

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΗΤΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΠΟΛΟΓΙΑ



ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΥ ΤΗΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΜΑΡΙΑ ΛΑΖΑΡΑΚΗ

ΝΕΝΤΕΛΚΟΥ ΤΖΕΩΡΤΖΕΤΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΚΚΙΝΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

2008

**HIGHEST TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE
OF CRETE
DEPARTMENT OF HUMAN NUTRITION AND DIETETICS
DIVISION OF T.E.I IN SITIA**

**SUBJECT OF GRADUATION WORK:
RESEARCH OF DRINKING WATER QUALITY AND THE
PARAMETERS ARE COMPOSED**

**STUDENTS: MARIA LAZARAKI
NEDELCU GEORGETA
INTRODUCER: KOKKINAKIS EMMANUEL**

SITIA 2008.

Ευχαριστίες...

Ευχαριστούμε τον κ. Μανόλη Κοκκινάκη για τον πολύτιμο χρόνο και την υπομονή που επέδειξε σε όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας η οποία ήταν άψογη.

Επίσης ευχαριστούμε τον κ. Νίκο Λαπιδάκη για την κατανόηση και τη συμμετοχή του στη κριτική επιτροπή.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Γιώργο Φραγκιαδάκη που όλα τα χρόνια των σποδών μας στο Τμήμα Διατροφής και Διαιτολογίας, μας έδινε κουράγιο και δύναμη να συνεχίσουμε το έργο μας.

Περίληψη.

Το νερό και κατ'επέκταση τα υδάτινα οικοσυστήματα είναι η σημαντικότερη πηγή ζωής των οργανισμών και είναι σημαντικό τόσο στην διατήρηση της βιοπικουιλότητας στον πλανήτη αλλά και της ίδιας μας της ζωής. Το νερό έχει περιβαλλοντική, υγειονομική αλλά και διατροφική σημασία. Στο πλαίσιο της πτυχιακής αυτής γίνεται μια προσπάθεια σύνδεσης της περιβαλλοντικής με την υγειονομική αλλά και την διατροφική του σημασία. Κύριος βέβαια σκοπός είναι η διερεύνηση των παραμέτρων που επηρεάζουν και χαρακτηρίζουν την ποιότητα του νερού καθώς και διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι δημόσιοι φορείς εξασφαλίζουν την καταλληλότητα του πόσιμου νερού. Γίνεται αναφορά στους παράγοντες που επιβαρύνουν την ποιότητα του νερού καθώς και αναφορά αλλά και εφαρμογή μέτρησης των παραμέτρων που πρέπει να ελέγχονται προκειμένου να χαρακτηριστεί το νερό ασφαλές για κατανάλωση. Οι υδατογενείς επιδημίες αποτελούν μάστιγα στις «*τρίτες χώρες*», σε πολλές όμως περιπτώσεις οι ασθένειες αυτές παρουσιάζονται και στις αναπτυγμένες χώρες και όντως οφείλονται σε μη σωστή εφαρμογή όλων όσων πρέπει να εφαρμόζονται σύμφωνα με την διεθνή αλλά και εθνική νομοθεσία. Η διασφάλιση της ποιότητας του νερού είναι από τα πιο σοβαρά και επίκαιρα θέματα της καθημερινότητας μας, και προς αυτή την κατεύθυνση ζητάμε από όλους? να συμμετάσχουν στην διατήρηση τόσο της ποιότητας αλλά και της ποσότητας του.

Abstract.

Water and water ecosystems are the most important sources of life, vital for sustaining biodiversity and human life. Water has environmental, hygienic and nutritional values. In this research, we try to connect environmental with hygienic as well as with the nutritional importance of water. The main target of this study was the investigation of the parameters affecting the quality of water and the exploration of methodologies that public control authorities follow in order to provide water quality. We present the parameters affecting water quality as well as specific research, using laboratory methods in order to measure those parameters, according to Greek and European legislation. Water borne diseases affecting third world countries are presented, in order to analyze the negative effect of not following the required water law. Sustaining water quality is important and an every day necessity and we have to contribute to water safety and to proper water management.

Περιεχόμενα.

Σελίδα

Πρόλογος.....8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟ9

- 1.1. Ο υδρολογικός κύκλος του νερού.....10
 - Οι υδροφόροι ορίζοντες.....11
 - Νερό πηγή ζωής, υδάτινα συστήματα και υδρόβιοι μικροοργανισμοί.....12
- 1.2. Χημεία υπογείων φυσικών υδάτων.....15
 - Περιβαλλοντικές επιδράσεις και σύσταση των υπογείων υδάτων.....16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ.....18

- 2.1. Εκτίμηση της ποιότητας των νερών που προορίζονται για κατανάλωση.....19
- 2.2. Κατανομή των φυσικών και χημικών παραμέτρων του πόσιμου νερού.....20
 - Οργανοληπτικές παράμετροι.....22
 - Φυσικοχημικές παράμετροι25
- 2.3. Ο υδροχημικός χαρακτήρας πόσιμου νερού.....34
- 2.4. Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες στο πόσιμο νερό.....39
 - Ενώσεις αζώτου και θρεπτικά στοιχεία υδάτινων οικοσυστημάτων.....40
- 2.5. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες στο πόσιμο νερό.....42
- 2.6. Μικροβιολογικές παράμετροι και η σημασία τους στο νερό.....43
 - Παθογόνοι μικροοργανισμοί.....44
 - Βασικά συμπεράσματα μικροβιολογικών δεικτών του νερού.....47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ.....48

- 3.1. Πηγες και διαδικασίες ρύπανσης υπόγειων νερών.....49
- 3.2. Κατηγορίες ρύπων υδάτινων συστημάτων.....52

Υδρογονάνθρακες.....	53
Αζωτούχα και φωσφορικά λιπάσματα.....	56
Φυτοφάρμακα.....	58
Βαρέα μέταλλα και μεταλλοειδή.....	60
Ενδοκρινικοί διαταράκτες.....	62
3.3. Προβλήματα ποιότητας και ρύπανσης νερού στα νησιά	64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ.....65

4.1. Γιατί πρέπει να απομακρύνονται τα παθογόνα από το πόσιμο νερό	67
4.2. Γαστρεντερικές λοιμώξης υδατογενείς φύσεως	69
Οξεία Γαστρεντερίτιδα.....	70
4.3. Κρυπτοσποριδίωση	75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ.....77

5.1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Παράμετροι και παραμετρικές τιμές πόσιμου νερού	80
5.2. Ποιοτικές προδιαγραφές των παραμέτρων τιμών πόσιμου νερού	84
5.3. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: Παρακολούθηση πόσιμου νερού.....	86
5.4. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ: Προδιαγραφές για την ανάλυση των παραμέτρων πόσιμου νερού.....	91
5.5. Επανορθωτικές ενέργειες και περιορισμοί χρήσεως νερού.....	97
5.6. Σχετικά άρθρα της Ελληνικής Νομοθεσίας και της Ε.Ε. για την ποιότητα πόσιμου νερού.....	98
5.7. ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ ΔΥΓ2/Γ/Π/οικ. 38295/2007 (ΦΕΚ 630/τ.β./26-4-07) ΚΥΑ...104	
5.8. Υγειονομική αναγνώριση ποιότητας νερού.....	108

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....109

6.1. Αναπτυξιακή Φυσιογνωμία Δήμου	111
6.2. Οικονομικές Δραστηριότητες	112
Τάσεις προβλήματα /απασχόληση /ανεργία	117
6.3. Τρόπος Δράσης.....	118
6.4. Εργαστηριακές Αναλύσεις.....	118
6.5. Μεθοδολογίες Μικροβιολογικών αναλύσεων νερού	120
6.6. Δειγματοληψίες.....	128
6.7. Χλωρίωση.....	131
6.8. Διαγράμματα.....	132
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ / ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	141
7.1. Συμπεράσματα / Προτάσεις.....	141
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	142

Πρόλογος

Υπόγειο Νερό: ο αόρατος πόρος Groundwater: out of sight out of mind?

Πριν λίγα χρόνια σε δελτίο τύπου του εκτελεστικού γραμματέα του U.N.E.P. (United Nations Environmental Program) αναφερόταν ότι η παγκόσμια κρίση του νερού σε αντίθεση με την παγκόσμια ενεργειακή κρίση αποτελεί απειλή για την ίδια τη ζωή. Η κρίση του νερού είναι το πιο άμεσο και σοβαρό πρόβλημα για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

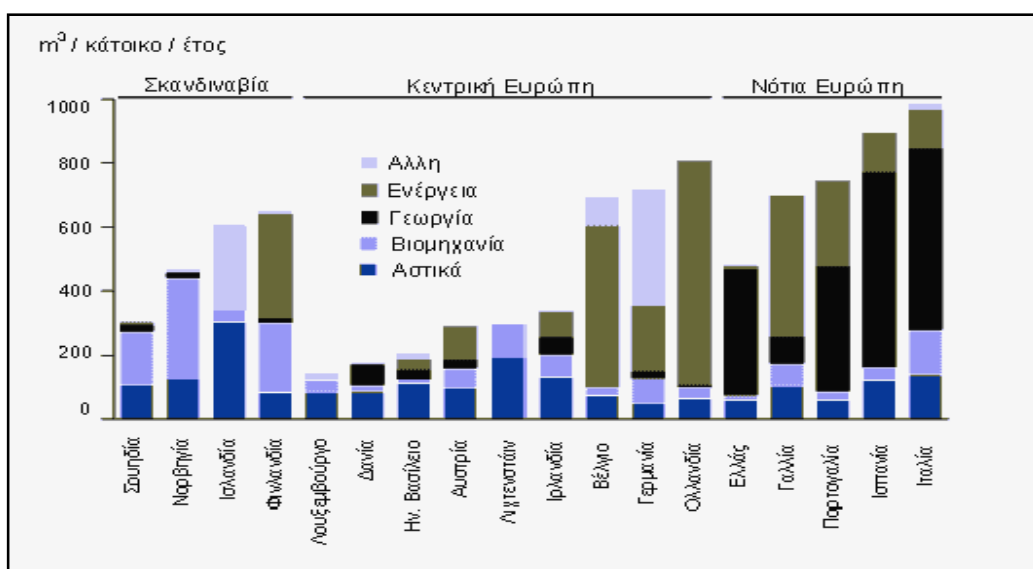
Το νερό δεν έχει σύνορα. Είναι ένας κοινός φυσικός πόρος του οποίου η διαφύλαξη απαιτεί τη διεθνή συνεργασία. Τα τελευταία χρόνια το θέμα της ποιότητας του πόσιμου νερού έχει προσελκύσει το παγκόσμιο ενδιαφέρον εξαιτίας της συνεχούς μείωσης των αποθεμάτων και της ρύπανσης ή μόλυνσης των υδροφόρων στρωμάτων. Το πολυτιμότερο αγαθό της ζωής είναι το νερό και η προστασία της δημόσιας υγείας από διάφορους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την υγιεινή του, είναι ύψιστος στόχος. Είναι αναγκαίος ο προσδιορισμός των πηγών ρύπανσης των υδάτινων αποθεμάτων, για τον έλεγχο των ρύπων με ένα περιβαλλοντικά ασφαλή και οικονομικά αποδεκτό τρόπο.⁽¹⁾ Ένας από τους σημαντικότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες, πολιτικής και κοινωνικο-οικονομικής πίεσης και αστάθειας σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι η ανεπάρκεια των υδάτινων αποθεμάτων (λειψυδρία) και η γεωγραφική κατανομή τους. Η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων και η εξάντληση των υδροφόρων σε πολλές περιοχές του κόσμου κυρίως στη Μέση Ανατολή είναι πολύ πιθανόν να οδηγήσουν σε μη αντιστρεπτά αποτελέσματα διαταράσσοντας την παγκόσμια ειρήνη.

Προβλέψεις για τις κλιματικές αλλαγές αναφέρουν αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας από 1-3,5 °C έως το 2030 που σε συνδυασμό με μείωση της βροχόπτωσης κατά 10 % είναι δυνατόν να προκαλέσουν 40 με 70 % μείωση των υδάτινων αποθεμάτων στις ημίξηρες (semi-arid) περιοχές του πλανήτη.⁽³⁾ Σύμφωνα με τους ειδικούς του World Water Forum, ένα δις. άνθρωποι δεν έχουν σήμερα στη διάθεσή τους καθαρό ασφαλές νερό. Κατά τους επιστήμονες και πολιτικούς αναλυτές, η έλλειψη του νερού μπορεί να είναι τα επόμενα χρόνια ό,τι και το πρόβλημα του πετρελαίου τη δεκαετία του '70, δηλαδή πηγή διεθνών συρράξεων και μεγάλων μεταβολών στις εθνικές οικονομίες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ

Είναι γνωστό σε όλους ότι το νερό είναι απαραίτητο για κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη μας. Το φυτικό και ζωικό βασίλειο εξαρτώνται πλήρως από το νερό. Η επίδραση του νερού είναι καθοριστική στη διαμόρφωση του καιρού αλλά ακόμη και στην τροποποίηση του εδαφικού αναγλύφου του πλανήτη μέσω διεργασιών όπως είναι η διάβρωση. Το νερό είναι ο κυριότερος συντελεστής οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης για κάθε χώρα, γιατί αποτελεί αναγκαιότητα για τη ζωή ανθρώπων και ζώων, για τη γεωργική παραγωγή, τη βιομηχανική και τουριστική ανάπτυξη. Οι υδατικές ανάγκες κάθε περιοχής εξαρτώνται από τον πληθυσμό, το κλίμα, και από το επίπεδο της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης που τη χαρακτηρίζει.

Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο μέρος της υδατικής κατανάλωσης αποδίδεται στη γεωργική δραστηριότητα και δευτερευόντως στην οικιστική ανάπτυξη (Εικόνα 1). Στις περισσότερες χώρες της Νότιας Ευρώπης το μεγαλύτερο ποσοστό υδατοκατανάλωσης απορροφάται από τη γεωργία, στην κεντρική Ευρώπη μεγάλο ποσοστό καταναλώνεται για την παραγωγή ενέργειας, ενώ στις περισσότερες Βορειοευρωπαϊκές χώρες το μεγαλύτερο ποσοστό απορροφάται από τη βιομηχανία. Η συνολική κατανάλωση νερού ποικίλει από 200 m³ /κάτοικο /έτος έως πάνω από 800 m³ /κάτοικο /έτος.

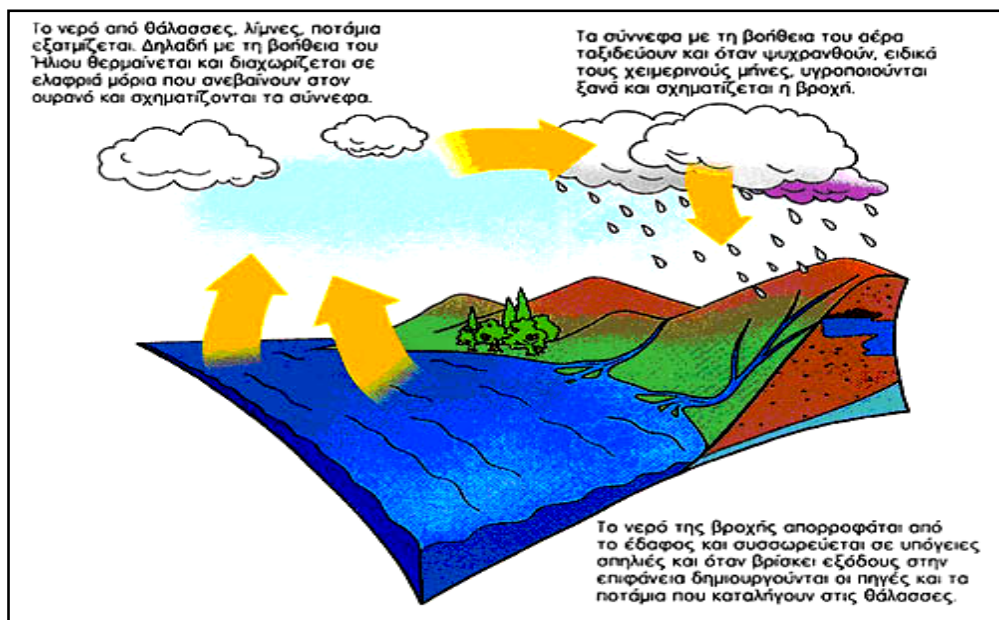


Εικόνα 1: Πηγή: EEA-ETC/IW (http://reports.eea.eu.insignals-2000/en/page_013.html).

1.1. Ο ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Αποτελεί περιγραφή του τρόπου με τον οποίο το νερό κινείται διαμέσου των διαφορετικών περιβάλλοντων και μορφών. Ο κύκλος του νερού κινείται από την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας η οποία προκαλεί εξάτμιση νερού από τους ωκεανούς και από την στεριά. Υπάρχει μια καθαρή μεταφορά νερού από τους ωκεανούς στη στεριά με τέτοιο τρόπο που έχει υπολογιστεί ότι οι βροχοπτώσεις στη στεριά είναι κατά 43% μεγαλύτερες από ότι η εξάτμιση νερού από αυτήν. Ο μέσος χρόνος παραμονής του νερού στη ατμόσφαιρα είναι έντεκα ημέρες.

Όταν η βροχή φτάσει στο έδαφος το νερό είναι δυνατόν να ακολουθήσει διαφορετικά μονοπάτια. Ένα μέρος του επιστρέφει στην ατμόσφαιρα μέσω της διεργασίας εξατμίσης-διαπνοής, ενώ άλλο μέρος των όμβριων υδάτων διεισδύει στο έδαφος και στη συνέχεια κατεισδυει μέσω των γεωλογικών σχηματισμών, καταλήγοντας σε κλειστές αδιαπέραστες λεκάνες που βρίσκονται σε μεγάλα βάθη. Εκεί σχηματίζονται οι τράπεζες νερού, οι αποκαλούμενοι υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες και το επιπλέον νερό εκφορτίζεται στη θάλασσα .



Εικόνα 2: Υδρολογικός κύκλος του νερού. Ορθολογική διαχείριση υδατικών πόρων / Ελληνική εταιρία για την προστασία του περιβάλλοντος 2006. Πηγή: <http://www.crete-region.gr>

ΟΙ ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

Είναι γεωλογικοί σχηματισμοί που περιέχουν υλικό κορεσμένο με νερό και μπορούν να τροφοδοτήσουν με σημαντικές ποσότητες νερού πηγάδια και πηγές. Χαλίκια μικρού μεγέθους, άμμος και άργιλος είναι μερικοί από τους γεωλογικούς σχηματισμούς που μπορούν να λειτουργήσουν ως αποθήκες νερού. Το νερό εμπλουτίζει τον υδροφόρο ορίζοντα με φυσικό ή τεχνητό τρόπο και ρέει μέσα σ' αυτόν υπό την επίδραση της βαρύτητας ή της άντλησης από τα πηγάδια. Ελεύθεροι χαρακτηρίζονται οι υδροφόροι ορίζοντες στους οποίους υπάρχει ελεύθερη υδροστατική φρεάτια επιφάνεια, σε αντίθεση με τους αρτεσιανούς που βρίσκονται υπό πίεση.

Όταν η βροχόπτωση είναι έντονη με παρατεταμένη διάρκεια, παρατηρείται το φαινόμενο της επιφανειακής απορροής στην επιφάνεια του εδάφους. Το νερό που απορρέει εμπλουτίζει ποτάμια και λίμνες ή καταλήγει στη θάλασσα. Το εκάστοτε ποσοστό του νερού που εξατμίζεται ρέει επιφανειακά ή διεισδύει στο έδαφος και εξαρτάται κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, από την παρουσία και το είδος της βλάστησης, από το μορφολογικό ανάγλυφο και την πετρολογική σύσταση της περιοχής. Κατά την κίνησή του το νερό διαλυτοποιεί πλήθος χημικών ουσιών.

Στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα ανιχνεύονται πλήθος ιόντων και οργανικών οξέων που καθιστούν τη βροχή όξινη. Συνήθως τα ιόντα προέρχονται από:

- διαφορετικές φυσικές διεργασίες όπως το SO_2 από ηφαιστειακή δραστηριότητα,
- το H_2S από σήψη φυτών και ζώων,
- το CO από καύσεις δασών
- ή ανθρωπογενείς δράσεις όπως είναι τα καυσαέρια αυτοκινήτων, βιομηχανικών μονάδων, αλλά ακόμη και από άλατα θαλάσσιας προέλευσης.⁽²⁾

Η χημική σύσταση του νερού της βροχής αλλάζει δραστικά μετά την επαφή του με την επιφάνεια του εδάφους, γεγονός που οφείλεται σε φυσικοχημικές διεργασίες ή ανθρωπογενείς ρύπους.

ΝΕΡΟ ΠΗΓΗ ΖΩΗΣ, ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΒΙΟΙ ΜΙΚΡΟ-ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Το νερό και τα υδάτινα συστήματα στον πλανήτη Γη αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή ζωντανών οργανισμών και ο ρόλος τους είναι ακρογωνιαίος για την βιοποικιλότητα και την διατήρηση ευαίσθητων οικοσυστημάτων και των βιογεωλογικών κύκλων. Υπολογίστηκε ότι η ποσότητα του νερού βρίσκεται στην επιφάνεια της Γης σε διαφορετικά περιβάλλοντα και μορφές (Πίνακας 1).

Πηγές νερού	Ποσοστό (%)
	επί του συνολικού όγκου του νερού στη Γη
Ωκεανοί	96
Πάγοι	3
Υπόγειοι υδροφορίες	1
Λίμνες και ποτάμια	0,01
Ατμοσφαιρικοί υδρατμοί	0,001

Πίνακας 1: Ποσοστά κατανομής του νερού στη Γη (Bernier and Bernier, 2000).

Τα υδάτινα συστήματα εκφράζονται, συνδέονται και αλληλεξαρτούνται από τον υδρολογικό κύκλο του νερού, που περιλαμβάνει αρκετές χωριστές υδάτινες μάζες που υποδιαιρούνται σε μικρότερες ανάλογα με τα φυσικά τους χαρακτηριστικά σε: ωκεανούς, θάλασσες, λίμνες, ποταμούς, χείμαρροι, λιμνοθάλασσες, παράκτιες περιοχές, υγρότοπους, υδρατμοί της ατμόσφαιρας και υπόγεια νερά. Υπάρχει σημαντική διασύνδεση της Λιθόσφαιρας με την Υδρόσφαιρα καθώς και μετατροπές ή επεμβάσεις (μετατροπές δασών ή υγροτόπων σε αγροτικές εκτάσεις) που μειώνουν την εξάτμιση των νερών επηρεάζοντας το μικροκλίμα της περιοχής με αποτέλεσμα τη διάβρωση των εδαφών, τη συσσώρευση ιζημάτων και την αλλαγή των χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των υδάτινων συστημάτων.⁽³⁾

Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των νερών είναι αποτέλεσμα σημαντικών ισορροπιών που επήλθαν μετά από αιώνες. Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των νερών είναι η

οξύτητα και αλκαλικότητα λόγω της διάλυσης αλάτων διαφόρων οξέων και βάσεων, συμπλόκων μετάλλων και μεταλλοειδών. Στη συμπλοκοποίηση λαμβάνουν μέρος και οργανικές ουσίες με πολύπλοκη δομή, όπως χουμικά οξέα κ.λ.π.

Οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής καταλύονται από βακτήρια του νερού, πολλές οργανικές τοξικές ύλες μεταφέρονται υπό μορφή κολλοειδών, τα ιζήματα είναι εναποθέσεις διαφόρων στερεών και βιογεωχημικών υλικών. Αναερόβιες ζυμώσεις της οργανικής ύλης των ιζημάτων από βακτήρια παράγουν μεθάνιο.

Τα νερά αλληλεπιδρούν με την ατμόσφαιρα και τα εδάφη. Ανάλογα με την αλατότητα των νερών, τα θρεπτικά υλικά και την θερμοκρασία, τα υδάτινα συστήματα χαρακτηρίζονται από μεταβολικές και φυσικοχημικές αλλαγές που έχουν μελετηθεί επισταμένα από την χημεία του νερού, την ωκεανογραφία και άλλες εξειδικευμένες περιβαλλοντικές επιστήμες.^(4,5)

Οι υδρόβιοι οργανισμοί των υδάτινων συστημάτων παρουσιάζουν εξαιρετική ποικιλία και περιλαμβάνουν κατηγορίες από μονοκύτταρους μικροοργανισμούς μέχρι τεράστια κητώδη είδη. Οι κυριότερες κατηγορίες ζωντανών οργανισμών στα υδρόβια οικοσυστήματα χωρίζονται σε αυτότροφους, ετερότροφους και αποικοδομητές:

- Οι **αυτότροφοι** χρησιμοποιούν την ηλιακή ή χημική ενέργεια (απλές ανόργανες χημικές ουσίες) για τη δημιουργία συμπλόκων οργανικών μορίων που αποτελούν τμήματα πολύπλοκων ζωντανών οργανισμών και καλούνται **παράγωγα**.
- Οι **ετερότροφοι** οργανισμοί χρησιμοποιούν οργανικές ουσίες που παράγουν οι αυτοτροφοίως πηγή ενέργειας και ανόργανα υλικά για τη σύνθεση της βιομάζας τους και καλούνται **καταναλωτές**.
- Οι **αποικοδομητές** ή **αποσθνθετές** (decomposers, reducers), μία υποομάδα των ετεροτρόφων, κυρίως βακτήρια και μύκητες που διασπούν υλικά βιολογικής προέλευσης σε απλές ουσίες που χρησιμοποιούν με τη σειρά τους οι αυτότροφοι οργανισμοί.

Οι υδρόβιοι μικροοργανισμοί είναι μια μεγάλη ποικιλία οργανισμών κυρίως βακτήρια, μύκητες και φύκια, οι οποίοι παίζουν σημαντικό ρόλο στον βιογεωχημικό κύκλο της ζωής. Τα φύκια και φωτοσυνθετικά βακτήρια δεσμεύουν τον ανόργανο άνθρακα μέσω της φωτοσυνθετικής αντίδρασης: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \{\text{CH}_2\text{O}\} + \text{O}_2$ και τον μετατρέπουν σε βιομάζα που στηρίζει την τροφική αλυσίδα των υδρόβιων οργανισμών. Καταλύουν

χημικές αντιδράσεις στο νερό, ιδιαίτερα οξειδοαναγωγικές που είναι χρήσιμες στο μεταβολισμό, διασπών τη βιομάζα και δημιουργούν άλατα του αζώτου και φωσφόρου τα οποία αποτελούν χρήσιμα θρεπτικά υλικά των υδρόβιων οργανισμών.

Οι υδρόβιοι μικροοργανισμοί είναι απαραίτητοι για τους βιογεωχημικούς κύκλους διότι διασπών και αποτοξινώνουν την Υδρόσφαιρα από τοξίνες και ξενοβιοτικούς ρύπους, ειδικά τα υδρόβια βακτήρια. Επίσης οι υδρόβιοι μύκητες είναι μη φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, αλλά παίζουν σημαντικό ρόλο στη σύνθεση των φυσικών νερών λόγω του ρόλου τους στη διάσπαση των ξύλων και της φυτικής ύλης με το εξωκυτταρικό ένζυμο κυτταρινάση. Εξίσου χρήσιμο παραπροϊόν διάσπασης της φυτικής ύλης από υδρόβιους μύκητες είναι και τα χουμικά οξέα που συμπλοκοποιούν μεταλλικά ιόντα και παίζουν ρόλο στην ποιότητα και τη συνεκτικότητα των εδαφών. Σημειώνεται ότι τα βακτήρια παίζουν πολύ σημαντικούς ρόλους στην:

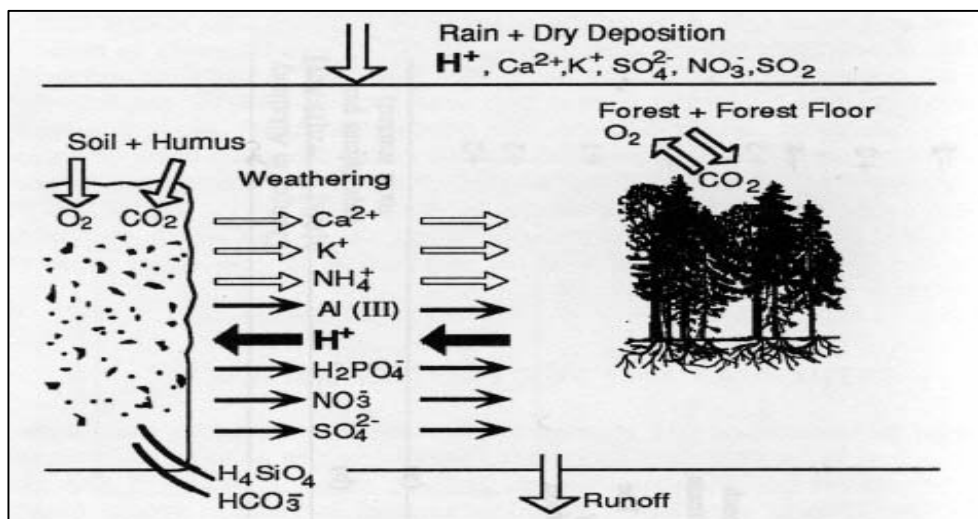
- **παραγωγή μεθανίου (CH₄)** κάτω από ανοξικές συνθήκες στα ιζήματα (πηγή του 80% του μεθανίου που εισέρχεται στην Ατμόσφαιρα)
- **διασπών υδρογονάνθρακες**
- **βιοδιασπών οργανική ύλη**
- δεσμεύουν το άζωτο της Ατμόσφαιρας (**αζωτοδέσμευση** - nitrogen fixation) με τη μετατροπή του σε αμμωνιακά άλατα.
- επίσης **καταλύουν τη νιτροποίηση** (nitrification), δηλαδή τη μετατροπή αμμωνιακών σε νιτρικά άλατα, ανάγουν τα νιτρικά προς νιτρώδη και μετά σε αμμωνιακά άλατα (nitrate-reduction).
- τέλος, **προκαλούν την απονίτρωση** (denitrification), δηλαδή το μηχανισμό κατά τον οποίου το δεσμευμένο άζωτο επανέρχεται στην ατμόσφαιρα.
- **εμπλέκονται** και στους **βιογεωχημικούς κύκλος του θείου**, δηλαδή στην αναγωγή θειικών αλάτων προς υδρόθειο (H₂S) και αργότερα στην οξείδωσή του προς θειικά,
- καθώς και στη **βιοδιάσπαση του φωσφόρου**, παρέχοντας θρεπτικά υλικά ανόργανου φωσφόρου, ενώ συγχρόνως απενεργοποιούν τοξικές οργανοφωσφορικές ενώσεις.⁽⁶⁻⁸⁾ Οι πολυάριθμοι υδρόβιοι οργανισμοί και οι βιογεωχημικοί κύκλοι των υδατίνων συστημάτων καθιστούν τα υδάτινα αποθέματα ακρογωνιαίο παράγοντα ζωής και βιοποικιλότητας των

οικοσυστημάτων στον πλανήτη μας. Από αυτή την άποψη η ρύπανση των υδάτινων πόρων και των υδάτινων εκτάσεων μπορεί να επηρεάσει άμεσα την εξέλιξη των βιολογικών συστημάτων (πανίδα και χλωρίδα) και έμμεσα τον ανθρώπινο πολιτισμό που στηρίζεται στην αξιοποίηση και χρήση του νερού για την επιβίωσή του.

1.2. ΧΗΜΕΙΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η ποιότητα του νερού αρχικά διαμορφώνεται στην Ατμόσφαιρα, έπειτα η σύσταση του νερού διαφοροποιείται συνεχώς λόγω των χημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των αλάτων του και του περιβάλλοντος κατά την υπόγεια ή επιφανειακή διαδρομή που ακολουθεί. Χαρακτηριστικές φυσικές διεργασίες επιδρούν καθοριστικά στη ρύθμιση της χημικής σύνθεσης των φυσικών υδάτων (εικόνα 3). Στα εδαφικά διαλύματα αποκαθιστάται ισορροπία στη συγκέντρωση των υδρογόνο κατιόντων (H^+) σαν αποτέλεσμα των διεργασιών απελευθέρωσης τους από τις ρίζες της φυτικής βλάστησης και κατανάλωσης τους μέσω της χημικής αποσάθρωσης:



Εικόνα 3: Χημική σύνθεση φυσικών υδάτων (Schnoor and Stumm, 1986.).

Η κύρια πηγή προέλευσης του ασβεστίου στη φύση είναι ο ασβεστόλιθος (CaCO_3) και γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ενώ του μαγνησίου είναι το θαλασσίνο νερό. Η βασικότερη πηγή χλωρίου και νατρίου είναι το NaCl , του καλίου είναι το KCl και βρωμίου οι άλμες (Masterson et al, 1981)⁽⁹⁾.

Τα διαλυμένα συστατικά που βρίσκονται στο νερό των ποταμών προέρχονται εν μέρει από άλατα της θάλασσας που αποτέθηκαν στη γη με τη βροχή και εν μέρει από την αποσάθρωση πετρωμάτων και εδαφών.

Αναλογα με τον τύπο του γεωλογικού υποστρώματος του εδάφους το οποίο διαρρέουν τα νερά, διαφέρει και η συστασή τους σε ολικά διαλυτά στέρεα ($\text{TDS} < \text{mg/l}$). Χαρακτηριστικές συγκεντρώσεις ολικών διαλυμένων στερεών γι' αυτά τα νερά είναι από 100 έως 600 mg/l .⁽²⁾ Επίσης οι εβαπόριτες διατηρούν την παρουσία τους στην επιφάνεια του εδάφους και αποτελούν σημαντική πηγή διαλυτών αλάτων για τα νερά που ρέουν επιφανειακά. Για αυτό σε ξηρά κλίματα είναι συχνό φαινόμενο η δημιουργία αλατούχων νερών από διάλυση εβαπορίτων, με λίγα λόγια τα νερά που διαρρέουν ασβεστολιθικά πετρώματα εμπλουτίζονται με διττανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου, ενώ αυτά που διαρρέουν ιζηματογενή πετρώματα εμπλουτίζονται με θειικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου.

Η αποσάθρωση των πετρωμάτων είναι η κυριότερη διεργασία κατανάλωσης H^+ και ρύθμισης του pH σε τοπικό επίπεδο αλλά και γενικότερα. Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα έχουν όξινο pH και ξινίζουν εδάφη και υδάτινα οικοσυστήματα, αν και η διεργασία της αποσάθρωσης που λειτουργεί αντισταθμιστικά είναι πολύ αργή.

Οι τιμές του **Ph** κυμαίνονται από τιμές **6,5** έως **8,5**.⁽¹⁰⁾

1.3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Οι κλιματικές συνθήκες όπως οι βροχοπτώσεις και η θερμοκρασία επηρεάζουν την αποσάθρωση των πετρωμάτων, επομένως και τον εμπλουτισμό του υδατικού διαλύματος σε άλατα καθώς και την ιοντική απελευθέρωση. Τα επιφανειακά και υπόγεια νερά στις ημίξηρες περιοχές του πλανήτη (semi-arid region) τείνουν να εμφανίζουν

υψηλές συγκεντρώσεις σε διαλυτά άλατα, μεταξύ των οποίων και σε θειικά και χλωρικά. Λόγο των μειωμένων βροχοπτώσεων τα εδάφη δεν εμπλουτίζονται πλήρως με αποτέλεσμα να συγκεντρώνεται η περίσσεια των διαλυτών αλάτων. Επομένως όταν μια περιοχή αρδεύεται, φτάνουν στον υπόγειο υδροφόρο απορροές υψηλών συγκεντρώσεων σε διαλυτά άλατα.⁽¹⁰⁾ Κάποια μελέτη της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων και των ιόντων χλωρίου στα υπόγεια νερά της Ολλανδίας από των (Fraters et al. 1998), έδειξε ότι η ποιότητα των νερών ποικίλει μεταξύ διαδοχικών ετών και εξαρτάται άμεσα από τη βροχόπτωση. Χρονιές με αυξημένα ύψη βροχοπτώσεων αυξάνουν την στάθμη των υπόγειων νερών με αποτέλεσμα να αραιώνουν τις συγκεντρώσεις των διαλυτών αλάτων τους. Αν δεν υπήρχε μεταβλητότητα στο ύψος βροχοπτώσεων δεν θα ήταν σημαντικές οι αλλαγές των συγκεντρώσεων νιτρικών αλάτων μεταξύ των ετών. Επιπλέον με την άνοδο της στάθμης του υπόγειου νερού, επικρατούν στο έδαφος αναερόβιες συνθήκες για περισσότερο χρόνο και σε μεγαλύτερη έκταση επιφάνειας, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απονιτροποίηση.⁽¹¹⁾

Ο χρόνος που βρίσκεται το νερό σε επαφή με τα πετρώματα είναι από τις σημαντικότερες παραμέτρους για τον καθορισμό της χημικής του σύστασης. Κατά κανόνα τα υπόγεια φυσικά νερά παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση διαλυμένων αλάτων από τα επιφανειακά νερά γιατί βρίσκονται για μεγαλύτερο χρόνο σε επαφή με τα ευδιάλυτα υλικά των γεωλογικών στρωμάτων.⁽¹²⁾

Όσο αφορά τους **βιολογικούς παράγοντες** επισημάνεται ότι η επίδραση της φυτικής βλάστησης έχει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση του εδαφικού υδατικού διαλύματος και είναι σύνθετη και ανάλογη με το κλίμα. Η ανάπτυξη των φυτών επηρεάζει τις συγκεντρώσεις των ιόντων στο έδαφος από τις οποίες οι συγκεντρώσεις νατρίου και χλωρίου επηρεάζονται λιγότερο.⁽²⁾ Τα νερά που διαρρέουν εδάφη με πλούσια βλάστηση εμπλουτίζονται με μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, χουμικά οξέα, με προϊόντα μεταβολισμού και αποσύνθεσης της οργανικής ύλης όπως είναι η αμμωνία, τα νιτρικά και τα νιτρώδη ιόντα.

Τα αποθέματα αζώτου στα εδαφικά διαλύματα καθορίζονται κυρίως από τις βιολογικές διεργασίες στην παρουσία οξυγόνου όπου τα NH_4^+ οξειδώνονται σε NO_3^- μέσω της διεργασίας της **νιτροποίησης** η οποία πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

- Η οξείδωση των NH_4^+ σε NO_2^- (πρώτο στάδιο καταλύεται από το βακτήριο *Nitrosomonas*)
- και των NO_2^- σε NO_3^- (δεύτερο στάδιο από το βακτήριο *Nitrobacter*).

