ένδιαφερομένου, και έφ' όσον διαπιστωθή διά νεωτέρας υγειονομικής έρεύνης, ότι εξέλιπον οι λόγοι, δι' ους έπεδλήθη αυτή.

Κατά των άνωτέρω αποφάσεων του Δ)ντου του Υγειονομικού Κέντρου, περί έπιβολής υποχρεωτικής απολυμάνσεως του ύδατος υδρεύσεως, δύναται να υποδληθούσιν ενστάσεις υπό των ένδιαφερομένων, επί των οποίων τελικώς αποφασίζει ο Νομάρχης μετά σύμφωνον γνώμην της Υγειονομικής Έπιτροπής του Νόμου.

5. Η απολύμανσις του ύδατος άποτελεί μέτρον συμπληρωματικόν διά την προστασίαν του παρεχομένου ύδατος, άπό παντός κινδύνου μολύνσεως.



Μέθοδος απολύμανσης

Άρθρον 2. 1. Η απολύμανσις του ύδατος των υδρεύσεων θά ενεργηται διά χλωρίου.

2. Διά την απολύμανσιν του ύδατος υδρεύσεως δύναται νά χρησιμοποιηθῆ και ἕτερα πλὴν τῆς του χλωρίου μέθοδος, ἀπαιτεῖται ὅμως προηγουμένη ἐγκρισις αὐτῆς δι' ἀποφάσεως του Ὑπουργοῦ Κοινωνικῆς Προνοίας καθοριζούσης και τὸν τρόπον παρακολουθήσεως και ἐλέγχου τῆς ἐφαρμοσθησομένης μεθόδου.

Πρὸς ἐκδοσιν τῆς ἀνωτέρω ἀποφάσεως ὑποχρεοῦται ὁ ἐνδιαφερόμενος, ὅπως ὑποβάλῃ μέσῳ του οἰκείου Ὑγειονομικοῦ Κέντρου εἰς τὴν Δ' ντιν Ὑγειον. Μηχανικῆς του Ὑπουργείου Κοιν. Προνοίας, ἅπαντα τὰ ἀναγκαιούντα στοιχεῖα και ἐκτελέσῃ τὰς τυχόν ἀπαιτουμένας δοκιμὰς και ἐξετάσεις πρὸς μὀρφωσιν σαφοῦς γνώμης ἐπὶ τῆς ἀποτελεσματικότητος και του τρόπου παρακολουθήσεως και ἐλέγχου τῆς ἐφαρμοσθησομένης μεθόδου ἀπολύμανσεως.

3. Εἰς τὰς ἀνωτέρω περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας ὁ ἐνδιαφερόμενος ἐπιθυμεῖ νά ἐγκαταστήσῃ ἕτεραν πλὴν τῆς χλωριώσεως μέθοδον ἀπολύμανσεως του ύδατος ὑποχρεοῦται ὅπως καταβάλῃ ἅπαντα τὰ ὀδοιπορικὰ ἐξοδα και ἡμερησίας ἀποζημιώσεις διά τυχόν ἀπαιτηθησομένας μετακινήσεις ὑπαλλήλων δι' ἐπιτοπίους ἐξετάσεις και δοκιμὰς πρὸς ἔλεγχον τῆς προτεινομένης μεθόδου ἀπολύμανσεως και τῆς ἀποτελεσματικότητος αὐτῆς διά τὴν μὀρφωσιν γνώμης ἐπὶ τῆς ἐγκρίσεως ἢ μὴ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς.

Ἐγκαταστάσεις χλωριώσεως

Άρθρον 3. 1. Ἐκάστη ὑδρευσις θά εἶναι ἐφωδιασμένη διά τῶν καταλλήλων συσκευῶν ἢ μηχανημάτων χλωριώσεως ὡς και διά τῶν λοιπῶν ἀναγκαιούντων μέσων, διά τὴν εἰσαγωγὴν τῆς ἀπαιτουμένης ποσότητος χλωρίου και τὴν πλήρη αὐτοῦ ἀνάμιξιν μετὰ του ύδατος.

2. Τὸ ποσόν του εἰσαγομένου χλωρίου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ποιότητος του ύδατος και θά εἶναι τοσοῦτον, ὡστε νά παρέχῃ ὑπόλειμμα ἐλευθέρου χλωρίου ἐν τῷ ύδατι, εἰς τὰ ἀκρότατα σημεῖα του δικτύου υδρεύσεως, τουλάχιστον 0,20 μέρη ἀνά ἑκατομμύριον (χιλιοστά του γραμμαρίου ἀνά λίτρον ύδατος) μετρούμενον διά τῆς μεθόδου τῆς ὀρθοτολιδίνης.

3. Πρὸς μέτρησιν του ἐλευθέρου χλωρίου, ἐκάστη ὑδρευσις θά εἶναι ἐφωδιασμένη διά τῶν καταλλήλων πρὸς τοῦτο συσκευῶν και ἀντιδραστηρίων.

4. Ἡ τοιαύτη χλωριώσις του ύδατος θά ενεργηται εἰς θέσιν και κατὰ τρόπον ὥστε νά ἐξασφαλίξεται δρασῖς του χλωρίου ἐντὸς του ύδατος τουλάχιστον ἐπὶ διάστημα εἰκοσι πρώτων λεπτῶν (20') τῆς ὥρας, ἀπὸ τῆς εἰσαγωγῆς τουτου, μέχρι τῆς λήψεως του ύδατος ὑπὸ τῶν καταναλωτῶν.

5. Οἱ χώροι ἐγκαταστάσεως τῶν συσκευῶν ἢ μηχανημάτων χλωριώσεως θά εἶναι ἰκαθῶν διαστάσεων διά τὴν ἀνετον ἐκτέλεσιν τῶν ἀναγκαιούντων χειρισμῶν και ἐπιθεώρησιν αὐτῶν, θά ἀερίζωνται δὲ και θά φωτίζωνται ἐπαρκῶς. Διά τὸν φυσικὸν ἀερισμὸν δέον νά προδλέπωνται ἀνοίγματα εἰς σημεῖα πλησίον του δαπέδου και μακρὰν τῆς θύρας εἰσόδου. Ἐπὶ μεγαλυτέρων ἐγκαταστάσεων δέον νά προδλέπεται τεχνητὸς ἀερισμὸς διά τὴν ἀνανάευσιν του ἀέρος.

Οἱ χώροι οὔτοι θά εἶναι ἀπομεμονωμένοι ἀπὸ ἄλλα διαμερίσματα, πρὸς ἀποφυγὴν τῶν ἐν τῆς ἐπιδράσεως του χλωρίου δυσμενῶν ἀποτελεσμάτων ἐπὶ του ἐργαζομένου ἐν αὐτοῖς προσωπικοῦ και τῶν λοιπῶν ἐγκαταστάσεων, μηχανημάτων κ.λπ.

Ἐπίσης, δέον νά ἀποφεύγωνται αἱ ἐξαιρετικῶς ὑψηλαὶ ἢ χαμηλαὶ θερμοκρασίαι ἐντὸς τῶν χώρων τουτου, διά τῆς καταλλήλου κατασκευῆς αὐτῶν. Ἡ κατωτάτη θερμοκρασία δὲν πρέπει νά εἶναι μικρότερα τῶν 10° C.



6. Γλιφρίον τής έγκαταστάσεως χλωρίωσης δέον νά προβλέπεται κατάλληλον σημείον ύδατοληψίας διά τόν άπαιτούμενον εις τό σημείον τούτο τακτικόν έλεγχον τής διενεργουμένης άπολυμάνσεως.

7. Επί περιπτώσεων χρησιμοποίησης διαλυμάτων χλωρίου, επιβάλλεται ή πρόβλεψις κατάλληλου διατάξεως ύπερχειλίσεως και έκκενώσεως (καθαρισμού) τής δεξαμενής άποθηκείσεως του διαλύματος, ως και άποχετεύσεως του δαπέδου.

8. Επί περιπτώσεων χρήσεως αερίου χλωρίου, αί χρησιμοποιούμεναι συσκευαί ή μηχανήματα δέον νά είναι κατάλληλα και νά παρέχουν έπαρκείς έγγυήσεις διά την άσφαλή και ακίνδυνον λειτουργίαν αυτών. Άνεξαρτήτως όμως τούτου θά φυλάσσεται έντός του χώρου των έγκαταστάσεων μία (1) άντιασφυξιόγόνος προσωπίς έν άρίστη καταστάσει και άμέσως προσιτή εις τό χειριζόμενον τας συσκευάς ή μηχανήματα προσωπικόν, τό όποϊον πρέπει νά γνωρίζη καλώς την χρήσιν και συντήρησιν αυτής.

9. Τό χρησιμοποιούμενον χλώριον υπό ελονόηποτε μορφήν (αερίου, υποχλωριώδους άσβεστίου κ.λπ.) θά άποθηκεύεται εις χωριστόν, ξηρόν και καλώς άεριζόμενον χώρον.

Έλεγχος χλωρίωσης

Άρθρον 4. 1. Ο έλεγχος τής έν τῷ ύδατι συνεχούς παρουσίας υπολείμματος έλευθέρου χλωρίου, μετρουμένου συμφώνως πρὸς τὰ έν τῷ άρθρῳ 3 παράγρ. 2 τής παρούσης, θά ένεργήται μερίμνη και δαπάναις του ένδιαφερομένου άπαξ τουλάχιστον τής ήμέρας εις διάφορα σημεία του δικτύου, τά όποία εκλέγονται κατά τρόπον, ώστε νά επιτυγχάνεται ο πλήρης έλεγχος ολοκλήρου του δικτύου.

2. Ο αριθμός των άνωτέρω σημείων χλωριομετρήσεως καθορίζεται βάσει του κατωτέρω πίνακος:

Εις οικισμ. μέχρι	3.000 κατ. τουλάχιστον	3 σημεία έλέγχου
» » »	10.000 » »	5 » »
» » »	25.000 » »	10 » »
» » »	50.000 » »	15 » »
» » »	100.000 » »	20 » »
» » »	250.000 » »	40 » »
» » »	500.000 » »	50 » »
» » »	1.000.000 » »	80 » »
» » »	1.500.000 » »	100 » »

Παρά του Δ) ντου του Υγειονομικού Κέντρου δύναται νά καθορισθῆ, όπου άπαιτείται μεγαλύτερος αριθμός σημείων των ως άνω όριζομένων, πρὸς συμπλήρωσιν τῆς έλέγχου του δικτύου.

3. Τά άποτελέσματα των μετρήσεων του υπολείμματος έλευθέρου χλωρίου έν τῷ ύδατι θά καταχωροῦνται, μερίμνη του ένδιαφερομένου, εις ειδικόν πρὸς τούτο τήρούμενον βιβλίον.

4. Εις περίπτωσιν, κατά την όποιαν δέν διαπιστοῦται παρουσία έπαρκούς έλευθέρου χλωρίου έν τῷ ύδατι εις ώρισμένον σημείον του δικτύου θά ένεργήται έρευνα εις περισσότερα σημεία τής έν λόγω περιοχῆς, πρὸς έξέυρεσιν των αιτίων και άρσιν αυτών. Τό γεγονός τούτο θά σημειοῦται κατά τρόπον σαφή και πλήρη εις τας παρατηρήσεις του τηρουμένου βιβλίου καταχωρήσεως των χλωριομετρήσεων.

Προσωπικόν άπολυμάνσεως

Άρθρον 5. 1. Η παρακολούθησις τής κανονικής λειτουργίας και συντήρησεως των συσκευων ή μηχανημάτων άπολυμάνσεως του ύδατος άνατίθεται πα-

ρά του ενδιαφερομένου εις υπεύθυνον πρόσωπον, το όποιον θα γνωρίζη καλώς την ως άνω λειτουργίαν και συντήρησιν των χρησιμοποιουμένων εγκαταστάσεων και έν γένει την μέθοδον άπολυμάνσεως, με μόνιμον αύτου αναπληρωτήν διά τας περιπτώσεις άπουσίας του.

2. Τά ένόματα άμφοτέρων των ως άνω προσώπων θα γνωστοποιούνται έκάστατε έγγράφως εις τό Υγειονομικόν Κέντρον, τό όποιον δύναται νά μή έγχρίνη ταύτα και νά άπαιτήση την άντικατάστασίν των, έφ' όσον δέν κρίνονται παρ' αύτου κατάλληλα ή άποδειχθώσιν άνεπαρκή διά την έργασίαν ταύτην.

Χρόνος ισχύος, όργανα έλέγχου έφαρμογής, κυρώσεις

Ά ρ θ ρ ο ν 6. 1. Η ισχύς της παρούσης άρχεται έξ (6) μήνας από της δημοσιεύσεώς της εις την Έφημερίδα της Κυβερνήσεως και ή έκτέλεσις αύτης άνατίθεται εις τά άρμόδια Υγειονομικά όργανα.

Δύναται νά χορηγηθή άναβολή έκτελέσεως της διατάξεως ταύτης μέχρις έξ (6) μηνών ειςέτι, δι' άποφάσεως του οικείου Νομάρχου, έκδιδομένης Ιδιαιτέρως δι' έκάστην περίπτωσιν τη αίτήσιν του ενδιαφερομένου και μετά σύμφωνον γνώμην του Δ) νου του Υγειονομικού Κέντρου.

2. Οι παραβάται της παρούσης διώκονται και τιμωρούνται συμφώνως πρός τας διατάξεις του ισχύοντος Ποινικού Κώδικος.

ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΙΣ

Υπ' άριθ. Γ3α) 761) 6.3.1968 (Φ.Ε.Κ. 154) 26.3. και 189/10.4.1968, τεύχος Β')

«Περί ποιότητας του πόσιμου ύδατος».

Α'. ΟΡΙΣΜΟΙ

Ά ρ θ ρ ο ν 1. 1 «Πόσιμον ύδωρ» καλείται τό προοριζόμενον δι' ανθρώπινην κατανάλωσιν.

2. «Υδρευσις» καλείται πάν σύστημα παρέχον πόσιμον ύδωρ.

2.1. «Δημοσία υδρευσις» καλείται ή έξυπηρετούσα τόν πληθυσμόν πόλεων ή χωριών ή ομάδας ατόμων, ως εις ιδρύματα έν γένει, χώρους συγκεντρώσεως και έξυπηρετήσεως του κοινού, διομηχανικάς εγκαταστάσεις, πλοία κ.λπ., άνεξαρτήτως ιδιοκτησίας ή διαχειρίσεως και άσχέτως πληρωμής ή μή διά τό παρεχόμενον ύδωρ.

2. 2. «Ιδιωτική υδρευσις» καλείται ή έξυπηρετούσα, μεμονωμένην οικογένειαν ή λίαν περιωρισμένον άριθμόν ατόμων.

3. «Πηγή ύδροληψίας» καλείται πάσα φυσική πηγή, ύδρομάστευσις, φρέαρ, ποταμός, λίμνη φυσική ή τεχνητή, όμβροδεξαμενή κ.λπ., έξ ών λαμβάνεται ύδωρ πρός υδρευσιν.

4. «Σύστημα υδρεύσεως» καλείται τό σύνολον των εγκαταστάσεων από της πηγής ύδροληψίας, συμπεριλαμβανομένης, μέχρι των σημείων παροχής ύδατος εις τούς καταναλωτάς.

5. «Φυσικώς καθαρόν» καλείται τό ύδωρ, τό όποιον προστατεύεται και άποκαθάρεται φυσικώς εις τρόπον, ώστε νά ικανοποιή, μονίμως τούς διά τό πόσιμον ύδωρ έπιβαλλομένους όρους.

6. «Τεχνητός καθαρισμός» του ύδατος καλείται ή έπεξεργασία διά μεθόδων έπιστημονικώς ένεγνωρισμένων εις τρόπον, ώστε νά ικανοποιή τούτο μονίμως τούς διά τό πόσιμον ύδωρ έπιβαλλομένους όρους.

7. «Ρύπανσις» καλείται ή παρουσία εις τό ύδωρ πάσης ξένης ούσιαν (όργανικής, άνοργάνου, άκτινενεργού ή βιολογικής), ή όποία δύναται νά κατάστησιν τούτο



επιδιδάξαι εἰς τὴν ὑγίαν τῶν ἀνθρώπων καὶ ἀκατάλληλον διὰ τὰς προδλεπομένας χρήσεις αὐτοῦ.

8. «Μόλυνσις» καλεῖται ἡ ἐν τῷ ὕδατι ὑπερβίαι παθογόνων μικροοργανισμῶν ἢ στοιχείων ἐνδείκνυόντων ἐμμέτως δυνητικὸν κίνδυνον ὑπάρξεως ἐν αὐτῷ τοιούτων μικροοργανισμῶν.

9. «Υγειονομικὸς κίνδυνος» καλεῖται πᾶν ἐλάττωμα, βλάβη ἢ ἀτέλεια τοῦ συστήματος ὑδρεύσεως ἢ τοῦ τρόπου λειτουργίας αὐτοῦ (π.χ. διακοπὴ παροχῆς), δυνάμενα νὰ προκαλέσωσι ρύπανσιν ἢ μόλυνσιν τοῦ ὕδατος.

Β'. ΓΕΝΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Ἄρθρον 2. 1. Τὸ πόσιμον ὕδωρ, τὸ ὁποῖον παρέχεται ὑπὸ τῶν συστημάτων ὑδρεύσεως, δεόν ὅπως εἶναι ὀργανοληπτικῶς ἀμειπτον καὶ ἀπὸ πάσης ἀπόψεως ἀβλαβές εἰς τὴν ὑγίαν τῶν ἀνθρώπων. Ἐπίσης, δεόν πρέπει νὰ προκαλῆ σοβαρὰς ζημίας εἰς τὰ ἔργα ὑδρεύσεως.

Τοῦτο δεόν ὅπως παρέχεται εἰς ποσότητα ἐπαρκῆ διὰ τὰς ἀνάγκας τοῦ πληθυσμοῦ, ἀνευ διακοπῶν καὶ κατὰ τρόπον διευκολύνοντα τὴν χρῆσιν αὐτοῦ.

Τὰ συστήματα ὑδρεύσεως δεόν ὅπως εἶναι ἀπηλλαγμένα παντὸς ὑγειονομικοῦ κινδύνου.

Πρὸς τὸ πόσιμον ὕδωρ ἐξομοιοῦται καὶ τὸ χρησιμοποιούμενον διὰ τὴν ἀτομικὴν καθαρὴν ἀνάγκαν, τὰς οἰκιακὰς ἀνάγκας, τὴν ἐπεξεργασίαν, παρασκευὴν καὶ συντήρησιν τροφίμων καὶ ποτῶν, τὴν πλυσίν τῶν συναρῶν σκευῶν καὶ ἐγκαταστάσεων, ὡς καὶ διὰ τὴν παρασκευὴν πάγου πρὸς οἰκιακὴν χρῆσιν καὶ ἐν γένει συντήρησιν τροφίμων ἢ ποτῶν.

2. Πρὸς ἐξασφάλισιν τῶν ἀνωτέρω θὰ τηρῶνται ὑπὸ τῶν δημοσίων ὑδρεύσεων οἱ καθέκαστα διὰ τῆς παρούσης ἐπιβαλλόμενοι ὅροι. Εἰς αὐτὰς περιπτώσεις ὅμως, δι' ὁλοκλήρου λόγον, δεόν εἶναι αὐτοὶ ἐπαρκεῖς, ἐπιβάλλεται ἢ λήψις παντὸς συμπληρωματικῶς ἀπαιτουμένου μέτρου.

Τὸ ὑπὸ τῶν ἰδιωτικῶν ὑδρεύσεων παρεχόμενον ὕδωρ, μερίμνη καὶ εὐθύνη τῶν ἰδιοκτητῶν ἢ νομέων αὐτῶν, θὰ ἰκανοποιῆ τὰ ὑπὸ τοῦ παρόντος Κανονισμοῦ καθοριζόμενα χαρακτηριστικὰ ποιότητος. Ἐπὶ τούτοις θὰ ἐπιδιώκεται ἡ σταδιακὴ συμμόρφωσις τῶν ἐν λόγῳ ὑδρεύσεων καὶ πρὸς τοὺς ὑπολοίπους ὄρους καὶ ἀπαιτήσεις τοῦ ὡς ἄνω Κανονισμοῦ. Ἐν πάσῃ περιπτώσει ὅμως, αἱ Ὑγειονομικαὶ Ἀρχαὶ δύνανται νὰ ἀπαιτήσωσι τὴν ἀμεσον ἐφαρμογὴν τῶν ὄρων ἐκείνων τοῦ παρόντος Κανονισμοῦ, οἱ ὁποῖοι κρίνονται ἐκάστοτε ἀπαραίτητοι, ἀνελόγως τῶν τοπικῶν συνθηκῶν, ἢ καὶ νὰ ἐπιβάλλουσι τὴν λήψιν προσθέτων μέτρων πρὸς προστασίαν τῆς ὑγείας τῶν ὑπ' αὐτῶν ἐξυπηρετούμενων ἀτόμων, ὡς καὶ τῆς Δημοσίας Ὑγείας ἐν γένει.

Γ'. ΕἰΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

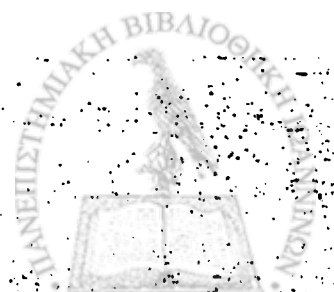
Ι. Σύστημα ὑδρεύσεως

Ἄρθρον 3. 1. Τὸ σύστημα ὑδρεύσεως θὰ μελετᾶται, θὰ κατασκευάζεται καὶ συντηρῆται ἐντέχνως καὶ συμφώνως πρὸς τοὺς ἐσχύοντας σχετικούς κανονισμούς.

Τοῦτο θὰ λειτουργῆ ὀρθῶς ὑπὸ τὴν ἐποπτείαν ὑπευθύνου προσωπικοῦ, διαθέτοντος τὰ ἀπαιτούμενα ἐπαγγελματικὰ προσόντα.