Σε ασβεστολιθικά εδάφη ο **ρυθμός αποσάθρωσης** υπερβαίνει το ρυθμό απελευθέρωσης H^+ από τη φυτοκάλυψη, με αποτέλεσμα τα εδάφη αυτά να έχουν **αλκαλικό χαρακτήρα**.⁽¹³⁻¹⁶⁾

2. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι **ασφαλές και ακίνδυνο για την δημόσια υγεία**. Οι περισσότερες χώρες στον κόσμο έχουν καθιερώσει πρότυπα ποιότητας του πόσιμου νερού που εφαρμόζουν στην επικράτεια τους και χρησιμοποιούν μεθόδους ανάλυσης και έκφρασης των αποτελεσμάτων παρόμοιες, για να είναι εύκολη η σύγκριση μεταξύ τους. Τοποθεσία, κατασκευή, λειτουργία και επίβλεψη μιας πηγής υδροληψίας (πηγές, δεξαμενές) καθώς και η επεξεργασία και η διανομή του νερού πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να αποκλείουν οποιαδήποτε είδος ρύπανσης και να πληρούν τις ποιοτικές απαιτήσεις. Συνολικά το νερό για ανθρώπινη κατανάλωση, όπως αντιμετωπίζεται από τη νεώτερη πλέον Οδηγία της Ε.Ε. και την επικείμενη υιοθέτησή της από τη χώρα μας κατηγοριοποιείται σε:

1. Πόσιμο νερό δικτύου ύδρευσης
2. Εμφιαλωμένο νερό (επιτραπέζιο, φυσικό μεταλλικό νερό και νερό πηγής)
3. Νερό κολυμβητικών δεξαμενών
4. Επιφανειακό νερό αναψυχής⁽¹⁾

2.1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ-ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Η διάθεση των νερών αυτών στους χρήστες γίνεται μέσα από αξιολόγηση της ποιότητας αυτών και της καταλληλότητάς τους που προσδιορίζεται για κάθε τομέα χρήσης μέσα από πρότυπα τιμών που καθορίζει η Ελληνική και η Ευρωπαϊκή νομοθεσία.

Ο έλεγχος της ποσιμότητας των νερών γίνεται με βάση τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων των ιόντων και κατιόντων που δίνει η Κοινή Υπουργική απόφαση που αφορά την ποιότητα των υπόγειων και των επιφανειακών νερών με τους όρους της ελληνικής νομοθεσίας προς την 80/778 οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων για τα σταθερότυπα του πόσιμου νερού, μέσα στην οποία αναφέρονται και οι ενδεικτικές τιμές των συγκεντρώσεων των διαφόρων παραμέτρων.

Η ποσιμότητα των νερών ξεχωριστά για καθένα από τα βασικά ιόντα μπορεί να προκύψει αμέσως με την τοποθέτηση των τιμών των συγκεντρώσεων των ιόντων Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} , Cl^{-} , SO_4^{-} και CO_3^{-} , όπως και της σκληρότητας αυτών στο λογαριθμικό διάγραμμα.

Εάν τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων σε ένα νερό υπερβαίνουν τις ανώτερες παραδεκτές συγκεντρώσεις που ορίζει η Υγειονομική Διάταξη, τότε ή το νερό κρίνεται ακατάλληλο ή λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα κάθαρσης του.(π.χ. χλωρίωση, καθίζηση, προστασία της πηγής). Οι παρακάτω διαδικασίες συνδράμουν στον έλεγχο της ποιότητας και της καταλληλότητας του πόσιμου ύδατος:

- 1. Η επιτόπια υγειονομική εξέταση**
- 2. Οι οργανοληπτικές παράμετροι**
- 4. Η χημική εξέταση**
- 6. Η μικροβιολογική εξέταση**
- 5. Η βιολογική εξέταση**

ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ

Με την εξέταση αυτή γίνεται εκτίμηση των γενικότερων συνθηκών που αφορούν στην περιοχή και στην ενδεχόμενη ύπαρξη εστιών μόλυνσης και ρύπανσης του νερού, αλλά και την υλοποίηση τεχνικής υποδομής (εάν πρόκειται για υδραγωγείο). Είναι απαραίτητη γιατί μας δίδει σειρά πληροφοριών, που κανενός είδους εξέταση δεν μπορεί να δώσει διότι είναι πιθανόν, μια πηγή μόλυνσης να μην είναι ενεργοποιημένη με αποτέλεσμα η μικροβιολογική εξέταση να μην εμφανίσει αποδεκτά αποτελέσματα και έτσι να μην είναι δυνατόν να προληφθεί μια υδατογενής επιδημία.⁽²⁾

2.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

ΣΤΕΡΕΟ-ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το νερό είναι ανόργανη χημική ένωση και συναντάται σε όλα τα τμήματα της **ΒΙΟΣΦΑΙΡΑΣ** (Ατμόσφαιρα, Υδρόσφαιρα και Λιθόσφαιρα) και με τις τρεις μορφές της ύλης: στερεή, υγρή και αέρια. Στην αρχαιότητα το νερό θεωρούνταν στοιχείο, αργότερα ανακαλύφθηκε ότι είναι η χημική ένωση υδρογόνου και οξυγόνου. Το μόριο του νερού είναι ασύμμετρο και το ηλεκτρικό του φορτίο ασταθές. Ανάμεσα στα άτομα οξυγόνου και υδρογόνου σχηματίζεται απλός ομοιοπολικός δεσμός (κάθε άτομο προσφέρει ένα ηλεκτρόνιο, σχηματίζοντας ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων). Το άτομο του οξυγόνου έλκει περισσότερο το ζεύγος ηλεκτρονίων από το άτομο υδρογόνου και έτσι ο δεσμός H-O και κατ' επέκταση τα μόρια του νερού σχηματίζουν ηλεκτρικά δίπολα. Η έλξη που αναπτύσσεται ανάμεσα στα δίπολα μόρια του νερού (δεσμός υδρογόνου) είναι η αιτία που το νερό είναι υγρό σε θερμοκρασία δωματίου (20°C) σε αντίθεση με άλλες χημικές ενώσεις όπως το υδρόθειο, που στην ίδια θερμοκρασία είναι αέριες. Αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί εξασθένηση των παραπάνω δεσμών. Το σημείο **τήξης** (0°C) και **ζέσεως** (100°C) σε σχέση με τα υδρογονίδια άλλων στοιχείων, είναι πολύ αυξημένα. Αν

δεν υπήρχαν οι δεσμοί υδρογόνου το σημείο ζέσεως του νερού θα ήταν μικρότερο από 100°C. Λόγω πολικότητας, τα μόρια του νερού μπορούν εύκολα να εισχωρούν ανάμεσα σε άτομα άλλων μορίων, γεγονός που καθιστά το νερό "**παγκόσμιο διαλύτη**". Το νερό διαλύει μικρές τουλάχιστον ποσότητες όλων σχεδόν των ουσιών. Η μεγάλη διαλυτική ικανότητα του νερού συνδέεται με τη διαβρωτική του ιδιότητα άρα το νερό διαβρώνει το υπόστρωμα ροής του και εμπλουτίζεται με φερτά υλικά. Ωστόσο το **φαινόμενο της διάβρωσης** δεν οφείλεται αποκλειστικά στη διαλυτική ικανότητα του νερού. Τόσο το νερό της βροχής όσο και τα επιφανειακά και υπόγεια νερά, δεν είναι **ποτέ απόλυτα καθαρά**. Κατά τη διαδρομή τους στον υδρολογικό κύκλο εμπλουτίζονται με βιομηχανικούς αέριους και αστικούς ρύπους (διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου κ.ά.), με οργανικές ενώσεις από εκτάσεις της ξηράς, με ενώσεις αζώτου και θείου από τις βιομηχανικές δραστηριότητες και τις γεωργικές εφαρμογές, με άλατα όπως το όξινο ανθρακικό ασβέστιο, το χλωριούχο μαγνήσιο, το θειικό ασβέστιο κ.ά. Οι παραπάνω προσμίξεις εντείνουν τη διαβρωτική ικανότητα του νερού. Αν το νερό δεν παρουσίαζε την παραπάνω ιδιαιτερότητα, τα παγωμένα στρώματα της επιφάνειας θα βυθίζονταν και τα νέα επιφανειακά στρώματα θα πάγωναν και θα βυθίζονταν επίσης. Σύντομα όλη η υδάτινη έκταση θα αποτελούσε ένα συμπαγές στρώμα πάγου όπου καμιά μορφή ζωής δεν θα μπορούσε να επιβιώσει.⁽³⁻⁵⁾

Το νερό χαρακτηρίζεται επίσης από μεγάλη **θερμοχωρητικότητα**, οι μεταβολές δηλαδή στη θερμοκρασία του συντελούνται με σχετικά αργούς ρυθμούς. Η παραπάνω ιδιότητα του νερού οφείλεται στην **υψηλή ειδική του θερμότητα** (για να ανέβει η θερμοκρασία 1g νερού κατά 1°C απαιτείται 1cal). Συνεπώς στο νερό αποθηκεύονται τεράστια ποσά θερμότητας σε σχέση με τα περισσότερα γνωστά υλικά χωρίς να αυξάνεται σημαντικά η θερμοκρασία του. Βέβαια η θερμοκρασία του νερού μειώνεται και λόγω εξάτμισης, ακριβώς γι' αυτό όλες υδατοσυλλογές λειτουργούν σαν τεράστιοι θερμοσυσσωρευτές, απορροφούν δηλαδή θερμότητα όταν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι υψηλή και αποδίδουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα όταν ο καιρός είναι ψυχρός. Τέλος, το νερό έχει **μεγάλη θερμότητα εξάερωσης (540cal/g)** έτσι λοιπόν, για την εξάτμιση μιας μικρής ποσότητας νερού απαιτείται μεγάλη ποσότητα θερμότητας. Το γεγονός αυτό, έχει μεγάλη σημασία για τους ζωντανούς οργανισμούς αλλά και για τα

οικοσυστήματα γενικότερα για παράδειγμα οι οργανισμοί μπορούν να αποβάλλουν μέσω εφίδρωσης μεγάλες ποσότητες θερμότητας με περιορισμένες απώλειες νερού.⁽⁶⁾

ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.

	Παράμετροι	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρ.	Παρατηρήσεις
1	Χρώμα	mg/l κλίμακα Pt/Co	1	20	
2	Θολερότητα	mg/l SiO ₂	1	10	
		μονάδες Jackson	0,4	4	Ενδεικτικό επίπεδο μέτρησης διαύγειας υπολογιζόμενη σε μέτρα: 6 m. Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρ: 2 m
3	Οσμή	Ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12°C 3 μέχρι 25°C	Να γίνει συσχέτιση με τις δοκιμασίες γεύσεως.
4	Γεύση	Ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12° C 3 μέχρι 25° C	Να γίνει συσχέτιση με τις δοκιμασίες οσμής.

Πίνακας 2: Τιμές και μονάδες μέτρησης βασισόμενες στην οδηγία αριθ. 71/354/ΕΟΚ όπως τροποποιήθηκε τελευταία.⁽⁸⁾

Χρώμα

Ο όρος χρώμα χρησιμοποιείται για να δηλώσει το πραγματικό χρώμα ενός δείγματος νερού, μετά την απομάκρυνση θολερότητας με διήθηση ή φυγοκέντρηση. Εάν υπάρχει είναι ανεπιθύμητο για το πόσιμο νερό και μπορεί να οφείλεται: στην παρουσία διαλυμένων χρωστικών ουσιών, απόβλητα βιομηχανιών, μεταλλοίοντα από διάβρωση των σωλήνων, αδιάλυτες αιωρούμενες ουσίες (άργιλος, άμμος, μικροοργανισμοί), του πλαγκτόν, η τύρφη. Επίσης μια έντονη βροχόπτωση μπορεί να φτάσει στο σύστημα επικοινωνίας ύδρευσης ή της πηγής υδροληψίας με επιφανειακά νερά και κατά την

έννοια αυτή είναι δυνατόν να σημαίνει κατ'αρχήν υγειονομικό κίνδυνο. Η παρουσία χρώματος στο νερό περιορίζει τις δυνατότητες χρήσης του, διότι δεν είναι αισθητικά αποδεκτό από τους καταναλωτές και πρέπει να εξεταστεί χημικά για να αναζητηθεί η προέλευση του χρώματος. Ο προσδιορισμός του χρώματος μπορεί να επιτευχθεί είτε με οπτική μέθοδο συγκρίνοντας το δείγμα με πρότυπο χρωματική κλίμακα, είτε φωτομετρικά με ειδικά φασματοφωτόμετρο ή φωτόμετρα με φίλτρα. Το χρώμα του νερού χρησιμοποιείται ως μέτρο της περιεκτικότητας χουμικών ουσιών σε αυτό.

Ανωτάτη παραδεκτή τιμή του χρώματος είναι 20 mg/l.

Θολερότητα

Θολερότητα είναι μια έκφραση της οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και να απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό χωρίς να το μεταδίδει σε ευθεία γραμμή. Αποτελεί μια σημαντική μέτρηση στην εξέταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων γιατί η διαύγεια του νερού επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς και τις χρήσεις των νερών (πόση, βιομηχανία, αναψυχή). Οφείλεται σε κολλοειδείς ανόργανες ή οργανικές ύλες που αιωρούνται όπως είναι ο πηλός, χώμα, φύκι, βακτηρία τα οποία μπορούν να καθιζάνουν και να δημιουργούν προβλήματα ακόμα και στις σωληνώσεις και δεξαμενές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κατανάλωση θολού νερού μπορεί να είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία και η απολύμανση του νερού δεν είναι αποτελεσματική καθώς υπάρχει θολότητα γιατί πολλοί παθογόνοι οργανισμοί εγκλωβίζονται στα σωματίδια που αιωρούνται και προστατεύονται από το απολυμαντικό. Επίσης τα σωματίδια μπορεί να απορροφήσουν επιβλαβείς οργανικές ή ανόργανες ουσίες (αμμωνία, νιτρώδη, νιτρικά, μαγγάνιο, σίδηρος, χαλκός). Γι'αυτό η θολότητα χρησιμοποιείται ευρέως ως μέτρο της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό και θεωρείται **αντιπροσωπευτική παράμετρος για την μέτρηση της αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας του πόσιμου νερού.**

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 10 mg SiO₂/l η της 4 μονάδες Jackson.

Οσμή και Γεύση

Αποτέλεσαν εδώ και αιώνες εμπειρικά κριτήρια στα οποία στηριζόταν οι άνθρωποι για να αποφεύγουν τροφές και νερό που ήταν τοξικά επικίνδυνα για την υγεία τους. Σήμερα η οσμή αποτελεί ένα από τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των νερών σε κατηγορίες χρήσεως (πόση, αναψυχή, διαβίωση ψαριών κ.λ.π.) ανεξάρτητα από την συγκέντρωση και το είδος των ουσιών που την προκαλούν. Η δημιουργία οσμής στα ύδατα προέρχεται συνήθως από οργανικές ή ανόργανες χημικές ενώσεις φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης, σε διάλυση ή εναιώρηση στο νερό. Οσμές φυσικής προέλευσης μπορεί να είναι όμοιες με εκείνες που αναδίδονται από αιθέρια έλαια, ψάρια, μούχλας. Η παρουσία στο νερό των οργανικών ουσιών (πρωτόζωα ή προϊόντα αποσύνθεσής τους) μπορεί να προκαλέσουν οσμές όπως υδρόθειο, αμμωνίας ή μεθανίου. Τα βιομηχανικά απόβλητα, τα επεξεργασμένα λύματα ή μη είναι οι ρυπασμένες πηγές ανθρώπινης προέλευσης που αλλάζουν την οσμή ή την γεύση του νερού προς κατανάλωση. Σημειώνουμε ότι όλα τα νερά έχουν την ιδιαίτερη γεύση τους λόγω των διαλυμένων αλάτων και αέριων που περιέχουν (ασβέστιο, νάτριο, μαγνήσιο, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα) αλλά και το χλώριο που χρησιμοποιείται ως απολυμαντικό μέσο εάν δεν τηρούνται οι προδιαγραφές.

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άοσμο και άγευστο, επόμενος νερό με έντονη οσμή και γεύση πιθανόν να είναι ρυπασμένο όποτε πρέπει να εξεταστεί για να βρεθεί αιτία και κυρίως όταν διαπιστώνεται απότομη αλλαγή. Το όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της οσμής είναι η ανθρώπινη μύτη, αλλά υπάρχουν και συγκεκριμένες τεχνικές (ποσοτικές και ποιοτικές) που εφαρμόζονται. Η ποιοτική κατάταξη γίνεται με βάση τις κατηγορίες αντιπροσωπευτικών ουσιών με χαρακτηριστική οσμή όπως:

- κατηγορία οσμής φαρμάκων (π.χ. τα βιομηχανικά απόβλητα, το χλώριο, τα απόβλητα διυλιστηρίων, το υδρόθειο, η αμμωνία),
- κατηγορία οσμής μούχλας (φυτά σε αποσύνθεση).

Ποσοτικά η οσμή προσδιορίζεται με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων όπου το δείγμα αραιώνεται σταδιακά και κρατείται αυτό στο οποίο η οσμή είναι ελάχιστα αντιληπτή. Στο δείγμα αυτό η αραιώση χαρακτηρίζεται ως "κατώφλι οσμής". Η παραμετρική τιμή του πόσιμου νερού για να είναι αποδεκτό από τους καταναλωτές

σύμφωνα με την νομοθεσία θα πρέπει να μην έχει καμιά οσμή όταν αραιωθεί το δείγμα σε αναλογία 1:2 με απεσταγμένο νερό στους 12°C ή σε αναλογία 1:3 σε θερμοκρασία 25°C.

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ(ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ).

	Παράμετροι	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση	Παρατηρήσεις
1	Θερμοκρασία	°C	12	25	
2	Ph	6,5-8,5		9,5	Το νερό να μην είναι δραστικό.
3	Αγωγιμότητα	μS cm ⁻¹ έως 20°C	400		Σε αντιστοιχία με τη μεταλλικότητα των νερών.
4	Χλώριο	mg/l Cl	25	250?	Πάνω από200mg/l, υπάρχει κίνδυνος να προκληθούν αρνητικές συνέπειες.
5	Θειικά	mg/l SO ₄ ⁻	25	250	
6	Πυρίτιο	mg/l SiO ₂			
7	Ασβέστιο	mg/l Ca	100		Δεν έχει αρνητικές συνέπειες στη υγεία και δεν υπάρχει όριο.
8	Μαγνήσιο	mg/l Mg	30	125?	
9	Νάτριο	mg/l Na	20	120?	
10	Κάλιο	mg/l K	10	12	
11	Αργίλιο	mg/l Al	0.05	0,2	
12	Ολική σκληρότητα	mg/l.Ca	60	150	
13	Ξηρό	mg/l ύστερα		1500	

	υπόλειμμα	από ξήρανση στους 180 °C			
14	Διαλυμένο οξυγόνο	% O ₂ κορεσμού			Τιμή κορεσμού > 75 % εκτός των υπογείων νερών.
15	Ελεύθερο CO₂	Mg/l CO ₂			Το νερό δεν πρέπει να είναι δραστικό.

Πίνακας 3:. Φυσικοχημικές παράμετροι σε σχέση με την φυσική σύσταση του νερού⁽⁸⁾

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι καθοριστικός παράγοντας στη λειτουργία του οικοσυστήματος μιας υδάτινης πηγής επειδή επηρεάζει τη διαλυτότητα του οξυγόνου και άλλων συστατικών, το μεταβολισμό των υδρόβιων οργανισμών αλλά και τη διαδικασία διάσπασης των οργανικών ουσιών που υπάρχουν. Οι τιμές των βέλτιστων θερμοκρασιών για τους υδρόβιους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς ποικίλουν. Όσο η θερμοκρασία του νερού πλησιάζει τη βέλτιστη τιμή για κάποιους υδρόβιους οργανισμούς, τόσο οι οργανισμοί αυτοί γίνονται περισσότερο δραστήριοι, καταναλώνοντας περισσότερη τροφή και χρησιμοποιώντας περισσότερο οξυγόνο.

Αναφέρεται ότι στα υδάτινα οικοσυστήματα ένα μεγάλο μέρος της απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας μετατρέπεται σε θερμότητα αυξάνοντας τη θερμοκρασία του νερού. Ωστόσο συνεισφορά θερμότητας στο νερό, σε μικρότερα όμως μεγέθη, μπορεί να γίνει και από τον αέρα, το ίζημα και τις γειτονικές χερσαίες εκτάσεις. Η ανάμιξη των νερών έχει σαν συνέπεια την κυκλοφορία των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν (άλατα φωσφόρου, αζώτου και οργανικές ενώσεις) σε όλη τη μάζα του νερού, ενισχύοντας έτσι τον **ευτροφισμό** της υδάτινης πηγής αλλάζοντας το χρώμα της και επηρεάζοντας την οξυγόνωση των νερών του πυθμένα. Η θερμοκρασία αποτελεί απαραίτητη μέτρηση στη ελεγκτική παρακολούθηση ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως σκληρότητα, αγωγιμότητα και αλκαλικότητα. Με ένα οποιοδήποτε καλό υδραργυρικό θερμόμετρο Κέλσιου μετράμε την θερμοκρασία του δείγματος και βάσει των νέων προδιαγραφών θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ των **7-12°C**.

Ενεργός οξύτητα (pH)

Η ενεργός οξύτητα εκφράζει τη συγκέντρωση των κατιόντων υδρογόνου (υδρογονιόντων) ενός δείγματος. Το pH ενός δείγματος ισούται με την αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου στο δείγμα ($-\log[\text{H}^+]$) ή αλλιώς είναι η αρνητική δύναμη στην οποία πρέπει να υψωθεί ο αριθμός 10 για να λήθη η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, εκφρασμένη σε γραμμάρια η γραμμοίοντα ανά λίτρο διαλύματος. Το καθαρό νερό είναι ελάχιστα ιονισμένο και σε κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση υδρογονιόντων και υδροξυλίων διέπεται από τη σχέση:

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-]=10^{-14}, \text{ στους } 25^\circ\text{C} \text{ και}$$

$$[\text{H}^+]=[\text{OH}^-]=10^{-7} \text{ όπου}$$

$[\text{H}^+]$ =συγκέντρωση υδρογονιόντων σε moles/L

$[\text{OH}^-]$ =συγκέντρωση υδροξυλίων σε moles/L

Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από **0** ως **14**. Η τιμή **7** αντιστοιχεί σε ουδέτερα δείγματα. Τιμές μικρότερες του **7** υποδεικνύουν υπεροχή υδρογονιόντων (**οξύτητα**) στο δείγμα, ενώ τιμές μεγαλύτερες από **7** αντιστοιχούν σε **αλκαλικά δείγματα** (υπεροχή υδροξυλίων). Σημαντικές και σχετικά μόνιμες μεταβολές στο pH παρατηρούνται συνήθως κάτω από την επίδραση εξωγενών παραγόντων. Χαμηλές τιμές του pH οφείλονται συχνά στην εισαγωγή οξέων στα επιφανειακά νερά (πχ. όξινη βροχή, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα κ.ά.). Αλκαλικές τιμές pH συναντάμε σε περιπτώσεις έντονης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας όπως είναι ο ευτροφισμός (κατά τη φωτοσύνθεση, το φυτοπλαγκτόν μειώνει τη συγκέντρωση του CO₂ του νερού), σε περιπτώσεις ρύπανσης του νερού με αλκαλικές ουσίες (απορρυπαντικά κ.ά. από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα) και σε αυξημένες συγκεντρώσεις ασβεστίου, νατρίου και μαγνησίου.

Η μέτρηση του pH είναι μία από τις σημαντικότερες μετρήσεις κατά την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού ενός οικοσυστήματος. Το pH μπορεί να μετρηθεί ηλεκτρομετρικά (πεχάμετρο), χρωματομετρικά (χρησιμοποίηση δεικτών που αλλάζουν χρώμα σε διαφορετικές τιμές pH), με χρήση φασματοφωτόμετρου κ.ά.

Το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων στο εσωτερικό των κυττάρων πραγματοποιείται σε ουδέτερο pH. **Όξινα ή αλκαλικά περιβάλλοντα δυσχεραίνουν την πορεία των παραπάνω αντιδράσεων ή αναστέλλουν την πραγματοποίησή τους.**

Τα περισσότερα νερά στη φύση έχουν τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ των **4-9 μονάδων**, επομένως για να μην επηρεάζεται η διαβρωτικότητα του νερού που προορίζεται για κατανάλωση έχει ορισθεί μια **παραμετρική τιμή** για την ενεργό οξύτητα και είναι: **6,5 < 8,5**.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αναφέρεται στην ικανότητά του να μεταφέρει, να άγει ηλεκτρικά φορτία. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, από τη συγκέντρωσή τους, την ευκινησία, το σθένος και τη θερμοκρασία. Οι τιμές της αγωγιμότητας είναι ενδεικτικές για την ποιότητα του νερού. Απόβλητα και ρύποι τροποποιούν την αγωγιμότητα, ειδικότερα αν οι ρύποι περιλαμβάνουν ιόντα όπως ανθρακικά, θειικά, χλωρίου, μαγνησίου, νατρίου, καλίου και φωσφόρου. Απότομη αύξηση της αγωγιμότητας μιας πηγής νερού αποτελεί ένδειξη ρύπανσης. Η αύξηση της αγωγιμότητας συνδέεται με την ενηλικίωση (παλαίωση) μιας υδάτινης μάζας εξαιτίας της αύξησης των θρεπτικών συστατικών της (ευτροφισμός). Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα στα γλυκά νερά τόσο μεγαλύτερη είναι η βιολογική παραγωγικότητα μέσα σε αυτά. Συνήθως **στα φυσικά γλυκά νερά** (πόσιμα) ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται από **50~1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$** (μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι το **mho/cm**, δηλαδή **1mS/m=10mho/cm**). Αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει θετικά την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Αυτό συμβαίνει επειδή η αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνει τη διάσταση των ηλεκτρολυτών (υδατικά διαλύματα οξέων, βάσεων, αλάτων). Για να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα, ανεξάρτητα από την εποχή και το βάθος που γίνεται η μέτρηση, είναι καλό η τιμή της αγωγιμότητας να ανάγεται σε θερμοκρασία **25°C**.

Ολική σκληρότητα

Η σκληρότητα του νερού είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του η οποία εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου. Διακρίνεται σε:

- **ανθρακική (παροδική) σκληρότητα** που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά (διττανθρακικά) άλατα και

- **μή ανθρακική (μόνιμη)** σκληρότητα που οφείλεται στα υπόλοιπα άλατα (χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά).

Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία αντιθέτως έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωσης των καρδιακών παθήσεων. Επίσης η σκληρότητα είναι επιθυμητή στην ζυθοποιία και αρτοποιία διότι βοηθάει την ενζυματική δράση. Το νερό που δεν έχει υποστεί κατεργασία αποσκλήρυνσεως επιδρά αρνητικά στη γεύση στο βράσιμο των τροφίμων, εμποδίζει την απορρυπαντική δράση σαπουνιού και δημιουργεί επικαθήματα στις σωληνώσεις και στις ηλιακές συσκευές. Βέβαια σε ορισμένες βιομηχανίες (βυρσοδεψία, βαφεία, χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων) το σκληρό νερό είναι επιζήμιο στην κατεργασία και στο τελικό προϊόν. Νερό με **σκληρότητα** μέχρι και **500mg/l CaCO³** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο αλλά **οι πιο καλές τιμές** είναι μεταξύ **80 και 150mg/l CaCO³**

	Γαλλικός βαθμός	Αγγλικός βαθμός	Γερμανικός βαθμός	mg Ca	Milimoles Ca
Γαλλικός βαθμός (°f H)	1	0.70	0.56	4.008	0.1
Αγγλικός βαθμός (°e H)	1.43	1	0.80	5.73	0.143
Γερμανικός βαθμός (°d H)	1.79	1.25	1	7.17	0.179
mg Ca ⁺⁺	0.25	0.175	0.140	1	0.025
Milimoles Ca	10	7	5.6	40,08	1

Πίνακας 4: Αντιστοιχίες των διάφορων μονάδων μετρήσεως της σκληρότητας του πόσιμου ύδατος (σύμφωνα με τις διατάξεις Ε.Ε)⁽⁸⁾

Το νερό χαρακτηρίζεται σύμφωνα με την κλίμακα γερμανικών βαθμών ως :

Από **0 - 4 °dH** το νερό χαρακτηρίζεται **πολύ μαλακό**

Από **4 - 8 °dH** το νερό χαρακτηρίζεται **μαλακό**

Από 8 - 12 °dH το νερό χαρακτηρίζεται **μέσο σκληρό**

Από 12 - 18 °dH το νερό χαρακτηρίζεται **αρκετά σκληρό**

Από 18 - 30 °dH το νερό χαρακτηρίζεται **σκληρό**

Όπου **σκληρότητα > 30 °dH** το νερό χαρακτηρίζεται **πολύ σκληρό**

Διαλυμένο οξυγόνο

Το μεγαλύτερο ποσοστό του οξυγόνου που υπάρχει στον αέρα και στο νερό σχηματίστηκε στο πέρασμα των γεωλογικών αιώνων από αυτότροφους οργανισμούς μέσω της φωτοσύνθεσης. Ο εμπλουτισμός ενός υδάτινου οικοσυστήματος με οξυγόνο γίνεται μέσω:

- διάχυσης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό και
- της φωτοσυνθετικής παραγωγής οξυγόνου από τα ανώτερα υδρόβια φυτά.

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό αποτελεί αναμφισβήτητο δείκτη της κατάστασης και της βιωσιμότητας του οικοσυστήματος. Η ανάπτυξη των περισσότερων μορφών ζωής (ζωικών, φυτικών, μυκήτων, πρωτίστων και βακτηριών) προϋποθέτει την παρουσία οξυγόνου. Με λίγα λόγια το διαλυμένο οξυγόνο καθορίζει εάν οι βιολογικές και χημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα στα φυσικά νερά γίνονται σε αερόβιες ή αναερόβιες συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι:

- **σε αερόβιες συνθήκες** η οξείδωση της οργανικής και ανόργανης ύλης γίνεται από ελεύθερο οξυγόνο ή αερόβιους μικροοργανισμούς και τα προϊόντα είναι άοσμα.
- ενώ **σε αναερόβιες συνθήκες**, η οξείδωση γίνεται από αναερόβιους μικροοργανισμούς μέσω της αναγωγής ορισμένων ενώσεων (SO₄, NO₃) και τα τελικά προϊόντα έχουν δυσάρεστη οσμή και τοξικές ιδιότητες (H₂S, NH₃).

Λόγω του ότι στα φυσικά νερά υπάρχουν και τα δυο είδη μικροοργανισμών, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επικρατούν αερόβιες οξειδωτικές συνθήκες που να ευνοούν την ανάπτυξη των αερόβιων και όχι των αναερόβιων οργανισμών.

Όταν εξαιτίας φυσικών ή ανθρώπινων δραστηριοτήτων εισέλθει άφθονο θρεπτικό υλικό (φυσική βλάστηση, αστικά λύματα, γεωργο-κτηνοτροφικά, βιομηχανικά απόβλητα, λιπάσματα, φυτοφάρμακα) το οποίο ρυπαίνει την υδάτινη πηγή και μειώνει το διαλυμένο

οξυγόνο, συγχρόνως ευνοείται η υπερβολική ανάπτυξη μικροοργανισμών με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η ισορροπία ανάμεσα στην παραγωγή και την κατανάλωση του οξυγόνου άρα εμποδίζονται οι διαδικασίες της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης.

Αναφέρεται ότι η διαλυτότητα του οξυγόνου εξαρτάται από την θερμοκρασία του νερού, την μερική πίεση του οξυγόνου στη ατμόσφαιρα καθώς και από την περιεκτικότητα του νερού σε άλατα. Έτσι το ψυχρό και γλυκό νερό χρειάζεται περισσότερο οξυγόνο για να κορεσθεί, από ότι το θερμό και αλμυρό.

Επίπεδα **5 η 6 ppm** είναι συνήθως τα χαμηλότερα όρια για την ανάπτυξη και τις δραστηριότητες των υδρόβιων οργανισμών.

Βιοχημική αποδόμηση – B.O.D (Biochemical Oxygen Demand).

Το οργανικό φορτίο που βρίσκεται σε ένα φυσικό υδάτινο οικοσύστημα μαζί με ορισμένα ανόργανα συστατικά, αποτελεί κατάλληλο θρεπτικό υλικό για μια ποικιλία μικροοργανισμών. Οι μικροοργανισμοί αυτοί για να εξασφαλίσουν την ενέργεια που τους χρειάζεται, αφομοιώνουν τις οργανικές αυτές ουσίες με έναν πολύπλοκο μηχανισμό. Ο μηχανισμός αυτός καταλήγει τελικά στη διάσπαση των οργανικών ουσιών και στη μετατροπή τους στην πιο σταθερή μορφή που είναι ανόργανα άλατα, ενώ ταυτόχρονα εκλύονται διάφορα αέρια. Η αποικοδόμηση είναι αερόβια όταν υπάρχει διαλυμένο στο νερό οξυγόνο και γίνεται από αερόβιους μικροοργανισμούς με τελικά προϊόντα NO_3 , CO_2 , SO_3 , SO_4 , H_2O και αναερόβια όταν δεν υπάρχει διαλυμένο ελεύθερο οξυγόνο και γίνεται από αναερόβιους οργανισμούς με τελικά προϊόντα H_2S , NH_3 , CH_4 , που είναι δύσσομα, τοξικά κι εκρηκτικά κι επηρεάζουν την υγεία φυτών και ζώων. Γι' αυτό μας ενδιαφέρει να επικρατούν στο περιβάλλον αερόβιες συνθήκες αποδόμησης. **Το οξυγόνο που χρειάζεται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών του υδάτινου περιβάλλοντος αποδέκτη από τους αερόβιους μικροοργανισμούς ονομάζεται βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand).** Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο αποτελεί σήμερα μια σημαντική παράμετρο όσον αφορά την ποιότητα του νερού. **Αποτελεί ένδειξη για το βαθμό της οργανικής ρύπανσης** που προκαλεί το αποσυντιθέμενο οργανικό υλικό. Το B.O.D. μετρά το ποσό του οξυγόνου που καταναλώνουν οι μικροοργανισμοί όχι μόνο για την αποικοδόμηση μιας ρυπαντικής ουσίας αλλά όλου του υπάρχοντος οργανικού υλικού. Επειδή η αποσύνθεση του

οργανικού αυτού υλικού απαιτεί οξυγόνο, η μέτρηση του B.O.D. μας διευκολύνει να εκτιμήσουμε τα επίπεδα της ρύπανσης. Τα ρυπασμένα νερά αυτοκαθαρίζονται βιολογικά με τους αερόβιους αποικοδομητές δηλαδή τα βακτήρια χρησιμοποιώντας το διαλυμένο οξυγόνο. **B.O.D 20mg/l σημαίνει ότι 20mg οξυγόνου καταναλώνονται σε ένα λίτρο ακάθαρτων νερών σε 5 ημέρες και στους 20°C.** Ο χρόνος των 5 ημερών είναι συμβατικός και χρησιμοποιείται διεθνώς γιατί μετρήθηκε ότι οι οργανικές ουσίες που υπάρχουν στα αστικά λύματα διασπώνται κατά 70-80% μέσα σε 5 ημέρες. Υδάτινες περιοχές με μικρή επιβάρυνση από τον άνθρωπο έχουν γενικά **B.O.D. > 2mg/l** ενώ όταν είναι **πάνω από 5mg/l θα πρέπει να αναζητηθεί η πηγή ρύπανσης.** Υποστηρίζεται ότι ο προσδιορισμός του B.O.D. είναι σημαντικότερος ακόμη και από τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου επειδή, μειωμένη κατανάλωση οξυγόνου μπορεί να σημαίνει ότι το νερό είναι απαλλαγμένο από μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών ή ότι οι υπάρχοντες μικροοργανισμοί δεν "ενδιαφέρονται" για τη διάσπαση της οργανικής ύλης ή ακόμα ότι ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών από εκείνους που αρχικά υπήρχαν έχει αποβιώσει.

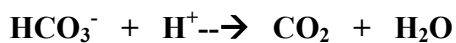
Διαλυτότητα διοξειδίου του άνθρακα–Ανθρακικά

Το διοξείδιο του άνθρακα κατά τη διάλυση του στο νερό **δρα σαν οξύ** λόγω της διασπάσης του προς HCO_3^- και CO_3^{2-} . Ένα σημαντικό τμήμα του προέρχεται από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης από βακτήρια κατά την μεταβολική διεργασία μέσα στο νερό και άλλη μικρή ποσότητα εμπεριέχεται στον ξηρό ατμοσφαιρικό αέρα. Είναι γνωστό ότι το CO_2 διαλύεται από την ατμόσφαιρα και στη συνέχεια αντιδρά με το νερό αλλά μόνο ένα μικρό τμήμα του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα εμφανίζεται σαν ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) το οποίο δίσταται τάχιστα. **Παρατηρείται και συμπεραίνεται ότι στα νερά με τιμές pH χαμηλότερες από 6 το κυριότερο συστατικό είναι το H_2CO_3 άρα το νερό είναι όξινο, ενώ στα περισσότερα φυσικά νερά που συνήθως έχουν pH 7-8,5 η επικρατέστερη μορφή είναι HCO_3^- .** Όποτε η παρουσία του ελευθέρου διοξειδίου του άνθρακα στα καταναλωτικά νερά πάνω από **τα επιτρεπτά όρια (10ml/L)** προκαλεί διάβρωση των μετάλλων για αυτό και ο προσδιορισμός του είναι απαραίτητος, ιδίως όταν τα νερά προορίζονται για βιομηχανική χρήση. Η ογκομέτρηση του γίνεται είτε άμεσα, με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου είτε έμμεσα με νομογραφήματα που

λαμβάνουν υπόψη τις ιονικές ισορροπίες των ανθρακικών ιόντων στο νερό οι οποίες εξαρτώνται από το pH, την θερμοκρασία, την ολική αλκαλικότητα και τα διαλυμένα στερεά του συγκεκριμένου δείγματος νερού.

Αλκαλικότητα φυσικών νερών.

Αλκαλικότητα είναι η ιδιότητα των φυσικών νερών να εξουδετερώνουν οξέα και οφείλεται κυρίως σε άλατα ασθενών οξέων, αν και μπορεί να υπάρχει συνεισφορά και από ασθενείς ή ισχυρές βάσεις. Το σύστημα των ανθρακικών (**ανθρακικά-όξινα ανθρακικά**) αποτελούν την βασική μορφή αλκαλικότητας, διότι δημιουργούνται σε σημαντικές συγκεντρώσεις στο νερό, από την δράση του διοξειδίου του άνθρακα στα βασικά συστατικά του εδάφους. Επίσης τα **ιόντα υδροξυλίου** παίζουν σημαντικό ρόλο στην αλκαλικότητα των νερών. Λόγω της παρουσίας ιόντων και υδροξυλιόντων στα επιφανειακά νερά που αναφέρεται παρακάτω, πολύ συχνά η αλκαλικότητα χρησιμεύει ως δείκτης συγκέντρωσης αυτών:



Τα άλατα των ασθενών οξέων με ισχυρές βάσεις στο νερό δρουν σαν ρυθμιστικό διάλυμα και αντιστέκονται στις αλλαγές pH λόγω προσθήκης οξέος. **Η αλκαλικότητα είναι ένας τρόπος για να μετράται η ρυθμιστική ικανότητα των φυσικών νερών.** Ο προσδιορισμός της γίνεται ογκομετρικά με τιτλοδότηση του νερού με ισχυρό οξύ (N/50 H₂SO₄) και χρωματομετρικούς δείκτες φαινολοφθαλείνης και εκφράζεται σε ισοδύναμα CaCO₃ mg/L.

Ολικά διαλυμένα στερεά (Total dissolved solids η T.D.S.)

Η παρουσία στερεών υπολειμμάτων στο νερό επηρεάζει την ποιότητά του. Τα ολικά διαλυμένα στερεά είναι τα σωματίδια που βρίσκονται διαλυμένα ή σε κολλοειδή μορφή σε νερό τα οποία μπορούν να διέλθουν από πόρο φίλτρο με διάμετρο του 1μm και

παραμένουν ως ξηρό υπόλειμμα **στους 180 °C**. Τα ανώτερα αποδεκτά όρια σύμφωνα με τις **διατάξεις ΕΕ** είναι η τιμή των **1500 mg/L**

2.3. Ο ΥΔΡΟΧΗΜΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ-ΚΥΡΙΑ ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Μπορεί να μην έχει υποπέσει στην αντίληψή μας το σκεπτικό του ορισμού ενδεικτικών και ανώτατων τιμών ιόντων από την Ε.Ε., που καθιστούν το νερό πόσιμο ή μη πόσιμο και ποιοι θα είναι οι κίνδυνοι που παρουσιάζονται στον άνθρωπο από την πόση τέτοιων νερών τα οποία παρουσιάζουν υπέρμετρα ή αυξημένες συγκεντρώσεις σ' αυτά τα ιόντα. Όμως από την ιατρική βιβλιογραφία γνωρίζεται ότι, οι διαταραχές των ηλεκτρολυτών στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλούν παροδικές και μόνιμες βλάβες σ' αυτόν, είτε εξαιτίας της αύξησης των τιμών ή αντίθετα εξαιτίας της ελάττωσης αυτών. Συγκεκριμένα για το:

Κάλιο (K⁺)

Γνωρίζουμε ότι αποτελεί το **κύριο κατιόν του ενδοκυτταρικού χώρου**, όπου και βρίσκεται το 98% του συνολικού Καλίου του σώματος. Οι φυσιολογικές δράσεις του Καλίου αφορούν τη:

- σύσπαση των μυϊκών ινών,
- τη νευρομυϊκή σύναψη,
- τη λειτουργία ποικίλων ενζύμων
- και τη κυτταρικής μεμβράνης
- και κυρίως τη λειτουργία του καρδιακού μυός.

Η καρδιακή διεγερσιμότητα και ο ρυθμός της επηρεάζονται σημαντικά από τις μεταβολές των συγκεντρώσεων του εξωκυτταρικού K⁺ με ακραίες εκδηλώσεις την **παύση της καρδιακής λειτουργίας σε διαστολή επί υπερκαλιαιμίας και σε συστολή επί υποκαλιαιμίας**. Η υπερκαλιαιμία προκαλεί αδυναμία αποβολής του προσλαμβανομένου K⁺ με οξεία ή χρόνια νεφρική ανεπάρκεια. Η υπερβολική πρόσληψη

K⁺ μπορεί να προκαλέσει πλήρη αποκλεισμό του μυοκαρδίου, κολπική μαρμαρυγή, εντερικοί κολικοί και διάρροια όπως και ελάττωση των αντανακλαστικών. Οι ημερήσιες απώλειες του καλίου γίνονται από τους νεφρούς. Σύμφωνα με τις οδηγίες τις Ε.Ε το **ενδεικτικό επίπεδο της περιεκτικότητας καλίου στα πόσιμα νερά είναι τα 10mg/L και να μην υπερβαίνει τα 12mg/L.**

Νάτριο (Na⁺)

Τα άλατα νατρίου βρίσκονται σε αφθονία στη φύση και σε όλα τα φυσικά νερά σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Γίνεται ακόμα και αποσκλήρυνση του νερού σε περιπτώσεις που κρίνεται αναγκαίο. Το νάτριο αποτελεί το **κύριο κατιόν του εξωκυτταρίου χώρου**. Η συγκέντρωση Na⁺ καθορίζει την οσμωτική πίεση του πλάσματος, για αυτό και οι διαταραχές αυτού του ιόντος συνοδεύονται από μεταβολές της οσμωτικής πίεσης. Αυξημένη συγκέντρωση Na⁺ στον εξωκυτταριο χώρο μπορεί να προκληθεί από ανεπαρκή πρόσληψη νερού ή από υπερβολική χορήγηση NaCl διαμέσου χορήγησης νερού επιβαρημένου σε άλας NaCl. Στα πόσιμα νερά δεν υπερβαίνει τα 20 mg/l εκτός των περιπτώσεων που έχει γίνει αποσκλήρυνση με την μέθοδο της ιοντοανταλλαγής ή όταν παρατηρείται διείσδυση θαλασσινού νερού. **Παραμετρική τιμή είναι 200 mg/l.**

Ασβέστιο(Ca⁺⁺)

Το ασβέστιο υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από την διάβρωση των πετρωμάτων (ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος). Η συγκέντρωση του κυμαίνεται από μηδέν μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/l αναλογα με την προελευσή του. Οι συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου εμποδίζουν τη διάβρωση των μεταλλικών σωλήνων ιδιαίτερα εκείνες από τις οποίες διέρχεται ζεστό νερό γιατί σχηματίζουν ένα προστατευτικό επίστρωμα. Μπορεί να αποτελεί πολύ σημαντικό κατιόν για τον ανθρώπινο οργανισμό αλλά οι διαταραχές του δεν είναι ιδιαίτερα έντονες και για αυτό **δεν υπάρχει ανώτατο αποδεκτό όριο** από την Ε.Ε. όσο αφορά της αρνητικές συνέπειες στη υγεία. **Ενδεικτική τιμή ασβεστίου είναι 100mg/l.**

Το Ca⁺⁺ αποτελεί σημαντικό κατιόν και η μισή από τη συνολική ποσότητά του στον οργανισμό βρίσκεται στα υγρά του σώματος και η υπόλοιπη μισή στα οστά. Στο πλάσμα

το **45-55%** του περιεχομένου Ca^{++} βρίσκεται ιονισμένο και είναι το ενεργό ποσό του Ca^{++} . Το υπόλοιπο βρίσκεται συνδεδεμένο με πρωτεΐνες καθώς και με άλατα. Οι κυριότερες δράσεις του αφορούν:

- στη διατήρηση του δυναμικού της κυτταρικής μεμβράνης,
- στη λειτουργία των νευρομυϊκών συνάψεων και τη συστολή των μυϊκών ινών,
- στη δράση ποικίλων ενζύμων και την πήξη του αίματος.
- ασκεί ακόμη δράση και στη συσταλτικότητα του καρδιακού μυός.

Οι διαταραχές του Ca^{++} δεν είναι ιδιαίτερα έντονες και δεν έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα στον άνθρωπο. Η υπερβολική συγκέντρωση Ca^{++} στο αίμα προκαλεί συνήθως υπερπαραθυροειδισμό, εύκολη κόπωση, αδυναμία, αρθραλγίες και μυαλγίες.

Μαγνήσιο (Mg^{++})

Είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών, τα άλατα του συμβάλλουν μαζί με τα άλατα του ασβεστίου στην ολική σκληρότητα του νερού. Νερά με **συγκεντρώσεις μαγνησίου μεγαλύτερες από 125mg/l μπορεί να έχουν καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες**. Το Mg^{++} έχει την ίδια κατανομή στον οργανισμό με το K^{+} . **Το 45% του Mg^{++} βρίσκεται στον ενδοκυττάριο χώρο και μόνο το 5% στον εξωκυττάριο**, ενώ το υπόλοιπο 50% βρίσκεται δεσμευμένο στα οστά. Η φυσιολογική του δράση αφορά:

- στη λειτουργία ενζύμων που συμμετέχουν στο μεταβολισμό του φωσφόρου.
- επιδρά στο νευρικό σύστημα με ενέργεια παρόμοια με αυτήν του Ca^{++} .
- στο μυοκάρδιο επιδρά σε πολύ υψηλές πυκνότητες.

Η υπερμαγνησαιμία είναι σπάνια διαταραχή και εμφανίζεται σε ανθρώπους με νεφρική ανεπάρκεια.

Χλωριούχα (Cl)

Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση σαν άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Προέρχονται από την διάβρωση των πετρωμάτων και μπορεί να προκύψουν από την χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιοχημικά απόβλητα ή από την διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές. Δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο

οργανισμό, αλλά σε **υψηλές συγκεντρώσεις** δίνουν στο πόσιμο νερό **γλυφή γεύση**. Στα αστικά λύματα η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι υψηλότερη από ότι στα φυσικά νερά λόγω της εβραίας χρήσης τους από τον άνθρωπο, τα οποία καταλήγουν αναλλοίωτα σε αυτά. Για το λόγο αυτό, η εμφάνιση της απότομης αύξησης των χλωριοντων στο νερό αν δεν οφείλεται στην είσοδο του θαλασσινού νερού, δείχνει πιθανή ρύπανση από τα λύματα και απαιτείται άμεση επιτόπια υγειονομική εξέταση. Πέρα από την αλλοίωση της γεύσης του νερού, η μεγάλη συγκέντρωση χλωριοντων επηρεάζει τα οργανοληπτικά συστατικά του ύδωρ, αυξάνοντας έτσι το ρυθμό διάβρωσης μεταλλικών επιφανειών. Επίσης επιβαρύνει την ανάπτυξη περισσότερων φυτών. **Ενδεικτική παραμετρική τιμή χλωριοντων στο πόσιμο νερό είναι 250mg/l σύμφωνα με την νομοθεσία της ΕΕ.**

Θειικά (SO₄²⁻)

Αποτελούν συστατικό πολλών ορυκτών και πετρωμάτων γενικά, εμπλουτίζοντας έτσι με μεγάλες ποσότητες τα φυσικά νερά αλλά με μεγάλες διακυμάνσεις, ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων και τις ανθρώπινες δραστηριότητες (χημικές βιομηχανίες, γυαλιού και χαρτιού, λιπάσματα και εντομοκτόνα).Ακόμη υπάρχουν στην ατμόσφαιρα σαν δευτερογενής ρύπος και αποτίθενται στο έδαφος και τα νερά σαν «**όξινη βρόχη**».

Τα θειικά άλατα του νατρίου, του ασβεστίου και μαγνησίου σε **συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 700 mg/l** δίνουν στα πόσιμα νερά **δυσάρεστη γεύση**. Ο έλεγχος των θεικών αλάτων στα πόσιμα νερά έχει μεγάλη σημασία διότι έχει βρεθεί ότι τα θειικά μαγνησίου σε **συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 600 mg/l** έχουν **καθαρτική δράση στον άνθρωπο**. Το **ανώτατο επιτρεπτό όριο θεικών ιόντων είναι 250 mg/l**.

2.4. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

	Παράμετροι	Έκφραση αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση	Παρατηρήσεις
1	Νιτρικά	mg/l NO ₃ ⁻	25	50	
2	Νιτρώδη	mg/l NO ₂ ⁻		0.1	

3	Αμμώνια	mg/l NH ₄ ⁺	0.05	0.5	
4	Οξειδωσιότητα (Κ Μn Ο₄)	mg/l O ₂	2	5	Μέτρηση σε θερμό και όξινο περιβάλλον.
5	Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	mg/l C			Κάθε αίτια αυξησής του πρέπει να ερευνηθεί.
6	Υδροθείο	mg/l S		μη ανιχνεύσιμο οργανοληπτικά	
7	Ύλες που εκχειλίζονται με χλωροφόρμιο	Ξηρό υπόλειμμα mg/l	0.1		
8	Υδρογονάνθρακες	mg/l		10	Μετά-εκχύλιση με αιθέρα
9	Φαινόλες (αριθμός φαινόλης)	mg/l C ₆ H ₅ OH		0.5	Με εξαίρεση τις φυσικές φαινόλες.
10	Βόριο	mg/l B	1000		
11	Όργανοχλωριούχες ενώσεις	mg/l	1		
12	Σίδηρος	mg/l Fe	50	200	
13	Μαγγάνιο	mg/l Mn	20	50	
14	Χαλκός	mg/l Cu	1	2mg/l	>3000 mg/l, στυπτικές γεύσεις, χρώσεις και διαβρώσεις
15	Ψευδάργυρος	mg/l Zn	100?		Πάνω>500 mg/l στυπτικές γεύσεις και κοκκώδες απόθεμα
16	Φωσφόρος	mg/l PO ₄	40	50	
17	Φθόριο	mg/l F 8-12 °C 25-30°C		1,5 0,7	
18	Κοβάλτιο	mg/l Co			
19	Χλώριο υπολειμματικό	mg/l Cl ⁻			
20	Βάριο	mg/l Ba	100		

21	Αργυρος	μg/l Ag		10	
----	---------	---------	--	----	--

Πίνακας 5: Ανεπιθύμητες παράμετροι σε σχέση με την φυσική σύσταση του νερού ⁽⁸⁾

*Παρακάτω γίνεται μια σύντομη αναφορά μόνο σε μερικά ανεπιθύμητα στοιχεία που θεωρούνται ρυπαντές εφόσον υπερβαίνουν οι συγκεντρώσεις τους.

Ενώσεις αζώτου (θρεπτικά στοιχεία υδατικών οικοσυστημάτων)

Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί **δείκτη για την υγειονομική ποιότητα του νερού**. Πριν από την ανάπτυξη των βακτηριολογικών αναλύσεων η μέτρηση των ενώσεων του αζώτου στο νερό ήταν ο μόνος δείκτης για πιθανή μόλυνση. Σε πρόσφατα ρυπασμένα νερά το άζωτο βρίσκεται υπό την μορφή οργανικού αζώτου και αμμωνίας. Καθώς περνάει ο χρόνος το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σταδιακά σε αμμωνία και αργότερα εάν υπάρχουν αερόβιες συνθήκες γίνεται οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά.

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

Αμμωνία (NH₄)

Γενικά η παρουσία της αμμωνίας στα πόσιμα νερά οφείλεται κατά κύριο λόγο στην απαμίνωση των αζωτούχων οργανικών ενώσεων, την υδρόλυση της ούριας και ένα μικρό ποσοστό στην αναγωγή των νιτρικών από αναερόβια βακτηρία. Τα υπόγεια νερά περιέχουν συνήθως αμμωνία λιγότερο από 0.2 mg/l ενώ σε εδάφη δασών παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις στο «αόρατο» νερό. Η αμμωνία δεν επηρεάζει άμεσα την υγεία στις συγκεντρώσεις που ενδέχεται να υπάρχει στα πόσιμα νερά, αποτελεί όμως **σημαντικό δείκτη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες**. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.2 mg/l δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό και ελαττώνει την

αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Επίσης συμβάλλει στο σχηματισμό νιτρωδών στα συστήματα ύδρευσης. Τοξική μπορεί να γίνει για τους υδρόβιους οργανισμούς και τα ψάρια. Ο προσδιορισμός της αμμωνίας στα πόσιμα νερά γίνεται με μια από τις μεθόδους όπως είναι: της ινδοφαινόλης, των εκλεκτικών ηλεκτροδίων, της ογκομέτρησης.

Η ισχύουσα νομοθεσία ορίζει την ανωτάτη παραδεκτή τιμή στα 0,5mg/l.

Νιτρώδη (NO₂) – Νιτρικά (NO₃)

Τα νιτρώδη αποτελούν ένα ενδιάμεσο τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση, επομένως υπάρχουν στα φυσικά νερά. Υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται σε λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα. Υπάρχουν ακόμη και στον αέρα λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα να παρασύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος.

Μεγάλος αριθμός επιδημιολογικών ερευνών επικεντρώθηκαν στη θεωρία ότι τα νιτρικά στο στομάχι μετατρέπονται σε νιτρώδη (NO₂) που αντιδρούν με τις δευτεροταγείς γνωστές καρκινογόνες και μεταλλαξογόνες ουσίες. Οι ουσίες αυτές θα μπορούσαν να αυξήσουν τον κίνδυνο για καρκίνο του στομάχου, του παχέος εντέρου και της ουροδόχου κύστης. Ακόμα μπορούν να γίνουν πολύ τοξικές αν φτάσουν στο αίμα διότι μετατρέπουν τον δισθενή σίδηρο (Fe²⁺) της αιμοσφαιρίνης σε τρισθενή σίδηρο (Fe³⁺) με αποτέλεσμα οι ζωντανοί οργανισμοί να παράγουν N-νιτροζαμίνες με συμπτώματα έλλειψης οξυγόνου, μελάνιασμα και δυσκολία στην αναπνοή. **Η ανωτάτη παραδεκτή συγκέντρωση των νιτροδίων ιόντων είναι 0,1 mg/l.**

Τα νιτρικά απαντώνται σε ίχνη στα επιφανειακά νερά αλλά μπορούν να βρεθούν σε υψηλές συγκεντρώσεις σε υπόγεια νερά, γεγονός που δείχνει την ύπαρξη ρύπανσης από νιτρικά και αμμωνιακά λιπάσματα. Σε αερόβιες συνθήκες τα νιτρικά διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν στα παιδιά μικρότερα των έξι μηνών την ασθένεια μεθαίμογλοβιναιμία λόγω της αναγωγής τους προς νιτρώδη.

Παρά τα αρνητικά αποτελέσματα που αναφέρθηκαν **έχουν τεθεί όρια στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 50mg/l νιτρικών σε νερά**, αλλά παρουσιάζονται μεγάλα προβλήματα στην επίτευξη τέτοιου ορίου.

2.5. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Φυσικές ή συνθετικές ουσίες είναι δυνατόν να έχουν τοξική επίδραση στους οργανισμούς που τις προσλαμβάνουν. Το τοξικό αποτέλεσμα εξαρτάται από την συγκέντρωση της ουσίας, τη φύση της και τη χημική σύσταση του περιβαλλοντός της καθώς και από τα γενετικά χαρακτηριστικά, το στάδιο ανάπτυξης και τη φυσιολογία του ατόμου. Υδατοδιαλυτές τοξικές ουσίες μεταφέρονται εύκολα σε μεγάλο αριθμό κύτταρων των οργανισμών αλλά συχνά ο χρόνος παραμονής τους σε αυτά είναι σύντομος εξαιτίας της επακόλουθης απεκκρισής τους. Αντίθετα οι λιποδιαλυτές χημικές ουσίες συσσωρεύονται σε ορισμένα σημεία του οργανισμού (σε ιστούς ή σε όργανα), όπου μπορούν να παραμείνουν για χρόνια. Η μεταβίβαση των τοξικών αυτών ουσιών από ένα τροφικό επίπεδο σε κάποιο ανώτερο δημιουργεί το φαινόμενο της **βιοσυσσώρευσης**, της σταδιακής δηλαδή αύξησης της συγκέντρωσης της τοξικής ουσίας στους ανώτερους καταναλωτές. Στις τοξικές ουσίες συμπεριλαμβάνονται οι παρακάτω παράμετροι στα πόσιμα νερά, έτσι όπως ορίστηκαν από την **Ε.Ε.**

Πίνακας 6: Παράμετροι που αφορούν τις τοξικές ουσίες.⁽⁸⁾

	Παράμετροι	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση	Παρατηρήσεις
1.	Αρσενικό	mg/l As		50	Δόσεις μεταξύ 70 και 180 mg/l είναι θανατηφόρες.
2.	Κάδμιο	mg/l Cd		5	Ένα από τοξικότερα μέταλλα από τα βιομηχανικά απόβλητα.
3.	Κυανιούχα άλατα	mg/l Cn		50	
4.	Χρώμιο	mg/l Cr		50*	*Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό σε σχέση με το τρισθενές.
5.	Υδράργυρος	mg/l Hg		1	Ο οργανικός υδραργ. CH ₃ Hg ⁺ είναι

					ιδιαίτερα τοξικός διότι εισχωρεί άμεσα στο Κ.Ν. Σύστημα– γρήγορης απορρόφησης από το Γ.Ε.Σ.
6.	Νικέλιο	mg/l Ni	20	50	Υποκαθιστά το Fe και τείνει να συγκαθιζανει με τα οξείδια του και του μαγγανίου .
7.	Μόλυβδος	mg/l Pb	10	50*στο τρεχούμενο νερό.	Πολύ τοξικό μέταλλο, είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση και δεν θα πρέπει να είναι ανώτερη των 50 μg/l σε ένα δείγμα που θα ληφθεί ύστερα από ροή.
8.	Αντιμόνιο	mg/l Sb		10	
9.	Σελήνιο	mg/l Se		10	Προστατευτική η δράση του από την τοξικότητα βαρέων μετάλλων: Pb, Hg, Cd, Fe αλλά σε μεγάλες συγκ. προκαλεί σελήνωση-(γαστρεντερ. διαταραχές,νευρικήτητα νεφρικές βλάβες).
10.	Παρασιτοκτόνα και εξομοιούμενα προϊόντα	mg/l	mg/l	0,1 <u>0,5</u>	
11.	Αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες	mg/l		0,2	

2.6. ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ

Τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση **δεν πρέπει να περιέχουν παθογόνους οργανισμούς**. Προκειμένου να συμπληρωθεί η μικροβιολογική εξέταση του πόσιμου νερού ανάλογα με τις ανάγκες, είναι σκόπιμο να ερευνηθούν, εκτός από τα βακτήρια που περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα και τα παθογόνα βακτήρια και ιδίως:

- οι σαλμονέλες
- οι παθογόνοι σταφυλόκοκκοι
- βακτηριοφάγοι των κοπράνων,
- παρασιτικοί οργανισμοί φύκια ή αλλά μορφοποιημένα στοιχεία

Σύμφωνα με την Ε.Ε. τα κύρια **μικρόβια δείκτες** που προβλέπονται να εξετάζονται :

	Παράμετροι	Αποτελέσματα: όγκος του δείγματος (σε ml).	Ενδεικτικό επίπεδο.	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση	
				Μέθοδος των διηθητικών μεμβρανών	Μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων (NPP)
1.	Ολικά κολοβακτηριοειδή ⁽¹⁾	100	-	0	NPP < 1
2.	Κολοβακτηριοειδή κοπράνων	100	-	0	NPP < 1
3.	Στρεπτόκοκκοι κοπράνων	100	-	0	NPP < 1
4.	Κλωστρίδια αναγωγικά θειωδών αλάτων	20	-	-	NPP < 1
5.	Καταμέτρηση των συνολικών βακτηριδίων για το πόσιμο νερό	37 ⁰ C 27 ⁰ C	1 1	10 ⁽¹⁾⁽²⁾	

Πίνακας 7: Τα περί ποιότητας του πόσιμου νερού⁽⁸⁾

⁽¹⁾ Υπό τον όρο πως θα εξετασθεί ένας ικανός αριθμός δειγμάτων (95% συμφώνων αποτελεσμάτων).

⁽²⁾ Για τα νερά που έχουν υποστεί απολύμανση οι αντίστοιχες τιμές πρέπει να είναι σαφώς κατώτερες στην έξοδο του σταθμού κατεργασίας. Κάθε υπέρβαση αυτών των τιμών, εφόσον επιμένει κατά τη διάρκεια διαδοχικών δειγματοληψιών πρέπει να γίνει αφορμή για έλεγχο.

ΠΑΘΟΓΟΝΟΙ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών οφείλεται στις ανθρώπινες και ζωικές εκκρίσεις. Παραδείγματα παθογόνων μικροοργανισμών που συνδέονται με το νερό αποτελούν:

- **τα βακτήρια**
- **οι ιοί**
- **τα πρωτόζωα**

Μικροβιολογική εξέταση

Το ακατέργαστο νερό δεν αναλύεται τακτικά για την παρουσία βακτηρίων και ιών εξαιτίας του υψηλού κόστους και της μεγάλης ποικιλότητας των συγκεκριμένων μικροοργανισμών. Αντί αυτού, η συνήθης αναλυτική διαδικασία χρησιμοποιεί **μικροοργανισμούς δείκτες** (ανίχνευση μικροβίων δεικτών που να είναι ενδεικτικοί ακόμη και της ενδεχόμενης παρουσίας λυμάτων στο νερό) οι οποίοι πιστοποιούν την παρουσία των παθογόνων μικροοργανισμών στα ενδεχόμενα καταναλωτικά νερά. Χαρακτηριστικό είδος βακτηρίου που αποτελεί **μικροοργανισμό δείκτη** είναι το **Escherichia coli και το Clostridium perfringens**.

Οι υδατογενείς επιδημίες προκαλούνται από τα παθογόνα μικρόβια που έχουν προέλευση την κοπρανώδη μόλυνση του νερού για αυτό πρέπει να επισημάνουμε ότι στο πλαίσιο της φιλοσοφίας που διέπει τις παρεμβάσεις που αφορούν στη Δημόσια Υγεία, η Εφαρμοσμένη Μικροβιολογία στη Δημόσια Υγεία πρέπει να χρησιμοποιεί μεθόδους με τα εξής κυρίως χαρακτηριστικά:

- **να είναι ταχείες**, ώστε να δίδουν κατά το δυνατόν γρήγορα απαντήσεις,
- **να είναι πρακτικές** και να μην απαιτούν εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας
- **να είναι φθηνές** ώστε να επαρκούν τα κονδύλια για το μεγάλο αριθμό δειγμάτων που απαιτούνται για την επαγρύπνηση στο πλαίσιο της Δημόσιας Υγείας

- **να μην απαιτείται υψηλής εξειδίκευσης προσωπικό.**

Η παρουσία τέτοιων μικροβίων δεικτών αποτελεί αδιάψευστο μάρτυρα κοπρανόδους μόλυνσης του νερού και κατά συνέπεια συνιστά ισχυρή πιθανότητα να συνυπάρχουν και παθογόνα μικρόβια. Είναι εύλογο ότι η αξιολόγηση που γίνεται για κάθε ένα από τα μικρόβια δείκτες σχετίζεται με τη φύση του μικροβίου και το βαθμό συσχέτισής του με τα κόπρανα.

Η σημασία της ανεύρεσης κάθε μιας από τις παραπάνω παραμέτρους (πίνακας 7) έγκειται στο ότι δίδει με αρκετή προσέγγιση πληροφοριών για το είδος της μόλυνσης που αφορά στο νερό από το οποίο έχει ληφθεί το δείγμα που εξετάσθηκε. Έτσι λοιπόν,

- 1. Τα Ολικά Κολοβακτηριοειδή** δεν προέρχονται μόνο από τα κόπρανα των ανθρώπων και ζώων αλλά και από το χώμα και τα φυτά και επόμενα **μόνη η παρουσία τους**, εφόσον δεν συνυπάρχουν και άλλες βακτηριολογικές παράμετροι στα αποτελέσματα μιας εξέτασης νερού, **θα μπορούσε π.χ. να υποσημαίνει ενδεχόμενη περιβαλλοντικής προέλευσης μόλυνση του νερού.**
- 2. Τα Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων** αντίθετα, επειδή έχουν προέλευση τον εντερικό σωλήνα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων υποδεικνύουν μόλυνση κοπρανόδους προέλευσης του νερού και στην περίπτωση αυτή είναι βέβαια αυτονόητος κίνδυνος να υπάρχουν και παθογόνοι μικροοργανισμοί με τις όποιες συνέπειες. Η *Escherichia coli* συνιστά ένα τυπικό μέλος της ομάδας αυτής των μικροοργανισμών και **κατά συνέπεια η παρουσία έστω και ενός (1) μικροβιακού κυττάρου σε 100 ml χλωριωμένου νερού είναι ενδεικτική μόλυνσης ή κακής απολυμανσής του.**
- 3. Οι Στρεπτόκοκκοι Κοπράνων** είναι μια ομάδα μικροοργανισμών που αποτελείται από είδη που βρίσκονται στον εντερικό σωλήνα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων. **Η παρουσία τους επιβεβαιώνει τη μόλυνση του νερού από λύματα και ιδίως όταν δεν ανευρίσκονται E. coli**, με δεδομένη μάλιστα τη μεγαλύτερη αντοχή τους στην οριακή χλωρίωση αυξάνει η αξία τους στην εκτίμηση της μικροβιολογικής ποιότητας. Περιλαμβάνουν τα είδη *Streptococcus bovis*, *S. avium*, *S. gallinarum*, *S. equinus*, αλλά και τα είδη *S. faecium* & *S. faecalis* που συναντώνται συχνότερα στον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου (οι εντερόκοκοι).
- 4. Το Κλωστηρίδιο** το διαθλαστικό είναι ένα σπορογόνο βακτηρίδιο και με τους σπόρους του επιζεί σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά εμφανίζει

και **μεγαλύτερη αντοχή στη χλωρίωση**. Η παρουσία του **αποτελεί απόδειξη** μόλυνσης του νερού ακόμη και στις περιπτώσεις εκείνες που δεν ανιχνεύεται *E. coli*, οπότε και εκτιμάται ότι η **μόλυνση είναι παλιά**. Η ανίχνευσή του θεωρείται ότι έχει ιδιαίτερη σημασία για τις ελλείψεις που αφορούν στα μικρά συστήματα υδρεύσεων που δεν είναι δυνατόν να ελέγχονται σε τακτική βάση.

- 5. Η καταμέτρηση των συνολικών βακτηριδίων** στο πόσιμο νερό μας δίδει μια εικόνα της μικροβιολογικής καθαρότητας του νερού, ιδίως για τις περιπτώσεις που αυτό χρησιμοποιείται από βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων. Για τα δίκτυα ύδρευσης η σταθερότητα του αριθμού τους είναι **σημαντικός δείκτης της ακεραιότητας του δικτύου και της επάρκειας της χλωρίωσης**. Αιφνίδια αύξηση του αριθμού τους κατά 1-2 λογάριθμους μπορεί να υποδηλώνει ανεπάρκεια στο σύστημα επεξεργασίας του νερού, επιμόλυνση της πηγής υδροληψίας ή και ανάπτυξη βιολογικού υμενίου στο δίκτυο. **Πολλές φορές είναι το πρώτο ανιχνεύσιμο σημείο μόλυνσης**.
- 6.** Άλλα μικρόβια δείκτες είναι η *Pseudomonas aeruginosa* (εμφιαλωμένα νερά, ύδρευση νοσοκομείων, κολυμβητικές δεξαμενές), *Rodococcus coryphillus* (ειδικός δείκτης ζωικής μόλυνσης του νερού), οι βακτηριοφάγοι των εντεροβακτηριδίων (ως δείκτες της παρουσίας των ιών στο νερό) κ.ά.

ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ

Τα περισσότερα προβλήματα στην ποιότητα του πόσιμου νερού κυρίως στις μικρές κοινότητες απορρέουν από μολύνσεις κοπρανώδους προέλευσης. Αρκετές φορές όμως παρουσιάζονται σοβαρά προβλήματα από χημική ρύπανση που οφείλεται σε φυσικές ή ανθρώπινες πηγές. Για τη διερεύνηση αυτών των περιπτώσεων πρέπει να γίνουν χημικές αναλύσεις. Ωστόσο θα ήταν πολύ δαπανηρό και χρονοβόρο να προσδιορισθούν πολλές παράμετροι και σε συνεχή βάση ιδίως σε υδρεύσεις μικρών πληθυσμών. Γι'αυτό το λόγο οι σημαντικότεροι παράμετροι που συνιστώνται για την παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού από την Υγειονομική Διάταξη είναι εκείνες που θα καθορίσουν την υγιεινή και ασφάλεια του συστήματος ύδρευσης, δηλαδή οι μικροβιολογικές και οι οργανοληπτικές. Όσο αφορά τους

μικροβιολογικούς δείκτες κατά την ελεγκτική παρακολούθηση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάποιες προϋποθέσεις όπως:

- να εφαρμόζεται σε όλα τα νερά
- θα πρέπει να είναι πάντα παρών όταν εντοπίζεται ο παθογόνος μικροοργανισμός και απών στα καθαρά μη ρυπασμένα νερά
- θα πρέπει να υπάρχει σε μεγαλύτερο αριθμό από ότι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί
- η συγκέντρωσή του να είναι ανάλογη με το βαθμό μόλυνσης
- θα πρέπει να αντιδρά στις φυσικές περιβαλλοντικές συνθήκες και στην επεξεργασία με τρόπο ανάλογο με αυτό των παθογόνων που μας ενδιαφέρουν
- ο χρόνος ζωής τους πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή παραπλήσιος με εκείνον των παθογόνων
- θα πρέπει να είναι εύκολο να απομονωθεί και να προσδιορισθεί σε εργαστηριακά tests
- να έχει σταθερά βιοχημικά χαρακτηριστικά για ανίχνευση
- ο δείκτης και τα παθογόνα θα πρέπει να προέρχονται από την ίδια πηγή να μην είναι βλαβερός στον άνθρωπο και τα ζώα.

Σημειώνεται ότι πριν από την έναρξη εκμεταλλεύσεως μιας πηγής τροφοδοσίας, είναι σκόπιμο να γίνει μια γενική ανάλυση (πρώτη εξέταση). Οι παράμετροι, που πρέπει να μετρηθούν θα είναι αυτές του έλεγχου ρουτίνας*, στις οποίες θα μπορούσαν να προστέθουν διάφορες τοξικές ή ανεπιθύμητες ουσίες, ανάλογα με τη θέση της πηγής, το είδος του εδάφους και την ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα.⁽⁷⁻¹⁰⁾

*Έλεγχος ρουτίνας περιλαμβάνει τα εξής παραμετρικά: μικροβιολογικά, οσμή, γεύση, θολερότητα, αγωγιμότητα, pH, υπολειμματικό χλώριο, νιτρικά, αμμωνία.

3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Ο όρος «**ποιότητα του νερού**» δεν συνιστά από μόνος του μία συγκεκριμένη αξία διότι υπόκειται εννοιολογικά και πρακτικά σε συνεχείς μεταβολές και συνεπώς πρέπει να θεωρείται και να μελετάται σε σχέση με τα οικολογικά συστήματα και τις διαφορετικές χρήσεις του νερού. Μόνο μία λεπτομερής ανάλυση των ποσοτικών και ποιοτικών απαιτήσεων των διαφορετικών χρήσεων του νερού μπορεί να οδηγήσει στην εκτίμηση της ποιότητας και της επάρκειας ή της ανεπάρκειας των διαθέσιμων υδατικών πόρων.

3.1. ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ

Η διαμόρφωση της ποιότητας του νερού στο έδαφος και τους υπόγειους υδροφορείς εξαρτάται από τη μεταφορά μάζας των διαφόρων ουσιών και στοιχείων που την καθορίζουν. Η ποιότητα του υπόγειου και εδαφικού νερού αναφέρεται:

1. στη χημική του σύνθεση με τα διαλυμένα και αιωρούμενα υλικά,
2. στην ενεργειακή του κατάσταση,
3. και στους μικροοργανισμούς.

Η διαμόρφωση της σύστασης του νερού είναι αποτέλεσμα φυσικών, χημικών, βιολογικών διαδικασιών και ανθρώπινης επέμβασης, είτε με την απευθείας εισαγωγή χημικών και βιολογικών ουσιών στα υπόγεια νερά, είτε έμμεσα επεμβαίνοντας στις φυσικές διαδικασίες που επηρεάζουν το σύστημα των υπόγειων (π.χ. η εισροή θαλασσινού νερού ή «εβαπόριτες» ορυκτό άλας). Η χημική σύσταση του φυσικού υπόγειου νερού εξαρτάται μόνο από τις φυσικές διαδικασίες και είναι αποτέλεσμα της υδρογεωλογικής και γεωχημικής ιστορίας του. Η ανθρώπινη επέμβαση προσδιορίζεται σε περιοχές με σημαντική χρήση της γης, όπως στις αστικοποιημένες περιοχές, μεταλλεία και αγροτικές περιοχές.^(1, 2)

Το νερό, είτε προέρχεται από τις βροχοπτώσεις ή από **τα υγρά απόβλητα** που εφαρμόζονται στο έδαφος είναι ο κύριος παράγοντας μεταφοράς ουσιών μέσα στο έδαφος. Το επιφανειακό νερό διηθείται στο έδαφος και διαμέσου της ακόρεστης ζώνης κινείται προς τους υπόγειους υδροφορείς όπου διακλαδίζεται προς διάφορες διευθύνσεις ανάλογα με τις συνθήκες ροής που επικρατούν στον υδροφορέα. Το

ρυπασμένο νερό ακολουθεί τις καθορισμένες διαδικασίες κίνησης του υπόγειου νερού. Με την παρέλευση του χρόνου η ένταση της ρύπανσης του νερού είτε μειώνεται μέσα στο υδροφορέα ή το ρυπασμένο νερό οδηγείται προς ένα φρεάτιο ή ευκαιριακά εξέρχεται στα επιφανειακά υδάτινα συστήματα (ποτάμια, λίμνες, θάλασσα).

Η ταφή των στερεών αποβλήτων (χωματερές από σκουπίδια οικισμών και στερεών αποβλήτων βιομηχανιών) μπορεί να αποτελέσει **αιτία υποβάθμισης της ποιότητας των υπόγειων νερών** λόγω της έκπλυσης που προκαλεί το νερό που διέρχεται από τη μάζα των αποβλήτων. Τα εκπλύματα (leachates) αποτελούνται από το νερό που κατά την κίνησή του δια μέσου της μάζας των στερεών αποβλήτων εμπλουτίζεται με ρύπους και τα παράγωγα της αποικοδόμησης των αποβλήτων με τις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις.