2. Τὸ ὕδωρ θὰ λαμβάνηται ἐκ τῆς πλέον ἰκανοποιητικῆς ἀπὸ ἀπόψεως ποσότητος καὶ παροχῆς πηγῆς ὑδροληψίας, κατόπιν ἐξετάσεως ὅλων τῶν διαθέσιμων πηγῶν, ὧν ἡ χρησιμοποίησις καθίσταται ἐπιικτὴ ἀπὸ τεχνικῆς καὶ οἰκονομικῆς πλευρᾶς.

Ἡ πηγὴ ὑδροληψίας, ἐφ' ὅσον παρέχῃ φυσικῶς καθαρὸν ὕδωρ, θὰ προστα-



τεύεται αποτελεσματικῶς ἀπὸ μολύνσεων ἢ ρυπάνσεων. Ἐὰν τὸ ὕδωρ ταύτης δὲν εἶναι φυσικῶς καθρὸν, θὰ καταβάλλεται πᾶσα προσπάθεια περιορισμοῦ καὶ ἐλέγχου τῶν μολύνσεων ἢ ρυπάνσεων, τὸ δὲ ὕδωρ τῆς πηγῆς θὰ υποβάλλεται εἰς ἀποτελεσματικὸν τεχνητὸν καθαρισμὸν.

3. Τὸ πόσιμον ὕδωρ θὰ προστατεύεται ἀποτελεσματικῶς ἀπὸ ρυπάνσεων καὶ μολύνσεων, καθ' ὅλην τὴν διαδρομὴν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς πηγῆς ὑδροληψίας μέχρι τῶν καταναλωτῶν.

4. Θὰ ἐκτελῶνται τακτικῶς συστηματικαὶ ὑγειονομικαὶ ἐρευναι τοῦ συστήματος ὑδρεύσεως, ἐπεκτεινόμεναι καὶ εἰς τὴν λεκάνην τροφοδοτήσεως τῆς πηγῆς ὑδροληψίας πρὸς διαπίστωσιν, ἐντοπισμὸν καὶ ἐξουδετέρωσιν τυχόν ὑφισταμένων ὑγειονομικῶν κινδύνων. Θὰ ἐκτελῶνται περιοδικῶς αἱ ἀναγκαιοῦσαι φυσικαί, χημικαὶ καὶ μικροβιολογικαὶ ἐξετάσεις δειγμάτων ὕδατος ἐκ τῶν πηγῶν ὑδροληψίας, ἐκ τῶν ἀγωγῶν μεταφορᾶς, τοῦ συστήματος διανομῆς, ὡς καὶ κατὰ τὰ διάφορα στάδια ἐπεξεργασίας τοῦ ὕδατος, πρὸς ἐντοπισμὸν καὶ ἐξουδετέρωσιν τυχόν ὑφισταμένων ὑγειονομικῶν κινδύνων.

Τέλος, θὰ ἐκτελῶνται συστηματικαὶ φυσικαί, χημικαὶ καὶ μικροβιολογικαὶ ἐξετάσεις τοῦ παρεχομένου ὑπὸ τοῦ δικτύου διανομῆς ὕδατος, πρὸς ἔλεγχον τῆς ποιότητος αὐτοῦ συμφώνως πρὸς τοὺς δρους τοῦ παρόντος.

5. Θὰ τηρῆται συστηματικὸν ἀρχεῖον τῶν ὡς ἄνω ὑγειονομικῶν ἐρευνῶν καὶ ἐργαστηριακῶν ἐξετάσεων, ὡς καὶ ἡμερολόγιον τῆς ὑδρεύσεως, εἰς ὃ θὰ καταχωρῶνται τὰ πορίσματα αὐτῶν. Εἰς τὸ ἡμερολόγιον τοῦτο θὰ σημειοῦται ἐπίσης πᾶν συμβάν ἢ παρατήρησις ἀναφερομένη εἰς τὴν κατάστασιν τῶν ἔργων καὶ τὰς συνθήκας λειτουργίας αὐτῶν, τοὺς ἐμφανιζομένους ὑγειονομικοὺς κινδύνους καὶ τὰ λαμβανόμενα σχετικὰ μέτρα.

II. Χαρακτηριστικά τοῦ ποσίμου ὕδατος

Φυσικὰ χαρακτηριστικά

* Ἀ ρ θ ρ ο ν 4. 1. * Ο ρ ι α.

Τὸ πόσιμον ὕδωρ δέον νὰ εἶναι εὐγευστον καὶ νὰ μὴ παρουσιάσῃ θολερότητα, χρῶμα ἢ ὄσμην εἰς βαθμὸν προσβάλλοντα τὰς αἰσθήσεις. Αἱ τιμαὶ τῶν χαρακτηριστικῶν ταύτων δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίνουσι τὰ κατωθι καθοριζόμενα ὄρια:

Χαρακτηριστικά	Ἐπιτρεπτά ὄρια
Θολερότης	5 μονάδες
Χρῶμα	5 "
Ὅρισμὸς ἀριθμὸς ὄσμης	3 "

2. Δ ε ι γ μ α τ ο λ η ψ ί α.

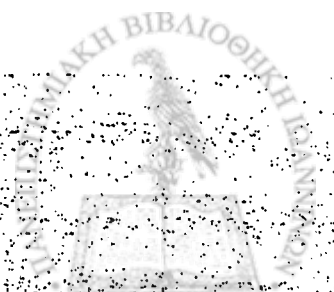
Ἡ συχνότης καὶ ὁ τρόπος δειγματοληψίας πρὸς ἐργαστηριακὴν ἐξέτασιν θὰ καθορίζωνται ἐκάστοτε ὑπὸ τῶν Ὑγειονομικῶν Ἀρχῶν μετὰ πρότασιν τῶν ἐνδιαφερομένων, ἄλλως αὐτεπαγγέλτως ὑπ' αὐτῶν, ἀναλόγως τῆς συχνότητος καὶ τοῦ εὗρους τῆς μεταβολῆς τῶν ἐν λόγῳ χαρακτηριστικῶν, ὡς προκύπτει αὕτη ἐκ τῆς τοπικῆς πείρας, προηγουμένων ἐξετάσεων ἢ ἄλλων ἀσφαλῶν δεδομένων.

Ἐπὶ κανονικᾶς συνθήκας θὰ λαμβάνηται ὁ κατωτέρω ἐλάχιστος ἀριθμὸς δειγμάτων ἐξ ἀντιπροσωπευτικῶν σημείων τοῦ δικτύου διανομῆς:

Ἐν (1) κατὰ τρίμηνον δι' ὑδρεύσεις ἐξυπηρετούσας μέχρι 50.000 κατοίκων.

— Ἐν (1) κατὰ μῆνα δι' ὑδρεύσεις ἐξυπηρετούσας ἄνω τῶν 50.000 κατοίκων.

Διὰ τὸν ἔλεγχον τῆς λειτουργίας τῶν ἐγκαταστάσεων ἐπεξεργασίας καθαρισμοῦ τοῦ ὕδατος, ὡς καὶ ἐν γένει διὰ τὰς περιπτώσεις διερευνήσεως τῆς ρυπάνσε-



ως και μολύνσεως αυτού, θα εκτελούνται συχνότεροι εξετάσεις των ως άνω χαρακτηριστικών αναλόγως των πραγματικών αναγκών.

Κατά τας ως άνω εξετάσεις θα μετράται προσθέτως και η θερμοκρασία του ύδατος κατά την στιγμήν της δειγματοληψίας.

Χημικά χαρακτηριστικά

*Αρθρον 5. (1) 1. *Ορισ.

Το πόσιμο ύδωρ δεν θα περιέχη ξένες ουσίας εις πυκνότητα δυναμένην να καταστήση τούτο επικίνδυνον διά την υγείαν των καταναλωτών ή οργανοληπτικώς επιλήψιμον. Επίσης δεν πρέπει να προκαλή σοβαράς ζημίας εις το σύστημα ύδρευσεως ή να παραβλάπη τας άλλας χρήσεις αυτού.

Ουσίαι χρησιμοποιούμεναι κατά την επεξεργασίαν του ύδατος δεν θα παραμένουν εις αυτό εις πυκνότητας μεγαλύτερας των επιτρεπομένων υπό των κανόνων της όρθης τεχνικής εφαρμογής. Απαγορεύεται ή εισαγωγή εις το σύστημα ύδρευσεως αυτών, αι όποιαι δυνατόν να έχουν επιδρασθή επί της υγείας ή των όποιων δεν είναι γνωστί αι επιδράσεις επί των φυσιολογικών λειτουργιών του ανθρώπινου οργανισμού, έφ' όσον ύφίσταται κίνδυνος να εμφανισθούν αύται εις το πόσιμον ύδωρ.

α) Απαγορεύεται όπως το πόσιμον ύδωρ περιέχη τας κάτωθι ουσίας εις πυκνότητας μεγαλύτερας των καθοριζόμενων όρίων:

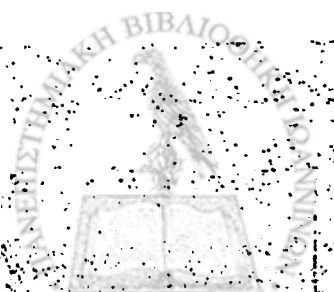
Ουσίαι	Μεγίστη επιτρεπομένη πυκνότης mg l
*Αργυρος (ώς Ag)	0,05
*Αρσενικόν (ώς As)	0,05
Βάριον (ώς Ba)	1,00
Κάδμιον (ώς Cd)	0,01
Κυανιοϋχα (ώς CN)	0,05
Μόλυβδος (ώς Pb)	0,1
Σελήνιον (ώς Se)	0,01
Φθοριοϋχα (ώς F)	1,5
Χρώμιον (έξασθενές) (Cr + 6)	0,05

*Η ως άνω καθοριζόμενη μεγίστη επιτρεπομένη πυκνότης φθοριοϋχων άφορά τά φυσικώς εμφανιζόμενα τριαντά εις το ύδωρ. Εις περιπτώσειν τεχνητής φθοριώσεως αύτη θα άνέρχεται εις 0,8 mg) l, δυναμένη να κυμαίνεται από 0,7 έως 1,0 mg) l.

β) *Υδωρ περιέχον τας κάτωθι ουσίας εις πυκνότητας πέραν των καθοριζόμενων όρίων δύναται ν' άπορριφθῆ δι' άποφύσεως του *Υπουργού Κοιν. Προνοίας, κατόπιν ήτιολογημένης προσάσεως του *Υγειονομικού Κέντρου, έφ' όσον κατά την κρίσειν αυτού ύφίσταται και δύναται να χρησιμοποιηθῆ έτέρα καταλλοτέρα πηγή ύδροληψίας ή καθίσταται πρακτικώς έπιεκτός ό τεχνητός καθαρισμός του ύδατος.