Η άρδευση σε ξηρά και ημίξηρα κλίματα είναι **υπεύθυνη για τη μεταφορά και εναπόθεση των ανόργανων ενώσεων και αλάτων στην ακόρεστη ζώνη**. Λόγω της εξατμίσο-διαπνοής αυξάνει η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό νερό με αποτέλεσμα το νερό που διηθείται βαθιά να περιέχει διαλυμένα άλατα σε συγκεντρώσεις δύο και τρεις φορές μεγαλύτερες από αυτές του εφαρμοζόμενου νερού. Στα διαπερατά εδάφη, η περίσσεια νερού που περνά τη ζώνη παρασέρνει τα διαλυμένα υλικά (ιδιαίτερα τα ιόντα χλωρίου, θεικών, νιτρικών και νατρίου) στα υπόγεια νερά. Η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση του νερού για άρδευση είναι μία σοβαρή διαδικασία συσσώρευσης των αλάτων στα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά.

Με την εφαρμογή των λιπασμάτων στο έδαφος που συνήθως περιέχουν ανόργανα στοιχεία προκαλείται αύξηση των λιπασματικών στοιχείων στο εδαφικό διάλυμα. Ποιοτικά οι **πιο επιβλαβείς ρύποι** για την υγεία του ανθρώπου, από τη γεωργία, είναι **τα νιτρικά ιόντα**, τα οποία με μεγάλη ευκολία μεταφέρονται με το νερό που διηθείται βαθιά δια μέσου της ακόρεστης ζώνης του εδάφους και της υπόγειας ροής στους υπόγειους υδροφορείς. Η άρδευση και η εφαρμογή των λιπασμάτων ανόργανου αζώτου φαίνεται ότι συντελούν στην ταχύτατη αύξηση των νιτρικών σε πολλές αγροτικές περιοχές. Αλλά αύξησή τους μπορεί να παρατηρηθεί και σε μη αρδευόμενες περιοχές με οργανικά εδάφη. Σ' αυτή την περίπτωση τα νιτρικά απελευθερώνονται κατά την ανοργανοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων και των ζωικών αποβλήτων που ενσωματώνονται στο έδαφος. Τα στερεά απόβλητα (κοπριές) των ζώων είναι επίσης σημαντικές πηγές νιτρικών και διαλυμένων αλάτων.

Τα φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα στη γεωργία για την προστασία των καλλιεργειών από τα έντομα (**εντομοκτόνα**), μύκητες (**μυκητοκτόνα**) και βακτήρια (**βακτηριοκτόνα**) και την καταπολέμηση των ζιζανίων (**ζιζανιοκτόνα**) αποτελούν **σημαντικό κίνδυνο ρύπανσης** των υπογείων νερών. Παρ'ότι οι οργανικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σαν φυτοφάρμακα είναι ταχείας αποικοδόμησης, σημαντικές ποσότητες αυτών και των προϊόντων της διάσπασής τους έχουν καταγραφεί στα υπόγεια νερά. Σημαντικό ρόλο για τη σοβαρότητα της ρύπανσης από τα αγροχημικά αποτελεί η τοξικότητα, η ποσότητα και ο χρόνος παραμονής της ουσίας στο έδαφος καθώς και ο τρόπος εφαρμογής τους στο έδαφος.

Οι πιο σπουδαίοι μικροοργανισμοί στα υπόγεια νερά είναι **τα παθογόνα βακτήρια**, οι **μύκητες** και διάφορα άλλα **παράσιτα**. Οι πηγές των μικροοργανισμών είναι τα ανθρώπινα και ζωικά λύματα και απόβλητα.

Η ρύπανση των υπόγειων νερών προκαλείται από την:

- εδάφια διάθεση των λυμάτων των σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων και σηπτικών δεξαμενών,
- τις εκπλύσεις από τους σκουπιδότοπους,
- και τις ποικίλες γεωργικές πρακτικές όπως η διάθεση στο έδαφος της ζωικής κόπρου για οργανική λίπανση.

Τα μη αναμίξιμα με το νερό υγρά (**non-aqueous phase liquids NAPLs**) είναι ρύποι που η παρουσία τους στην ακόρεστη ζώνη παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια. Τα υγρά αυτά εμφανίζουν μία χωριστή υγρή φάση στο υδάτινο περιβάλλον. Γενικά τα NAPLs είναι υγρά τα οποία έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη ή μικρότερη από του νερού. Παράδειγμα ελαφρότερων από το νερό είναι τα υγρά καύσιμα των υδρογονανθράκων, όπως η βενζίνη, το πετρέλαιο θέρμανσης, η κηροζίνη. Στα βαρύτερα NAPLs περιλαμβάνονται οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs).

Η σημασία των NAPLs στα υπόγεια νερά οφείλεται στην εμμονή τους κάτω από το έδαφος και την ικανότητα που έχουν να ρυπαίνουν μεγάλους όγκους νερού λόγω της μικρής δυνατότητας απομάκρυνσής τους. Η μετακίνηση των ουσιών αυτών στο έδαφος εξαρτάται από την ποσότητα που ελευθερώνεται στο έδαφος, τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους και τη δομή του εδάφους διαμέσου του οποίου μετακινούνται.

Η μεταβολή της υδραυλικής ισορροπίας λόγω της άντλησης και υπεράντλησης των υπόγειων νερών είναι η αιτία για την εισροή νερών χαμηλής ποιότητας, υφάλμυρων ή εμπλουτισμένων με ιχνοστοιχεία και βαριά μέταλλα από διπλανούς, επάλληλους

υδροφορείς και από τη θάλασσα. Είναι η αιτία της υφαλμύρωσης των παραθαλάσσιων υδροφορέων.

Η εκτίμηση της ρύπανσης των υπόγειων νερών και της επικυδυνότητας γίνεται με τη χρησιμοποίηση μαθηματικών μοντέλων (δεικτών) που περιγράφουν τη μεταφορά μάζας, τους μετασχηματισμούς και τις αλληλοεπιδράσεις με τα στερεά του εδάφους στην κορεσμένη και ακόρεστη ζώνη. Με τους δείκτες αυτούς μπορούν να παραχθούν χάρτες των υπόγειων νερών που αποτελούν τη βάση για τη διαχείριση χρήσεων γης και εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι επέκτασης της υποβάθμισης των υπόγειων νερών.⁽³⁻⁵⁾

3.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΥΠΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η σπουδαιότητα του **καθαρού νερού** για τον άνθρωπο ήταν βασικά για το **πόσιμο νερό**. Η υγιεινή του νερού συνδέθηκε κυρίως με τη μικροβιακή μόλυνση από μικροοργανισμούς που προκαλούσαν λοιμώδη και παρασιτικά νοσήματα και αποτέλεσαν τη βασική αιτία της υψηλής βρεφικής και παιδικής θνησιμότητας, της περιοδικής εμφάνισης μαζικών θανάτων και επιδημιών και του εξαιρετικά χαμηλού μέσου όρου ζωής του ανθρώπου, ακόμη και μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα. Η διάθεση καθαρού πόσιμου νερού με σύστημα υδροδότησης και εγκατάσταση αποχετευτικού συστήματος υγρών αποβλήτων σε αστικές περιοχές αποτέλεσε τον κυριότερο παράγοντα δραματικής μείωσης της θνησιμότητας από λοιμώδη νοσήματα και αύξηση του προσδόκιμου επιβίωσης κατά 30 χρόνια.

Με την αύξηση του πληθυσμού, την αστικοποίηση και ιδιαίτερα την αλματώδη ανάπτυξη της βιομηχανίας και της εντατικής γεωργικής και κτηνοτροφικής παραγωγής, η ρύπανση των νερών από τοξικούς χημικούς παράγοντες και αυξανόμενα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα ήταν αναπόφευκτη. Σήμερα η ρύπανση των υδατινών συστημάτων είναι πρωταρχικής σημασίας και η πρόληψη της ρύπανσης των νερών κατέχει πρώτη θέση στις προτεραιότητες διεθνών και εθνικών φορέων προστασίας του περιβάλλοντος.

Οι κυριότερες **μορφές ρύπανσης** των υδατινών συστημάτων είναι αποτέλεσμα :

1. των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων,
2. των βαρέων μετάλλων και μεταλλοειδών,
3. των αλογονωμένων και πολυαλογονωμένων ουσιών,

4. των φυτοφαρμάκων και των λιπασμάτων,
5. της νιτρορύπανσης,
6. των πετρελαιοειδών,
7. των ραδιενεργών υλικών,
8. των ουσιών που δρουν ως ενδοκρινικοί διαταρακτές,
9. των αποβλήτων μεταλλευτικών εκμεταλλεύσεων και
10. μεγάλο αριθμό επικίνδυνων υλικών που παρασέρνονται από τα ποτάμια και τους χείμαρρους καταλήγοντας στη θάλασσα. ⁽⁶⁻⁹⁾

Αλογονομένοι και Πολυαλογονωμένοι Υδρογονάνθρακες

Οι αλογονομένοι υδρογονάνθρακες δεν είναι βιοδιασπάσιμοι, ενώ οι κανονικοί υδρογονάνθρακες αποικοδομούνται σχετικά εύκολα με οξειδωτικές διεργασίες και βακτηριακές επεμβάσεις στα υδάτινα συστήματα. Οι αλογονομένες οργανικές ενώσεις, περιέχουν χλώριο, βρώμιο, φθόριο ή ιώδιο σε αλειφατικό ή σε αρωματικό ανθρακικό σκελετό. Υπάρχουν και φυσικές αλογονομένες οργανικές ενώσεις μικρού μοριακού βάρους στα νερά, στο έδαφος και στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της χλωρίωσης ή βρωμίωσης σε ερυθρά φύκια και σε φυτά με βιογενείς αντιδράσεις ή από φυσικές διεργασίες στην ατμόσφαιρα. Η πλειοψηφία των αλογονωμένων και πολυαλογονομένων ουσιών είναι τοξικοί ρύποι ανθρωπογενών πηγών ρύπανσης και βρίσκονται σε όλα τα περιβαλλοντικά διαμερίσματα. Η βιομηχανική παρασκευή αλογονομένων διαλυτών συνεχίζεται ακόμη και σήμερα λόγω της χρησιμότητάς τους σε βιομηχανικές, βιοτεχνικές και εργαστηριακές διεργασίες.

Οι πιο σημαντικοί χλωριωμένοι διαλύτες είναι: **το χλωροφόρμιο (CHCl_3)**, **το διχλωροαιθάνιο (CH_2Cl_2)** και ο **τετραχλωράνθρακας (CCl_4)**. Σημαντικές βιομηχανικές εφαρμογές είχαν οι **χλωροφθοράνθρακες (Chlorofluorocarbons, CFCs)**, όπως τα **φρεόν (CCl_3F , CCl_2F_2)** ως ψυκτικά υγρά σε ψυγεία και κλιματιστικά μηχανήματα, και προωθητές σε σπρέι και στα αφρώδη πλαστικά, ενώ οι αντίστοιχες **βρωμιούχες ενώσεις** χρησιμοποιούνται σε πυροσβεστήρες, αλλά είναι εξαιρετικά σταθερά υλικά, μη βιοαποικοδομήσιμα. Λόγω της πτητικότητας των αλογονομένων υδρογονανθράκων, η πλειοψηφία τους εξατμίζοντας στην ατμόσφαιρα και στη συνέχεια ανέρχονταν στην στρατόσφαιρα. Με αλυσιδωτές αντιδράσεις μέσω μηχανισμών ελευθέρων ριζών απελευθερώνονται ρίζες χλωρίου που καταστρέφουν το στρατοσφαιρικό όζον. Η απώλεια του στρατοσφαιρικού όζοντος (O_3) έχει ως

συνέπεια την αύξηση της υπερϊόδους ακτινοβολίας που επηρεάζει το φυτοπλαγκτόν, τα ευαίσθητα οικοσυστήματα και αυξάνει το κίνδυνο (μελανώματα) στον άνθρωπο. Με το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (1996) και άλλες διεθνείς συμφωνίες μειώθηκε σημαντικά η χρήση τους, αντικαταστάθηκαν από άλλες ουσίες και μελλοντικά θα υπάρξει ολική απαγόρευση τους. ⁽¹⁰⁻¹³⁾

Άλλες σημαντικές κατηγορίες υδρογονανθράκων περιλαμβάνουν ομάδες ενώσεων όπως: τοξικοί ρύποι των αποβλήτων της χημικής βιομηχανίας (π.χ. χλωριωμένες φαινόλες), φυτοφάρμακα (εντομοκτόνα και ζιζανιοκτόνα), προϊόντα καύσης στερεών (διοξίνες, διβενζοφουράνια) και διηλεκτρικά υγρά καυσίμων, απορριμμάτων και πλαστικών θερμομόνωσης (πολυχλωριωμένα διφαινύλια, polychlorinated biphenyls, PCBs). **Οι πολυχλωριωμένες ενώσεις είναι τοξικοί και καρκινογόνοι ρύποι που δεν βιοδιασπώνται, ενώ συσσωρεύονται στους λιπόφιλους ιστούς και βιομεγεθύνονται μέσω των τροφικών πλεγμάτων.** Λόγω της τοξικής τους δράσης, οι πολυχλωριωμένοι υδρογονάνθρακες ρυπαίνουν τα υδάτινα συστήματα, προκαλούν βλάβες σε ζωντανούς οργανισμούς και απειλούν ευαίσθητα οικοσυστήματα. Για το λόγο αυτό υπάρχουν διεθνείς εκστρατείες απαγόρευσης ή περιορισμού της ρύπανσης από αλογονομένους υδρογονάνθρακες.

Το 2001 στη Στοκχόλμη υπογράφηκε η διεθνής σύμβαση για τον περιορισμό και απαγόρευση των Έμμονων Οργανικών Ρύπων (Persistent Organic Pollutants, POPs). ^(14,15) Η σύμβαση αυτή έγινε με αυστηρά επιστημονικά κριτήρια μετά από πολυάριθμες έρευνες περιβαλλοντικής τοξικολογίας σε υδάτινα συστήματα διαφόρων περιοχών του πλανήτη μας. Ο συντελεστής κατανομής οκτανόλης / νερού πρέπει να είναι περίπου στο 5, ο παράγοντας βιοσυσσώρευσης πάνω από 5.000 (τάση προς συσσώρευση σε ιστούς), και ο χρόνος βιοδιάσπασης μεγαλύτερος από 2 ημέρες (αέρας), 2 μήνες (νερό), 6 μήνες (έδαφος) και 6 μήνες (ιζήματα). ⁽¹⁶⁾ Τελικά, με τη σύμβαση της Στοκχόλμης τέθηκαν οι βάσεις για τον περιορισμό και απαγόρευση των παρακάτω ουσιών:

1. το εντομοκτόνο εδάφους **Aldrin**,
2. το διαδεδομένο εντομοκτόνο **Chlordane**,
3. ρύθμιση των αποθεμάτων **DDT** που χρησιμοποιούνται σε μερικές χώρες για την καταστολή των εξάρσεων ελονοσίας,
4. το εντομοκτόνο **Dieldrin**,

5. περιορισμό των **διοξινών** (Polychlorinated dibenzo-para-dioxins) που παράγονται ως παραπροϊόντα σύνθεσης άλλων χημικών ουσιών αλλά κυρίως στα καυσαέρια καύσης ορυκτών καυσίμων, βιομάζας κλπ,
6. τα **πολυχλωριωμένα φουράνια** (Polychlorinated dibenzofurans, PCBFs) προϊόντα καύσης αποβλήτων, καυσαέρια οχημάτων, κλπ,
7. το εντομοκτόνο και τρωκτικοκτόνο **Endrin**,
8. το μυκητοκτόνο **εξαχλωροβενζόλιο** (Hexachlorobenzene, HCB) και παραπροϊόν παρασκευής **τετραχλωράνθρακα** κ.λ.π.
9. το εντομοκτόνο εδάφους **Heptachlor**, το εντομοκτόνο **Mirex**,
10. τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (διηλεκτρικά υγρά σε πυκνωτές) και το εντομοκτόνο **Toxaphene**.⁽¹⁷⁾

Η ρύπανση του εδάφους και των υδάτινων συστημάτων από φυτοφάρμακα έχουν γίνει στόχος πολυάριθμων ερευνών και συντονισμένων προγραμμάτων σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες. Παρόμοιες έρευνες έχουν επικεντρωθεί σε ιστούς και όργανα ζώων και φυτών για να μελετηθεί η διείδυση των ενεργών συστατικών των φυτοφαρμάκων και τους μηχανισμούς βλαβών στα έμβια ζώα. **Τα περισσότερα φυτοφάρμακα αναστέλλουν ενζυμικές λειτουργίες, προκαλούν οξειδωτικό stress ή βλάβες στο πρωτεϊνικό υπόστρωμα των ενζύμων και στο DNA.** Η εξαιρετικά αργή βιοαποικοδόμηση των φυτοφαρμάκων και η διατήρησή τους επί μακρόν χρονικό διάστημα στα περιβαλλοντικά διαμερίσματα δημιούργησε εκτεταμένη διασυννοριακή ρύπανση (θάλασσες, λιμναία και ποτάμια συστήματα), ενώ και υψηλές συγκεντρώσεις σε όργανα και ιστούς ζώων βρέθηκαν στους πόλους και σε απομακρυσμένες περιοχές. **Η βασικότερη αιτία είναι η μαζική χρήση πολυχλωριωμένων εντομοκτόνων.**

Οι συγκεντρώσεις, ιδιαίτερα των χλωριωμένων και πολυχλωριωμένων οργανικών ουσιών που συσσωρεύονται στους λιπώδεις ιστούς των ζώων επιφέρουν σημαντικές βλάβες στην υγεία τους, ιδιαίτερα μέσω εμπλοκής με ενζυμικούς μεταβολισμούς, αλλά και βλάβες στο αναπαραγωγικό και το ανοσοποιητικό σύστημα.⁽¹⁸⁻²⁰⁾

Οι οργανοχλωριωμένες ουσίες, λόγω του ότι παραμένουν σε υδρόβιους οργανισμούς για μεγάλο χρονικό διάστημα, αποτελούν **βιοδείκτες ρύπανσης** και διασυννοριακής μεταφοράς ρύπων ανά την υφήλιο. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί δίκτυα παρακολούθησης που επικεντρώνονται στις οργανοχλωριωμένες ενώσεις σε διάφορα όργανα των υδρόβιων οργανισμών σε παράκτιες περιοχές, αλλά

και σε απομακρυσμένες, όπως η Αρκτική, στις οποίες η ρύπανση μεταφέρεται με τον άνεμο από την εκτεταμένη χρήση ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων για τις γεωργικές καλλιέργειες.

Αζωτούχα και Φωσφορικά Λιπάσματα

Τα αμμωνιακά και νιτρικά άλατα είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών και δημιουργούνται μέσα στην αλυσίδα αντιδράσεων στον κύκλο του αζώτου. Τα νιτρικά άλατα αποτελούν μαζί με τα αμμωνιακά άλατα τα κυριότερα είδη αζωτούχων λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στη γεωργία. Στο παρελθόν οι γεωργοί χρησιμοποιούσαν κοπριά ή ορισμένα είδη φυτών πλούσια σε άζωτο για τις καλλιέργειες αλλά οι ποσότητες ήταν περιορισμένες και η ποσότητα της φυτικής παραγωγής παρέμενε ανίκανή για να συντηρήσει πλήθος κόσμου. Αν και τις τελευταίες δεκαετίες χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο τα ειδικά φυτά που δεσμεύουν το άζωτο στις ρίζες τους, τα συνθετικά αζωτούχα λιπάσματα παραμένουν οι κύριοι προμηθευτές του 60% του αζώτου στις φυτικές καλλιέργειες.

Τα αμμωνιακά λιπάσματα μετατρέπονται με τους μικροβιακούς οργανισμούς του εδάφους σε νιτρικά υδατοδιαλυτά άλατα. Τα φυτά όταν αναπτύσσονται απορροφούν αμμωνιακά και νιτρικά άλατα αλλά με την διακοπή της ανάπτυξης, **τα νιτρικά λόγω της υψηλής διαλυτότητας στο νερό, εκπλύνονται προς τα υδάτινα συστήματα όπου και συγκεντρώνονται.** Σημαντικές ποσότητες νιτρικών εκπλύνονται και με τη βροχή, ενώ ένα τμήμα απονιτρώνεται από μικρόβια εδάφους προς άζωτο (N_2) και υποξείδιο του αζώτου (N_2O) που είναι αέριο του θερμοκηπίου. Ένα τμήμα των αμμωνιακών λιπασμάτων μπορεί και να εξατμισθεί σε θερμά κλίματα στην ατμόσφαιρα. Η έκλυση νιτρικών εξαρτάται και από το είδος του εδάφους, ενώ σημαντική έκλυση νιτρικών συμβαίνει και μετά τη συγκομιδή εάν έχουν παραμείνει νιτρικά στο έδαφος.

Η χρήση των νιτρικών και αμμωνιακών λιπασμάτων επιφέρει σημαντικά προβλήματα ρύπανσης των νερών που μπορούν να επηρεάσουν τα υδρόβια ζώα, τα οικοσυστήματα και την υγεία του ανθρώπου. Ιδιαίτερη σημασία έχει αποδοθεί στην αυξημένη συγκέντρωση νιτρικών στα υπόγεια νερά και στο πόσιμο νερό σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Ερευνες, έδειξαν θετική συσχέτιση των νιτρικών με τον καρκίνο του στομάχου, του ουροδόχου κύστης και άλλων ειδών κακοήθων νεοπλασιών του γαστρεντερικού συστήματος. ^(30,31)

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την ύπαρξη αυξημένων συγκεντρώσεων νιτρικών και αμμωνιακών αλάτων είναι μία άλλη πλευρά που έχει μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό και έχουν προταθεί διάφορα μέτρα περιορισμού της νιτρορύπανσης. Σε πολλές περιπτώσεις τα υδρόβια φυτά εκτίθενται σε αυξημένες συγκεντρώσεις που είναι τοξικές για την αναπτυξιακή τους πορεία, αλλά και οι άλλοι υδρόβιοι και αμφίβιοι οργανισμοί επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό για συγκεντρώσεις της τάξης των 2,5-100 mg/L.

Οι επιπτώσεις των νιτρικών στα νερά και στους έμβιους οργανισμούς έχει αναγκάσει την Ευρωπαϊκή Ένωση να εκδώσει ειδική Οδηγία για τη νιτρορύπανση. Επίσης, τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες προσπαθούν να βρουν τρόπους διαχείρισης της αγροτικής λιπασματοποίησης ώστε να περιορισθεί η νιτρορύπανση. (22-25)

Πίνακας 6: Κύριες πηγές προέλευσης των ενώσεων του αζώτου και επιπτώσεις τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον (Stumm, 1996).

Ένωση N	Κύρια πηγή προέλευση	Οικοσυστήματα που ρυπαίνονται	Επιπτώσεις
NO ₃	Λιπάσματα	Υπόγεια νερά	Ανθρώπινη υγεία.
HNO ₃ (gr)	Καύση υγρών καύσιμων	Ατμόσφαιρα, εδάφη	Όξινη βροχή
NO ₂	Ενδιάμεσο προϊόν κατά την νιτροποίηση, απονιτροποίηση και μετατροπή NO ³⁻ -NO ⁴⁺	Υδάτινα οικοσυστήματα	Τοξικό για ψαριά
NO, NO ₂ (gr)	Καυσαέρια αυτοκινήτων	Ατμόσφαιρα	Ενισχύει την παραγωγή O ₃
N ₂ O (gr)	Ενδιάμεσο προϊόν κατά την νιτροποίηση	Ατμόσφαιρα	Καταστρέφει το O ₃ στην Στρατόσφαιρα
NH ₃ (gr), NH ₄	Λιπάσματα, περιττώματα ζωών	Ατμόσφαιρα, εδάφη, νερά	NH ₄ ⁺ ξινίζει το έδαφος. Η NH ₃ τοξική, απαιτείται αύξηση Cl ⁻ κατά την χλωρίωση πόσιμου νερού.

Ο **ευτροφισμός** είναι μία ακόμη αρνητική συνέπεια της αυξημένης ρύπανσης των νερών με αζωτούχα και φωσφορικά λιπάσματα και απορρυπαντικά. Σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, ο ευτροφισμός είναι αποτέλεσμα της αύξησης νιτρικών, φωσφορικών και άλλων θρεπτικών υλικών που αυξάνουν υπερβολικά την παραγωγή οργανικής ύλης (φυτοπλαγκτόν, φύκη), με αποτέλεσμα να καταναλώνεται το σύνολο του διαλυμένου οξυγόνου. Στα βαθιά νερά το οξυγόνο δεν ανανεώνεται και τα φύκια και το φυτοπλαγκτόν εκτοπίζουν άλλους οργανισμούς, ενώ αναγκάζονται να χρησιμοποιήσουν ως πηγή οξυγόνου τα νιτρικά και θειικά άλατα με αντίστοιχη παραγωγή αμμωνίας (NH₃) και υδρόθειου (H₂S) που αυξάνουν την τοξικότητα του περιβάλλοντος.

Φυτοφάρμακα

Τα φυτοφάρμακα είναι κατηγορία περιβαλλοντικών ρύπων που βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα νερά πολλών ποτάμιων, λιμναίων και παράκτιων περιοχών, ως αποτέλεσμα της έκλυσης υπολειμμάτων από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Οι κυριότερες κατηγορίες που απαντούν ως ρύποι στα νερά είναι :

- **τα οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα,**
- **τα οργανοφωσφορικά,**
- **τα καρβαμιδικά,**

Σημαντικές ποσότητες φυτοφαρμάκων απαντούν και σε υπόγεια νερά, που σε ορισμένες περιοχές χρησιμοποιούνται για συστήματα υδροδότησης.

Η παγκόσμια παραγωγή φυτοφαρμάκων για τη γεωργία είχε αλματώδη ανάπτυξη στην περίοδο των τελευταίων 50 χρόνων. Η κατανάλωση φυτοφαρμάκων αυξήθηκε κατά 15 φορές στην περίοδο αυτή με περίπου 8-10% αύξηση κάθε χρόνο. Την δεκαετία του 1990 η αύξηση σταμάτησε και άρχισε να υποχωρεί. Το 2000 το σύνολο των πωλήσεων των φυτοφαρμάκων ξεπέρασαν τα 35 δισεκατομμύρια δολάρια. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία φυτοφαρμάκων για διάφορες χρήσεις στη γεωργία, όπως **ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, τρωκτικοκτόνα, ρυθμιστές ανάπτυξης φυτών και συντηρητικά ξύλου**. Τα φυτοφάρμακα έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής των τελευταίων δεκαετιών. Παρά τις διαφωνίες που έχουν προκύψει για τη ρύπανση του περιβάλλοντος και των τροφίμων από

φυτοφάρμακα, δεν έχει γίνει δυνατή η αντικατάστασή τους. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί τρεις τάσεις:

1. η τμηματική αντικατάσταση και απαγόρευση των πιο τοξικών και μη βιοδιασπάσιμων φυτοφαρμάκων,
2. η εισαγωγή νέων βιοδιασπάσιμων φυτοφαρμάκων και χαμηλότερης τοξικότητας και
3. η διαμόρφωση τεχνικών ολικής διαχείρισης παρασίτων και ζιζανίων με την *IPM με ανάμεικτες τεχνικές, αγρανάπαυση, ανθεκτικότερα είδη, δολωματικά εντομοκτόνα, βιολογικές πρακτικές (*Integrated Pesticide Management).

Παρόλα αυτά η ρύπανση του περιβάλλοντος ιδιαίτερα των υδάτινων συστημάτων από φυτοφάρμακα παραμένει ένα σοβαρό πρόβλημα της περιβαλλοντικής τοξικολογίας. Η ρύπανση των υδάτινων συστημάτων από φυτοφάρμακα παραμένει σε υψηλά επίπεδα λόγω της χαμηλής βιοδιασπασιμότητας. Τα τελευταία χρόνια όμως τα περισσότερα φυτοφάρμακα είναι βιοδιασπάσιμα, ενώ τα οργανοχλωριωμένα έχουν πλέον απαγορευθεί^(26,27)

Βαρέα μέταλλα και μεταλλοειδή.

Στο περιβάλλον έχουν ανιχνευθεί άνω των 40 στοιχείων που ανήκουν στην κατηγορία των μετάλλων. Ορισμένα από αυτά είναι χρήσιμα για την ανάπτυξη των βιολογικών οργανισμών. Το ασβέστιο, το μαγνήσιο, ο σίδηρος, το κάλιο και το νάτριο είναι απαραίτητα για την διατήρηση της ζωής, αλλά σε αυξημένες συγκεντρώσεις καθίστανται τοξικά. Ιχνοστοιχεία όπως το χρώμιο, το κοβάλτιο, ο χαλκός, το μαγγάνιο, το νικέλιο, το σελήνιο και ο ψευδάργυρος αποτελούν το ενεργό κέντρο σημαντικών ενζύμων σε μεταβολικές διεργασίες (φωτοσύνθεση, αντιοξειδωτική δράση, κλπ). Άλλα μέταλλα όμως, όπως **ο μόλυβδος, το κάδμιο και ο υδράργυρος είναι τοξικά στους βιολογικούς ιστούς σε οποιαδήποτε συγκέντρωση.**

Η κυριότερη πηγή μετάλλων στο περιβάλλον είναι το έδαφος της γης όπου βρίσκονται όλα σχεδόν τα μέταλλα και τα οποία με διάφορους γεωχημικούς κύκλους και ανθρωπογενείς επεμβάσεις ανακατανέμονται στα διάφορα περιβαλλοντικά διαμερίσματα. Η βιομηχανική, τεχνολογική και γεωργική δραστηριότητα αποτελούν επίσης σημαντικούς παράγοντες ρύπανσης από μέταλλα, από την απόρριψη βιομηχανικών αποβλήτων, μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις, εμπλουτισμό και παραγωγή μεταλλικών αντικειμένων, χρήση λιπασμάτων, κλπ. Η καύση στερεών

καυσίμων είναι μία άλλη πηγή εκπομπής μετάλλων στην ατμόσφαιρα που τελικά εναποτίθενται στο έδαφος και τα νερά. Σύμφωνα με τις στατιστικές από το 1970 η παραγωγή μετάλλων ήταν περίπου 600 εκατομμύρια τόνοι, ενώ το 2000 ανήλθε σε 900 εκατομ. τόνους.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τοξικότητα των μετάλλων σε σχέση με τους βιολογικούς οργανισμούς είναι αρκετοί και αφορούν τις μεταβολικές διεργασίες, την απέκκριση, τη συμπλοκοποίηση και την εξουδετέρωση, καθώς και τους μηχανισμούς ελευθέρων ριζών που παίζουν καθοριστικό ρόλο στις βλάβες των βασικών βιομορίων. **Η θερμοκρασία** επηρεάζει το μεταβολισμό και την τοξικότητα των ξеноβιοτικών ουσιών και ιδιαίτερα των μετάλλων. Αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την τοξικότητα μετάλλων σε υδρόβια ασπόνδυλα, αλλά τα αποτελέσματα διαφέρουν ανάλογα με το είδος του οργανισμού και του μετάλλου. **Το φως** είναι επίσης ένας άλλος παράγοντας, γιατί ορισμένα ένζυμα που επιδρούν κατασταλτικά στην τοξικότητα των μετάλλων επιδεικνύουν αυξομειώσεις μεταξύ των φάσεων φωτός-σκότους στους οργανισμούς. Η μεγαλύτερη δραστηριότητα του μικροσωμικού κυτοχρώματος **P₄₅₀**, που είναι το κυριότερο ένζυμο που συμμετέχει σε μηχανισμούς καταστολής της τοξικότητας ξеноβιοτικών, ξεκινά στην σκοτεινή φάση του κύκλου των έμβιων όντων. Επίσης, **το pH** είναι σημαντικός αβιοτικός παράγοντας που προσδιορίζει σε μεγάλο βαθμό την πρόσληψη μετάλλων από τα φυτά σε σχέση με το έδαφος, επηρεάζει τη μετακίνηση των μεταλλικών αλάτων σε εδαφικά στρώματα και στα ιζήματα. Οι όξινες εναποθέσεις επιταχύνουν την τοξική δράση των μετάλλων στα νερά και ορισμένες φορές μετατρέπουν τα μέταλλα και ενώσεις τους σε περισσότερο τοξικές δομές.

Η τοξικότητα των μετάλλων αυξάνεται, όπως είναι φυσικό με την αύξηση των συγκεντρώσεων στο περιβάλλον και στους βιολογικούς ιστούς, τα μίγματα μετάλλων παρουσιάζουν συνεργική δράση και ορισμένα μέταλλα μπορούν να εκτοπίσουν άλλα χρήσιμα μέταλλα για τη λειτουργία των οργανισμών. Τα βαρέα μέταλλα παρουσιάζουν καρκινογόνο δράση μέσω οξειδωτικών μηχανισμών στο κυτταρικό DNA.

Στα υδάτινα συστήματα τα μέταλλα βρίσκονται υπό μορφή διαλυτών αλάτων ή αιωρούμενων σωματιδίων και με το χρόνο συγκεντρώνονται στα ιζήματα ποταμών, λιμνών και παράκτιων περιοχών. Ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, γεωθερμικές διεργασίες, έκπλυση επιφανειακών εδαφών, διάβρωση εδαφών και διάσπαση

ορυκτών εμπλουτίζουν στα νερά σε βαρέα μέταλλα και μεταλλοειδή. Σημαντικές συγκεντρώσεις μετάλλων έχουν μετρηθεί σε θαλάσσια, ποτάμια και λιμναία ιζήματα. Τα περισσότερα μέταλλα έχουν τοξικές παρενέργειες σε υψηλές συγκεντρώσεις, αλλά και μερικά από αυτά που δεν παίζουν ρόλο στη φυσιολογία φυτών και ζώων παρουσιάζουν τοξικές συνέπειες σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Οι κυριότερες δράσεις των μετάλλων είναι:

- **νεφροτοξικές** (Pb, Hg, As, Cd),
- **νευροτοξικές** (ιδιαίτερα των οργανικών ενώσεων Hg, Pb, Sn)
- **και καρκινογόνες** (As, Cr, Ni).

Η καρκινογόνος δράση των μετάλλων έχει μελετηθεί με μεγάλο αριθμό τοξικολογικών ερευνών και έχει βρεθεί ότι ο μηχανισμός της άμεσης προσθήκης σε κυτταρικό DNA (που προκαλεί μεταλλάξεις) είναι δευτερεύουσας σημασίας, σε σχέση με τη δράση μέσω οξειδωτικών βλαβών στο DNA που προκαλούνται από την παραγωγή ελευθέρων ριζών. ^(28, 29)

Ενδοκρινικοί Διαταράκτες (endocrine disrupters)

Οι μελέτες της ρύπανσης των υδάτινων συστημάτων από βιομηχανικά απόβλητα και από τοξικές και επικίνδυνες χημικές ουσίες επικεντρώθηκαν στις κυριότερες κατηγορίες χημικών ουσιών που προκαλούσαν επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία του ανθρώπου. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 ορισμένες έρευνες έδειξαν αυξημένα επίπεδα σε ποτάμια και λιμναία νερά μιας **νέας κατηγορίας ουσιών** των οποίων η τοξικότητα οφείλεται σε οιστρογονική δράση, **οι ενδοκρινικοί διατάρακτες (endocrine disrupters)**. Η δημοσίευση του βιβλίου “Our Stolen Future” το 1996 στις ΗΠΑ, από επιστήμονες που μελέτησαν το θέμα, δημιούργησε αρκετή αίσθηση και αφύπνιση της επιστημονικής κοινότητας για το νέο αυτό περιβαλλοντικό πρόβλημα (οι χαμηλές συγκεντρώσεις στα νερά έκαναν την ανίχνευσή τους δυσκολότερη σε παλαιότερες εποχές).

Αρχικά, η υπόθεση των ρύπων με οιστρογόνο δράση και η επίδρασή τους στην αναπαραγωγική και ενδοκρινική κατάσταση υδρόβιων οργανισμών, διερευνήθηκε σε ζώα της άγριας φύσης. Οι επιπτώσεις σε είδη της άγριας φύσης από υψηλές συγκεντρώσεις ξενο-οιστρογόνων (xenoestrogens) και οι πιθανοί μηχανισμοί δράσης προσπάθησαν να συσχετισθούν με αποτελέσματα στην αλλαγή φύλου και στην αναπαραγωγή των βιολογικών οργανισμών. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρχαν

θετικά αποτελέσματα, ενώ σε άλλες περιπτώσεις ο συσχετισμός αποδείχθηκε περίπλοκος με πολλούς συγχυτικούς παράγοντες, αμφίβολα αποτελέσματα και συνεργικές δράσεις με φυσικά οιστρογόνα. Επίσης, από επιδημιολογικές έρευνες ανέκυψαν ερωτηματικά για τις επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και ιδιαίτερα στο αναπαραγωγικό σύστημα των ανδρών (μείωση της πυκνότητας του σπέρματος) λόγω της περιβαλλοντικής ρύπανσης από ενδοκρινικούς διαταρακτές στις αναπτυγμένες χώρες (μετρήσεις σε πόσιμο νερό). Οι χημικές ουσίες που παρουσιάζουν οιστρογόνο ή αντι-οιστρογόνο δράση και αποτελούν ενεργούς ρύπους της ανθρωπογενούς ρύπανσης χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τη χημική δομή τους. Τέτοιες ουσίες είναι:

1. τα φυσικά οιστρογόνα, όπως η 17 β-οιστραδιόλη (η πλέον ισχυρή οιστρογόνος ουσία),
2. τα φυτο-οιστρογόνα, όπως η κουμεστρόλη (cumestrol), συνθετικά οιστρογόνα, όπως η διαιθυλοστιλβεστρόλη,
3. ορισμένα φυτοφάρμακα, όπως το chlordecone, το DDT, τα χλωριωμένα διφαινύλια (PCBs) που δρουν μέσω οιστρογονικών υποδοχέων,
4. οι διοξίνες (dioxins) και το Endosulfan που δρουν ως αντι-οιστρογόνα (anti-estrogens).

Επίσης, υπάρχουν και άλλες ουσίες που προκαλούν οιστρογονική διαταραχή σε ασπόνδυλα ζώα, όπως τα φυτοφάρμακα Atrazine, Diuron, Simazine, Endrin, Bisphenol A, τα μέταλλα Cadmium, Mercury, Lead, τα χρώματα τριβουτυλοκασιτερού (Tributyltin, TBT), το φυσικό στεροειδές testosterone, οι αλκυλοφαινόλες (nonyphenol) και απόβλητα υπονόμων (sewage effluents) που περιέχουν μίγματα των παραπάνω ουσιών και φυσικών οιστρογόνων και στεροειδών που εκκρίνονται στα ούρα του ανθρώπου. Οι επιπτώσεις σε ορισμένους υδρόβιους οργανισμούς από τη ρύπανση των νερών με ενδοκρινικούς διαταρακτές σε χαμηλές συγκεντρώσεις έχουν κάνει σημαντικές προόδους. Ευαίσθητα είδη υπόκεινται επιπτώσεις όπως μεταβολής φύλου και ορμονικών αλλαγών σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά η πλειοψηφία των βιολογικών οργανισμών απαιτούν αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις. Οι έρευνες συνεχίζονται, και πολλά επιστημονικά δεδομένα αναδιαμορφώνονται με την εμπειρία που συσσωρεύεται.

Για την ανθρώπινη υγεία οι έρευνες δείχνουν ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες ουσιών με οιστρογόνο δράση είναι από την διατροφή. Μελέτη στη Γερμανία με τυπική ημερησία κατανάλωση σε νουφαινόλες είναι 7,5μg/ημέρα για ενήλικες και

0,2 για παιδιά. Οι ποσότητες αυτές είναι πολύ μικρές σε σχέση με τα φυσικά φυτοοιστρογόνα στα φυτικά τρόφιμα (1 mg/kg/ημέρα για ενήλικες και 4,5-8 για παιδιά). Ακόμη και η καθημερινή ρύπανση με προϊόντα που περιέχουν νονυφαινόλες (πλαστικά) δεν είναι δυνατό να αυξήσει την απορρόφηση από το ανθρώπινο σώμα. (30-32)

3.3. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΝΗΣΙΑ

Οι υδατικοί πόροι των νησιών παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες που συνοψίζονται στα εξής:

- χαμηλές ετήσιες βροχοπτώσεις
- ανάγλυφο του εδάφους που δεν ευνοεί την διήθηση και προκαλεί μεγάλη επιφανειακή απορροή,
- περιορισμένης έκτασης υπόγεια υδροφόρα στρώματα,
- γεωλογική δομή από υδατοστεγούς σχηματισμούς και
- γειτνίαση των υπόγειων υδροφορέων με τη θάλασσα με αποτέλεσμα την διείσδυση του αλμυρού νερού.

Η υποβάθμιση της ποιότητας των υδατικών πόρων στα νησιά έχει και αυτή τις ιδιαιτερότητές της που αφορούν τους εξής παράγοντες:

- μη ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων,
- σε μεγάλο βαθμό διείσδυση της θάλασσας στα υπόγεια υδροφόρα στρώματα
- μικροί οικισμοί και εποχιακή αύξηση του πληθυσμού δημιουργώντας τοπικά προβλήματα από την παραγωγή και διάθεση των λυμάτων,
- ανεξέλεγκτες χωματερές και διάθεση λυμάτων,
- διάσπαρτες γεωργό-κτηνοτροφικές μονάδες μικρής δυναμικότητας,
- περιορισμένες βιομηχανικές μονάδες και όπου υπάρχουν τοπικού ενδιαφέροντος,
- ανταγωνισμός για την εξασφάλιση των αναγκαίων ποσοτήτων νερού

Ο συνδυασμός των παραπάνω δείχνει ότι τα **προβλήματα ποιότητας και ρύπανσης των υδατικών πόρων στα νησιά είναι σημαντικά και εντοπίζονται κυρίως στα υπόγεια νερά που αποτελούν την κύρια πηγή νερού**. Κυρίως είναι προβλήματα

υφαλμύρωσης, υποβάθμισης και μείωσης των αποθεμάτων λόγω της μη ορθολογικής διαχειρισής τους και προκαλούνται από τη μεταβολών υδραυλικών χαρακτηριστικών και καταστάσεων στους υδροφορείς. Αυτές οι υδραυλικές μεταβολές προκαλούν την διείσδυση της θάλασσας και την διαρροή υφάλμυρου νερού από παρακείμενα ή επάλληλα υδροφόρα στρώματα. Στους ίδιους λόγους μπορούν να αποδοθούν και ειδικά προβλήματα από βαριά μέταλλα, νιτρικά και φυτοφάρμακα για τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις δεν έχουν ερευνηθεί και άρα δεν έχουν πιστοποιηθεί.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:

Οι υδατικοί πόροι των νησιών υφίστανται μεγάλες πιέσεις ποιοτικής και ποσοτικής υποβάθμισης. Οι ανάγκες σε νερά εξασφαλίζονται κατά κύριο λόγο από τα υπόγεια νερά, γεγονός που σημαίνει ότι η αναφορά στην ποιότητα και τη ρύπανση των υδατικών πόρων στα νησιά του Αιγαίου αφορά κυρίως τα υπόγεια νερά. Η υποβάθμιση των πηγών νερού οφείλεται κυρίως στην υπερεκμετάλλευση και τη δημιουργία υδραυλικών συνθηκών που ευνοούν την υφαλμύρωση και εισροή ρυπασμένων νερών στους υδροφορείς. Η μείωση των πιέσεων από τα αστικά στερεά και υγρά απόβλητα θα επιτευχθεί με την κατασκευή συλλογικών αποχετευτικών συστημάτων, την επεξεργασία και την ασφαλή διάθεση τους και σύγχρονων χώρων υγειονομικής ταφής στερεών αποβλήτων. Οι διάσπαρτες οικιστικές μονάδες στα νησιά και η εποχιακή εγκατάσταση πληθυσμού είναι ένα πρόβλημα που θα πρέπει να λυθεί με την υποχρέωση για την εγκατάσταση ατομικών συστημάτων επεξεργασίας των λυμάτων. Η ρύπανση από γεωργικές δραστηριότητες εντοπίζεται στις μικρές πεδινές εκτάσεις που είναι επίσης και οι περιοχές με τους υδροφορείς. Ο εντοπισμός των ευπρόσβλητων στην ρύπανση περιοχών των υπόγειων νερών θα βοηθήσει στην ορθολογική διαχείριση για την μείωση της ρύπανσης των υπόγειων νερών. ⁽³³⁾

5. ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ

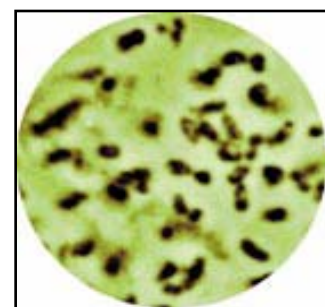
Επιδημίες μολυσματικών ασθενειών εμφανίζονται σε περιοχές όπου η υψηλή πληθυσμιακή πυκνότητα και το κακό αποχετευτικό δίκτυο επιτρέπουν τη γρήγορη μεταφορά των μικρόβιων. Η αυξημένη κίνηση των ανθρώπων σήμερα έχει ως αποτέλεσμα τοπικές επιδημίες να εξαπλώνονται ταχύτατα παγκοσμίως. Για τις λοιμώξεις που μεταδίδονται με το πόσιμο νερό θα πρέπει κανείς να σταθεί στα εξής βασικά σημεία:

- Μεταδίδονται σε ευρεία μάζα του πληθυσμού και ως εκ τούτου προσβάλλουν και ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού, όπως π.χ: μικρά παιδιά, ηλικιωμένους, καθώς και άτομα με ιατρογενή εξασθένηση του ανοσοποιητικού συστήματος.
- Όλα αυτά τα νοσήματα ευνοούνται αν δεν προϋποθέτονται από μια μικρή μολυσματική δόση, δηλαδή μικρός αριθμός μικροβιακών κυττάρων από τον παθογόνο παράγοντα να είναι ικανός να προκαλέσει νόσο στο 50 % ενός μεγάλου αριθμού κατά τεκμηρίον υγιών ατόμων. Η προϋπόθεση αυτή είναι καθοριστική για να αντεπεξεχθεί ο μικροοργανισμός στο αφιλόξενο και ολιγοτροφικό περιβάλλον του νερού αλλά και τις μεγάλες αραιώσεις που υφίστανται τα παθογόνα μικρόβια όταν βρεθούν μέσα σε δίκτυα ύδρευσης.
- Έχουν σημειακή πηγή μετάδοσης με αποτέλεσμα την εκρηκτική επιδημία.

Κάποιες ομάδες μικροοργανισμών έχουν συνδεθεί άμεσα με διάφορα περιστατικά που εμφανίσθηκαν μετά από υδατογενείς λοιμώξεις οι οποίες θεωρούνται χαρακτηριστικά εκείνες οι λοιμώξεις που προέρχονται από την κατάποση του μολυσμένου ύδατος. Ως δεδομένο ότι κάθε παθογόνος μικροοργανισμός μπορεί να απομονωθεί και να προσδιοριστεί σαν απειλή για την ποιότητα του πόσιμου νερού, οι ερευνητές προσπαθούν να ανακαλύψουν το πιο αποτελεσματικό συνδυασμό εμποδίων και μεθόδων απολύμανσης για να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο ανθρώπινης έκθεσης σε αυτά. Το φορτίο που επιβαρύνει το νερό προς κατανάλωση είναι το έξης :

ΒΑΚΤΗΡΙΑ

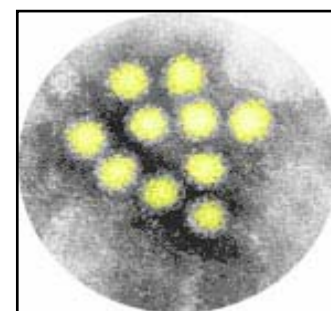
Τα βακτήρια είναι οι ευρύτερα διανεμημένες μορφές, κάθε κύτταρο τους περιέχει πυρηνικό οξύ και DNA για την παραγωγή. Τα παθογόνα βακτήρια κυμαίνονται στο μήκος από 0,4 έως 14 χιλ και 0,2 έως 1,2 χιλ. στο πλάτος, έχουν τοίχωμα από δυο φωσφολιπιδικές μεμβράνες και μια στιβαδαπρωτεογλυκανής (Gram-) ή μια πεπτιδογλυκανή (Gram +). Τα βασικά παθογόνα βακτήρια αρμόδια για τις λοιμώξεις περιλαμβάνουν τα είδη που περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.



ΙΟΙ

Οι ιοί που συνδέονται με τις υδατογενείς ασθένειες έχουν τα πρωτεϊνικά «παλά» που τους παρέχουν την προστασία από τους περιβαλλοντικούς κινδύνους και αντίθετα από τα βακτηρίδια και τα πρωτόζωα, περιέχουν μόνο έναν τύπο νουκλεϊνικού οξέος (RNA ή DNA) δηλαδή δεν είναι πλήρεις οργανισμοί και ζουν εις βάρος κάποιου ζωντανού οργανισμού. Τα βασικά παθογόνα περιλαμβάνουν:

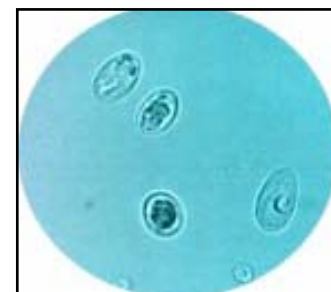
- τον ιό της ηπατίτιδας Α και
- τον ιό του Νόργουοκ (εντεροϊώσεις).



ΠΡΩΤΟΖΩΑ

Τα πρωτόζωα είναι κοινά στους οργανισμούς του ύδατος και είναι Πολύ μεγαλύτερα από τα βακτηρίδια και τους ιούς. Για να επιζήσουν των σκληρών περιβαλλοντικών συνθηκών, μερικά είδη μπορούν να εκκρίνουν μια προστατευτική κάλυψη και να διαμορφώσουν ένα στηριγμένο στάδιο η λεγόμενη «κύστη». Η εγκύστωση μπορεί να προστατεύσει τα πρωτόζωα από τις προσπάθειες απολύμανσης πόσιμου νερού και να διευκολύνει την εξάπλωση της ασθένειας. Τα βασικά πρωτόζωα που μελετώνται ως πράκτορες υδατογενείς λοιμώξεων περιλαμβάνουν:

- Giardia και Cryptosporidium.



	ΓΕΝΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΞΕΝΙΣΤΗΣ	ΝΟΣΟΣ	ΟΔΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ
1.	Salmonella	Steeply S.enteritides S.typhimurium	Ανθρώπινο και ζωικό σύστημα.	Τυφοειδής πυρετός Σαλμονέλωση	Νερό και τροφές που παρασκ. με μολυσμένο νερό
2.	Shigella	S.sonni S.flexneri S.dysentericae	Άνθρωπος	Συγγκελλωση (Δυσεντερία)	Ανθρώπινη επαφή. Μολυσμένα ύδατα
3.	Vibrio	V.cholera (gram negative)	Άνθρωπος	Χολέρα .	Μολυσμένο νερό από περιττώματα ανθρώπου.
4.	Yersinia pesti	Y eterocolitica Y.pseudotuberculosis.	Ανθρώπινο και ζωικό σύστημα	Γαστρεντερίτιδα	Περιττώματα
5.	Campylobac te	C.jejuni	Ζωικό σύστημα	Γαστρεντερίτιδα	Περιττώματα
6.	Leptospira	L.pomona L.australis		Λεπτοσπιρωση	Μολυσμένο νερό, μεταφορά στο αίμα από ζώα
7.	Escherichia E.colli	Enteropathogenic E.colli	Περιττώματα θερμόαιμων ζώων.	Γαστρεντερίτιδα Μολύνσεις ουροποιητικού	Μολεμένο νερό και τροφή.
8.	Clostridium	Clostridium perfringers (gram positive)		Διάρροια και έντονους κοιλιακούς πόνους	Μολυσμένο νερό

Πίνακας 7: Παθογόνα βακτήρια και μεταδιδόμενες ασθένειες που σχετίζονται με το νερό. (Α. Στασινακης, Μυτιλήνη 2003, Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική και Επιστήμη)

ΓΙΑΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΟΝΤΑΙ ΤΑ ΠΑΘΟΓΟΝΑ ΑΠΟ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ;

Οι μικροοργανισμοί είναι αόρατοι και παρόντες παντού στο περιβάλλον μας. Απέραντοι αριθμοί αυτών των μικροβίων μπορούν να βρεθούν στο χώμα, τον αέρα, τα τρόφιμα και το ύδωρ. Αν και οι άνθρωποι είναι ουσιαστικά χωρίς μικροοργανισμούς πριν από τη γεννησή τους, οι σταθερές περιστάσεις της έκθεσης (π.χ., αναπνέοντας, τρώγοντας, και πίνοντας) γρήγορα επιτρέπουν την καθιέρωση της

αβλαβούς μικροβιακής χλωρίδας στους οργανισμούς μας. Τα παθογόνα μικρόβια μπορούν συχνά να βλάπτουν εκείνους που μολύνθηκαν και να αποδειχθούν μοιραία στα άτομα με αδύνατα ανοσοποιητικά συστήματα. Σε μερικές περιπτώσεις, μια μόλυνση μπορεί να εμμείνει για να δημιουργήσει ένα «κράτος μεταφορέων» χωρίς οποιοδήποτε προφανές σύμπτωμα. Για αυτό, τα παθογόνα μικρόβια παραμένουν ως αρχική ανησυχία στις μελέτες όσο αφορά τις μεταδιδόμενες υδατογενείς ασθένειες.

Οι πρόσθετες διαβάσεις των μελετών της μόλυνσης με παθογόνα από την EPA περιλαμβάνουν ακόμα και την εισπνοή των υδρατμών καθώς επίσης και την επαφή σωμάτων κατά τη διάρκεια του λουσίματος (καιροσκοπικά παθογόνα) στο περιβάλλον των νοσοκομείων. Το να αποβληθούν αυτά τα παθογόνα από το ύδωρ μας, ειδικά από το πόσιμο νερό, φαίνεται θεωρητικά απλό. Το μίγμα ενός απολυμαντικού θα χρειαστεί επαρκή χρόνο επαφών να βεβαιωθεί η αδρανοποίηση (που καθιστά τα μικρόβια ανίκανα να παραγάγουν την ασθένεια), και να αντληθεί το ύδωρ στις γραμμές διανομής. Στην πραγματικότητα πολλοί όροι καθιστούν το ανωτέρω σενάριο ανεφάρμοστο. Όπως:

1. **Τα φυσικά χαρακτηριστικά του ύδατος** που αντιπροσωπεύονται πρώτιστα από τη διαλυμένη και ανασταλμένη περιεκτικότητα τους σε στερεά, μπορούν να έχουν επιπτώσεις στη διαδικασία απολύμανσης.
2. **Το χημικό περιεχόμενο του νερού** όπου εμφανίζονται σαν φυσικό ή και ανθρωπογενές, μπορεί επίσης να παρεμποδίσει τις χημικές αντιδράσεις που επιδιώκονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της απολύμανσης.
3. **Τα παθογόνα που συνδέονται** (δηλ., συναρμοσμένα μέσα ή συγκεντρωμένα) με τους **ανώτερους οργανισμούς** (π.χ: άλγη, σκουλήκια) μπορούν να προστατευθούν από τη δράση των απολυμαντικών.

Για να υπερνικηθούν αυτά τα εμπόδια στην απολύμανση και να γίνει μια επιτυχής επεξεργασία του ύδατος που προορίζεται για κατανάλωση, περιλαμβάνεται γενικά μια σειρά βημάτων τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

Στην περίπτωση της απολύμανσης πόσιμου νερού, μόλις αφαιρεθούν οι ακαθαρσίες, αρκετό απολυμαντικό προστίθεται για να αδρανοποιήσει τα παθογόνα και ένα υπόλοιπο επίπεδο απολυμαντικού πρέπει να διατηρηθεί σε όλο το σύστημα διανομής για να «φρουρήσει» εναντίον των πιθανών προβλημάτων (π.χ: μικροοργανισμοί που εισάγονται μέσω των σπασμένων γραμμών). Επίσης πρέπει να τηρηθεί επαρκής χρόνος επαφής με το απολυμαντικό διότι η προσρόφηση και η συγκέντρωση στερεών μορίων μπορούν να εμποδίσουν τη διαδικασία απολύμανσης. Οι κατάλληλες

πρακτικές λειτουργίας και συντήρησης συστημάτων διανομής είναι ουσιαστικοί αποτρεπτικοί παράγοντες της εισόδου, της αποκατάστασης και της επιβίωσης παθογόνων. Αυτές οι πρακτικές (σύμφωνα με Geldreich et al, 1992) περιλαμβάνουν:

- **Συστηματικό ξέπλυμα ολόκληρου του συστήματος διανομής** (περισσότερη μετακίνηση του υπολοίπου χλωρίου σε όλα τα μέρη του δικτύου σωλήνων για να αφαιρέσει το στατικό ύδωρ από τα τμήματα αργής ροής, τα αδιέξοδα και το στρωματοποιημένο ύδωρ στις δεξαμενές αποθήκευσης σε περιοδική βάση).
- Εκτέλεση των **επισκευών** και της αντικατάστασης των τμημάτων **γραμμών διανομής** κατά υγειονομικό τρόπο,
- Αποτροπή παθογόνων από το σύστημα διανομής με τη **διατήρηση της συνεχούς θετικής πίεσης** και τη συντήρηση των εμποδίων μεταξύ των δημόσιων παροχών νερού και των λυμάτων,
- Ποικιλία δειγματοληψιών από διάφορες περιοχές κατά τη διάρκεια του **στερεότυπου ελέγχου**, ώστε να καταγράφονται αντιπροσωπευτικά στοιχεία ολόκληρου του συστήματος διανομής νερού.

Ενώ η σημασία της κατεργασίας της πηγής του ύδατος για ασφαλές πόσιμο νερό φαίνεται προφανής, η ανάγκη να αφιερωθεί η ίση προσπάθεια στη μείωση παθογόνων του απόβλητου ύδατος δεν αναγνωρίζεται πάντα. Η απελευθέρωση του μη επεξεργασμένου ή ανεπαρκώς επεξεργασμένου απόβλητου ύδατος στα επιφανειακά ύδατα παρουσιάζει έναν σημαντικό κίνδυνο υγείας. Παρόλο που έχει σημειωθεί σημαντική μείωση των μοιραίων περιστατικών και των αριθμών εκδήλωσης ορισμένων ασθενειών λόγω της αυξανόμενης εφαρμογής των σημαντικών πρακτικών επεξεργασίας πόσιμου ύδατος (π.χ., διήθηση, απολύμανση, επεξεργασία λυμάτων), το ύδωρ που προορίζεται για κατανάλωση δεν παύει να είναι ακόμα και σήμερα μια πηγή μόλυνσης για αυτό πρέπει να ελεγχθούν αυστηρά οι δείκτες περιττωματικής μόλυνσης. ⁽¹⁾

4.2. ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΚΕΣ ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ ΥΔΑΤΟΓΕΝΟΥΣ ΦΥΣΕΩΣ

Πρέπει να αναφερθεί ότι το ύδωρ είναι συνήθως μόνο μια από διάφορες πιθανές διαδρομές της μετάδοσης των μολυσματικών γαστρεντερικών ασθενειών. Υπάρχουν πολλές εκθέσεις σχετικά με τον αντίκτυπο των μολυσματικών ασθενειών παγκοσμίως, αποκαλύπτοντας χιλιάδες «ξεσπάσματα» προερχόμενα από παθογόνους μικροοργανισμούς τα οποία συνδέονται με την κατανάλωση μη επεξεργασμένου νερού ή εσφαλμένα επεξεργασμένες πόσιμα νερά καθώς και ανεπαρκή υγιεινή. Οι μολυσματικές αιτίες των οξέων γαστρεντερικών ασθενειών οφείλονται:

- στους **παρασιτικούς «πράκτορες»** όπως το *Cryptosporidium parvum*, το *lamblia Giardia*, το *histolytica Cyclospora Entamoeba*,
- στα **παθογόνα βακτήρια**
- σε **ιούς** όπως *enteroviruses*, *rotaviruses*, *parvoviruses*
- **αδιαλλαξία πρωτεΐνης γάλακτος** η σόγιας,
- οι **καταχρήσεις τροφίμων** ή **αλλαγές διατροφής**,
- οι **παρενέργειες φάρμακων**, ειδικά αντιβιοτικά,
- **μύκητες** ή **τοξίνες από οστρακόδερμα**,
- χημικές ουσίες όπως ο **οργανικός υδράργυρος**, το αντιμόνιο και ο **χαλκός**.

Παρόλο που σε όλες τις βιομηχανικές και αναπτυγμένες χώρες αποδείχθηκε μια σταθερή πτώση των γαστρεντερικών ασθενειών και αυτό οφείλεται στην εικονική αποβολή της χολέρας και την μείωση των «πλωτών ξεσπασμάτων» στα πολύ χαμηλά επίπεδα, **τα παράσιτα** ακόμα προσδιορίζονται ως σπουδαία παθογόνα και σε αυτές τις χώρες. Το συνεχές πρόβλημα με την παρασιτική μόλυνση στο πόσιμο νερό συσχετίζεται κατά ένα μεγάλο μέρος με την **αντίσταση** των παρασίτων **στη διαδικασία απολύμανσης ύδατος**. Ενώ **οι ιοί** εκκρίνονται σε μεγάλους αριθμούς στα περιττώματα των μολυσμένων ατόμων, η χαμηλή επίπτωση της μόλυνσης σε έναν πληθυσμό οφείλεται στην διάλυση τους μετά από την απελευθέρωσή τους στο νερό και στην **δυσκολία της ανίχνευσής τους**, για αυτό βρίσκονται σε χαμηλούς αριθμούς στα μολυσμένα ύδατα επιφάνειας (Bitton et Al 1985 Rao και Melnick 1986).

Οι υδατογενείς ασθένειες περιγράφονται συνήθως από την άποψη της εκδήλωσης και η συλλογή στοιχείων είναι συχνά πολύ κακώς διενεργηθείσα λόγω της έλλειψης πόρων για να προσδιορισθεί το ύδωρ σχετικά με τα γεγονότα καθώς επίσης και την

έλλειψη συγκεντρωμένων επίσημων αρχών. Μια τεράστια προσπάθεια απαιτείται για να εκπαιδευθεί ο πληθυσμός για την σημασία του πόσιμου νερού σχετικά με τη διάδοση της ασθένειας. Όλα τα επίπεδα της κοινωνίας, από τον καταναλωτή μέχρι στους πολιτικούς, πρέπει να εκπαιδευτούν για τα οφέλη της ποιότητας του νερού, διότι είναι πολύ σημαντικό βήμα για την βελτίωση της ποιότητας ζωής και δημόσιας υγείας. Παρακάτω γίνεται μια σύντομη αναφορά στις πιο σημαντικές και συχνότερες γαστρεντερικές ασθένειες που συνδέονται με το μολυσμένο νερό. ⁽²⁾

ΟΞΕΙΑ ΓΑΣΤΡΕΝΤΕΡΙΤΙΔΑ

Η συχνότερη αναφερόμενη ασθένεια που συνδέεται με το πόσιμο νερό παραμένει η γαστρεντερίτιδα και αυτό οφείλεται στην πολύ προφανή φύση των συμπτωμάτων και το γεγονός ότι τα ποσοστά της επίθεσης των μολύνσεων, μπορούν να φθάσουν ακόμα και πάνω από 50% τους εκτεθειμένους πληθυσμούς. ⁽²⁾

Η οξεία γαστρεντερίτιδα είναι μια σημαντική πηγή νοσηρότητας και θνησιμότητας για τα παιδιά των αναπτυσσόμενων χωρών, με περισσότερα από 38 εκατ περιστατικά, 200.000 εισαγωγές και περίπου 300 θανάτους ανά χρόνο στις ΗΠΑ. Στις αναπτυσσόμενες χώρες οι εντερικές λοιμώξεις είναι συνήθως ιογενείς αιτιολογίας (Rotavirus, Astrovirus, Norovirus), λιγότερο συχνά μικροβιακής φύσεως (E.coli, Campilobacter jejuni, Salmonella spp.) ή παρασιτικής αιτιολογίας (Giardia lamblia). ⁽³⁾

Παθοφυσιολογία της νόσου:

Σε ποσοστό >90% των περιπτώσεων το αίτιο είναι λοιμώδες και σημαντική βοήθεια στην διάγνωση προσφέρει η διάρκεια της διάρροιας (<2 εβδομάδες) και έτσι μπορεί να χαρακτηριστεί σαν οξεία διάρροια. Η κλινική εικόνα χαρακτηρίζεται κυρίως από διαρροϊκές κενώσεις που συχνά συνοδεύονται από εμετούς κατά την έναρξη της λοίμωξης. Η νοσηρότητα και οι επιπλοκές της οξείας γαστρεντερίτιδας προκαλούνται από την απώλεια νερού και ηλεκτρολυτών που οδηγούν σε αφυδάτωση και η οποία μπορεί να είναι ήπια (<5%), μέτρια (<10%), ή σοβαρή (>10%). Η διαίτα παίζει τον βασικότερο ρόλο στη θεραπεία. Οι παθογενετικοί μηχανισμοί οξείας διάρροιας είναι:

A) Μη φλεγμονώδης: χαρακτηρίζεται από την **παραγωγή εντεροτοξίνης**, δηλαδή τοξίνης που δρα κατευθείαν πάνω στον εντερικό βλεννογόνο επηρεάζοντας έτσι τους εκκριτικούς μηχανισμούς. Κλινικά η διάρροια είναι υδαρής και δεν υπάρχουν συστηματικά συμπτώματα (όπως πυρετός, έντονο κοιλιακό άλγος). Αιτιολογούνται το δονάκιο της χολέρας, το εντεροτοξινογόνο κολοβακτηρίδιο, ο βάκιλος των δημητριακών και ο χρυσιζων σταφυλόκοκκος.

B) Φλεγμονώδης: χαρακτηρίζεται από την **παραγωγή κυτταροτοξίνης** δηλαδή τοξίνης που καταστρέφει τα κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου. Κλινικά έχουμε την εικόνα της δυσεντερίας (πυρετός, έντονο κοιλιακό άλγος, αίμα στα κόπρανα). Αιτιολογούνται η σιγκέλα, η σαλμονέλα, το εντεροαιμορραγικό κολοβακτηρίδιο, η αμοιβάδωση.

Γ) Διεισδυτική: χαρακτηρίζεται εκτός από **καταστροφή του βλεννογόνου** και από **διείσδυση του μικροοργανισμού μέσα στα κύτταρα** και πιθανόν σε ολόκληρο τον οργανισμό. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί ο τυφοειδής πυρετός. ⁽⁴⁾

Αντιμετώπιση της νόσου:

Ως προς την πρόληψη και τη θεραπεία των επιλοκών της οξείας γαστρεντερίτιδας στρέφονται οι οδηγίες μεγάλων φορέων όπως η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO), η Ευρωπαϊκή Εταιρεία Παιδιατρικής Γαστρεντερολογίας και Διατροφής (SPAN) οι οποίοι υποστηρίζουν ότι τον ακρογωνιαίο λίθο όλων των θεραπευτικών προσεγγίσεων αποτελεί η **επανυδάτωση από το στόμα (Oral Rehydration Therapy, ORT)** με χρήση ειδικού διαλύματος που περιέχει ηλεκτρολύτες.

Η αντιμετώπιση της νόσου σύμφωνα με την ORT γίνεται σε δυο φάσεις :

- 1. Ενυδάτωση:** αποκατάσταση των απωλειών με την χορήγηση νερού και ηλεκτρολυτών με την μορφή ORT.
- 2. Συντήρηση:** η οποία στοχεύει στην χορήγηση των φυσιολογικών αναγκών, την αποκατάσταση των συνεχιζόμενων απωλειών υγρών και ηλεκτρολυτών σε συνδυασμό με την επαρκή σίτιση για την συγκεκριμένη ηλικία των ασθενών.

Ειδικές οδηγίες έχουν υιοθετηθεί από τους προαναφερθέντες φορείς:

- Διόρθωση της αφυδάτωσης με ταχεία ενυδάτωση με ORT από το στόμα εντός 3-4 ωρών.
- Χρήση υπό-οσμωτικών διαλυμάτων (Na: 60 mmol/L, Glc: 74-111mg/L),

- Ταχεία επανασίτιση και διατροφή κατάλληλη για την ηλικία χωρίς περιορισμούς συστήνεται αμέσως μόλις διορθωθεί η αφυδάτωση,
- Για θηλάζοντα βρέφη, συνέχιση του θηλασμού και για τα βρέφη σε τεχνητή διατροφή δεν συνιστάται αραίωση του γάλατος ούτε και χρήση ειδικών γαλάτων,
- Πρόληψη περαιτέρω αφυδάτωσης με επιπλέον χορήγηση ORT (10ml/kg/μΣ/υδαρή κένωση),
- Αποφυγή περιττών εργαστηριακών εξετάσεων και χορήγηση φάρμακων,
- Για την αντιμετώπιση στο σπίτι συνιστάται να αποφεύγονται η χρήση «καθαρών υγρών» όπως το νερό ή αλλά διαλύματα σπυτικά γιατί δεν περιέχουν αρκετό νάτριο.

Επιπλέον η ζάχαρη, το τσάι, οι φρούτο χυμοί, η Coca Cola, το Gatorade και αλλά ροφήματα για αθλητές, βρασμένο ρυζόνερο μπορούν να επιδεινώσουν τη διάρροια καθώς περιέχουν υψηλό οσμωτικό φορτίο και λίγο νάτριο (Συνδυασμός των οδηγιών του CDC, ESPGHAN). ^(3,5)

Η έγκαιρη αναγνώριση των περιστατικών που χρειάζονται ιδιαίτερης προσοχής είναι αποφασιστικής σημασίας για την αποφυγή των επιπλοκών. Πρέπει να θυμάται κανείς ότι δεν υπάρχει όριο ηλικίας, γενικά όσο μικρότερη είναι η ηλικία του ασθενή τόσο αυξάνει ο κίνδυνος, για αυτό να αναζητείται ιατρική φροντίδα σε περίπτωση παρατεταμένης διάρροιας πάνω από 10-14 ημέρες (παρουσία αίματος στις κενώσεις).

Διατροφική αντιμετώπιση:

Το κυριότερο πρόβλημα στους ασθενείς με σοβαρή μορφή διάρροιας είναι η απώλεια υγρών και η συνοδος απώλεια νατρίου, καλίου και διττανθρακικών και η αναπλήρωση αυτών αποτελεί πρώτο στόχο για την αποφυγή αφυδάτωσης, υπονατριάμιας, υποκαλιαιμίας ή οξέωσης. Η αναπλήρωση γίνεται με την χορήγηση υγρών (**ειδικά διαλύματα**) από το στόμα ή παρεντερικά, τα οποία περιέχουν ηλεκτρολύτες και υδατάνθρακες. Συγκεκριμένα η γλυκόζη διευκολύνει την απορρόφηση νατρίου και άλλων ηλεκτρολυτών γι'αυτό και είναι καλό να περιέχεται στο διάλυμα ενυδάτωσης.

Οδηγίες:

1. Στο διάστημα που τα συμπτώματα της διάρροιας είναι πολύ έντονα χορηγείται στον ασθενή μια ***διαυγής υδρική δίαιτα** και στη συνέχεια **μια μειωμένου λίπους και φυτικών ινών** ελαφρά δίαιτα με τρόφιμα που πέπτονται εύκολα (όπως ρύζι, πατατά και επεξεργασμένα δημητριακά).

* είναι διατροφικά μη επαρκής, δεν καλύπτει τις ανάγκες σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά και γι'αυτο δεν πρέπει να διαρκεί πάνω από τρεις ημέρες χωρίς την λήψη συμπληρωμάτων. Επίσης δεν μπορεί να αντικαταστήσει τις απώλειες σε ηλεκτρολύτες που οφείλονται σε διάρροια ή εμετό. Αποτελείται από νερό, τσάι, χαμομήλι, ζωμό κρέατος, ζελέ .

2. Η χορήγηση πηκτίνης από χυμό μήλου ή έτοιμο συμπλήρωμα και μικρές ποσότητες άλλων υδρόφιλων ινών μπορούν να συμβάλουν στον έλεγχο της διάρροιας.

3. Τροφές με υψηλή περιεκτικότητα σε απλά σάκχαρα (φρουκτόζη, σακχαρόζη, λακτόζη) θα πρέπει να αποφεύγονται διότι εξαιτίας του οσμωτικού τους φορτίου μπορεί να επιδεινώνουν τη διάρροια, για αυτό πρέπει να αποφεύγονται μεγάλες ποσότητες αναψυκτικών (με ή χωρίς ανθρακικό), χυμοί, ζελατίνη κ.α.

4. Επίσης, πολλοί ασθενείς αναπτύσσουν μια παροδική δίσανεξια στο γάλα μετά από ένα επεισόδιο οξείας διάρροιας, λόγω μερικής βλάβη του εντερικού βλεννογονου και μείωσης της διαθεσιμότητας της λακτάσης.

5. Για τα θηλάζοντα βρέφη συνιστάται να συνεχίζουν το θηλασμό ενώ τα παιδιά που τρέφονται με γάλα αγελάδας πρέπει να συνεχίζουν τη σίτιση αμέσως μετά την επανυδάτωση (4 ώρες) σε επαρκείς ποσότητες για να καλύψουν τις ανάγκες σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά .

6. Δεν είναι απαραίτητη η χορήγηση γάλακτος χωρίς λακτόζη. Μια μετά-ανάλυση κλινικών δοκιμών δεν έδειξε υπεροχή της χορήγησης γάλακτος χωρίς λακτόζη, παρόλο που ορισμένα βρέφη με δυσθεψία ή σοβαρή αφυδάτωση μπορεί να οφελεί.

7. Όσο αφορά την αραίωση του χορηγούμενου γάλακτος (στο 1/2 ή στο 1/4) οι ελεγχόμενες μελέτες έχουν δείξει ότι όχι μόνο δεν είναι απαραίτητη αλλά μπορεί και

να συνδέεται με παράταση των συμπτωμάτων και καθυστερημένη ανάρρωση. Η χρήση γάλατος από σόγια έχει αποδειχθεί ότι έχει κάποιο όφελος.

8. Παιδιά που λαμβάνουν ημιστερεά η στερεά τροφή συνιστάται να συνεχίζουν να λαμβάνουν τη συνήθη τους δίαιτα κατά τη διάρκεια οξέων επεισοδίων διάρροιας.

9. Τα λίπη συνιστώνται (φυτικά έλαια) τόσο για την θερμιδική τους αξία αλλά και γιατί το λίπος ελαττώνει την κινητικότητα του εντέρου.

10. Δεν είναι αποδεκτή η πρακτική της στέρησης τροφής για πάνω από 24 ώρες. Η πρόωμη σίτιση μειώνει τις αλλαγές στην διαπερατότητα του εντέρου που προκαλεί η λοίμωξη, ελαττώνει τη διάρκεια της ασθένειας και βελτιώνει το τελικό θρεπτικό αποτέλεσμα.

11. Κάποιες ειδικές δίαιτες βασιζόμενες σε αμυλούχα τρόφιμα και κάποια φρούτα (ρύζι, φρυγανιές, μπανάνες, πουρέ μήλου) έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κόρον και παρόλο που έχουν συγκεκριμένα οφέλη, είναι πολύ περιοριστική και στερεί από την διατροφή στοιχεία όπως η πρωτεΐνη και το λίπος. Για αυτό το λόγο η δίαιτα θα πρέπει να συμπληρώνεται από σούπες κρεμά από αλύπο κρέας, πουρέ λαχανικών όπως καρότο, κολοκύθια, πατάτες με ελαιόλαδο και γαλακτοκομικά όπως μυζήθρα ανάλατη και γιαουρτή με μειωμένα λιπαρά.

12. Τα λειτουργικά τρόφιμα (έχουν επίδραση στις φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού πέραν της γνωστής τους θρεπτικής αξίας) **τα προβιοτικά** εκτιμούνται για την αξία τους στη μείωση της διάρροιας. Τέτοια προϊόντα περιλαμβάνουν είδη λακτοβάκιλλου, bifid bacteria ή τον μη παθογόνο ζυμομύκητα *Saccharomyces boulardii* οι οποίες υφίστανται ζύμωση και προάγουν την υγεία μέσω μιας βελτιωμένης εντερικής μικροχλωρίδας, ωστόσο είναι αρκετά αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση της διάρροιας.