Ουσίαι	*Επιτρεπτά όρια
*Απορρυπαντικά (Alkyl Benzene Sulfonate, ABS)	0,5 mg l
Διαλελυμένα στερεά, σύνολον	500 »
Θειικά (ώς SO ₄)	250 »

1. Το έδάφ. α της παρ. 1 του άρθρου 5 τίθεται ως αντικατεστάθη διά της Γ4)1722) 24.9.74 (ΦΕΚ 988) 7.10.74 τ. Β') *Υγ. Δ) έξω.



Μαγγάνιον (ώς Mn)	0,1	»
Μαγνήσιον (ώς Mg)	50	»
Νιτρικά (ώς NO ₃)	50	»
Pb	από 7,0 μέχρι 8,5	
Σίδηρος (ώς Fe)	0,1	Mg 1
Σκληρότης, όλική (ώς Ca CO ₃)	Από 100 μέχρι 500	Mg 1
Φαινολικαί ούσιαι (ώς φαινόλη)	0,001	Mg 1
Χαλκός (ώς Cu)	1,0	»
Χλωριούχα (ώς Cl)	350	»
Ψευδάργυρος (ώς Zn)	5,0	»

γ) Συνιστάται όπως εις συμπλήρωσιν των εκτελουμένων μικροβιολογικών εξετάσεων του ύδατος προσδιορίζονται αι κατωτέρω χημικαί ούσιαι ως δείκται πιθανής ρυπάνσεως αυτού.

Ούσιαι: Αμμωνία έλευθέρα. Νιτρώδη. Νιτρικά. Αζιωτον λευκοματωειδών. Αζωτον συνολικόν. Βιοχημικώς απαιτούμενον όξυγόνον (BOD). Σύνολον όργανικών ούσιων.

2. Δ ε ι γ μ α τ ο λ η ψ ί η .

Υπό κανονικάς συνθήκας ή συχνότης των δειγματοληψιών και τό είδος των εξετάσεων θα καθορίζονται συμφώνως προς τά όριζόμενα εις τά κατωτέρω έδάφια α', β', και γ'. Έφ' όσον όμως ύφίσταται ύποψία έμφανίσεως άνεπιθυμητού τινός ούσιαι ή έάν ή πυκνότης αύτης μεταβάλλεται περιοδικώς, δημιουργούσα άνησυχίαν, επιβάλλεται εκτέλεσις συχνότερων δειγματοληψιών και προσδιορισμών αύτης, κατά την κρίσιν των Υγειονομικών Αρχών και συγχρόνως ή διενέργεια συστηματικής ύγειονομικής έρεύνης προς εξεκριθωσιν της πηγής ρυπάνσεως. Αντιθέτως όπου έκ προηγουμένων εξετάσεων ή άλλων άσφαλών δεδομένων προκύπτει ότι ώρισμένα ούσιαι άπουσιάζουν μονίμως έκ του ύδατος ή έμφανίζονται εις πυκνότητος μη δημιουργούσας άνησυχίας ό έργαστηριακός προσδιορισμός αύτων δύναται να παραλειφθή κατόπιν έγκρίσεως των Υγειονομικών Αρχών.

Έάν δέν ύπάρχη πιθανότης αύξήσεως της πυκνότητος ούσιαι τινος κατά τους χειρισμούς και την διανομήν του ύδατος, άρκούν αι εξετάσεις του ύδατος της πηγής ύδροληψίας ή του ύδατος μετά την έξοδόν του έκ των εγκαταστάσεων επεξεργασίας, καθαρισμού ή θελιτώσεως αυτού.

Όρισμένα εξετάσεις δύναται να παραλειφθούν, εάν διατίθενται στοιχεΐα έξ άλλων τοιούτων εκτελεσθεισών υπό άνεγνωρισμένων έργαστηρίων, ως του Γενικού Χημείου του Κράτους και έφ' όσον αύται έχουν εκτελεσθή συμφώνως προς τους όρους του παρόντος Κανονισμού.

Είδος και συχνότης εξετάσεων:

α) Γενικαί (πλήρεις) εξετάσεις.

Αύται θα περιλαμβάνουν άπάσας τάς προμνησθείσας ούσιαι και χαρακτηριστικά, θα εκτελώνται θε τουλάχιστον άπαξ του έτους.

β) Συνήθεις (μερικαί) εξετάσεις:

Αύται θα περιλαμβάνουν:

Αλκαλικότητα φαινολφθαλείνης. Αλκαλικότητα μεθυλίου. Αζωτον λευκοματωειδών. Αμμωνίαν. Νιτρώδη. Νιτρικά. Χλωριούχα. Σίδηρον (όπου ύπάρχουν ένδείξεις ηύξημένης περιεκτικότητος αυτού).

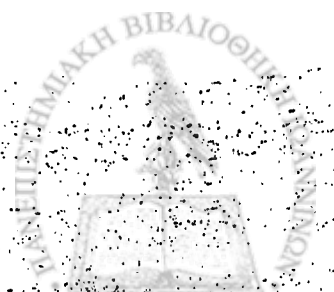
Αύται θα εκτελώνται:

Απαξ κατά έξάμηνον δι' ύδρεύσεις έξυπηρετούσας μέχρι 50.000 κατοίκους.

Απαξ κατά μήνα δι' ύδρεύσεις έξυπηρετούσας άνω των 50.000 κατοίκων.

γ) Ειδικαί εξετάσεις.

Διά τον έλεγχον της λειτουργίας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας του ύδα-



ως και μόλυνσής αὐτοῦ, θὰ ἐκτελῶνται συχνότεροι ἐξετάσεις τῶν ὡς ἄνω χαρακτηριστικῶν ἀναλόγως τῶν πραγματικῶν ἀναγκῶν.

Κατὰ τὰς ὡς ἄνω ἐξετάσεις θὰ μετράται προσθέτως και ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς δειγματοληψίας.

Χημικὰ χαρακτηριστικὰ

Ἄρθρον 5.1. Ὁριζα.

Τὸ πόσιμον ὕδωρ δὲν θὰ περιέχῃ ξένης οὐσίας εἰς πυκνότητα δυναμένην γὰ καταστάση τοῦτο ἐπικίνδυνον διὰ τὴν υγείαν τῶν καταναλωτῶν ἢ ὀργανοληπτικῶς ἐπιλήψιμον. Ἐπίσης, δὲν πρέπει νὰ προκαλῇ σοβαρὰς ζημίας εἰς τὸ σύστημα ὑδρεύσεως ἢ νὰ παραβλάπτῃ τὰς ἄλλας χρήσεις αὐτοῦ.

Οὐσίαι χρησιμοποιούμεναι κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν τοῦ ὕδατος δὲν θὰ παραμένουν εἰς αὐτὸ εἰς πυκνότητας μεγαλυτέρας τῶν ἐπιτρεπομένων ὑπὸ τῶν κανόνων τῆς ὀρθῆς τεχνικῆς ἐφαρμογῆς. Ἀπαγορεύεται ἡ εἰσαγωγή εἰς τὸ σύστημα ὑδρεύσεως αὐτῶν, αἱ ὁποῖαι δυνατόν νὰ ἔχουν ἐπιβλαβῆ ἐπιδράσειν ἐπὶ τῆς υγείας ἢ τῶν ὀρῶν δὲν εἶναι γνωστὰι αἱ ἐπιδράσεις ἐπὶ τῶν φυσιολογικῶν λειτουργιῶν τοῦ ἀνθρώπινου ὀργανισμοῦ, ἐφ' ὅσον ὑφίσταται κίνδυνος νὰ ἐμφανισθοῦν αὐταὶ εἰς τὸ πόσιμον ὕδωρ.

α) Ἀπαγορεύεται ὅπως τὸ πόσιμον ὕδωρ περιέχῃ τὰς κάτωθι οὐσίας εἰς πυκνότητας μεγαλυτέρας τῶν καθοριζομένων ὀρίων:

Οὐσία	Μεγίστη ἐπιτρεπομένη πυκνότης mg/l
Ἄργυρος (ὡς Ag)	0,05
Ἄρσενικόν (ὡς As)	0,05
Βάριον (ὡς Ba)	1,00
Κάδμιον (ὡς Cd)	0,05
Κυανιοῦχα (ὡς CN)	0,01
Μόλυβδος (ὡς Pb)	0,1
Σελήνιον (ὡς Se)	0,05
Φθοριοῦχα (ὡς F)	1,5
Χρῶμιον. (ἐξασθενές) (Cr+6)	0,05

Ἡ ὡς ἄνω καθοριζομένη μεγίστη ἐπιτρεπομένη πυκνότης φθοριούχων ἀπορᾶ τὰ φυσικῶς ἐμφανιζόμενα τοιαῦτα εἰς τὸ ὕδωρ. Εἰς περίπτωσιν τεχνητῆς φθορίωσης αὐτὴ θὰ ἀνέρχεται εἰς 0,8 mg/l, δυναμένη νὰ κυμαίνεται ἀπὸ 0,7 ἕως 1,0 mg/l.

β) Ὑδωρ περιέχον τὰς κάτωθι οὐσίας εἰς πυκνότητας πέραν τοῦ καθοριζομένων ὀρίων δύναται ν' ἀπορριφθῇ δι' ἀποφάσεως τοῦ Ὑπουργοῦ Κοιν. Προνοίας, κατόπιν ἠτιολογημένης προτάσεως τοῦ Ὑγειονομικοῦ Κέντρου, ἐφ' ὅσον κατὰ τὴν κρίσιν αὐτοῦ ὑφίσταται και δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ἕτερα καταλληλοτέρα πηγὴ ὑδροληψίας ἢ καθίσταται πρακτικῶς ἐφικτὸς ὁ τεχνητὸς καθαρισμὸς τοῦ ὕδατος

Οὐσία	Ἐπιτρεπτά ὄριον
Ἀπορρυπαντικὰ (Alkyl Benzene Sulfonate, ABS)	0,5 mg/l
Διαλελυμένα στερεὰ, σύνολον	500 »
Θεϊκὰ (ὡς SO ₄)	250 »
Μαγγάνιον (ὡς Mn)	0,1 »

Μαγνήσιον (ώς Mg)	50	»
Νιτρικά (ώς NO ₃)	50	»
Pb	από 7,0 μέχρι 8,5	»
Σίδηρος (ώς Fe)	0,1	Mg/l
Σκληρότης, όλική (ώς Ca CO ₃)	Από 100 μέχρι 500	Mg/l
Φαινολικαί ούσιαι (ώς φαινόλη)	0,001	Mg/l
Χαλκός (ώς Cu)	1,0	»
Χλωριούχα (ώς Cl)	350	»
Ψευδάργυρος (ώς Zn)	5,0	»

γ) Συνιστάται όπως εις συμπλήρωσιν των έκτελουμένων μικροβιολογικών έξετάσεων του ύδατος, προσδιορίζονται αι κατωτέρω χημικαί ούσιαι ως δείκται πιθανής ρυπάνσεως αυτού.

Ούσιαι: Αμμωνία έλευθέρα. Νιτρώδη. Νιτρικά. Αζωτον λευκοματωειδών. Αζωτον συνολικόν. Βιοχημικώς απαιτούμενον όξυγόγον (BOD). Σύνολον όργανικών ούσιων.