Τα πρεβιοτικά (είναι σύνθετοι υδατάνθρακες και όχι μικροοργανισμοί όπως τα προβιοτικά) έχουν ως πρότυπο τους ολιγοσακχαριτες οι οποίοι προάγουν την ανάπτυξη λακτοβακίλλων και bifidobacteria στο παχύ έντερο και έχουν συνδεθεί με χαμηλότερη επίπτωση οξείας διάρροιας.

13. Συμπληρωματικά χορήγηση ψευδάργυρου διότι η έλλειψη του έχει συσχετισθεί με την διάρροια και πιο αναλυτικά με αυξημένες απώλειες, αρνητικό ισοζύγιο και ελαττωμένα οστικά επίπεδα ψευδάργυρου επομένως ο ρόλος του αναγνωρίστηκε στην ελάττωση της βαρύτητας της νόσου.

14. Δεν ενδεικνύται φάρμακα (αντιβιοτικά) δεδομένου ότι η πλειοψηφία των περιπτώσεων οξείας διάρροιας προκαλούνται από ιούς (π.χ. rotavirus). Επιπλέον στοιχεία δείχνουν ότι χορήγηση αντιβιοτικών σε λοίμωξη από έντερο-αιμορραγική E.coli μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο για ουραιμικό αιμολυτικό σύνδρομο. Μόνο στην γαστρεντερίτιδα από Shigella spp τα φάρμακα αποτελούν εξαίρεση και στα βρέφη <3 μηνών καθώς και ανοσοκατασταλμένοι ασθενής. ⁽⁶⁾

Η ΚΡΥΠΤΟΣΠΟΡΙΔΙΩΣΗ

Οι πρώτες ανθρώπινες περιπτώσεις cryptosporidiosis αναφέρθηκαν το 1976. Το Cryptosporidium ήταν αρχικά πιθανά ένα καιροσκοπικό ανθρώπινο παθογόνο, αλλά διάφορα ξεσπάσματα της ασθένειας συχνά σε περιπτώσεις ατόμων με ανοσολογική ανεπάρκεια, έχουν ανασκευάσει ότι πράγματι, το πρωτόζωο Cryptosporidium parvum είναι σήμερα ένα από τα πιο συνηθέστερα προσδιορισμένα εντερικά παθογόνα σε όλο τον κόσμο. Αυτοί οι οργανισμοί συνδέονται πρώτιστα με τις μολύνσεις του εντερικού κομματιού, αλλά και με τη διάδοση στο χολικό, ουρικό και οι αναπνευστικές οδοί .

Προκαλείται από το πρωτόζωο Cryptosporidium το οποίο μεταδίδεται με τη λήψη των ωοκύστες του παρασίτου που αποβάλλονται με τα κόπρανα των μολυσμένων ανθρώπων ή ζώων. Ως εκ τούτου, η λοίμωξη μεταδίδεται από άτομο σε άτομο και από ζώα σε άνθρωπο διαμέσου μολυσμένου ύδατος και τροφών. Οι **ωοκύστες** είναι πολύ επίμονες στο νερό και **εξαιρετικά ανθεκτικές** στα απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στην επεξεργασία πόσιμου νερό. Τοποθετούνται ως τα κρισιμότερα παθογόνα στην παραγωγή του ασφαλούς πόσιμου νερού. ⁽⁷⁾

Κύκλος ζωής: Οι ωοκύστες φθάνουν στο λεπτό έντερο, ρήγνυνται και ελευθερώνουν 4 σποροζώιτες οι οποίοι είναι κινητοί και εισβάλλουν στα εντεροκύτταρα. Όλα τα στάδια ανάπτυξης συμβαίνουν μέσα σε ένα παρασιτοφόρο κενοτόπιο, όχι βαθιά μέσα στο κύτταρο, περιοριζόμενα σε μια ενδοκυτταρική αλλά

εξωκυτταροπλασματική θέση. Το παράσιτο πολλαπλασιάζεται σε 8 μεροζώιτες, οι οποίοι ρήγνυνται έξω από το κύτταρο του ξενιστή και μολύνουν άλλα κύτταρα. Μερικοί μεροζώιτες διαφοροποιούνται σε μικρό και μακρογαμετοκύτταρα, τα οποία δίνουν τις ωοκύστες, που αποβάλλονται με τα κόπρανα.

Παθογένεια: Οι μελέτες μόλυνσης στους υγιείς ανθρώπους εθελοντές κατέδειξαν μια σαφή σχέση μεταξύ της πιθανότητας της μόλυνσης και της ληφθείς ωοκύστες δόσεις του παράσιτου parvum (Dupont και λοιποί., 1995). Στη χαμηλότερη δόση (30 ωοκύστες) η πιθανότητα της μόλυνσης ήταν 20% ενώ σε μια δόση (1000 ωοκύστες) η πιθανότητα αυξήθηκε σε 100%. Σε ανοσοεπαρκή άτομα η κρυπτοσποριδίωση **εκδηλώνεται με οξεία, αυτοπεριοριζόμενη διαρροϊκή νόσο, διάρκειας 7–14 ημερών.** Το *Cryptosporidium* είναι κυρίως αίτιο διάρροιας στα παιδιά των αναπτυσσόμενων χωρών και η λοίμωξη συχνά συνδέεται με υποσιτισμό.

Η υδατώδης διάρροια: είναι το πιο προεξέχον σύμπτωμα από την εντερική μόλυνση *Cryptosporidium parvum* (Fayer & Ungar, 1990) και οι συχνές και άφθονες μετακινήσεις εντέρων μπορεί να προκαλέσουν την αφυδάτωση και την απώλεια βάρους. Άλλα συμπτώματα είναι ναυτία, κοιλιακοί αρμοσφίκτες που κάνουν εμετό και ήπιος πυρετός, καθώς και κούραση, απώλεια όρεξης, ναυτία, πυρετός, ιδρώτα, και εμετό.

Οι βαριές μορφές μόλυνσης έχουν αναφερθεί στους ασθενείς με τις ταυτόχρονες μολύνσεις (κυρίως AIDS αλλά και ιλαρά), άνθρωποι με σύμφυτο άνοσο ανεπάρκειες, ασθενείς που λαμβάνουν φάρμακα για τη θεραπεία καρκίνου, μεταμοσχεύσεις ή τραύματα δερμάτων και υποσιτιζόμενα άτομα (Fayer, Speer & Dubey, 1997).⁽⁷⁾

Αν και η Κρυπτοσποριδίωση στους ασθενείς με AIDS συχνά εκδηλώνεται με χρόνιο διαρροϊκό σύνδρομο, η δυσασπορρόφηση και η απώλεια βάρους υπάρχει σε ένα σημαντικό εύρος κλινικών εκδηλώσεων της λοίμωξης.

Η αυστηρή αφυδάτωση, η διάδοση της μόλυνσης, και η έλλειψη ενός αποτελεσματικού πρόγραμμα θεραπείας, συμβάλουν στην υψηλή θνησιμότητα στους immunodeficient ασθενείς.

Ένα από τα χαρακτηριστικά της κρυπτοσποριδίωση είναι η αντίσταση στα αντιμικροβιακά φάρμακα. Το γεγονός αυτό έχει αποδοθεί στην ενδοκυτταρική αλλά εξωκυτταροπλασματική θέση του παρασίτου, καθώς το παρασιτοφόρο κενοτόπιο φαίνεται ότι το προστατεύει από τα αντιμικροβιακά φάρμακα.

5. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

- ▶ Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001-ΦΕΚ-892 Β'/11-7-01) (Διορθ. σφαλμ. στο ΦΕΚ 1082 Β'/14-8-01): **Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης** σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998.
- ▶ Την ΔΥΓ 2/Γ.Π. οικ 3895/26-4-07: **Τροποποίηση της Υγειονομικής διάταξης** κοινής υπουργικής Απόφασης Υ2/2600/2001.
- ▶ Ο Νόμος 3199/2003: **Προστασία και Διαχείριση των υδάτων** (εναρμόνιση με την ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ).

Σκοπός της συγκεκριμένης νομοθεσίας είναι η προσαρμογή της Ελληνικής νομοθεσίας προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, που δημοσιεύθηκε στην επίσημη εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998, με στόχο την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς συνέπειες που οφείλονται στη ρύπανση ή και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης διασφαλίζοντας ότι είναι υγιεινό και καθαρό. (EEL 330/98).

Γίνεται επεξήγηση των ορισμών:

1. “Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης”:

α) το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, προπαρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις, ανεξάρτητα από την προέλευση του και από το εάν παρέχεται από δίκτυο διανομής, από βυτίο, ή σε φιάλες ή δοχεία. Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, δεν εντάσσεται στην έννοια του τροφίμου, παρέχεται με υποχρέωση της Πολιτείας ως «**δημόσιο αγαθό**» μη υπαγόμενο στους νόμους της αγοράς και διέπεται από τους νόμους της υγειονομικής μηχανικής.

β) το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

2. “Οικιακές χρήσεις”: χρήσεις του νερού κατά τρόπο που να έρχεται σε άμεση ή έμμεση επαφή με τον ανθρώπινο οργανισμό.

3. “Οικιακά συστήματα διανομής”: οι σωληνώσεις, τα εξαρτήματα και οι συσκευές που έχουν εγκατασταθεί μεταξύ των κρουνών που συνήθως χρησιμοποιούνται για παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και του δικτύου διανομής, αλλά μόνον εφόσον αυτά δεν υπάγονται στην ευθύνη του φορέα ύδρευσης υπό την ιδιότητα του αυτή.

4. “Επικύρωση”: ως επικύρωση μεθόδων (validation) διαδικασία που αποδεικνύει ότι η μέθοδος δίνει το σωστό αποτέλεσμα όσον αφορά π.χ. σε προκαθορισμένα όρια ανίχνευσης, εκλεκτικότητας, επιλεκτικότητας, επαναληψιμότητας και αναπαραγωγιμότητας και γραμμικότητας. Ο όρος αυτός προσδιορίζεται περαιτέρω στο πρότυπο **ISO/IEC 17025**.

Η παραπάνω νομοθεσία δεν εφαρμόζεται:

α) Στο φυσικό μεταλλικό νερό που αναγνωρίζεται ως τέτοιο από τις αρμόδιες εθνικές αρχές, σύμφωνα με το Π.Δ 433/83 (ΦΕΚ 163 Α/9.11.83), “όροι εκμετάλλευσης και κυκλοφορίας στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών”, όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ Υ2/οικ. 329 (ΦΕΚ 114 Β/12.2.98) σε εναρμόνιση της οδηγίας 80/777/ΕΟΚ της 15^{ης} Ιουλίου 1980, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 96/70 Ε.Κ του Συμβουλίου της 23 Νοεμβρίου 1996, περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών σχετικά με την εκμετάλλευση και τη θέση στο εμπόριο των φυσικών μεταλλικών νερών.

β) Στο νερό, που θεωρείται φαρμακευτικό ιδιοσκεύασμα κατά την έννοια της οδηγίας 65/65/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 26^{ης} Ιανουαρίου 1965, περί της προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων σχετικά με τα φάρμακα.

γ) Στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται από συγκεκριμένη (ατομική) πηγή με παροχή κάτω των 10 m³ ημερησίως κατά μέσο όρο, ή που εξυπηρετεί λιγότερα από 50 άτομα. Η ανωτέρω εξαίρεση είναι δυνατή μόνον εάν το νερό δεν διατίθεται στο πλαίσιο εμπορικής ή δημόσιας δραστηριότητας.

Οι συναρμόδιες Αρχές λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό. Για τους σκοπούς των ελαχίστων απαιτήσεων της παρούσας, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό εφόσον:

- α) είναι απαλλαγμένο μικροοργανισμών και παρασίτων, και οποιωνδήποτε ουσιών, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις, που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και
- β) πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος Ι μέρη Α και Β,

5.1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Πίνακας: Μικροβιολογικές παράμετροι:

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

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

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή
Escherichia coli (E.coli)	0/250 ml
Εντερόκοκκοι	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Αριθμός αποικιών σε 22 ⁰ C	100/ml
Αριθμός αποικιών σε 37 ⁰ c	20/ml

Πίνακας Α: Χημικές παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα	Σημειώσεις
Ακρυλαμίδιο	0,10	μg/l	Σημείωση 1
Αντιμόνιο	5,0	μg/l	
Αρσενικό	10	μg/l	
Βενζόλιο	1,0	μg/l	
Βενζο-α-πυρένιο	0,01,	μg/l	

Βόριο	1,0	mg/l	
Βρωμικά	10	μg/l	Σημείωση 2
Κάδμιο	5,0	μg/l	
Χρώμιο	50	μg/l	Σημείωση 3
Χαλκός	2,0	mg/l	Σημείωση 3
Κυανιούχα	50	μg/l	
1,2 -διχλωροαιθάνιο	3,0	μg/l	
Επιχλωρυδρίνη	0,10	μg/l	Σημείωση 1
Φθοριούχα	1,5	mg/l	
Μόλυβδος	10	μg/l	Σημειώσεις 3 και 4
Υδράργυρος	1,0	μg/l	
Νικέλιο	20	μg/l	Σημείωση 3
Νιτρικά	50	mg/l	Σημείωση 5
Νιτρώδη	0,50	mg/l	Σημείωση 5
Παρασιτοκτόνα	0,10	μg/l	Σημειώσεις 6 και 7
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	μg/l	Σημειώσεις 6 και 8
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων σημείωση 9
Σελήνιο	10	μg/l	
Τετραχλωροαιθένιο και Τριχλωροαιθένιο	10	μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων παραμέτρων
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων συγκεκριμένων ενώσεων σημείωση 10
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	μg/l	Σημείωση 1

Επεξήγηση των **σημειώσεων του πίνακα Α** δίδονται στη συνέχεια:

*1. Η παραμετρική τιμή αναφέρεται στην συγκέντρωση καταλοίπων μονομερούς στο νερό όπως υπολογίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές περί μέγιστης μετανάστευσης εκ του αντιστοίχου πολυμερούς όταν βρίσκεται σε επαφή με το νερό.

*2. Εάν είναι δυνατόν, οι συναρμόδιες αρχές πρέπει να επιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση. Για το νερό που αναφέρεται στο άρθρο 6 παράγραφος 1 στοιχεία α), β), και δ), η τιμή πρέπει να έχει επιτευχθεί το αργότερο, πέντε ημερολογιακά έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας Απόφασης. Η παραμετρική τιμή για τα βρωμικά άλατα από την έναρξη ισχύος της παρούσας Απόφασης και μέχρι πέντε έτη μετά την έναρξη ισχύος της είναι 25 mg/I, ενώ περαιτέρω ισχύει η ως άνω αναφερομένη τιμή του Παραρτήματος I, Μέρος Β.

*3. Η τιμή ισχύει για δείγμα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης¹ που λαμβάνεται με κατάλληλη μέθοδο δειγματοληψίας στη βρύση και κατά τρόπον ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό του εβδομαδιαίου μέσου όρου που πίνουν οι καταναλωτές. Εφόσον ενδείκνυται, οι μέθοδοι δειγματοληψίας και παρακολούθησης εφαρμόζονται κατά εναρμονισμένο τρόπο που καθορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 7 παράγραφος 4. Οι συναρμόδιες αρχές λαμβάνουν υπόψη τα περιστατικά μεγίστων επιπέδων που ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

*4. Για το νερό που αναφέρεται στο άρθρο 6 παράγραφος 1 στοιχεία α), β) και δ), η τιμή πρέπει να έχει επιτευχθεί, το αργότερο, 10 ημερολογιακά έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας Απόφασης. Η παραμετρική τιμή για το **μόλυβδο** από την έναρξη ισχύος της παρούσας Απόφασης και μέχρι 10 έτη μετά την έναρξη ισχύος της, είναι **25 mg/I**.

Οι συναρμόδιες αρχές μεριμνούν ώστε να λαμβάνονται όλα τα δέοντα μέτρα για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης του μολύβδου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης κατά την περίοδο που απαιτείται για να επιτευχθεί η τήρηση της παραμετρικής τιμής. Όταν εφαρμόζουν μέτρα για την επίτευξη της τήρησης της τιμής αυτής, οι συναρμόδιες Αρχές δίνουν προοδευτικά την προτεραιότητα όπου υπάρχουν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μολύβδου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

*5. Οι συναρμόδιες αρχές εξασφαλίζουν ότι τηρείται ο όρος $[\text{νιτρικά}]/50 + [\text{νιτρώδη}]/3 < 1$, οι αγκύλες υποδηλούν συγκέντρωση σε mg/l για **νιτρικά** (NO_3^-) για τα **νιτρώδη άλατα** (NO_2^-), καθώς και ότι η τιμή **0,10 mg/I** για τα νιτρώδη τηρείται για το νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

*6. Ως "παρασιτοκτόνα" νοούνται: οργανικά εντομοκτόνα, οργανικά ζιζανιοκτόνα, οργανικά μυκητοκτόνα, οργανικά νηματοδοκτόνα, οργανικά ακαριοκτόνα, οργανικά φυκοκτόνα, οργανικά τρωκτικοκτόνα, οργανικά γλινοκτόνα, συναφή προϊόντα (μεταξύ άλλων, οι ρυθμιστές αύξησης) και οι σχετικοί μεταβολίτες αυτών, προϊόντα υποβάθμισης και αντίδρασης. Ελέγχονται μόνον τα παρασιτοκτόνα των οποίων πιθανολογείται η παρουσία σε μία δεδομένη παροχή νερού.

*7. Η παραμετρική τιμή ισχύει για **κάθε επιμέρους παρασιτοκτόνο**. Για τα aldrine, dieldrine, heptachlor, epoxi-heptachlor, η παραμετρική τιμή είναι **0,030 µg/l**.

*8. Ως "συνολικά παρασιτοκτόνα" νοείται το άθροισμα όλων των επιμέρους παρασιτοκτόνων που ανιχνεύονται και προσδιορίζονται ποσοτικός κατά τη διαδικασία παρακολούθησης.

*9. Οι συγκεκριμένες ενώσεις είναι: βενζό (β) φθορανθένιο, βενζό (λ) φθορανθένιο, βενζο (η,θ,ι) περυλένιο, ινδενο (1,2,3-γ,δ) πυρένιο.

*10. Εάν είναι δυνατόν, οι συναρμόδιες Αρχές να επιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση. Οι συγκεκριμένες ενώσεις είναι: χλωροφόρμιο, βρωμοφόρμιο, διβρωμοχλωρομεθάνιο, βρωμοδιχλωρομεθάνιο.

Για το νερό που αναφέρεται στο άρθρο 6 παράγραφος 1 στοιχεία α), β) και δ), η τιμή πρέπει να έχει επιτευχθεί το αργότερο, πέντε ημερολογιακά έτη μετά την ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας Απόφασης. **Η παραμετρική τιμή** για ολικά **τριαλογονομεθάνια** από την έναρξη ισχύος της παρούσας Απόφασης και μέχρι πέντε έτη μετά την έναρξη ισχύος της, **είναι 150 µg/l**. Οι συναρμόδιες αρχές μεριμνούν ώστε να λαμβάνονται όλα τα δέοντα μέτρα για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης των τριαλογονομεθανίων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης κατά την περίοδο που απαιτείται για να επιτευχθεί η τήρηση της παραμετρικής τιμής. Όταν εφαρμόζουν μέτρα για την επίτευξη της τιμής αυτής οι συναρμόδιες αρχές δίνουν προτεραιότητα στις περιοχές με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις τριαλογονομεθανίων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Και εφόσον σύμφωνα με τις σχετικές διατάξεις των άρθρων 5 έως 8 και 10, οι συναρμόδιες Αρχές λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης συμμορφώνονται προς τις απαιτήσεις της παρούσας Απόφασης.

Οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή της παρούσας δεν οδηγούν, σε καμιά περίπτωση, σε άμεση ή έμμεση υποβάθμιση της σημερινής ποιότητας του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, στο

μέτρο που αυτό αφορά την προστασία της ανθρώπινης υγείας, ούτε σε αύξηση της ρύπανσης του νερού που χρησιμοποιείται για την παραγωγή πόσιμου νερού.

5.2. ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι τιμές των παραμέτρων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης καθορίζονται στο Παράρτημα Ι. Ειδικότερα όσον αφορά τις παραμέτρους του παραρτήματος Ι μέρος Γ (παραμέτροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες) οι τιμές αυτές καθορίζονται μόνον για λόγους παρακολούθησης και για την τήρηση των υποχρεώσεων του άρθρου 8.

Σημείο τήρησης και παρακολούθησης της ποιότητας του πόσιμου νερού

Οι παραμετρικές τιμές που καθορίζονται, πρέπει να τηρούνται:

- για το νερό που παρέχεται από το δίκτυο διανομής, στο σημείο, εντός του κτιρίου ή της κτιριακής εγκατάστασης, στο οποίο βγαίνει από τη βρύση, που χρησιμοποιείται συνήθως για παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης,
- για το νερό που παρέχεται από βυτίο στο σημείο όπου το νερό εξέρχεται από το βυτίο X,
- για νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία προς πώληση στο σημείο στο οποίο το νερό τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία,
- για το νερό που χρησιμοποιείται σε επιχείρηση παραγωγής τροφίμων στο σημείο όπου το νερό χρησιμοποιείται στην επιχείρηση.

Όταν υπάρχει κίνδυνος ότι το νερό δεν ανταποκρίνεται στις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται, οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν παρόλα ταύτα ότι:

α) λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ώστε να μειωθεί ή να εξαλειφθεί ο κίνδυνος μη τήρησης των παραμετρικών τιμών, όπως η παροχή οδηγιών στους ιδιοκτήτες σχετικά με κάθε ενδεχόμενη επανορθωτική ενέργεια που θα μπορούσαν να αναλάβουν ή και λαμβάνονται άλλα μέτρα, όπως κατάλληλες τεχνικές επεξεργασίας, προκειμένου να μεταβληθεί η φύση ή οι ιδιότητες του νερού πριν από την διάθεση του ώστε να

μειωθεί ή να εξαλειφθεί ο κίνδυνος ότι το νερό δεν ανταποκρίνεται στις παραμετρικές τιμές μετά τη διάθεση και

β) οι ενδιαφερόμενοι καταναλωτές ενημερώνονται δεόντως και λαμβάνουν οδηγίες για ενδεχόμενες πρόσθετες επανορθωτικές ενέργειες που θα πρέπει να αναλάβουν

Οι συναρμόδιες Αρχές λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίσουν ότι παρακολουθείται τακτικά η ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, προκειμένου να ελέγχεται αν το διατιθέμενο στους καταναλωτές νερό πληροί τις απαιτήσεις και συγκεκριμένα τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5. Πρέπει να λαμβάνονται δείγματα τα οποία να είναι αντιπροσωπευτικά της ποιότητας του νερού που καταναλίσκεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Επιπλέον, οι συναρμόδιες Αρχές λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ο έλεγχος της αποτελεσματικής απολύμανσης του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, όταν αυτή αποτελεί μέρος της διαδικασίας επεξεργασίας ή διανομής του νερού και ότι η συγκέντρωση των παραπροϊόντων απολύμανσης ελέγχεται σε όσο το δυνατόν πιο χαμηλά όρια, χωρίς να διακυβεύεται η απολύμανση. Για την τήρηση των παραπάνω οι συναρμόδιες Αρχές καταρτίζουν κατάλληλα προγράμματα παρακολούθησης του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Τα εν λόγω προγράμματα παρακολούθησης πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του παραρτήματος II. Τα σημεία δειγματοληψίας καθορίζονται από τις συναρμόδιες αρχές και πρέπει να συμμορφώνονται με τις σχετικές απαιτήσεις του παραρτήματος II.

5.3. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II: ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

Δοκιμαστική παρακολούθηση των παραμέτρων έλεγχου του πόσιμου νερού

Σκοπός της δοκιμαστικής παρακολούθησης είναι να παρέχονται σε τακτική βάση, στοιχεία για την οργανοληπτική και μικροβιολογική ποιότητα του νερού που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση καθώς και πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του πόσιμου ύδατος (ιδίως της απολύμανσης) εφόσον γίνεται, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσον το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης τηρεί τις σχετικές παραμετρικές τιμές της παρούσας Απόφασης.

Οι ακόλουθες παράμετροι υπόκεινται σε δοκιμαστική παρακολούθηση. Οι συναρμόδιες αρχές μπορούν να προσθέτουν και άλλες παραμέτρους στον πίνακα αυτόν εάν το κρίνουν σκόπιμο.

Πίνακας 1: Δοκιμαστική παρακολούθηση, παράμετροι για τον έλεγχο του πόσιμου νερού (Σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ
Χρώμα	
Θολερότητα	NTU
Ολική σκληρότητα	Γαλλικοί βαθμοί
Ασβέστιο (Ca)	Mg/l
Μαγνήσιο (Mg)	Mg/l
Νιτρικά (NO ₃), Νιτρώδη (NO ₂), Αμμωνιακά (NH ₄)	Mg/l
Ph, Αγωγιμότητα	μS/L

Ελεγκτική παρακολούθηση φυσικοχημικών παραμέτρων του πόσιμου νερού.

Σκοπός της ελεγκτικής παρακολούθησης είναι να παρέχονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να διαπιστωθεί κατά πόσον τηρούνται όλες οι παραμετρικές τιμές της παρούσας Απόφασης. Όλες οι παράμετροι που καθορίζονται στο Παράρτημα Ι, υπόκεινται σε ελεγκτική παρακολούθηση, εκτός αν οι συναρμόδιες αρχές αποφανθούν για χρονική περίοδο που καθορίζουν οι ίδιες, ότι μια παράμετρος δεν υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστεί σε μια δεδομένη παροχή νερού σε συγκεντρώσεις οι οποίες θα δημιουργούσαν κίνδυνο παραβίασης της αντίστοιχης παραμετρικής τιμής. Η παράγραφος αυτή δεν ισχύει για τις παραμέτρους σχετικά με την ραδιενέργεια, οι οποίες, υπό όρους των σημειώσεων 8, 9 και 10 του παραρτήματος Ι μέρος Γ, παρακολουθούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις παρακολούθησης που θεσπίζονται με διαδικασία της Ευρ. Επιτροπής.

Πίνακας 2: Ελεγκτική παρακολούθηση φυσικοχημικών παραμέτρων. (Σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΜΟΝΑΔΕΣ
Χρώμα		Βρωμικά (BrO ₃)	μg/l
Θολερότητα	NTU	Κυανιούχα	μg/l
Ολ. σκληρότητα	Γαλλικοί βαθμοί	Οξειδωσιμότητα	Mg/LO ₂
Ασβέστιο (Ca)	Mg/l	Ph	
Μαγνήσιο(Mg)	Mg/l	Αγωγιμότητα	μS/cm
Νιτρικά	Mg/l(NO ₃)	Νάτριο (Na ⁺)	Mg/l
Νιτρώδη	Mg/l(NO ₂)	Χλωριούχα (Cl ⁻)	Mg/l
Φθοριούχα	Mg/l(F)	Θεικά (SO ₄)	Mg/l
TOC	Mg/l	Αμμωνιακά (NH ₄)	Mg/l
Βόριο (B)	Mg/l		

Συμπληρωματική παρακολούθηση του πόσιμου νερού

Στα πλαίσια των προβλεπομένων στην παρ. 5 του άρθρου 7 προκειμένου να συμπληρωθεί ανάλογα με τις ανάγκες η εξέταση ποιότητας του πόσιμου νερού είναι σκόπιμο να ερευνηθούν μεταξύ των άλλων εκτός από τις παραμέτρους του Παραρτήματος Ι και:

α) τα ακόλουθα παθογόνα βακτήρια: σαλμονέλλες, σταφυλόκοκκοι παθογόνοι, βακτηριοφάγοι των κοπράνων, ιοί των εντέρων, E. coli O:157, καμπυλοβακτηρίδιο.

β) οι ακόλουθοι οργανισμοί: παρασιτικοί οργανισμοί (π.χ. Κρυπτοσπορίδιο, Giardia lamblia), φύκη, άλλα μορφοποιημένα στοιχεία (ζωάρια).

Για τις ανωτέρω παραμέτρους των εδαφίων α) και β) της παρούσας παραγράφου η παραμετρική τιμή είναι μηδενική.

Η συμπληρωματική παρακολούθηση είναι δυνατόν να συμπληρώνεται κατάλληλα με πρόσθετες παραμέτρους σύμφωνα με την παρ. 5 του άρθρου 7. Η συχνότητα της συμπληρωματικής παρακολούθησης καθορίζεται από τις συναρμόδιες αρχές.

Πίνακας 3: Συμπληρωματική παρακολούθηση του πόσιμου νερού. (Σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001).

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΤΙΜΗ	ΜΟΝΑΔΑ	ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ
PCB's - PCT's	0,50 0,10	μg/l μg/l	Άθροισμα συγκεντρώσεων Μεμονωμένη ουσία
Άργυρος	10	μg/l	
Φαινολικές ενώσεις	0,50	μg/l	
Υδρογονάνθρακες, Ορυκτέλαια	10	μg/l	
Επιφανειό -δραστικοί παράγοντες	200	μg/l	
Φωσφόρος (P ₂ O ₅)	5	mg/l	
Ξηρό υπόλειμμα	1500	mg/l	
Κάλιο	12	mg/l	
Υδρόθειο	Μη ανιχνεύσιμο οργανοληπτικά		

Οι συναρμόδιες αρχές λαμβάνουν δείγματα από τα σημεία τήρησης που καθορίζονται στο (άρθρο 6 παράγραφος 1) ώστε να εξασφαλίζουν ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης ανταποκρίνεται προς τις απαιτήσεις της Απόφασης. Ωστόσο, σε περίπτωση δικτύου διανομής, οι συναρμόδιες αρχές μπορούν να λαμβάνουν δείγματα εντός της ζώνης παροχής ή στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας για συγκεκριμένες παραμέτρους εφόσον είναι δυνατόν να αποδειχθεί ότι δεν θα υπήρχε δυσμενής μεταβολή της μετρούμενης τιμής της συγκεκριμένης παραμέτρου.

Πίνακας 4: Όγκος διανεμόμενου νερού και παρακολούθηση του. (Σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001).

Όγκος διανεμόμενου νερού ανα ημέρα σε μια (ζώνη παροχής πίεσεως m ³) *Σημειώσεις 1,2παρακάτω	Δοκιμαστική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως *Σημειώσεις 3, 4, 5 -παρακάτω	Ελεγκτική παρακολούθηση Αριθμός δειγμάτων ετησίως *Σημειώσεις 3 και 5-παρακάτω
≤ 100	1	(Σημείωση 6)
101 - 500	4	1
501 - 1000	6	1
1001 - 2000	9	1
2001 - 3000	12	1
3001 - 4000	15	1
4001 - 5000	18	2
5001 - 6000	21	2
6001 - 7000	24	2 +1 ανά 3 300 m3/ημ
7001 - 8000	27	3
8001 - 9000	30	3
9001 -10000	33	3
	+3 ανά 1000 m3/ημ	
19001 - 20000	63	4
	+3 ανά 1000m3/ημ	
29001 - 30000	93	5 +1 ανά 10000 m3/ημ
99001 - 100000	303	12
100001 - 200000	603	16
	+3 ανά 1000m3/ημ	+1 ανά 25000 m3/ημ
900001 -1000000	3000	52

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

***2:** Οι όγκοι υπολογίζονται ως για ένα ημερολογιακό έτος. Για τον καθορισμό της ελάχιστης συχνότητας, οι συναρμόδιες αρχές μπορούν να χρησιμοποιούνταν αριθμό

κατοίκων μιας ζώνης παροχής αντί του όγκου **του νερού**, θεωρώντας ότι κάθε άτομο καταναλίσκει 200 l/ημερησίως.

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

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

- οι τιμές των αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται από δείγματα λαμβανόμενα επί περίοδο τουλάχιστον δύο συνεχών ετών είναι σταθερές και σημαντικός καλύτερες από τις οριακές τιμές του παραρτήματος I και
- δεν υπάρχει κάποιος παράγον που ενδέχεται να υποβαθμίσει την ποιότητα του νερού.

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

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

***6:** Η συχνότητα πρέπει να αποφασίζεται από τις συναρμόδιες Αρχές .

5.4. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι συναρμόδιες αρχές εξασφαλίζουν ότι κάθε εργαστήριο στο οποίο αναλύονται δείγματα διαθέτει σύστημα διασφάλισης ποιότητας το οποίο υποβάλλεται σε έλεγχο περιοδικά από αρμοδίως εξουσιοδοτημένο φορέα, μη ελεγχόμενο από το εργαστήριο.

Καθορισμός μεθόδων ανάλυσης μικροβιολογικών παραμέτρων του πόσιμου νερού

Οι κατωτέρω αρχές που διέπουν τις μεθόδους ανάλυσης **μικροβιολογικών παραμέτρων** δίδονται είτε **ως αναφορά** όταν δίδεται μέθοδος ISO/GEN ή προς

καθοδήγηση, εν αναμονή της ενδεχόμενης μελλοντικής θέσπισης σύμφωνα με τη διαδικασία του άρθρου 12, νέων διεθνών μεθόδων **CEN/ISO** για τις παραμέτρους αυτές. Οι συναρμόδιες αρχές μπορούν να χρησιμοποιούν εναλλακτικές μεθόδους εφόσον τηρούνται οι διατάξεις του άρθρου 7 παράγραφος 5.

Για τα κολοβακτηριοειδή και **Escherichia coli (E. coli)** καθορίζεται (**ISO 9308-1**), για τους **εντερόκοκκους (ISO 7899-2)**, για **Pseudomonas aeruginosa (pr EN ISO 12780)**. Επίσης για απαρίθμηση καλλιεργήσιμων μικροοργανισμών για αριθμός αποικιών σε 220 C καθορίζεται (**prEN ISO 6222**) και για την απαρίθμηση καλλιεργήσιμων μικροοργανισμών αριθμός αποικιών σε 370 C (**prEN ISO 6222**).

Για το **Clostridium Perfringens** συμπεριλαμβάνονται και οι σπόροι και η διαδικασία ανάλυση περιγράφεται ως έξι:

1. διήθηση από μεμβράνη και στη συνέχεια επώαση της μεμβράνης υπό αναερόβιες συνθήκες σε θρεπτικό υλικό Clostridium Perfringens (σημείωση 1) σε 440 C +/-10 C επί 21 +/- 3 ώρες.
2. μέτρηση των σκοτεινών κίτρινων αποικιών που μετατρέπονται σε ροζ ή κόκκινες μετά από έκθεση σε ατμούς υδροξειδίου του αμμωνίου επί 20 έως 30 δευτερόλεπτα.
3. διάλυση των συστατικών του βασικού θρεπτικού υλικού,
4. ρύθμιση του pH σε 7,6
5. και αποστείρωση σε αυτόκλειστο στους 121° C επί 15 λεπτά.
6. στη συνέχεια ψύξη του θρεπτικού υλικού και προσθήκη συμπληρωμάτων:

Το βασικό θρεπτικό υλικό Clostridium Perfringens περιέχει:

Τρυπτόζη	30 g
Εκχύλισμα μυκήτων	20 g
Σακχαρόζη	5 g
L-κυστεΐνη Υδροχλωριούχος	1 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,1g
Ιώδες βρωμοκρεζόλης	40 g
Άγαρ	15 g
Ύδωρ	1000ml

Συνοδευτικά συμπληρώματα για καλλιέργεια *Clostridium Perfringens*:

C-κυκλοσερίνη	400 mg
Πολυμυξίνη-B θειική	25 mg
Ινδοξυλο-β-D-γλυκοζίδιο (μετά διάλυση σε 8 ml αποστειρωμένου νερού πριν την προσθήκη)	60 mg
Διάλυμα 0,5% διφωσφορικής Φαινολοφθαλεΐνης (αποστειρωμένου δια διηθήσεως)	20 ml
Διάλυμα 4,5% διφωσφορικού $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (αποστειρωμένου δια διηθήσεως)	2 ml

Καθορισμός χαρακτηριστικών επιδόσεων παραμέτρων πόσιμου νερού

Για τις ακόλουθες παραμέτρους, τα καθοριζόμενα χαρακτηριστικά επιδόσεων είναι τέτοια ώστε με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο ανάλυσης να είναι τουλάχιστον, δυνατόν να μετρώνται συγκεντρώσεις ίσες προς την παραμετρική τιμή με την οριζόμενη ορθότητα, πιστότητα και τα οριζόμενα όρια ανίχνευσης. Όποια και να είναι η ευαισθησία της χρησιμοποιούμενης μεθόδου ανάλυσης, το αποτέλεσμα εκφράζεται χρησιμοποιώντας τουλάχιστον τον ίδιο αριθμό δεκαδικών ψηφίων με την παραμετρική τιμή του παραρτήματος Ι μέρη Β και Γ.

Πίνακας 2.: Χαρακτηριστικά επιδόσεων μετάλλων στο πόσιμο νερό (Σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001).

Παράμετροι	%Ορθότητα παραμετρικής τιμής	%Πιστότητα παραμετρικής τιμής	%Όριο ανίχνευσης της παραμετρικής τιμής	Συνθήκες	Σημειώσεις
	(Σημείωση 1)	(Σημείωση 2)	(Σημείωση 3)		
Ακρυλαμίδιο					
Αργίλιο	10	10	10		

Αμμόνιο	10	10	10		
Αντιμόνιο	25	25	25		
Αρσενικό	10	10	10		
Βενζο-α-πυρένιο	25	25	25		
Βενζόλιο	25	25	25		
Βόριο	10	10	10		
Βρωμικά	25	25	25		
Κάδμιο	10	10	10		
Χλωριούχα	10	10	10		
Χρώμιο	10	10	10		
Αγωγιμότητα	10	10	10		
Χαλκός	10	10	10		
Κυανιούχα	10	10	10		Σημείωση 4
1,2 διχλωροαιθάν.	25	25	10		
Επιγλωυδρίνη					
Φθοριούχα	10	10	10		
Σίδηρος	10	10	10		
Μόλυβδος	10	10	10		
Μαγγάνιο	10	10	10		
Υδράργυρος	20	10	20		

Νικέλιο	10	10	10		
---------	----	----	----	--	--

Νιτρικά	10	10	10		
Νιτρώδη	10	10	10		
Οξειδωσιμότητα	25	25	10		Σημείωση 5
Παρασιτοκτόνα	25	25	25		Σημείωση 6
Πολυκυκλικοί αρωματικοί	25	25	25		Σημείωση 7
Σελήνιο	10	10	10		
Νάτριο	10	10	10		
Θειικά	10	10	10		
Τετραχλωροαιθένιο	25	25	10		Σημείωση 8
Τριχλωροαιθένιο	25	25	10		Σημείωση 8
Ολικά Τριαλογονα	25	25	10		Σημείωση 7
Βινυλοχλωρίδιο					
PCB's - PCT's	25	25	25		
Άργυρος	10	10	10		
Φαινολικές ενώσεις	25	25	25		
Υδρογονάνθρακες εν διαλύσει	25	25	25		
Επιφανειο δραστικοί	20	20	20		
Φωσφόρος (P ₂ O ₅)	10	10	10		

Κάλιο	10	10	10		
Υδροθείο	10	10	10		
Ξηρό υπόλειμμα	10	10	10		
Υπολειμματικό χλώριο	10	10	10		

Ανάλυση παραμέτρων του πίνακα 2:

*1: **Ορθότητα** είναι το συστηματικό σφάλμα και είναι η διαφορά της μέσης τιμής μεγάλου αριθμού επαναλαμβανόμενων μετρήσεων και της πραγματικής τιμής.