2. Δ ε ι γ μ α τ ο λ η ψ ί α .

Υπό κανονικάς συνθήκας ή συχνότης των δειγματοληψιών και τό είδος των έξετάσεων θά καθορίζωνται συμφώνως πρός τά όριζόμενα εις τά κατωτέρω έδάφια α', β' και γ'. Έφ' όσον όμως ύφίσταται ύποψία έμφανίσεως άνεπιθυμήτου τινός ούσιαις ή έάν ή πυκνότης αυτής μεταβάλλεται περιοδικώς, δημιουργούσα άνησυχίαν, επιβάλλεται έκτέλεσις συχνότερων δειγματοληψιών και προσδιορισμών αυτής, κατά την κρίσιν των Υγειονομικών Αρχών και συγχρόνως ή διενέργεια συστηματικής ύγειονομικής έρεύνης πρός εξακρίδωσιν της πηγής ρυπάνσεως. Αντιθέτως όπου έκ προηγούμενων έξετάσεων ή άλλων άσφαλών δεδομένων προκύπτει ότι ύφιστάμεναι ούσιαι άπουσιάζουν μονίμως έκ του ύδατος ή έμφανίζονται εις πυκνότητος μή δημιουργούσας άνησυχίας ή έργαστηριακός προσδιορισμός αυτών δύναται να παραλειφθῆ κατόπιν έγκρίσεως των Υγειονομικών Αρχών.

Έάν δέν ύπάρχη πιθανότης αύξήσεως της πυκνότητος ούσιαις τινος κατά τους χειρισμούς και την διανομήν του ύδατος, άρκούν αι έξετάσεις του ύδατος της πηγής ύδροληψίας ή του ύδατος μετά την έξοδόν του έκ των έγκαταστάσεων έπεξεργασίας, καθαρισμού ή βελτιώσεως αυτού.

Όρισμέναι έξετάσεις δύναται να παραλειφθούν, εάν διατίθενται στοιχεία έξ άλλων τειούτων έκτελεσθεισών υπό άνεγνωρισμένων έργαστηρίων, ως του Γενικού Χημείου του Κράτους και έφ' όσον αύται έχουν έκτελεσθῆ συμφώνως πρός τους όρους του παρόντος Κανονισμού.

Είδος και συχνότης έξετάσεων:

α) Γενικαί (πλήρεις) έξετάσεις.

Αύται θά περιλαμβάνουν άπάσας τάς προμνησθείσας ούσιαις και χαρακτηριστικά, θά έκτελώνται δε τουλάχιστον άπαξ του έτους.

β) Συνήθεις (μερικαί) έξετάσεις:

Αύται θά περιλαμβάνουν:

Αλκαλικότητα φαινολφθελείνης. Αλκαλικότητα μεθυλίου. Αζωτον λευκοματωειδών. Αμμωνίαν. Νιτρώδη. Νιτρικά. Χλωριούχα. Σίδηρον (όπου ύπάρχουν ένδείξεις ηύξημένης περιεκτικότητος αυτού).

Αύται θά έκτελώνται:

Απαξ κατά έξάμηνον δι' ύδρεύσεις έξυπηρετούσας μέχρι 50.000 κατοίκους.

Απαξ κατά μήνα δι' ύδρεύσεις έξυπηρετούσας άνω των 50.000 κατοίκων.

γ) Ειδικαί έξετάσεις.

Διά τον έλεγχον της λειτουργίας των έγκαταστάσεων έπεξεργασίας του ύδα-



τος ως και διά τας περιπτώσεις διερευνήσεως της ρυπάνσεως και μόλυνσεως αὐ-
του, θὰ ἐκτελῶνται συχνότεραι ἐξετάσεις ὠρισμένων οὐσιῶν ἢ χαρακτηριστικῶν
ἀναλόγως τῶν πραγματικῶν ἀναγκῶν.

Ραδιενέργεια

Ἄρθρον 6 (1) 1. Ὅριαι: Ἡ συνολικὴ ραδιενέργεια τῶν περιεχομένων εἰς
τὸ πόσιμον ὕδωρ ραδιενεργῶν οὐσιῶν δεόν νά εἶναι κατὰ τὸ δυνατόν περιορισμένη.

Ἐν ἐλλείψει ἀκριβῶν πληροφοριῶν περὶ τῆς φύσεως τῶν περιεχομένων ραδι-
ενεργῶν οὐσιῶν, δὲν ἐπιτρέπεται ὑπερβάσεις τῶν κάτωθι ὁρίων ἀκτινοβολίας:

- α) ἀκτινοβολία 3 p Ci) 1
- β) ἀκτινοβολία 30p Ci) 1

Εἰς περίπτωσιν ὑπερβάσεως τῶν ὁρίων τούτων ἀπαιτεῖται ραδιοχημικὴ ἐξέτα-
σις τοῦ ὕδατος πρὸς προσδιορισμὸν τῶν περιεχομένων ραδιενεργῶν οὐσιῶν. Ἐπι-
τῆ θάσει τοῦ ἀποτελέσματος τῶν ἐξετάσεων τούτων θὰ καθορίζεται δι' ἀποφάσεως
τοῦ Ὑπουργοῦ Κοιν. Ὑπηρεσιῶν μετὰ γνώμην τοῦ Ἀνωτάτου Ὑγειονομικοῦ Συμβου-
λίου, ἐὰν καὶ ὑπὸ ποίους ὁρους ἐπιτρέπεται ἡ χρῆσις τοῦ ὑπ' ὄψιν ὕδατος πρὸς πόσιν.

2. Δειγματοληψία

Ἡ συχνότης καὶ ὁ τρόπος δειγματοληψίας θὰ καθορίζονται ἐκάστοτε ὑπὸ τῶν
Ὑγειονομικῶν Ἀρχῶν ἀναλόγως τῶν τοπικῶν συνθηκῶν καὶ τῶν ὑφισταμένων ἐν-
δείξεων περὶ ηὔξημένης ραδιενεργείας.

Μικροβιολογικὰ χαρακτηριστικά

Ἄρθρον 7. 1. Ὅριαι.

1. Ὑδωρ μὴ ὑποδαλλόμενον εἰς χλωρίωσιν ἢ ἄλλην ἰσοδύναμον ἀνεγνωρισμέ-
νην μέθοδον καθαρῆς λογίζεσθαι ἐν τῇ ὑγειονομικῇ πράξει ἀσφαλές, ἐφ' ὅσον ἐκ
τῶν ἐξεταζομένων κατὰ μῆνα δειγμάτων ἐκ τοῦ δικτύου διανομῆς, τοῦλάχιστον
50% ἐμφανίζουσιν πιθανώτατον ἀριθμὸν κολοδοκκηριδιοειδῶν (Π.Α.Κ.) μικρότερον
τοῦ 1 ἀνά 100 ml, τοῦλάχιστον 80% ἐμφανίζουσιν Π.Α.Κ. μικρότερον ἢ ἴσον τοῦ 2
ἀνά 100 ml καὶ οὐδὲν μεγαλύτερον τοῦ 10 ἀνά 100 ml.

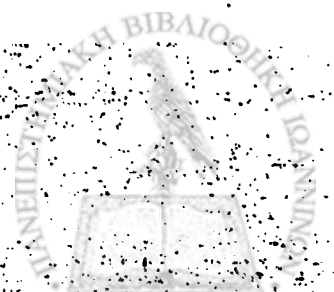
Ἐφ' ὅσον ἐξετάζονται ὀλιγώτεροι τῶν 5 δειγμάτων κατὰ μῆνα, τὰ ἀνωτέρω
ποσοστὰ ἐφαρμόζονται δι' οἰσινόηποτε χρονικὸν διάστημα, καθ' ὃ ἐξετάζονται 5
ἢ περισσότερα δείγματα.

Ἐὰν ἐμφανισθοῦν δύο διαδοχικὰ δείγματα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου τοῦ δικτύου
μὲ Π.Α.Κ. μεγαλύτερον τοῦ 2 καὶ ἕως 10 ἀνά 100 ml ἢ ἐν δείγμα μὲ Π.Α.Κ. ἀνώ-
τερον τοῦ 10 ἀνά 100 ml θὰ διενεργηθῇ λεπτομερὴς ὑγειονομικὴ ἐρευνα τοῦ συ-
στήματος ὑδρεύσεως πρὸς ἀνεύρεσιν τῶν αἰτίων μόλυνσεως καὶ θὰ ληφθοῦν δρα-
στικὰ μέτρα πρὸς ἀραίωσιν αὐτῶν. Ἐκ παραλλήλου θὰ λαμβάνωνται συμπληρωματι-
κῶς διαδοχικὰ δείγματα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου, μέχρις ἐμφανίσεως ἱκανοποιητικοῦ
ἀποτελέσματος εἰς τρεῖς τοῦλάχιστον διαδοχικὰς δειγματοληψίας. Τὰ πρόσθετα
ταῦτά δείγματα ἐν συνυπολογίζονται εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀπαιτουμένων τριούτων
συμφώνως πρὸς τὴν παράγραφον 2 κατωτέρω.

1. 2. Ὑδωρ ὑποδαλλόμενον εἰς κανονικὴν χλωρίωσιν ὀφείλει νά ἐμφανίξῃ
σταθερῶς Π.Α.Κ. μικρότερον τοῦ 1 ἀνά 100 ml ὕδατος.

Ἐὰν ἐμφανισθῇ ἐν δείγμα ἐκ τοῦ δικτύου διανομῆς μὲ Π.Α.Κ. ἀπὸ 1 ἕως 2
ἀνά 100 ml ὕδατος, δεόν νά γίνῃ κατ' ἀρχὴν ἐλεγχος τῆς ἐγκαταστάσεως χλωριώ-
σεως καὶ ἀποκατάστασις τῆς τυχόν μὴ κανονικῆς λειτουργίας αὐτῆς. Ἐὰν δὲν δια-
πιστωθῇ ἐλάττωμα εἰς τὴν ἐγκατάστασιν χλωρίωσης ἢ ἐμφανισθῇ ἐν δείγμα μὲ

1. Ἡ παρ. 1 τοῦ ἄρθρου 6 τίθεται ὡς ἀντικατεστάθη διὰ τῆς Γ4)1722)24.9.74 (ΦΕΚ
988)7.10.74 τ. Β') Ὑγ. Δ)ξ.εως.



Π.Α.Κ. μεγαλύτερον του 2 ανά 100 ml, δέον να γίνουν αι υπό του προηγουμένου εδαφίου προβλεπόμεναι ενέργειαι.

Πρός πληρεστέραν διερεύνησιν του θαθμού, της φύσεως και της προσλεύσεως της τυχόν εμφανιζομένης εις τας άνωτέρω περιπτώσεις (εδαφ. 1 1. και 1. 2.) μολύνσεως συνιστάται, όπως άφ' ενός διαμοιράζωνται κατά την εξέτασιν τά συμπληρωματικώς λαμβανόμενα δείγματα εις ομάδας δόσεων ελαττωμένου όγκου εις τρόπον, ώστε να καθίσταται έφικτός ο ακριβέστερος προσδιορισμός του Π.Α.Κ. και άφ' άλλου επιδιώκεται ή εν τω μέτρω της προάλλομένης έκάστοτε σκαπιμότητος επέκτασις της έρεύνης επί των χαρακτηρισμών των άνιχνευομένων ένδεικτικῶν μολύνσεως μικροοργανισμών.

Παράλληλως προς την έρευναν διά την άνιχνεύσιν της παρουσίας κολοβακτηριδιοειδῶν εις τό ύδωρ, δέον να προσδιορίζεται και ο συνολικός αριθμός των άναπτυσσομένων μικροβιακῶν σπειριῶν έξ ενός (1) ml εξεταζομένου ύδατος, υπό σταθεροτύπου εργαστηριακῆς συνθήκας. Πάσα άσυνήθης αύξησις του αριθμού τούτου ύποδηλοῖ ένδεχόμενον έκτάκτου ρυπάνσεως του ύδατος και δέον να αναζητῶνται τά αίτια και να λαμβάνωνται τά απαιτούμενα μέτρα προς έξουδετέρωσιν αὐτῶν.

2. Δ ε ι γ μ α τ ο λ η ψ ί α.

Ο έλεγχος της τηρήσεως των καθαρισθεισῶν από μικροβιολογικῆς πλευρᾶς απαιτήσεων του παρόντος Κανονισμοῦ θα βασίζεται επί εξετάσεων δειγμάτων, λαμβανομένων έξ αντιπροσωπευτικῶν σημείων ολοκλήρου του δικτύου διανομῆς και δὴ υπό τὰς προσηκούσας κανονικῆς συνθήκας άσήτητου λήψεως των δειγμάτων τούτων έντός φορητῶν φυγείων και ταχίστης μεταφορᾶς των οὕτω συντηρουμένων δειγμάτων εις τό εργαστήριον προς εξέτασιν έντός του όραχύτερου δυνατοῦ χρονικοῦ διαστήματος, όπερ και άνώτατον όριον δέον να μή υπερβίη τό 12ωρον.

Η συχνότης και τά σημεία δειγματοληψίας θα καθορίζωνται κατάπιν έρεύνης ολοκλήρου του συστήματος ύδρεύσεως από της πηγῆς ύδροληψίας, μέχρι του καταναλωτοῦ και της έκτιμήσεως των ύφισταμένων πιθανοτήτων μολύνσεως του ύδατος ως και του θαθμοῦ προστασίας αὐτοῦ, θα έγκρίνωνται δὲ παρά των Υγειον. Αρχῶν.

Ο έλάχιστος αριθμός των λαμβανομένων και εξεταζομένων δειγμάτων κατά μήνα έν του συστήματος διανομῆς καθορίζεται ως κάτωθι:

Έξυπηρετούμενος πληθυσμός	Έλάχιστος αριθμός δειγμάτων κατά μήνα
Μέχρι 5.000 κατοίκων	1 δείγμα
Μέχρι 100.000 κατοίκων	1 ανά 5.000 κατοίκους
Άνω των 100.000 κατοίκων	Προστίθεται: 1 ανά 10.000 κατοίκους

Έπί οιασδήποτε τροποποιήσεως των γεωλογικῶν ή άλλων συνθηκῶν (σεισμοί, πλήμμυρα, ελάβαι του συστήματος κλπ.) επιβάλλεται ή άμεσος δειγματοληψία και εξέτασις του ύδατος.

Συνιστάται όπως τά λαμβανόμενα δείγματα καταμένουνται χρονικῶς κατά κανονικά διαστήματα. Κατωτέρω παρέχονται τά έλάχιστα χρονικά διαστήματα μεταξύ διαδοχικῶν δειγματοληψιῶν ανάλογως του έξυπηρετουμένου πληθυσμοῦ.

Έξυπηρετούμενος πληθυσμός	Μέγιστον χρονικόν διάστημα μεταξύ διαδοχικῶν δειγματοληψιῶν
Όλιγ. των 20.000 κατοίκων	1 μήν
20.000 — 50.000 κατοίκων	2 εβδομάδες
50.001 — 100.000 κατοίκων	4 ήμέραι
100.001 — 200.000 κατοίκων	2 ήμέραι
Άνω των 200.000 κατοίκων	1 ήμέρα

Δι' ύδρεύσεις έξυπηρετούσας πληθυσμόν κάτω των 5.000 κατοίκων αι Υγειονομικαι Αρχαι εύνονται να έγκρίνουν τον περιορισμόν του αριθμοῦ και της συχνό-



Π.Α.Κ. μεγαλύτερον τού 2 ανά 100 ml, δέον νά γίνουσι αὐτὰ ὑπὸ τοῦ προηγουμένου ἔδαφίου προσδλεπόμενα ἐνέργειαι.

Πρὸς πληρεστέραν διερεύνησιν τοῦ βαθμοῦ, τῆς φύσεως καὶ τῆς προελεύσεως τῆς τυχόν ἐμφανιζομένης εἰς τὰς ἀνωτέρω περιπτώσεις (ἔδαφ. 1. 1. καὶ 1. 2.) μόλυβδος συνιστᾶται, ὅπως ἀπ' ἐνὸς διαμοιράζωνται κατὰ τὴν ἐξέτασιν τὰ συμπληρωματικῶς λαμβανόμενα δείγματα εἰς ὁμάδας δόσεων ἐλαττουμένου ὄγκου εἰς τρόπον, ὥστε νά καθίσταται ἐφικτὸς ὁ ἀκριδέστερος προσδιορισμὸς τοῦ Π.Α.Κ. καὶ ἀπ' ἐτέρου ἐπιδιώκεται ἡ ἐν τῷ μέτρῳ τῆς προβαλλομένης ἐκάστοτε σκοπιμότητος ἐπέκτασις τῆς ἐρεύνης ἐπὶ τῶν χαρακτήρων τῶν ἀνιχνευομένων ἐνδεικτικῶν μολύνσεως μικροοργανισμῶν.

Παραλλήλως πρὸς τὴν ἐρευναν διὰ τὴν ἀνίχνευσιν τῆς παρουσίας κολοβακτηριδιοειδῶν εἰς τὸ ὕδωρ, δέον νά προσδιορίζεται καὶ ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς τῶν ἀναπτυσσομένων μικροβιακῶν ἀπεικικῶν ἐξ ἐνὸς (1) ml ἐξεταζομένου ὕδατος, ὑπὸ σταθεροτύπου ἐργαστηριακῆς συνθήκας. Πᾶσα ἀσυνήθης αὐξήσις τοῦ ἀριθμοῦ τούτου ὑποδηλοῖ ἐνδεχόμενον ἐκτάκτου ρυπάνσεως τοῦ ὕδατος καὶ δέον νά ἀναζητῶνται τὰ αἷτια καὶ νά λαμβάνωνται τὰ ἀπαιτούμενα μέτρα πρὸς ἐξουδετέρωσιν αὐτῶν.

2. Δειγματοληψία.

Ὁ ἔλεγχος τῆς τηρήσεως τῶν καθορισθειῶν ἀπὸ μικροβιολογικῆς πλευρᾶς ἀπαιτήσεων τοῦ παρόντος Κανονισμοῦ θά βασίζεται ἐπὶ ἐξετάσεων δειγμάτων, λαμβανομένων ἐξ ἀντιπροσωπευτικῶν σημείων ὁλοκλήρου τοῦ δικτύου διανομῆς καὶ δὴ ὑπὸ τὰς προσηκούσας κανονικὰς συνθήκας ἀσήπτου λήψεως τῶν δειγμάτων τούτων ἐντὸς φορητῶν ψυγείων καὶ ταχίστης μεταφορᾶς τῶν οὕτω συντηρουμένων δειγμάτων εἰς τὸ ἐργαστήριον πρὸς ἐξέτασιν ἐντὸς τοῦ βραχυτέρου δυνατοῦ χρονικοῦ διαστήματος, ὅπερ κατ' ἀνώτατον ὄριον δέον νά μὴ ὑπερβαίῃ τὸ 12 ὡρον.

Ἡ συχνότης καὶ τὰ σημεῖα δειγματοληψίας θά καθορίζονται κατόπιν ἐρεύνης ὁλοκλήρου τοῦ συστήματος ὑδρεύσεως ἀπὸ τῆς πηγῆς ὑδροληψίας μέχρι τοῦ καταναλωτοῦ καὶ τῆς ἐκτιμήσεως τῶν ὑφισταμένων πιθανοτήτων μόλυνσεως τοῦ ὕδατος ὡς καὶ τοῦ βαθμοῦ προστασίας αὐτοῦ, θά ἐγκρίνωνται δὲ παρὰ τῶν Ὑγειον. Ἀρχῶν.

Ὁ ἐλάχιστος ἀριθμὸς τῶν λαμβανομένων καὶ ἐξεταζομένων δειγμάτων κατὰ μῆνα ἐκ τοῦ συστήματος διανομῆς καθορίζεται ὡς κάτωθι:

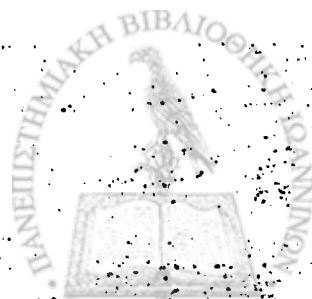
Ἐξυπηρετούμενος πληθυσμὸς	Ἐλάχιστος ἀριθμὸς δειγμάτων κατὰ μῆνα
Μέχρι 5.000 κατοίκων	1 δείγμα
Μέχρι 100.000 κατοίκων	1 ἀνὰ 5.000 κατοίκους
Ἄνω τῶν 100.000 κατοίκων	Προστίθεται 1 ἀνὰ 10.000 κατοίκους

Ἐπὶ οἰασδήποτε τροποποιήσεως τῶν γεωλογικῶν ἢ ἄλλων συνθηκῶν (σεισμοί, πλήμμυραι, δάβαι τοῦ συστήματος κ.λ.π.) ἐπιβάλλεται ἡ ἄμεσος δειγματοληψία καὶ ἐξέτασις τοῦ ὕδατος.

Συνιστᾶται ὅπως τὰ λαμβανόμενα δείγματα κατανέμονται χρονικῶς κατὰ κανονικὰ διαστήματα. Κατωτέρω παρέχονται τὰ ἐλάχιστα χρονικὰ διαστήματα μεταξὺ διαδοχικῶν δειγματοληψιῶν ἀναλόγως τοῦ ἐξυπηρετουμένου πληθυσμοῦ.

Ἐξυπηρετούμενος πληθυσμὸς	Μέγιστον χρονικὸν διάστημα μεταξὺ διαδοχικῶν δειγματοληψιῶν
Ὀλιγ. τῶν 20.000 κατοίκων	1 μῆν
20.000 — 50.000 »	2 ἑβδομάδες
50.001 — 100.000 »	4 ἡμέραι
100.001 — 200.000 »	2 ἡμέραι
Ἄνω τῶν 200.000 »	1 ἡμέρα

Δι' ὑδρεύσεις ἐξυπηρετούσας πληθυσμὸν κάτω τῶν 5.000 κατοίκων αἱ Ὑγειονομικαὶ Ἀρχαὶ δύνανται νά ἐγκρίνουσι τὸν περιορισμὸν τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τῆς συχνότητος



τητος των εξετάσεων κάτω των προμηθευτών όριων, εις ας περιπτώσεις εκ παί-
ρας, προηγουμένων εξετάσεων η άλλων άσφαλών δεδομένων, προσερχομένων εξ ύγει-
ονομικής έρεύνης του συνόλου του συστήματος ύδρεύσεως, προκύπτει ότι το ύδωρ
πληροί σταθερώς τας άπαιτήσεις του παρόντος.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΞΕΤΑΣΕΩΣ — Έργαστήρια

Άρθρον 8. 1. Μέθοδοι: Αί άπαιτούμεναι έργαστηριακά εξετάσεις
και αναλύσεις δια τον προσδιορισμόν των φυσικών, χημικών και μικροβιολογικών
χαρακτηρισμών του ύδατος, ως και η διατύπωσης των σχετικών αποτελεσμάτων θα
έκτελώνται, μέχρι της δημοσιεύσεως Έλληνικών Κανονισμών, βάσει της τελευταίας
εκάστοτε έκδόσεως των (Προτύπων Μεθόδων Έξετάσεως του Ύδατος και Λυμά-
των) των Η.Π.Α. («Standard Methods for the Examination of Water and
Wastewater»).

2. Έργαστήρια:

Πάσαι αι εξετάσεις θα εκτελώνται εις δημόσια έργαστήρια η εξουσιοδοτημένα
υπό των Ύγειονομικών Αρχών έργαστήρια νοσοκομείων η και ιδιωτικά τοιαύτα,
δυνάμενα να εκτελέσουν τοιαύτας εξετάσεις.

Δ'. ΥΠΕΥΘΥΝΟΙ ΚΑΙ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ

Άρθρον 9. 1. Υπεύθυνος δια την εφαρμογήν των όρων της παρούσης
Ύγειονομικής Διατάξεως, ητοι την μελέτην, κατασκευήν, λειτουργίαν και συντήρη-
σιν του συστήματος ύδρεύσεως, την διενέργειαν ύγειονομικών αναγνωρίσεων και
έκτέλεσιν έργαστηριακών εξετάσεων, την τήρησιν αρχείου και ήμερολογίου και έν
γένει δια την λήψιν παντός μέτρου προς εξασφάλισιν κανονικής παροχής μονίμως
ύγιεινού ύδατος καθίσταται:

α) Προκειμένου περι ύδρεύσεων Δήμων η Κοινοτήτων η Δημοτική η Κοινο-
τική Αρχή η ό τυχόν επιφορτισμένος με την διαχείρισιν της ύδρεύσεως Όργανι-
σμός η Έπιχείρησις.

β) Δια τας βιομηχανίας, ιδρύματα κ.λπ., τά όποια διαθέτουν ιδίαν ύδρευσιν,
η διεύθυνσις αυτών.

γ) Δια τας ιδιωτικάς ύδρεύσεις οι ιδιοκτήται η νομεις των έγκαταστάσεων
ύδρεύσεως.

2. Ό υπεύθυνος δια την ύδρευσιν υποχρεούται όπως:

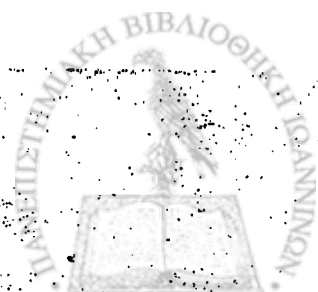
α) Θέτη εις την διάθεσιν των Ύγειονομικών Αρχών, τό τηρούμενον αρχείον
ύγειονομικών αναγνωρίσεων και έργαστηριακών εξετάσεων, τό ήμερολόγιον της
ύδρεύσεως, ως και πᾶσαν πληροφορίαν, άφορώσαν εις την έκλογήν της πηγής ύδρο-
ληψίας, την μελέτην, κατασκευήν, λειτουργίαν και συντήρησιν του συστήματος ύ-
δρεύσεως, τό χρησιμοποιούμενον προσωπικόν κ.λπ., εις τρόπον, ώστε να δύνανται
αυται να σχηματίσουν σαφή γνώμην περι της καταστάσεως της ύδρεύσεως.

β) Γνωστοποιή άμέσως εις τό άρμόδιον Ύγειονομικόν Κέντρον πάντα έμφα-
νιζόμενον ύγειονομικόν κίνδυνον, ως και τά λαμβανόμενα μέτρα προς εξουδετέρωσιν
αυτου.

γ) Συμμορφούται προς τας υποδείξεις των άρμόδιων Ύγειονομικών Αρχών.

Ε'. ΙΣΧΥΣ — ΕΦΑΡΜΟΓΗ — ΚΥΡΩΣΕΙΣ

Άρθρον 10. Ισχύς: 1. Η παρούσα Ύγειονομική Διαταξη ισχύει καθ'
άπασαν την Έπικράτειαν. Η ισχύς ταύτης άρχεται μετά εξ (6) μήνας από της δη-
μοσιεύσεώς της εις την Έφημερίδα της Κυβερνήσεως.



2. Πάσα προγενεστέρη διάταξις γενική ή ειδική, ρυθμίζουσα άλλως τή υπό τής παρούσης διεπόμενα, καταργείται.

3. Δι' ύδρευσεις, αι οποίαι δέν θά καταστή δυνατόν νά συμμορφωθοῦν πρός τήσ απαιτήσεις τής παρούσης Διατάξεως έντός τής ως άνω θμήνου προθεσμίας, δύναται νά επιτραπῆ υπό τών Υγειονομικών Αρχών ή σταδιακή συμμόρφωσις μετ' εκτίμησιν τών ύφισταμένων δυνατοτήτων και έφ' όσον δέν δημιουργούντι ως εκ τούτου κίνδυνοι διά τήν Δημοσίαν υγείαν.

Άρθρον 11. Έφαρμογή: Η εκτέλεσις τής παρούσης ανατίθεται εις τήσ Υγειονομικήσ Αρχήσ.

Άρθρον 12. Κυρώσεις: 1. Οι παραβάται τής παρούσης διώκονται και τιμωροῦνται κατά τήσ διατάξεις του Ποινικού Κώδικος, εκτός εάν υπό άλλήσ γενικήσ ή ειδικήσ διατάξεως προβλέπωνται αυστηρότεραι ποινάι, δε ισχύουν αι τελευταίαι αύται.

2. Έν περιπτώσει ύποτροπήσ έντός έτους, οι παραβάται τιμωροῦνται κατά τή άρθρον 458 του Ποινικού Κώδικος.



17.10. Αγγλοελληνική ορολογία

- Action : Δράση
Agreement, convention : Συνθήκη
American Public Health Association (APHA) : Αμερικανική Οργάνωση Δημόσιας Υγείας
Artesian spring source : Αρτεσιανή πηγή
Assessment, Risk : Αξιολόγηση, κινδύνου
Break, crack : Ρωγμή
Coliforms : Κολοβακτηριοειδή
Communicable disease control : Έλεγχος μεταδοτικών νοσημάτων
Conference : Διάσκεψη
Contamination : Μόλυνση
Control : Έλεγχος
Cost : Κόστος
Cover : Κάλυμμα
Declaration : Διακήρυξη
Development : Ανάπτυξη
Discharge : Εκκένωση
Disease : Νόσος
Disease control : Έλεγχος νοσήματος
District : Περιφέρεια
Document : Έγγραφο
Drinking water : Πόσιμο νερό
Enterococcus : Εντερόκοκκος
Evaluation : Αποτίμηση
Feecal : Κοπρανώδη
Food and Agriculture Organization (FAO) : Παγκόσμιος Οργανισμός Γεωργίας και Τροφίμων
Foundation : Ίδρυμα
Frequency : Συχνότητα
Gastrointestinal disease : Γαστρεντερίτις
Groundwater : Υπόγεια νερά
Guidelines : Κατευθυντήριες οδηγίες
Hazard, risk : Κίνδυνος
Health : Υγεία
Health Education : Αγωγή Υγείας
Hepatitis : Ηπατίτιδα
Indicators : Δείκτες
Infection : Λοίμωξη
Inspection : Αναγνώριση
Latrines : Αποχωρητήρια
Leakage : Διαρροή
Legislation : Νομοθεσία
Life : Ζωή
Local, on the spot : Επιτόπια
Manhole : Φρεάτιο
Masonry : Λιθοδομή
Monitoring : Παρακολούθηση
Natural spring source : Φυσική πηγή



Outflow : Εκροή
Overflowing : Υπερχείλιση
Physical environment : Φυσικό περιβάλλον (με την παρέμβαση του ανθρώπου, ανθρωπογενές)
Poisoning : Δηλητηρίαση
Pollution : Ρύπανση
Prevention : Πρόληψη
Principle : Αρχή
Protected spring source : Προστατευμένη πηγή
Protection : Προστασία
Protocol : Πρωτόκολλο
Provide, provision : Παροχή
Public health : Δημόσια Υγεία (αν αναφέρεται σε κατάσταση)
Quality indicators : Δείκτες ποιότητας
Region, area : Περιοχή
Regulations : Κανονισμός
Remedial action : Επανορθωτική δράση
Research : Έρευνα
Review : Επιθεώρηση
Risk estimation : Εκτίμηση κινδύνου
Sanitary inspection : Υγιεινολογική Αναγνώριση
Sewerage : Αποχετευτικό δίκτυο
Solid waste : Στερεά απορρίμματα
Spring box : Υδατοστεγής δεξαμενή (κουτί πηγής)
Spring source : Πηγές
Standard : Όριο
Standards : Προδιαγραφές
Streptococcus : Στρεπτόκοκκος
Surface : Επιφανειακή
Unhealthy : Ανθυγιεινός
Unprotected spring source : Απροστάτευτη πηγή
Ventilation, aeration : Εξαερισμός
Waste : Απόβλητα
Waste waters : Λύματα
Water abstraction : Αντληση νερού
Water table : Υδροφόρος ορίζοντας
Water tower : Συλλεκτήρια δεξαμενή
Water trap, catcher : Υδάτινη συλλογή
Watershed : Λεκάνη απορροής
Watertight layer : Στεγανό στρώμα
World Health Association (WHO) : Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ)
Zone : Ζώνη



17.11. Έλληνο-αγγλική ορολογία και ευρετήριο

- Αγωγή Υγείας : Health Education, σελ. 59
Αμερικανική Οργάνωση Δημόσιας Υγείας : American Public Health Association (ΑΡΗΑ), σελ. 143
Αναγνώριση : inspection, σελ. 73
Ανάπτυξη : Development, σελ. 32
Ανθυγιεινός : Unhealthy, σελ. 20
Αντληση νερού : Water abstraction, σελ. 8
Αξιολόγηση, κινδύνου: Assessment, Risk, σελ. 72
Απόβλητα : Waste, σελ. 25
Αποτίμηση : Evaluation, σελ. 72
Αποχετευτικό δίκτυο: Sewerage, σελ. 16
Αποχωρητήρια : Latrines, σελ. 20
Απροστάτευτη πηγή : Unprotected spring source, σελ. 19
Αρτεσιανή πηγή : Artesian spring source, σελ. 19
Αρχή : Principle, σελ. 84
Γαστρεντερίτις : Gastrointestinal disease, σελ. 63
Δείκτες : Indicators, σελ. 40
Δείκτες ποιότητας : Quality indicators, σελ. 54
Δηλητηρίαση : Poisoning, σελ. 38
Δημόσια Υγεία : Public health (αν αναφέρεται σε κατάσταση), σελ. 66
Διακήρυξη : Declaration, σελ. 8
Διαρροή : Leakage, σελ. 74
Διάσκεψη : Conference, σελ. 9
Δράση : Action, σελ. 10
Έγγραφο : Document, σελ. 9
Εκκένωση : discharge, σελ. 18
Εκροή : Outflow, σελ. 18
Εκτίμηση κινδύνου : Risk estimation, σελ. 73
Έλεγχος : Control, σελ. 18
Έλεγχος μεταδοτικών νοσημάτων : Communicable disease control, σελ. 62
Έλεγχος νοσήματος : Disease control, σελ. 61
Εντερόκοκκος : Enterococcus, σελ. 57
Εξαερισμός : ventilation, aeration σελ. 18
Επανορθωτική δράση : Remedial action, σελ. 75
Επιθεώρηση : Review, σελ. 35
Επιτόπια : local, on the spot, σελ. 73
Επιφανειακή : Surface, σελ. 20
Έρευνα : Research, σελ. 101
Ζωή : Life, σελ. 104
Ζώνη : Zone, σελ. 25
Ηπατίτιδα : Hepatitis, σελ. 64
Ίδρυμα : Foundation, σελ. 103
Κάλυμμα : cover, σελ. 115, 21
Κανονισμός : Regulations, σελ. 10
Κατευθυντήριες οδηγίες : Guidelines, σελ. 143
Κίνδυνος : Hazard, risk, σελ. 25
Κολοβακτηριοειδή : Coliforms, σελ. 56
Κοπρανώδη : Faecal, σελ. 56



Κόστος : Cost, σελ. 9
Λεκάνη απορροής : Watershed, σελ. 25
Λιθοδομή : Mansory, σελ. 20
Λοίμωξη : Infection, σελ. 4
Λύματα : Waste waters, σελ. 31
Μόλυνση : Contamination, σελ. 31
Νομοθεσία : Legislation, σελ. 9
Νόσος : Disease, σελ. 60
Όριο : Standard, σελ. 32
Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ)= World Health Association (WHO), σελ. 81,143
Παγκόσμιος Οργανισμός Γεωργίας και Τροφίμων : Food and Agriculture Organization (FAO), σελ. 2
Παρακολούθηση : Monitoring, σελ. 22
Παροχή : Provide, provision, σελ. 7
Περιοχή : Region, area, σελ. 9
Περιφέρεια : District, σελ. 10
Πηγές : spring source, σελ. 10
Πόσιμο νερό : Drinking water, σελ. 32
Προδιαγραφές : Standards, σελ. 14
Πρόληψη : Prevention, σελ. 103
Προστασία : Protection, σελ. 24
Προστατευμένη πηγή = Protected spring source, σελ. 18
Πρωτόκολλο : Protocol, σελ. 10
Ρύπανση : Pollution, σελ. 31
Ρωγμή : Break, crack, σελ. 19
Στεγανό στρώμα : watertight layer, σελ. 18
Στερεά απορρίμματα : Solid waste, σελ. 25
Στρεπτόκοκκος : Streptococcus, σελ. 57
Συλλεκτήρια δεξαμενή : Water tower, σελ. 17
Συνθήκη : agreement, convention, σελ. 9
Συχνότητα : Frequency, σελ. 129
Υγεία : health, σελ. 9
Υγιεινολογική Αναγνώριση : Sanitary inspection, σελ. 67
Υδάτινη συλλογή : water trap, catcher, σελ. 18
Υδατοστεγής δεξαμενή (κουτί πηγής) : spring box, σελ. 18
Υδροφόρος ορίζοντας : Water table, σελ. 18
Υπερχείλιση : Overflowing, σελ. 18
Υπόγεια νερά : Groundwater, σελ. 19
Φρεάτιο : manhole, σελ. 18
Φυσική πηγή : Natural spring source, σελ. 20
Φυσικό περιβάλλον (με την παρέμβαση του ανθρώπου, ανθρωπογενές) : Physical environment, σελ. 103



17.12. Ερμηνευτήριο όρων

Αξιολόγηση κινδύνου (Risk assessment) : Μια επιστημονικά δομημένη διαδικασία που αποτελείται από τα παρακάτω στάδια : α) την ταυτοποίηση του κινδύνου β) τον χαρακτηρισμό του κινδύνου γ) τον προσδιορισμό της έκθεσης στον παράγοντα που προκαλεί τον κίνδυνο δ) τον χαρακτηρισμό της επικινδυνότητας. Διακρίνεται σε ποσοτική αξιολόγηση κινδύνου (quantitative risk assessment) και ποιοτική αξιολόγηση κινδύνου (qualitative risk assessment). Η ποσοτική αξιολόγηση κινδύνου παρέχει αριθμητικές εκφράσεις της επικινδυνότητας καθώς και τις ενδείξεις της συνακόλουθης αβεβαιότητας. Η ποιοτική αξιολόγηση κινδύνου βασίζεται σε δεδομένα που ενώ δεν συνιστούν κατάλληλη βάση για αριθμητική εκτίμηση της επικινδυνότητας επιτρέπουν όμως την κατάταξη της επικινδυνότητας και την κατηγοριοποίηση της σε διακριτές κατηγορίες κινδύνου.

Βιώσιμη ανάπτυξη (Sustainable development) - Ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να βάζει σε κίνδυνο την δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους.

Δείκτες (Indicators) – Μεταβλητές που βοηθούν να μετρώνται αλλαγές στην κατάσταση υγείας άμεσα ή έμμεσα και να αξιολογείται η έκταση στην οποία οι αντικειμενικοί σκοποί και στόχοι ενός προγράμματος έχουν επιτευχθεί. Για την υγεία χρησιμοποιούνται τόσο ποσοτικοί όσο και ποιοτικοί δείκτες.

Δημόσια Υγιεινή (Public Health) – Η επιστήμη και τέχνη της πρόληψης των ασθενειών, της επαύξησης της ζωής, της προαγωγής της πνευματικής και σωματικής υγείας και αποδοτικότητας μέσω οργανωμένων προσπαθειών της κοινότητας. Η δημόσια υγιεινή μπορεί να θεωρηθεί ως οι δομές και διαδικασίες με τις οποίες η υγεία των πληθυσμών περιφρουρείται και προάγεται μέσω οργανωμένων προσπαθειών της κοινωνίας.

Διαχείριση του κινδύνου (Risk management) – Η εναλλακτική πολιτική και δράσεις που ακολουθούνται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την αξιολόγηση του κινδύνου και που αν χρειαστεί μπορούν να περιλαμβάνουν την επιλογή και την εφαρμογή κατάλληλων ελέγχων ή ακόμα και ρυθμιστικών κανονισμών.

Δράση της τοπικής κοινωνίας για υγεία (Community action for health) – Συλλογικές προσπάθειες της τοπικής κοινωνίας που στοχεύουν να θέσουν υπό τον έλεγχό της τα αίτια της υγείας, βελτιώνοντας την μ' αυτόν τον τρόπο.

Έκβαση, Αποτέλεσμα (Outcome) – Στο χώρο της υγείας, το αποτέλεσμα ή ο αντίκτυπος (impact) των μέτρων πολιτικής ή των υγειονομικών παρεμβάσεων από την άποψη της αλλαγής της υγειακής κατάστασης ή συμπεριφοράς.

Κίνδυνος (Risk) – Είναι η συνάρτηση της πιθανότητας να συμβεί ένα μη αντιστρεπτό πρόβλημα υγείας και της σπουδαιότητας του εν λόγω προβλήματος που οφείλεται σε ένα παράγοντα που εμφανίζεται στην τροφή ή το νερό.

Παράγοντας κινδύνου (Risk factor) – Κοινωνική, οικονομική ή βιολογική κατάσταση, συμπεριφορά ή περιβάλλον που σχετίζεται με ή προκαλεί αυξημένη ευπάθεια (Susceptibility) σ' ένα συγκεκριμένο νόσημα, κακή υγεία (ill health) ή κάκωση (injury)..

Περιβαλλοντική Υγιεινή, Υγιεινή Περιβάλλοντος (Environmental health) – Εκείνες οι πλευρές της ανθρώπινης υγείας και νόσου που καθορίζονται από παράγοντες του περιβάλλοντος. Επίσης αναφέρεται στη θεωρία και πράξη της αξιολόγησης και του ελέγχου των παραγόντων του περιβάλλοντος που δυνητικά μπορούν να απειλήσουν την υγεία. Η περιβαλλοντική υγιεινή περιλαμβάνει τόσο τις άμεσες παθολογικές δράσεις των χημικών, της ακτινοβολίας και κάποιων βιολογικών παραγόντων όσο και τις δράσεις

(συχνά έμμεσες) πάνω στην υγεία και ευεξία του ευρύτερου φυσικού, ψυχολογικού, κοινωνικού και αισθητικού περιβάλλοντος, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται και η πολιτική στέγασης, η αστική ανάπτυξη, η χρήση γης και οι μεταφορές.

Ποιότητα ζωής (Quality of life) – Η αίσθηση των ατόμων ή των ομάδων ότι ικανοποιούνται οι ανάγκες τους και ότι δεν στερούνται τις ευκαιρίες να πετύχουν ευτυχία (happiness) και πληρότητα (fulfillment).

Στρατηγική (Strategy) – Μια μακροπρόθεσμη και συνολική (comprehensive) πορεία δράσης που παρέχει το πλαίσιο για επιμέρους δραστηριότητες και γεγονότα.

Υγεία (Health) – 1. «Υγεία είναι η κατάσταση πλήρους σωματικής, πνευματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι μόνο η απουσία αρρώστιας ή αναπηρίας (καταστατικό ΠΟΥ)». 2. Η μείωση της θνησιμότητας, νοσηρότητας ή ανικανότητας που οφείλονται σε ανιχνεύσιμη νόσο ή διαταραχή και η αύξηση του υποκειμενικά αντιληπτού επιπέδου υγείας. Ο πρώτος ορισμός εκφράζει ένα ιδανικό, που θα πρέπει να είναι ο σκοπός όλων των δραστηριοτήτων υγειακής ανάπτυξης (δηλ. η υγεία ως ένα θεμελιώδες ανθρώπινο δικαίωμα και παγκόσμιος κοινωνικός σκοπός). Ωστόσο δεν επιδέχεται αντικειμενική μέτρηση, και για εργασιακούς σκοπούς απαιτείται ένας πιο στενός ορισμός ο δεύτερος ορισμός χρησιμοποιείται συνήθως για αυτόν τον σκοπό (π.χ. στις στατιστικές της υγείας).