*2: **Πιστότητα** είναι το τυχαίο σφάλμα και εκφράζεται συνήθως ως η τυπική απόκλιση (εντός και μεταξύ μιας ομάδας) του φάσματος αποτελεσμάτων γύρω από το μέσο όρο. Αποδεκτή πιστότητα είναι η διπλάσια σχετική τυπική απόκλιση.

* Οι όροι αυτοί προσδιορίζονται περαιτέρω στο πρότυπο **ISO 5725**.

*3: **Όριο ανίχνευσης** είναι:

- η τριπλάσια σχετική τυπική απόκλιση εντός μιας ομάδας ενός φυσικού δείγματος που περιέχει μικρή συγκέντρωση της παραμέτρου ή
- η πενταπλάσια σχετική συνήθης απόκλιση εντός μιας ομάδας, ενός τυφλού δείγματος.

*4: Η μέθοδος προσδιορίζει ολικά κυανιούχα (άλατα) κάθε μορφής.

*5: Η **οξείδωση** πραγματοποιείται για 10 λεπτά σε 100°C με τη χρησιμοποίηση υπερμαγγανικών αλάτων σε όξινο περιβάλλον.

*6: Τα **χαρακτηριστικά επιδόσεων** ισχύουν για κάθε επιμέρους παρασιτοκτόνο και εξαρτώνται από το συγκεκριμένο παρασιτοκτόνο. Προς το παρόν ενδέχεται να μην είναι δυνατόν να επιτευχθεί το όριο ανίχνευσης για όλα τα παρασιτοκτόνα, αλλά οι συναρμόδιες αρχές πρέπει να επιδιώκουν την επίτευξη του στόχου αυτού.

*7: Τα χαρακτηριστικά επιδόσεων ισχύουν για τις επιμέρους ουσίες που ορίζονται στο 25% της παραμετρικής τιμής του παραρτήματος I.

*8: Τα χαρακτηριστικά επιδόσεων ισχύουν για τις επιμέρους ουσίες που ορίζονται στο 50% της παραμετρικής τιμής του παραρτήματος I.

Για την συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, τα οριζόμενα χαρακτηριστικά επιδόσεων είναι τέτοια ώστε με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο ανάλυσης να είναι δυνατόν να μετρώνται συγκεντρώσεις ίσες προς την παραμετρική τιμή με **ορθότητα 0.2 μονάδων ρΗ και πιστότητα 0,2 μονάδων ρΗ**.

Παράμετροι για τις οποίες δεν καθορίζονται μέθοδος ανάλυσης από της Αρμόδιες Αρχές είναι το **χρώμα**, η **οσμή**, η **γεύση**, **θολότητα** και ο συνολικός **οργανικός άνθρακας**.*

Σημειώνεται ότι:

- * Για την παρακολούθηση της θολότητας του επεξεργασμένου επιφανειακού νερού τα οριζόμενα χαρακτηριστικά επιδόσεων οφείλουν να παρέχουν τουλάχιστον τη δυνατότητα μέτρησης συγκεντρώσεων ίσων προς την παραμετρική τιμή με ορθότητα 25%, πιστότητα 25% και όριο ανίχνευσης 25%.
- Αντί των μεθόδων που αναφέρονται στο παράρτημα ΙΙΙ μέρος 1, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται εναλλακτικές μέθοδοι (επικυρωμένες), εφόσον μπορεί να αποδειχθεί ότι τα λαμβανόμενα αποτελέσματα είναι τουλάχιστον εξίσου αξιόπιστα με εκείνα των μεθόδων που έχουν προκαθοριστεί. Εάν χρησιμοποιηθεί εναλλακτική μέθοδος οι συναρμόδιες Αρχές διαβιβάζουν στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή όλα τα σχετικά στοιχεία που αφορούν τη μέθοδο αυτή και την ισοδυναμία της.
- Για τις παραμέτρους του παραρτήματος ΙΙΙ μέρη 2 και 3, είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται οποιαδήποτε μέθοδος ανάλυσης, εφόσον τηρούνται οι απαιτήσεις των μερών αυτών
- Οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι διενεργείται συμπληρωματική κατά περίπτωση παρακολούθηση για τις ουσίες και τους μικροοργανισμούς για τους οποίους δεν καθορίζεται παραμετρική τιμή σύμφωνα με το άρθρο 5, όταν υπάρχουν λόγοι να πιστευτεί ότι οι ουσίες ή οι οργανισμοί αυτοί ενδέχεται να υπάρχουν σε ποσότητες ή αριθμούς που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία (Παράρτημα ΙΙ, παρ. 3).

5.5. ΕΠΑΝΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΧΡΗΣΕΩΣ ΝΕΡΟΥ

1. Οι συναρμόδιες Αρχές μεριμνούν ώστε να διερευνάται αμέσως κάθε παράλειψη της τήρησης των παραμετρικών τιμών που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5 ώστε να εντοπίζονται τα αίτια.
2. Εάν, παρά τα μέτρα που λαμβάνονται για να τηρηθούν οι υποχρεώσεις του άρθρου 4 παράγραφος 1, το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εξακολουθεί να μην πληροί τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 5, και με την επιφύλαξη του άρθρου 6 παράγραφος 2, οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι αναλαμβάνονται, το ταχύτερο δυνατόν οι απαιτούμενες επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητας του και δίνουν προτεραιότητα στην εφαρμογή τους, λαμβάνοντας υπόψη μεταξύ άλλων και τον βαθμό υπέρβασης των σχετικών παραμετρικών τιμών και τον ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.
3. Ανεξαρτήτως του αν έχει σημειωθεί ή όχι η μη τήρηση των παραμετρικών τιμών, οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι η παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, το οποίο αποτελεί ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία απαγορεύεται και διακόπτεται ή περιορίζεται η χρήση του· ή αναλαμβάνονται οι αναγκαίες ενέργειες για να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία. Στις περιπτώσεις αυτές, οι καταναλωτές ενημερώνονται αμέσως σχετικά και τους παρέχονται οι απαραίτητες οδηγίες. Οι συναρμόδιες αρχές αποφασίζουν ποιες ενέργειες δυνάμει της παρούσας παραγράφου θα πρέπει να αναληφθούν, λαμβάνοντας επίσης υπόψη τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία οι οποίοι θα προέκυπταν από τυχόν διακοπή της παροχής ή περιορισμό της χρήσης νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Οι συναρμόδιες αρχές καταρτίζουν κατευθυντήριες οδηγίες προς τους υπευθύνους για την εκπλήρωση των ανωτέρω υποχρεώσεων της παρούσας παραγράφου.
4. Σε περίπτωση μη τήρησης των παραμετρικών τιμών ή των προδιαγραφών του παραρτήματος Ι μέρος Γ, οι συναρμόδιες Αρχές εξετάζουν κατά πόσον αυτή η μη τήρηση δημιουργεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Οι συναρμόδιες Αρχές αναλαμβάνουν επανορθωτικές ενέργειες για την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού εφόσον αυτό απαιτείται για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι, όταν αναλαμβάνονται επανορθωτικές ενέργειες, οι καταναλωτές ενημερώνονται σχετικά εκτός από τις περιπτώσεις κατά τις

οποίες οι συναρμόδιες αρχές κρίνουν ότι η μη τήρηση των παραμετρικών τιμών είναι άνευ σημασίας.

5.6. ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ Ε.Ε. ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

ΑΡΘΡΟ 9: Παρεκκλίσεις

1. Με πράξη όμοια προς την παρούσα είναι δυνατόν να προσδιορίζονται παρεκκλίσεις από τις παραμετρικές τιμές που καθορίζονται στο παράρτημα Ι μέρος Β, μέχρις ενός ανώτατου ορίου που καθορίζεται στην ανωτέρω απόφαση, εφόσον η παρέκκλιση δεν συνεπάγεται πιθανό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και εφόσον η παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης στη συγκεκριμένη περιοχή δεν μπορεί να εξασφαλισθεί με άλλον ενδεδειγμένο τρόπο. Οι παρεκκλίσεις πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερης διάρκειας και δεν πρέπει να υπερβαίνουν την τριετία προς το τέλος της οποίας πρέπει να πραγματοποιείται επανεξέταση προκειμένου να καθοριστεί κατά πόσον έχει σημειωθεί ικανοποιητική πρόοδος. Όταν πρόκειται να παραχωρηθεί δεύτερη παρέκκλιση, γνωστοποιείται η επανεξέταση και οι λόγοι για την απόφαση της παραχώρησης δεύτερης παρέκκλισης στην Επιτροπή. Αυτή η δεύτερη παρέκκλιση δεν πρέπει επίσης να υπερβαίνει την τριετία.

2. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μετά την υποβολή τεκμηριωμένων στοιχείων, μπορεί να υποβάλλεται στην Επιτροπή αίτηση για τρίτη παρέκκλιση για περίοδο που δεν υπερβαίνει την τριετία. Η Επιτροπή αποφασίζει σχετικά με την αίτηση αυτή εντός τριών μηνών.

3. Στις παρεκκλίσεις που παραχωρούνται σύμφωνα με την παράγραφο 1 ή 2, διευκρινίζονται τα ακόλουθα:

α) ο λόγος της παρέκκλισης,

β) η συγκεκριμένη παράμετρος, τα σχετικά αποτελέσματα της προηγούμενης παρακολούθησης και η ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή βάσει της παρέκκλισης,

γ) η γεωγραφική περιοχή, η ημερησίως παρεχόμενη ποσότητα νερού, ο θιγόμενος πληθυσμός καθώς και κατά πόσον ή όχι θίγεται κάποια σχετική επιχείρηση παραγωγής τροφίμων.

δ) ένα κατάλληλο σύστημα παρακολούθησης με αυξημένη συχνότητα παρακολούθησης εφόσον απαιτείται.

ε) η σύνοψη του προγράμματος των απαιτούμενων επανορθωτικών ενεργειών στο οποίο συμπεριλαμβάνονται χρονοδιάγραμμα εργασιών, εκτίμηση κόστους και όροι και προϋποθέσεις για την επανεξέταση,

στ) η αιτούμενη διάρκεια της παρέκκλισης.

4. Εάν οι συναρμόδιες Αρχές κρίνουν ότι η μη τήρηση της παραμετρικής τιμής είναι άνευ σημασίας και εφόσον, με τις επανορθωτικές ενέργειες που αναλαμβάνονται σύμφωνα με το άρθρο 8 παράγραφος 2, είναι δυνατόν να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα εντός 30 το πολύ ημερών, δεν απαιτείται η εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 3. Στην περίπτωση αυτή από τις συναρμόδιες Αρχές καθορίζεται μόνον η ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή της συγκεκριμένης παραμέτρου καθώς και ο επιτρεπόμενος χρόνος για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

5. Η προσφυγή στην παράγραφο 4 δεν είναι πλέον δυνατή αν η μη τήρηση μιας παραμετρικής τιμής για συγκεκριμένη παροχή νερού παρουσιάστηκε για περισσότερες από 30 ημέρες συνολικά κατά τη διάρκεια των δώδεκα προηγούμενων μηνών.

6. Οι συναρμόδιες Αρχές που εφαρμόζουν τις παρεκκλίσεις του παρόντος άρθρου εξασφαλίζουν ότι ο θιγόμενος από την παρέκκλιση αυτή πληθυσμός ενημερώνεται αμέσως και με τον κατάλληλο τρόπο για την παρέκκλιση και τους όρους της. Επιπλέον οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι, εφόσον απαιτείται, παρέχονται οδηγίες σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες για τις οποίες η παρέκκλιση ενδέχεται να δημιουργήσει ειδικούς κινδύνους. Οι υποχρεώσεις αυτές δεν ισχύουν στην περίπτωση που αναφέρεται στην παράγραφο 4, εκτός αν οι αρμόδιες αρχές αποφασίσουν διαφορετικά.

7. Με την εξαίρεση των παρεκκλίσεων που παρέχονται σύμφωνα με την παράγραφο 4, το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας σε συνεργασία με τον ΕΦΕΤ ενημερώνει την Επιτροπή εντός δύο μηνών για τις παρεκκλίσεις που αφορούν ατομική παροχή άνω των 1000 m³ ημερησίως κατά μέσο όρο ή εξυπηρετούν άνω των 5000 ατόμων, παρέχοντας και τα στοιχεία που αναφέρονται στην παράγραφο 3.

8. Το παρόν άρθρο δεν ισχύει για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης το οποίο διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή δοχεία.

ΑΡΘΡΟ 10. Εξασφάλιση της ποιότητας, επεξεργασίας, εξοπλισμού και υλικών

1. Οι υπεύθυνοι όπως ορίζονται στο άρθρο 12, παρ. 2 λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται ότι κάθε ουσία ή κάθε υλικό νέων εγκαταστάσεων που χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις κείμενες διατάξεις, την τεχνογνωσία και τα επισήμως αναγνωρισμένα μέσα και τις αρχές ελέγχου και πιστοποίησης, για την παραγωγή ή τη διανομή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης καθώς και οι προσμείξεις που προέρχονται από αυτές τις ουσίες ή υλικά νέων εγκαταστάσεων, δεν παραμένουν στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από εκείνες που απαιτούνται για τους σκοπούς της χρήσης τους και δεν υποβαθμίζουν άμεσα ή έμμεσα την προστασία της ανθρώπινης υγείας, όπως προβλέπεται στην παρούσα Απόφαση.

2. Τα ερμηνευτικά έγγραφα και οι τεχνικές προδιαγραφές δυνάμει του άρθρου 3 και του άρθρου 4 παράγραφος 1 της οδηγίας 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 21ης Δεκεμβρίου 1988, όπως τροποποιήθηκε με την οδηγία 93/68/ΕΟΚ και ενσωματώθηκε στο εθνικό μας δίκαιο με το Π.Δ 334/94 (ΦΕΚ 176Α), για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών, πρέπει να τηρούν τις απαιτήσεις της παρούσας.

3. Ζώνες προστασίας Προκειμένου το νερό που παρέχεται για ανθρώπινη κατανάλωση να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της παρούσας και στα πλαίσια προστασίας της δημόσιας υγείας είναι αναγκαίο να λαμβάνονται κατά προτεραιότητα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας των πηγών υδροληψίας για την παραγωγή πόσιμου νερού (θέσπιση ζωνών προστασίας, κλπ.) σύμφωνα με τις διατάξεις του Ν.1650/86 για το περιβάλλον και του Ν. 1739/87 για τη διαχείριση των υδατικών πόρων, όπως αυτές εκάστοτε ισχύουν.

ΑΡΘΡΟ 12. Καθορισμός συναρμοδίων Αρχών, υπευθύνων

1. “Συναρμοδίες Αρχές” για την εφαρμογή των διατάξεων της παρούσας είναι οι υπηρεσίες Υγείας των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, οι Δ/νσεις Υγείας και Πρόνοιας των Περιφερειών το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας και ο ΕΦΕΤ με την Κεντρική και τις Περιφερειακές του Υπηρεσίες.

ΑΡΘΡΟ 13. Ενημέρωση και εκθέσεις

1. Οι συναρμόδιες Αρχές λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι παρέχονται στους καταναλωτές κατάλληλες και ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και συλλέγουν από τις αρμόδιες Περιφερειακές Υπηρεσίες κατά τακτά χρονικά διαστήματα στοιχεία για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.
2. Με την επιφύλαξη της οδηγίας 90/313/ΕΟΚ του Συμβουλίου, της 7ης Ιουνίου 1990, που ενσωματώθηκε στο Εθνικό Δίκαιο με την 77921/1440/95 ΚΥΑ (ΦΕΚ795Β), σχετικά με την ελεύθερη πληροφόρηση για θέματα, περιβάλλοντος, το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας σε συνεργασία με τον ΕΦΕΤ, δημοσιεύει ανά τριετία έκθεση για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης με στόχο την ενημέρωση των καταναλωτών. Η πρώτη από τις εκθέσεις αυτές καλύπτει τα έτη 2002, 2003 και 2004. Κάθε έκθεση αφορά, τουλάχιστον, τις συγκεκριμένες παροχές νερού που υπερβαίνουν τα 1000·m³ ημερησίως κατά μέσον όρο, ή εξυπηρετούν περισσότερα από 5000 άτομα, καλύπτει τρία ημερολογιακά έτη και δημοσιεύεται πριν από το τέλος του ημερολογιακού έτους που έπεται της περιόδου στην οποία αναφέρεται.
3. Το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας σε συνεργασία με τον ΕΦΕΤ διαβιβάζει τις εκθέσεις του στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή εντός δύο μηνών από τη δημοσίευσή τους.
4. Η μορφή και οι ελάχιστες απαιτούμενες πληροφορίες για τις εκθέσεις που αναφέρονται στην παράγραφο 2 καθορίζονται λαμβανομένων ιδιαιτέρως υπόψη των μέτρων που αναφέρονται στο άρθρο 7 παράγραφος 2, στο άρθρο 8, στο άρθρο 9 παράγραφοι 6 και 7 και στο άρθρο 15 παράγραφος 1.
5. Μαζί με την πρώτη έκθεση σύμφωνα με την παρούσα Απόφαση, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 2 το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας σε συνεργασία με τον ΕΦΕΤ συντάσσει επίσης έκθεση η οποία υποβάλλεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά μετά μέτρα τα οποία οι συναρμόδιες Αρχές έλαβαν ή σχεδιάζουν να λάβουν για την εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους δυνάμει του άρθρου 6 παράγραφος 3 και του Παραρτήματος Ι μέρος Β σημείωση 10.

ΑΡΘΡΟ 14. Χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης

Οι συναρμόδιες Αρχές λαμβάνουν τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι η ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης ανταποκρίνεται προς την παρούσα Απόφαση έως 25.12.2003, με την επιφύλαξη των σημειώσεων 2,4 και 10 του παραρτήματος Ι μέρος Β.

ΑΡΘΡΟ 15. Εξαιρετικές περιπτώσεις

1. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και για συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, το Υπουργείο Υγείας σε συνεργασία με τον ΕΦΕΤ μπορεί να υποβάλλει ειδική αίτηση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή για περίοδο μεγαλύτερη από αυτήν που προβλέπεται στο άρθρο 14. Η πρόσθετη περίοδος δεν πρέπει να υπερβαίνει την τριετία προς το τέλος της οποίας πρέπει να πραγματοποιείται επανεξέταση που διαβιβάζεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή η οποία μπορεί, βάσει της επανεξέτασης αυτής, να παραχωρήσει δεύτερη πρόσθετη περίοδο τριών το πολύ ετών. Η διάταξη αυτή δεν εφαρμόζεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που διατίθεται προς πώληση σε φιάλες ή δοχεία.

2. Στην προαναφερόμενη αίτηση η οποία πρέπει να αιτιολογείται δεόντως, εκτίθενται οι δυσκολίες που συναντώνται και περιλαμβάνονται, τουλάχιστον, όλες οι πληροφορίες που αναφέρονται στο άρθρο 9 παράγραφος 3.

3. Οι συναρμόδιες Αρχές που εφαρμόζουν το παρόν άρθρο εξασφαλίζουν ότι ο πληθυσμός τον οποίο αφορά η αίτηση ενημερώνεται αμέσως και με κατάλληλο τρόπο για την έκβαση της αίτησης. Επιπλέον, οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι, εφόσον απαιτείται, παρέχονται οδηγίες σε συγκεκριμένες πληθυσμιακές ομάδες για τις οποίες η αίτηση ενδέχεται να δημιουργήσει ειδικούς κινδύνους.

ΑΡΘΡΟ 16. Διοικητικές Κυρώσεις

Διοικητικές Κυρώσεις επιβάλλονται με βάση το άρθρο 30 του Ν. 1650/86 (ΦΕΚΑ160), το άρθρο 98 του Ν.1892/90 (ΦΕΚΑ101), το άρθρο 13 του Ν. 1515/85 (ΦΕΚ 137Α), άρθρο 13 του Ν. 1561/85 όπως συμπληρώθηκε με το άρθρο 31 παρ. 6 & 7 του Ν. 1650/86 (ΦΕΚΑ160) και το άρθρο 5 του Ν. 2741/99 (ΦΕΚ 199Α).

ΑΡΘΡΟ 17. Ποινικές κυρώσεις

Οι παραβάτες διώκονται και τιμωρούνται σύμφωνα με το άρθρο 3 του Α.Ν. 2520/40 (ΦΕΚ 273Α) όπως έχει αντικατασταθεί με το άρθρο μόνο του Ν.290/43, καθώς και με το άρθρο 28 του Ν. 1650/86 (Α160) και εφόσον η παράβαση αφορά παροχή νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση ακατάλληλου ή επικίνδυνου για τη δημόσια Υγεία σύμφωνα με το άρθρο 281 του Π.Κ., αν από άλλες διατάξεις Νόμων ή Διαταγμάτων δεν προβλέπεται βαρύτερη ποινή.

ΑΡΘΡΟ 18. Παραρτήματα

Προσαρτώνται και αποτελούν αναπόσπαστα μέρη της παρούσας Απόφασης τα Παραρτήματα Ι, ΙΙ και ΙΙΙ, που ακολούθησαν.

ΑΡΘΡΟ 19. Κατάργηση

Από την έναρξη της ισχύος της παρούσας Απόφασης καταργείται η Α5/288/86 Υγειονομική Διάταξη, τα άρθρα 4, 5 και 6 της Υγειονομικής Διάταξης Γ3α/761/68 “περί ποιότητας του πόσιμου νερού” όπως τροποποιήθηκε με την Υγ. Διάταξη Γ4/1722/24.9.74, καθώς και κάθε άλλη διάταξη που αντίκειται στην παρούσα Απόφαση.

ΑΡΘΡΟ 20. Έναρξη ισχύος

Η ημερομηνία έναρξης ισχύος της παρούσας Απόφασης είναι η 25.12.2003 και η εκτέλεση της ανατίθεται στις συναρμόδιες Αρχές. Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Επίσημη Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

5.7. ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ ΔΥΓ2/Γ/Π/οικ. 38295/2007 (ΦΕΚ 630/τ.β./26-4-07) ΚΥΑ.

Έγινε με τη διόρθωση σφαλμάτων (ΦΕΚ 986. β/18-6-07) αναφορικά με τροποποίηση της ΚΥΑ Υ2/ οικ. 2600/01 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» και επισημαίνεται ότι η διασφάλιση καθαρού και υγιεινού νερού από τα υπόγεια και επιφανειακά νερά στους πολίτες της χώρας είναι πρωταρχικής σημασίας. Η επίτευξη του στόχου αυτού γίνεται με προγραμματισμό και σχεδιασμό των απαραίτητων έργων ύδρευσης, καθώς και να τηρούνται ανελλιπώς οι διαδικασίες ελέγχου από τους αρμόδιους εμπλεκόμενους φορείς. Για τους λόγους αυτούς οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης ως υπεύθυνοι ύδρευσης πρέπει:

Α) Να αξιολογούν με προτεραιότητα τα έργα εκσυγχρονισμού των δικτύων ύδρευσης.

Β) Να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία των πηγών ύδρευσης (γεωτρήσεις, υδρομαστεύσεις, φυσικές δεξαμενές ύδατος κ.λ.π).

Γ) Να συντηρούνται και να ελέγχονται τακτικά και συστηματικά τα συστήματα ύδρευσης (εξωτερικά και εσωτερικά δίκτυα) ενώ τα φθαρμένα δίκτυα να αντικαθίστανται με προτεραιότητα.

Δ) Να εφαρμόζονται οι έλεγχοι που προβλέπονται από την υπάρχουσα νομοθεσία.

Το Υπουργείο Υγείας και Κοιν. Αλληλεγγύης στοχεύει να συστηματοποιηθεί ο έλεγχος πόσιμου νερού και να υπάρχει πλήρης καταγραφή των προβλημάτων και ελέγχου σε επίπεδο Δήμου, Νομού, Υγειονομικής Περιφέρειας και Επικράτειας.

ΕΦΑΡΜΟΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΓΚΥΚΛΙΟΥ

Η Εγκύκλιος απευθύνεται στις Υγειονομικές Περιφέρειες, τις Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις και στις Τ.Ε.Δ.Κ. των Νομών, οι οποίες πρέπει να αποστέλλουν τα πρωτοβάθμια στοιχεία στο Υπουργείο στη Δ/ση Υγειονομικής Μηχανικής και Υγιεινής Περιβάλλοντος.

ΜΕΤΡΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΥΘΥΝΩΝ

A) Υπεύθυνοι ύδρευσης (α' βαθμός ευθύνης).

Για τις υδρεύσεις Δήμων: η Δημοτική Αρχή, σύμφωνα με τα ακαθοριζόμενα στ άρθρο 23 παρ. 1 του Ν. 1065/80 «Περί κυρώσεως Δημοτικού και Κοινοτικού Κώδικα» (ΦΕΚ 168 Α) ή ο αντίστοιχος για την ύδρευση τοπικός Οργανισμός ή Επιχείρηση ή Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων και από τα προβλεπόμενα από τον Ν. 1416/84 π.χ. ΔΕΥΑ, Εταιρείες ύδρευσης κ.λ.π.

Για τις βιομηχανίες, ιδρύματα κ.λ.π τα οποία διαθέτουν δική τους ύδρευση οι νόμιμοι εκπρόσωποι τους.

Για τις βιομηχανίες που βρίσκονται εγκατεστημένες μέσα σε 4 βιομηχανικές περιοχές που διαθέτουν κεντρικό δίκτυο ύδρευσης η ΕΤΒΑ.

Για τις ιδιωτικές υδρεύσεις οι ιδιοκτήτες ή οι νομείς των εγκαταστάσεων ύδρευσης.

Υποχρεώσεις των υπευθύνων ύδρευσης

Οι παραπάνω υπεύθυνοι ύδρευσης έχουν την ευθύνη της μελέτης, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος ύδρευσης, της διενέργειας υγειονομικών αναγνωρίσεων, εργαστηριακών εξετάσεων και γενικά της λήψης κάθε μέτρου, προκειμένου να παρέχεται πόσιμο νερό σε ποσότητα επαρκή για τις ανάγκες του υδρευόμενου πληθυσμού χωρίς διακοπές και το σύστημα ύδρευσης να είναι απαλλαγμένο από κάθε υγειονομικό κίνδυνο. Για τους λόγους αυτούς **υποχρεούνται :**

- Να θέτουν στην διάθεση των αρμόδιων υγειονομικών αρχών το αρχείο υγειονομικών αναγνωρίσεων, εργαστηριακών εξετάσεων, το ημερολόγιο ύδρευσης (που οφείλουν να τηρούν), καθώς και κάθε πληροφορία και στοιχείο που αφορά στην εκλογή της πηγής υδροληψίας και την μελέτη κατασκευής λειτουργίας και συντήρηση του συστήματος ύδρευσης και το χρησιμοποιούμενο προσωπικό.
- Να γνωστοποιούν αμέσως στην Δ/ση Υγείας της Ν.Α. κάθε υγειονομικό κίνδυνο που εμφανίζεται καθώς και μέτρα που θα ληφθούν για την εξουδετέρωση του.
- Να συμμορφώνονται στις υποδείξεις και οδηγίες των οικείων υπηρεσιών υγείας.

- Να διενεργούν την προβλεπόμενη σύμφωνα με την ΥΜ /5673/57 (φεκ 5/58B) Υγειονομική Διάταξη υποχρεωτική απολύμανση που επιβάλλεται για υδρεύσεις που εξυπηρετούν οικισμούς άνω των 3.000 κατοίκων.

Να αναθέσουν σε συγκεκριμένο πρόσωπο (με μόνιμο αναπληρωτή του για τις περιπτώσεις απουσίας του) την παρακολούθηση της κανονικής λειτουργίας και συντήρησης του εξοπλισμού απολύμανσης του πόσιμου νερού για τη σωστή εφαρμογή της απολύμανσης. Τα ονόματα του τακτικού και αναπληρωτή θα αποστέλλονται εγγράφως στην Δ/ση Υγείας της Ν.Α., η οποία μπορεί να μην τα εγκρίνει και να ζητήσει την αντικατάστασή τους. Τα στοιχεία αυτά κοινοποιούνται υποχρεωτικά και στην οικεία Περιφέρεια.

- Να τηρούν ειδικό βιβλίο με τα αποτελέσματα των μετρήσεων υπολειμματικού χλωρίου οι οποίες θα γίνονται με συχνότητες που καθορίζονται στην ΥΜ/5673/57 (ΦΕΚ 5/58) Υγ. Διάταξη και προσδιορίζεται με τη μέθοδο DPD (Χρωματομετρική) και όχι ορθοτολιδίνης.
- Να διενεργούν δειγματοληπτικούς και εργαστηριακούς ελέγχους σε αντιπροσωπευτικά προκαθορισμένα σημεία ολόκληρου του δικτύου διανομής από την πηγή υδροληψίας μέχρι τη διάθεση στον καταναλωτή. Για τον λόγο αυτό πρέπει να καταρτίσουν προγράμματα παρακολούθησης, τα οποία θα αναφέρονται και στον καθορισμό των σημείων δειγματοληψίας. Ποσοστό των δειγμάτων πρέπει να λαμβάνεται από σταθερά σημεία (αντλιοστάσια, δεξαμενές αποθήκευσης) αλλά και σε θέσεις όπου υπήρχαν προβλήματα στο παρελθόν. Ποσοστό δειγμάτων θα λαμβάνεται τυχαία από πολυσύχναστα κατά προτεραιότητα κτίρια π.χ: Νοσοκομεία, σχολεία, Δημόσια κτίρια, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία, εργοστάσια αλλά και σημεία στα οποία υπάρχει πιθανότητα κινδύνου μόλυνσης π.χ: διακλαδώσεις, σημεία υποπίεσης. Τα προγράμματα αυτά υποβάλλονται στην Δ/ση Υγείας της Ν.Α. προς έγκριση, μαζί με την κατάλληλη απεικόνιση σε σχέδια των σημείων δειγματοληψίας. Τα συγκεκριμένα κοινοποιούνται στις Περιφέρειες.

B) Διευθύνσεις υγείας των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων (β' βαθμός ευθύνης).

Οι Δ/νσεις Υγείας της Ν.Α. είναι οι Αρμόδιες Αρχές για την εφαρμογή, εκτέλεση, έλεγχο των υγειονομικών διατάξεων, καθώς και για την τήρηση της νομοθεσίας, την οργάνωση και διενέργεια προγραμμάτων υγειονομικών αναγνωρίσεων των

συστημάτων ύδρευσης. Επίσης να ενημερώνουν τις οικείες Περιφέρειες καθώς και την Δ/ση Υγειονομικής Μηχανικής και Υγιεινής Περιβάλλοντος του Υπουργείου Υγείας και Κοιν. Αλληλεγγύης.

Γ) Δ/σεις Υγείας των Περιφερειών – Υγειονομικές Περιφέρειες

Οι Δ/σεις Υγείας των Περιφερειών παρακολουθούν την εφαρμογή της νομοθεσίας στα γεωγραφικά τους όρια. Συγκεντρώνουν τα στοιχεία παρακολούθησης της ποιότητας νερού και αξιολογούν και προτείνουν στις αρμόδιες αρχές μέτρα που πρέπει να ληφθούν στο σύστημα ύδρευσης από την θέση υδροληψίας μέχρι την διάθεση στην καταναλωτή. Επίσης, υπάρχει συνεργασία με την Δ/ση Υγειονομικής Μηχανικής και Υγιεινής Περιβάλλοντος του Υπουργείου στην οποία στέλνονται τα αξιολογημένα δελτία ποιότητας πόσιμου νερού αλλά και τις ανάλογες προτάσεις για την αντιμετώπιση προβλημάτων. Οι Γενικοί Γραμματείς των Περιφερειών με προτεραιότητα χρηματοδοτούν έργα βελτίωσης και επέκτασης των δικτύων ύδρευσης.

Δ) Υπουργείο Υγείας και Κοιν. Αλληλεγγύης.

Ο ρόλος του, είναι εποπτικός της ποιότητας του πόσιμου νερού. Αφού συγκεντρώσει όλα τα στοιχεία από τους υπεύθυνους και τις αρμόδιες αρχές, μετά την αξιολόγηση τους ενημερώνει την Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Η παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού είναι σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

1. Έτσι υπάρχουν οι όροι «**υποχρεωτικές**» και «**ενδεικτικές**» παράμετροι :

Στις **υποχρεωτικές παραμέτρους** οι ανώτατες τιμές τους είναι καθορισμένες αυστηρά και κάθε υπέρβαση τους πρέπει να ανακοινώνεται στο κοινό και να διακόπτεται υπό προϋποθέσεις αμέσως η παροχή του νερού.

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

2. Οι όροι «δοκιμαστική», «ελεγκτική», και «συμπληρωματική» παρακολούθηση αναφέρονται σε όλες τις περιπτώσεις στους υπεύθυνους και η διαφοροποίηση τους συνίσταται κυρίως στην **συχνότητα παρακολούθησης**.

Οι παράμετροι της «δοκιμαστικής» παρακολούθησης ελέγχονται σε τακτική βάση. Ενώ οι παράμετροι της «ελεγκτικής» σε μικρότερη συχνότητα και πάντα σε συνδυασμό με τον πληθυσμό της υδρευόμενης περιοχής. Ενώ οι παράμετροι της «συμπληρωματικής» ελέγχονται με την συχνότητα που ορίζεται από τις συναρμόδιες αρχές.

3. Ως **σημείο δειγματοληψίας** ορίζεται η **βρύση του καταναλωτή** για πόσιμο νερό.

4. Ως **σημείο αναφοράς** για την παρακολούθηση της ποιότητας πόσιμου νερού είναι ο υδροδοτούμενος πληθυσμός ανά μονάδα υδροδότησης (π.χ. δεξαμενή) στην οποία η ποιότητα του νερού είναι ομοιόμορφη και όχι αναγκαστικά ο πληθυσμός ενός Δημ. Διαμερίσματος ή Δήμου που πιθανότατα υδροδοτείται από περισσότερες της μια παροχών με ανομοιόμορφη ποιότητα πόσιμου νερού.

5.8. ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

Τα κυριότερα στοιχεία που εξετάζονται κατά την αναγνώριση είναι: **λεκάνη απορροής υδροληψίας, πηγή υδροληψίας, εξωτερικοί αγωγοί, αναλιοστάσια, δεξαμενές, δίκτυο διανομής, σύστημα επεξεργασίας, απολύμανση, εσωτερικές εγκαταστάσεις**. Σημαντικό επίσης για την προστασία των υπογείων πηγών υδροληψίας και των αγωγών μεταφοράς του νερού είναι η τήρηση κατάλληλων αποστάσεων ασφαλείας από γειτονικές εστίες ρύπανσης και μόλυνσης.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Οι εργαστηριακές αναλύσεις για την δοκιμαστική και ελεγκτική παρακολούθηση του νερού διενεργούνται από **τους υπεύθυνους (ΟΤΑ, ΔΕΥΑ κ.λ.π.)** σύμφωνα πάντα με την ισχύουσα νομοθεσία (παράρτημα II της συγκεκριμένης εγκυκλίου).

Σε οργανωμένα εργαστήρια των Ο.Τ.Α., Δημοτικών Επιχειρήσεων ύδρευσης και Αποχέτευσης και σε ιδιωτικά διαπιστευμένα εργαστήρια που πληρούν τις απαιτήσεις του παραρτήματος III και με συχνότητα που αναφέρεται στο παράρτημα II της εν

λόγω ΚΥΑ, σε συνάρτηση πάντα με το είδος της παρακολούθησης (δοκιμαστική ή ελεγκτική) αλλά και την παροχή του πόσιμου νερού ή του υδρευόμενου πληθυσμού.

Οι αναλύσεις εποπτικού ελέγχου για λογαριασμό των υπολοίπων αρμοδίων αρχών διενεργούνται μέσω Δημόσιων Κεντρικών και Περιφερειακών εργαστηρίων ή και εξειδικευμένων εργαστηρίων άλλων φορέων, εφόσον βέβαια όλα τα ανωτέρω εργαστήρια πληρούν τις απαιτήσεις του παραρτήματος ΙΙ. Η λειτουργία των παραπάνω εργαστηρίων αδειοδοτείται σύμφωνα με το άρθρο 13 του Ν. 3172/03 (ΦΕΚ 197 Α) «Οργάνωση και εκσυγχρονισμός των Υπηρεσιών Υγείας» που εκδίδεται από την αρμόδια Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση.

Οι Γενικοί Γραμματείς των Περιφερειών με προτεραιότητα προωθούν έργα ενίσχυσης δομών εργαστηρίων ελέγχου στις περιοχές όπου υπάρχει έλλειμμα και φροντίζουν για την κατά νόμο πιστοποίηση τους.

Οι εργαστηριακές εξετάσεις από μόνες τους δεν αποτελούν τη μόνη βάση για να γίνει αποδεκτή ή να απορριφθεί μια ύδρευση αν δεν επιβεβαιώνονται από τα πορίσματα της υγειονομικής αναγνώρισης. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών εξετάσεων και ιδιαίτερα των μικροβιολογικών, ερμηνεύονται πάντα σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις της υγειονομικής αναγνώρισης της περιοχής υδροληψίας. **Για κάθε περιοχή η εργαστηριακή εξέταση αποτελεί συμπληρωματικό και όχι αποφασιστικό στοιχείο.** Η εργαστηριακή εξέταση αντικατοπτρίζει την κατάσταση της στιγμής της δειγματοληψίας ενώ η αναγνώριση καθορίζει την επισήμανση των υπαρκτών και ακόμη δυνητικών κινδύνων.

ΥΛΙΚΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΠΟΣΙΜΟ ΝΕΡΟ

Η καταλληλότητα των υλικών (σωληνώσεων κλπ.) σε επαφή με το πόσιμο νερό ρυθμίζεται από το αρθ. 10 της Υ2/2600/01 ΚΥΑ και η ανώτατη επιτρεπόμενη συγκέντρωση των στοιχείων που προκύπτουν από την μετανάστευση στο πόσιμο νερό πρέπει να είναι σύμφωνη με την κείμενη νομοθεσία (ΚΥΑ Υ2/2600/2001 ΦΕΚ 898/Β'/11.7.01) «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης» που έχει εκδοθεί σε εναρμόνιση με την οδηγία 98/83 της Ε.Ε. και τις κατευθυντήριες οδηγίες του Π.Ο.Υ.

5.9. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΕΓΚΥΚΛΙΟΥ

Η εφαρμογή της παρούσας παρακολουθείται από την Δ/ση Υγειονομικής Μηχανικής και Υγιεινής Περιβάλλοντος του Υπουργείου Υγείας και Κοιν. Αλληλεγγύης. Οι φορείς που ενεργούν τους δειγματοληπτικούς ελέγχους συντάσσουν τεχνικά δελτία ποιότητας πόσιμου νερού, τα καταχωρούν για λόγους στατιστικής παρακολούθησης και οι Δ/σεις Υγείας των Νομών, τα υποβάλλουν στην Περιφέρεια και το Υπουργείο Υγείας και Κοιν. Αλληλεγγύης. Η Παράβαση των ρυθμίσεων της συγκεκριμένης εγκυκλίου συνεπάγεται διοικητικό, πειθαρχικό και ποινικό έλεγχο για τους παραβάτες.

Πειραματικό μέρος...

6. ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΗΜΟΣ

Η ΘΕΣΗ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ/ ΝΟΜΟΥ

Επιλέχθηκε ένας συγκεκριμένος ΟΤΑ (Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης) Α του Νομού Λασιθίου βάσει του αριθμού των κατοίκων, της επιχειρηματικής δραστηριότητας και τουριστικής κίνησης, της αγροτικής και κτηνοτροφικής δραστηριότητας καθώς και λόγω της ύπαρξης ιατρείων και σχολείων.

Πίνακας 1: Έκταση, Πληθυσμός, Μεταβολή του υπό εξέταση Δήμου.

ΔΗΜΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (ΤΕΤΡ. ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΑ)	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΑΠΟΓΡ. 1991	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΑΠΟΓΡ. 2001	ΜΕΤΑΒΟΛΗ % 1991- 2001
A	164,598	2.503	2.514	+ 0,44 %

Πηγή: Τ.Α.Π. επαρχίας Σητείας, 1995, Α και Β φάση, κεφ. 5 και στοιχεία απογραφής 2001.

6.1. ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΦΥΣΙΟΓΝΩΜΙΑ ΔΗΜΟΥ

Πληθυσμός – δημογραφική φυσιογνωμία, αστικοποίηση

Ο Δήμος που επιλέχθηκε έχει συνολικά 27 κατοικούμενους οικισμούς και διακρίνεται για την συγκέντρωση του πληθυσμού του στον ένα οικισμό Α1 (έδρα του Δήμου που είναι και ο μεγαλύτερος οικισμός με 1086 κατοίκους). Η πληθυσμιακή εξέλιξη κατά την τελευταία δεκαετία (1991-2001) της περιοχής μελέτης που ανήκει στο Δήμο Α με στοιχεία από την απογραφή που ενήργησε η ΕΣΥΕ τον Μάρτιο του 2001 παρουσιάζει τα εξής συμπεράσματα :

- ο μόνιμος πληθυσμός (2429) παρουσιάζει μία σημαντική αύξηση της τάξεως του 9%.
- ο πραγματικός όμως πληθυσμός (2514) παρουσιάζει οριακή αύξηση (0,44 %).

- τα παραλιακά Δ.Δ. Α1 και Α2 παρουσιάζουν σημαντική αύξηση πληθυσμού από το 1991 έως το 2001 (Δ.Δ. Α1 4,97 % και Δ.Δ. Α2 4,49 %).
- φαίνεται σαφώς η ελάττωση του πληθυσμού των ορεινών οικισμών που ανήκουν στα Δημοτικά Διαμερίσματα της ενδοχώρας Α3 και Α4, που παρουσιάζουν πολύ μεγάλη μείωση πληθυσμού σε βαθμό μαζικής φυγής (Δ.Δ. Α3 - 58,18 %, Δ.Δ. Α4 - 34,76 %).
- υπάρχουν νέοι οικισμοί που εμφανίζουν κατοίκους για πρώτη φορά στην απογραφή του 2001 (δεν είχαν κατοίκους το 1991 ή προηγουμένως).
- υπάρχουν οικισμοί που δεν κατοικούνται πλέον.

Στην ηλικιακή κατανομή του πληθυσμού σύμφωνα με στοιχεία απογραφής του 2001 φαίνεται ότι στην **πρώτη ηλικιακή τάξη** (μέχρι 18 ετών) συγκεντρώνεται το **19%** του πληθυσμού της περιοχής μελέτης στο Α1 και Α2 , ενώ το 0% στο Α3 και το Α4.

Η **δεύτερη ηλικιακή τάξη** (19-64 ετών) συγκεντρώνει το **56%** του συνόλου του πληθυσμού της περιοχής και είναι η τάξη εκείνη που καλύπτει το σύνολο σχεδόν του ενεργού πληθυσμού της. Η **τρίτη πληθυσμιακή τάξη** (65 ετών και άνω) συγκεντρώνει το **20%** του πληθυσμού με περισσότερο έντονες διακυμάνσεις στο Α1 και στο Α3.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που δεν έχουν ακόμη επεξεργαστεί πλήρως από την ΕΣΥΕ, είναι εμφανές ότι τα νοικοκυριά ενός ή δύο μελών υπερβαίνουν το 50% του συνολικού αριθμού των νοικοκυριών του Δήμου Α. Ειδικότερα στα ορεινά Δημοτικά Διαμερίσματα Α3 και Α4 αυτή η αναλογία τείνει να πλησιάζει στο 100%. Μόνο οι οικισμός Α1 και Α2 έχουν ένα σοβαρό ποσοστό νοικοκυριών με τρία και τέσσερα μέλη. Στα ορεινά χωριά έχουν δηλαδή μείνει ηλικιωμένοι συνταξιούχοι και μόνο στα πεδινά και παραθαλάσσια μέρη υπάρχουν και νεώτεροι κάτοικοι.

Στο Δήμο Α η ποσοστιαία σύνθεση του πληθυσμού κατά φύλο, παρουσιάζει μια κατανομή 53% για τους άνδρες και 47% για τις γυναίκες σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Η αναλογία αυτή ενισχύεται υπέρ των ανδρών όσο αφορά το πραγματικό πληθυσμό. Ενώ λοιπόν ο Δήμος Α είναι αγροτική περιοχή, είναι εμφανής η τάση μετακίνησης του πληθυσμού προς τους μεγαλύτερους οικισμούς που προσφέρουν «αστικές» εξυπηρετήσεις (τον οικισμό Α1 και Α2), για να βρουν απασχόληση, πλην της γεωργίας (κυρίως στον τουρισμό) και για να καλυτερεύουν τις συνθήκες διαβίωσής τους.

Ο συγκεκριμένος Δήμος κατατάσσεται στις αγροτικές περιοχές της Ελλάδας και στο σύνολο του, αλλά και στα Δημοτικά Διαμερίσματα. Επισημαίνεται ότι το κριτήριο

κατάταξης ενός Ο.Τ.Α. στις κατηγορίες αστικός, ημιαστικός ή αγροτικός είναι μόνο ο πληθυσμός του μεγαλύτερου αστικού κέντρου του (αστικές περιοχές με οικιστικό κέντρο με πληθυσμό άνω των 10.000 κατοίκων, ημιαστικές από 2000 – 10000 κατοίκους και αγροτικές από 1 – 2000 κατοίκους).

6.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Πρωτογενής τομέας

Σημαντική μεταβολή παρατηρείται στην αύξηση των αροτριων καλλιεργειών και ειδικότερα στην περιοχή του Δημοτικού Διαμερίσματος Α1 που αντιπροσωπεύει και το πιο πεδινό τμήμα του Δήμου. Επίσης αξιοσημείωτη είναι η μείωση, και πάλι στο Δημοτικό Διαμέρισμα Α1, σε αρδεύσιμη έκταση στα αμπέλια.

Όλες τις καλλιέργειες, η αρδεύσιμη γη είναι ίση με τη συνολική εκτός από τις δενδρώδεις στις οποίες υπάρχει τμήμα μη αρδεύσιμο και κατά κύριο λόγο είναι ελαιώνες. Δεν παρατηρείται αξιόλογη αύξηση των καλλιεργειών και οι διαφορές που παρατηρούνται στο Δημοτικό Διαμέρισμα Α3 το 2001 και 2002 είναι διότι παλαιότερα τα στοιχεία του Α3 δηλωνόταν μαζί με τα στοιχεία του Δημοτικού Διαμερίσματος (πρώην Κοινότητα) Α1. Μειώθηκαν οι βρώσιμες ελιές, ενώ αυξήθηκαν οι ελαιοποιήσιμες. Όλα τα είδη δένδρων παρουσιάζουν μία μικρή αύξηση εκτός από τις λεμονιές και τις αμυγδαλιές που είναι εμφανής η μείωση δένδρων. Όμως ποσοστιαία αντιπροσωπεύουν πολύ μικρό ποσοστό στο σύνολο των δενδρωδών καλλιεργειών. Η ελιά το 2002 κατέχει μερίδιο 91,12% της συνολικής παραγωγής σε τόνους προϊόντων από το σύνολο παραγωγής των δενδρωδών καλλιεργειών. Οι αροτριάιες καλλιέργειες παρουσιάζουν σχεδόν σε όλα τα είδη μείωση εκτός από την καλλιέργεια καρπουζιού που αυξήθηκε αισθητά τα τελευταία χρόνια. Αξιοπρόσεκτη είναι η καλλιέργεια του βίκου για σανό που τείνει σχεδόν να εξαφανιστεί, ενώ αυξήθηκε αισθητά η παραγωγή βρώμης για σανό.

Το γενικό σύνολο παρουσιάζει αύξηση 36,16% περίπου στην παραγωγή κηπευτικών σε τόνους, ενώ αντίθετα υπάρχει στρεμματική μείωση. Έχει περάσει η περιοχή σε καλλιέργειες υπό κάλυψη που δικαιολογούν την αύξηση της παραγωγικότητας (μελιτζάνα, ντομάτα, αγγούρι). Σημαντική όμως αύξηση

παρουσιάζει η καλλιέργεια λάχανου, κουνουπιδιού και επιτραπέζιας ντομάτας υπαίθρου.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η αύξηση των ζώων την τελευταία πενταετία (1997-2002) στο Δήμο Α. Η μεταβολή προς τα πάνω σε όλα τα είδη είναι αισθητή με πρώτα τα κουνέλια με 71,4% και ακολουθούν τα αιγοπρόβατα με 42,5%. Αυτό επίσης φαίνεται και στην παραγωγή κρέατος, στις αντίστοιχες κατηγορίες. Φαίνεται **συνολική αύξηση** στα όρια του Δήμου στην πενταετία 1997-2002, αύξηση ζώων **57%** και αύξηση κιλών σφαγίων 103,6%.

Στον Δήμο Α υπάρχει η μεγαλύτερη «βοσκοφόρτωση» της Επαρχίας, όπου συγκεντρώνεται το 32,5 % των εκμεταλλεύσεων, το 38 % του αριθμού των αιγοπροβάτων και το 60 % των αιγών της επαρχίας με συνέπεια την υπερβόσκηση. Η **υπερβόσκηση σε συνδυασμό με το έντονα ξηροθερμικό κλίμα και τις πυρκαϊές** που προκαλούνται από τους ίδιους τους κτηνοτρόφους για την παραγωγή φρέσκου χόρτου, **προκαλούν υποβάθμιση των βοσκομένων εκτάσεων**. Στο σύνολο του νομού Λασιθίου, το 15% περίπου σε κοπαδιάρικα πρόβατα και το 20% σε αίγες, βρίσκονται στο Δήμο Α. Αντίστοιχα η παραγωγή γάλατος αγγίζει συνολικά περίπου το 22% του συνόλου του Νομού.

Η παραγωγή σε ζωικά προϊόντα παρουσιάζει αύξηση (μεταξύ των ετών 1997 – 2002) 70% σε όρνιθες και αυγά, μείωση 55,6% σε δέρματα και 12,5% σε μαλλιά προβάτων, αύξηση σε μέλι που αγγίζει το 87,5% μεταξύ των ετών 2001 – 2002. Ειδικά για την μελισσοτροφία, η ανάπτυξή της ευνοείται από το κλίμα της περιοχής, την πλούσια και ποικίλη ανθοφορία και την καλή απόδοση σε νέκταρ. Οι παραγόμενες ποσότητες δεν είναι πολύ μεγάλες αλλά παρατηρούμε σημαντική αύξηση στο Δ.Δ. Α1.

Η αλιεία αν και σε μικρές ποσότητες είναι σημαντική για την περιοχή. Ο Νομός Λασιθίου είναι ο δεύτερος Νομός της Κρήτης σε παραγωγή αλιευμάτων και η περιοχή θεωρείται από τους πλουσιότερους ψαρότοπους. Στον οικισμό Α1 ασχολούνται αναλογικά περισσότερα άτομα με την αλιεία από ότι στις άλλες περιοχές.

Δευτερογενής τομέας

Ο Δευτερογενής τομέας (μεταποίηση, βιοτεχνία, κατασκευές) δεν αποτελεί σημαντικό τομέα της οικονομίας της περιοχής. Η μεταποίηση γεωργικών και κτηνοτροφικών προϊόντων αφορά κυρίως ελαιουργεία, παραγωγή κρασιού και

παραγωγή ειδικών τοπικών κτηνοτροφικών προϊόντων (μυζήθρα, γαλοτύρι, κεφαλοτύρι, βούτυρο). Επίσης υπάρχουν συσκευαστήρια αγροτικών προϊόντων, μονάδες παραγωγής αεριούχων ποτών, ξυλουργεία, μεταλλικά θερμοκήπια και επιπλοποιεία, οινοποιείο κ.α.

Τριτογενής τομέας

Από στοιχεία του καταλόγου ελεύθερων επαγγελματιών εγγεγραμμένων στο Εμποροβιομηχανικό Επιμελητήριο Λασιθίου, φαίνεται ότι σε σύνολο 1.354 επαγγελματιών που βρίσκονται στην περιοχή της επαρχίας Σητείας, οι 196 δραστηριοποιούνται στο Δήμο Α και καλύπτουν ένα αρκετά ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων με μεγάλο ποσοστό στα ενοικιαζόμενα δωμάτια και τις εργασίες που χρειάζεται να γίνουν για τη συντήρηση και λειτουργία τους. **Η σπουδαιότερη οικονομική δραστηριότητα στον τομέα των υπηρεσιών είναι ο τουρισμός.**

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Δ/σης Τουρισμού Κρήτης (Ε.Ο.Τ. 2001), **στον Δήμο Α** τα κύρια και δευτερεύοντα τουριστικά καταλύματα είναι τα εξής:

Στο Δ.Α. Α1,

- 2 ξενοδοχεία Γ' κατηγορίας με 86 κλίνες
- 1 ξενοδοχείο Δ' κατηγορίας με 16 κλίνες
- 1 ξενοδοχείο Ε' κατηγορίας με 14 κλίνες
- 2 μονάδες επιπλωμένων διαμερισμάτων με 94 κλίνες

ΣΥΝΟΛΑ: ΜΟΝΑΔΕΣ 6, ΚΛΙΝΕΣ 210

Στο Δ.Α. Α2

- 1 ξενοδοχείο Γ' κατηγορίας με 42 κλίνες.

ΣΥΝΟΛΟ ΔΗΜΟΥ Α (Σύμφωνα με τον Ε.Ο.Τ., δεν περιλαμβάνονται τα επιπλωμένα δωμάτια)

ΜΟΝΑΔΕΣ 7, ΚΛΙΝΕΣ 252

Επίσης σε όλο τον Δήμο Α (σύμφωνα με στοιχεία της Δημοτικής Επιχείρησης) υπάρχουν **20 μονάδες επιπλωμένων δωματίων με 250 κλίνες** και οι εξής **μονάδες εστίασης** :

- 10 εστιατόρια χωρητικότητας 1400 ατόμων.
- 14 ταβέρνες με τοπική παραδοσιακή κουζίνα, χωρητικότητας 2800 ατόμων
- 20 καφεενεία – καφετέριες, χωρητικότητας 1700 ατόμων.

ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ / ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ / ΑΝΕΡΓΙΑ

Ο οικονομικά ενεργός και μη ενεργός πληθυσμός αφορά τον πραγματικό πληθυσμό ηλικίας 10 ετών και άνω και φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (στοιχεία του 1991).

Οικονομικός ενεργός πληθυσμός					Οικονομικός μη ενεργός πληθυσμός	Γεν. σύνολο
	Απασχ/μενοι	Άνεργοι	Άνεργοι νέοι	Σύνολο		
Δ.Δ. Α2	309	5	0	314	507	821
Δ.Δ. Α4	70	4	3	74	103	177
Δ.Δ. Α3	15	1	0	16		
Δ.Δ. Α1	444	24	10	468	701	1169
ΣΥΝΟΛΟ	838	34	13	872		

Η απασχόληση του ενεργού πληθυσμού κατά Δ.Δ. στα Δ.Δ. Α2, Α4 και Α1 φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα (στοιχεία του 1991).

	Ομάδες οικον. δραστηριότητας	Δημοτικά Διαμερίσματα			Σύνολο	Ποσοστά %
		Α2	Α4	Α1		

1	Γεωργία, κτηνοτροφία, δασοκομία, αλιεία, θήρα	232	40	213	485	56,70%
2	Ορυχεία, λατομεία	1	0	1	2	0,23%
3	Μεταποίηση	5	1	23	29	3,39%
4	Παροχή ηλεκτρ. ρεύματος, νερού	0	0	2	2	0,23%
5	Κατασκευές	7	5	43	55	6,42%
6	Εμπόριο, επισκευές, ξενοδοχεία, εστιατόρια	21	10	76	107	12,50%
7	Μεταφορές, αποθηκεύσεις, επικοινωνίες	5	1	14	20	2,30%
8	Ενδιάμεσοι χρηματοπιστωτικοί Οργανισμοί	2	0	4	6	0,70%
9	Λοιπές υπηρεσίες	31	13	56	100	11,68%
10	Άνεργοι	5	4	24	33	3,86%
11	Δεν δήλωσαν κλάδο οικον. δραστηρ.	5	0	12	17	1,99%
	Σύνολο	314	74	468	856	100%

Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι η κύρια απασχόληση είναι στον πρωτογενή τομέα (κυρίως γεωργία και κτηνοτροφία) με ποσοστό 56,70 % και η δευτερεύουσα στο εμπόριο, επισκευές και ξενοδοχεία – εστιατόρια (τουρισμός) με ποσοστό 12,50 % και στις υπηρεσίες με ποσοστό 11,68 %.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τον αριθμό των απασχολουμένων στον πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή τομέα, το σύνολο των οικονομικά ενεργών και τον αριθμό των οικονομικά ενεργών κάτω των 25 ετών (στοιχεία Ε.Σ.Υ.Ε. 1991).

Δ.Δ.	ΣΥΝ /Ο	1 ^ο ΓΕΝΕΙΣ	2 ^ο ΓΕΝΕΙΣ	3 ^ο ΓΕΝΕΙΣ	ΔΕΝ ΔΗΛΩΣΑΝ	ΣΥΝΟΛΟ	< 25 ΕΤΩΝ
A2	309	235	13	56	5	314	47
A4	70	40	6	24	0	74	12
A3	15	8	2	5	0	16	1
A1	444	217	69	149	9	468	96
ΣΥΝ. Α	838	500	90	234	14	872	181
% Α	96%	57,3 %	10,3 %	26,8 %	1,6 %	100 %	20,8 %

Από τον συνολικό οικονομικά ενεργό πληθυσμό των 872 ατόμων στα 4 Δημοτικά Διαμερίσματα, απασχολούνται τα 838 (ποσοστό 96,1 %) και οι άνεργοι είναι 34 (ποσοστό 3,9 %). Οι περισσότεροι (500 άτομα, ποσοστό 57,3 %) απασχολούνται στον πρωτογενή τομέα (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία). Στον δευτερογενή τομέα απασχολούνται 157 άτομα (ποσοστό 10,3 %) και στον τριτογενή τομέα (εμπόριο, υπηρεσίες) 234 άτομα (ποσοστό 26,8 %). Από τον συνολικό ενεργό πληθυσμό, οι 181 (ποσοστό 20,8 %) είναι κάτω των 25 ετών

6.3. ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Αρχικά ήλθαμε σε επαφή με το αρμόδιο προσωπικό και την υπηρεσία του ΟΤΑ καθώς επίσης και με τους αιρετούς στην αρμοδιότητα των οποίων είναι το θέμα ποιότητα και διαχείριση του υδάτινου δυναμικού. Αφού έγινε συλλογή όλων των δεδομένων για την υπό εξέταση περιοχή (χάρτες, σημεία υδροληψίας πηγές – γεωτρήσεις - δεξαμενές, υπάρχουσες υδρογεωλογικές μελέτες κ.α.), οργανώσαμε **πλάνο δειγματοληψίας**. Σύμφωνα με το πλάνο αυτό λάβαμε δείγματα από

αντιπροσωπευτικά σημεία π.χ: **ένα σχολείο, ένα κατάστημα υγειονομικού ενδιαφέροντος, μία γεώτρηση, ένα ιατρείο, ένα δημόσιο κτίριο κ.α.**

Οι δειγματοληψίες έγιναν με την έναρξη της τουριστικής περιόδου και στο μέσου αυτής αφήνοντας κάποιο διάστημα για να δούμε την μικροβιακή διακύμανση. Μετά τις δειγματοληψίες έγινε εργαστηριακή ανάλυση των δειγμάτων και αξιολογήθηκε ένα σημείο στο οποίο **υπήρχε κακή μικροβιακή εικόνα και εφαρμόστηκε η διαδικασία της χλωρίωσης**. Αμέσως μετά τη διαδικασία έγινε μικροβιακή ανάλυση για έλεγχο της αποτελεσματικότητας της χλωρίωσης.

6.4. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Δειγματοληψία

Ο όρος δειγματοληψία αναφέρεται σε όλες τις διαδικασίες επιλογής, συλλογής, διατήρησης και μεταφοράς για ανάλυση μιας ενδεικτικής ποσότητας ενός υλικού (δείγμα). Το δείγμα αυτό πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του αρχικού υλικού και αυτό μπορεί να εξασφαλιστεί με επιλογή των κατάλληλων σημείων αλλά και του χρόνου δειγματοληψίας καθώς και τη διατήρηση του δείγματος αναλλοίωτου μέχρι την στιγμή της ανάλυσης. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων πρέπει να είναι επαναλήψιμα, γι' αυτό και τα σημεία δειγματοληψίας σε υδάτινους αποδέκτες πρέπει να είναι σταθερά.

Δειγματοληψία από δίκτυο σωληνώσεων

Στην περίπτωση αυτή αφήνουμε το νερό να τρέξει για μερικά λεπτά, έτσι ώστε να καθαρίσει ο σωλήνας από το στάσιμο νερό καθώς και τις διάφορες ακαθαρσίες. Στην συνέχεια τοποθετούμε τη φιάλη δειγματοληψίας η οποία είναι καλά αποστειρωμένη κάτω από τη βρύση χωρίς βέβαια να έρχεται σε επαφή με αυτή. Μόλις έχουμε συλλέξει τον απαραίτητο όγκο νερού, κλείνουμε κατ'ευθείαν τη φιάλη με ειδικό πώμα. Πριν πραγματοποιηθεί η δειγματοληψία πρέπει να αποστειρώσουμε το στόμιο της βρύσης (αυτό γίνεται με επαφή σε φλόγα), ώστε σε περίπτωση που υπάρχουν κάποιοι μ/ο να καταστραφούν και να μην μεταφερθούν στο δείγμα. Η διαδικασία λη γίνεται δίπλα σε φλόγα προκειμένου να εξασφαλιστούν στείρες συνθήκες. Μετά την

δειγματοληψία η φιάλη τοποθετείται σε ισοθερμικό ψυγείο με παγοκύστες και μεταφέρεται στο διαπιστευμένο εργαστήριο όπου και συντηρείται υπό ψύξη μέχρι να γίνει η μικροβιολογική ανάλυση του ύδατος.

Μικροβιολογική ανάλυση ύδατος – Μέθοδος Διήθησης μέσω μεμβράνης (Membrane Filtration)

Η αρχή αυτής της μεθόδου βασίζεται στη διήθηση κατάλληλου όγκου νερού μέσω μεμβράνης κατασκευασμένης από διάφορα υλικά (μίγμα υδρόφιλων εστέρων κυτταρίνης) με διάμετρο πόρων ακριβώς τέτοια ώστε να κατακρατεί τους προς έλεγχο μικροοργανισμούς.

Η συσκευή διήθησης αποτελείται από έξι μεταλλικά χωνιά σε σειρά και βρίσκεται συνδεδεμένη με αντλία κενού (δημιουργείται κενό 70 Kpa περίπου). Στα φίλτρα που βρίσκονται στο κάτω μέρος των χωνιών τοποθετούνται οι μεμβράνες με κατάλληλη διάμετρο πόρων για τον υπό εξέταση μ/ο. Για την *pseudomonas* χρησιμοποιείται μεμβράνη με διάμετρο πόρων 0,22 μm, ενώ για τους υπόλοιπους μ/ο η διάμετρος είναι 0,45 μm.

Στα χωνιά τα οποία πρέπει κάθε φορά να αποστειρώνονται κάθε φορά που αλλάζουμε το δείγμα τοποθετείται ο απαιτούμενος όγκος δείγματος (250 ml για την *pseudomonas* και 100 ml για τους υπόλοιπους μ/ο) και στην πορεία πραγματοποιείται η διήθηση υπό κενό. Αφού αφαιρεθεί το πάνω μέρος του χωνιού με αποστειρωμένη λαβίδα μεταφέρεται η μεμβράνη σε τρυβλίο Petri το οποίο περιέχει το κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη του υπό αντίχνευση μ/ο. Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται είναι έτοιμα (Pall Corporation) όπως φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί :

ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΑΜΠΟΥΛΕΣ ΜΕ ΕΤΟΙΜΟ ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ 2 ml	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ
MF-ENDO	ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑ
M-FC	ΚΟΠΡΩΔΗ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑ
M-GREEN YM	ΜΟΥΧΛΕΣ ΚΑΙ ΖΥΜΕΣ

M-TGE	ΟΛΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ
STREPTOCOCCAL	ΚΟΠΡΩΔΗΣ ΣΤΡΕΠΤΟΚΟΚΚΟΣ
PSEUDOMONAS	ΨΕΥΔΟΜΟΝΑΔΑ

Όταν γίνεται η μεταφορά της μεμβράνης, πρέπει αυτή να εφαρμόσει στο υπόστρωμα πολύ καλά για να μην εγκλωβιστεί αέρας μεταξύ τους. Στην πορεία τα τρυβλία με τις μεμβράνες τοποθετούνται σε κλίβανο κατάλληλης θερμοκρασίας και αφήνονται για επώαση για συγκεκριμένο χρόνο. Αυτά που είναι για ανίχνευση των coliforms, streptococcus, OMX τοποθετούνται σε θερμοστατούμενο κλίβανο των 37 βαθμών Κελσίου για 24 ώρες, ενώ για την pseudomonas στους 25 βαθμούς για 48 ώρες. Η παραπάνω διαδικασία υλοποιείται δίπλα σε φλόγα. Όταν ολοκληρωθεί η επώαση, καταμετρούνται οι αποικίες που έχουν αναπτυχθεί πάνω στις μεμβράνες. Η κάθε αποικία αντιστοιχεί σε ένα μ/ο, το αποτέλεσμα εκφράζεται σε μ/ο ανά ποσότητα δείγματος. Αν ο αριθμός των αποικιών είναι μεγαλύτερος από 80, η ανάλυση θα επαναλαμβάνεται μετά από αραιώση ανάλογη της ρύπανσης.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ISO	
ISO 6222 : 1999	Καταμέτρηση Ολικής Αερόβιας Χλωρίδας
ISO 9308-1 : 2000	Καταμέτρηση Ολικών Κολοβακτηριοειδών
ISO 9038 -1: 2000	Καταμέτρηση <i>E. coli</i>
ISO 7899 -1: 2000	Καταμέτρηση Εντερικών Στρεπτόκοκκων
ISO 6461- 2 : 1986	Καταμέτρηση Θειαναγωγικών Κλωστηριδίων
APHA 95, Standard methods for the Midrobial examination of water and waste water	Καταμέτρηση Ζυμών Μυκήτων
ISO 8199 : 1988	Καταμέτρηση <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
ISO 6340 : 1995	Απομόνωση <i>Salomonella</i> spp
ISO 11731 : 1998	Απομόνωση – καταμέτρηση <i>Leionella</i> spp

6.5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΝΕΡΟΥ

Κατά την διεξαγωγή των επισκέψεων στους χώρους εγκαταστάσεων εμφιάλωσης και την διενέργεια των δειγματοληψιών, ακολουθήθηκαν αυστηροί κανόνες δειγματοληψίας (χρήση αποστειρωμένων υλικών, σκευών και γαντιών, ενώ όλη η διαδικασία γινόταν δίπλα σε φλόγα, για να εξασφαλιστούν στείρες συνθήκες). Τα δείγματα τοποθετούνται σε ισοθερμικό ψυγείο με παγοκύστες, μεταφέρονταν στο εργαστήριο και τοποθετούνταν στο ψυγείο αν η ανάλυση θα γινόταν την επόμενη ημέρα ή στον καταψύκτη αν γινόταν αργότερα. Πριν την ανάλυση, τα δείγματα αφήνονταν εκτός ψυγείου έως ότου έρθουν σε θερμοκρασία δωματίου.

Οι δύο πιο συνήθεις μέθοδοι αναλύσεως νερού που ακολουθούνται στα μικροβιολογικά εργαστήρια είναι η **Μέθοδος Πολλαπλών Σωλήνων και η Μέθοδος Διήθησης Μέσω Μεμβράνης**. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, από τις δύο αυτές μεθόδους χρησιμοποιήθηκε η Μέθοδος Διήθησης Μέσω Μεμβράνης.

A) Μέθοδος πολλαπλών σωληνών

Η μέθοδος αυτή δίνει τον πιθανότερο αριθμό (Most Probable Number) κολοβακτηριοειδών αλλά και άλλων ομάδων ή ειδών βακτηρίων και βασίζεται στην ιδιότητα των βακτηρίων των διαφόρων ομάδων να αντιδρούν με συγκεκριμένα θρεπτικά υποστρώματα. Ο προσδιορισμός του MPN γίνεται με την επώαση διαδοχικών αραιώσεων (συνήθως τριών) του δείγματος σε ορισμένη θερμοκρασία και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Η επώαση γίνεται σε δοκιμαστικούς σωλήνες και για την κάθε αραιώση χρησιμοποιούνται συνήθως πέντε σωλήνες. Μετά τον απαραίτητο χρόνο επώασης, οι σωλήνες εξετάζονται για το αν έγινε η αντίδραση και σημειώνεται ο αριθμός των θετικών σωληνών σε κάθε μια από τις αραιώσεις, οπότε προκύπτει ένα τριψήφιος αριθμός. Ο αριθμός αυτός συγκρίνεται με κάποιους πίνακες McCrady και με προσέγγιση 95% εξάγεται ο πιθανότερος αριθμός κολοβακτηρίων ή άλλων βακτηρίων.

B) Μέθοδος διήθησης μέσω μεμβράνης

Η μέθοδος βασίζεται στη διήθηση κατάλληλου όγκου νερού μεμβράνης κατασκευής από διάφορα υλικά (μίγμα υδρόφιλων εστέρων κυτταρίνης) με διάμετρο πόρων τέτοια ώστε να κατακρατεί τους προς έλεγχο μικροοργανισμούς. Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι μπορούν να ανιχνευθούν μικρά ποσά των υπό ανίχνευση μικροοργανισμών, εξαιτίας του ότι κατά την διέλευση του νερού από την μεμβράνη κατακρατούνται από αυτή μονάχα οι ουσίες που έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από αυτή της μεμβράνης. Η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να επιτύχει την ευαισθησία της μεθόδου των πολλαπλών σωλήνων διατηρώντας παράλληλα την ακρίβεια της μεθόδου καταμέτρησης των αποικιών.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Αντλία πίεσης/κενού (μια τάπα αποκλεισμού αέρος ανάμεσα στην αντλία και στον κύλινδρο επιτρέπει την δημιουργία υπό πίεσης/κενού).

1. Πολλαπλά χωνιά φιλτραρίσματος:

- Ανεξάρτητος χειρισμός. Κάθε χωνί έχει την δική του βαλβίδα εισόδου – εξόδου του υγρού δείγματος.
- Ελαφρύ και εύκολο στην χρήση.
- Ο τρόπος δημιουργίας των χωνιών επιτρέπει την εύκολη απολύμανση τους.
- Ευματάβλητο, προσαρμόζει χωνιά φιλτραρίσματος 25 αλλά και 47 mm.

2. Αποστειρωμένα τρυβλία Petri (από πολυεστυρένιο)

- Ευκολόχρηστα, ανοίγουν εύκολα με το ένα χέρι και κλείνουν στεγανά με το καπάκι.
- Καταλαμβάνουν λίγο χώρο στον εργαστηριακό πάγκο ή στον κλίβανο επώασης με βάση που διευκολύνει την τοποθέτησή τους σε στοιβάδες.
- Χρησιμοποιείται ακτινοβολία γ- για την αποστείρωση τους.
- Διαθέσιμα με απορροφητική επιφάνεια (από κυτταρίνη).

3. GN-6 Metricel® Δίσκοι μεμβρανών φιλτραρίσματος

- Πιστοποιημένες μεβράνες με διάμετρο πόρου 0,45 μm (μειγμα υδρόφιλων ετσέρων κυτταρίνης).
- Υπάρχει τετραγωνισμένη διαβάθμιση πάνω σε κάθε μεμβράνη ούτως ώστε να μπορούμε να μετρήσουμε χωρίς πρόβλημα.
- Διαθέσιμα για αποστείρωση, ατομικές συσκευασίας.

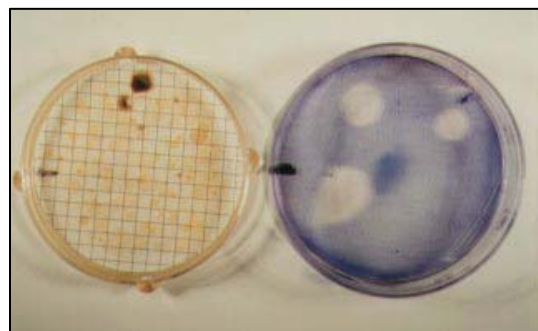
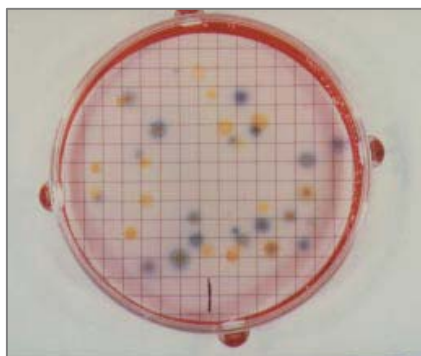
4. Χωνιά φιλτραρίσματος:

- Κατασκευασμένα από πολυπρουλένιο, αποστειρωμένα.

5. Μικροβιολογικά υποστρώματα (πλαστικές αμπούλες υποστρωμάτων, προαποστειρωμένες).

Υπόστρωμα	Μικροοργανισμός προς ανίχνευση	PH στους 25 οC	Χρόνος ζωής (2-8 οC)	Χρώμα υποστρώματος	Χρώμα αποικίας
MF - Endo	Ολικά κολοβακτηριοειδή	7.2 ± 0.1	1 έτος	Ροδαλό κόκκινο	Σκούρο κόκκινο με μεταλλική γυαλάδα
M – FC with rosolic acid	Κολοβακτηριοειδή κοπράνων	7.4 ± 0.2	1 έτος	Βιολετί	Μπλε
KF - Streptococcal	Στεπτόκοκκοι κοπράνων	7.2 ± 0.2	1 έτος	Ανοιχτό μωβ	κόκκινο

Εικόνες από μεμβράνες φίλτρα με αντίστοιχα υποστρώματα που αντέδρασαν με αποικίες E.coli (μέση-κίτρινες κουκίδες), με ολ. κολοβακτηρίδια (αριστερά) και κυτοτοξικά τεστ(δεξια- μωβ) για τα κολοβακτηρίδια κοπράνων. www.EPA.gov.com



Το ροσολικό οξύ είναι ένας επιλεκτικός παράγοντας ο οποίος μπαίνοντας στο υπόστρωμα βοηθάει στην ανάπτυξη των κολοβακτηριοειδών κοπράνων. Η συσκευή διήθησης αποτελείται από έξι μεταλλικά χωνιά σε σειρά και βρίσκεται συνδεδεμένη με αντλία κενού (δημιουργείται κενό 70 KPa περίπου). Στα φίλτρα που βρίσκονται στο κάτω μέρος των χωνιών τοποθετούνται οι μεμβράνες με κατάλληλη διάμετρο πόρων για τον υπό εξέταση μ/μ. Οι μεμβράνες αποτελούνται από ένα λεπτό, πορώδες, δίσκο σύνθεσης από ακετυλοκυτταρίνη, νιτροκυτταρίνη είτε από ένα μείγμα εστέρων κυτταρίνης και είναι διαθέσιμες σε μια ποικιλία μεγέθων διαμέτρου πόρων από 10 μm - 8 μm ή μεγαλύτερης διαμέτρου. Η μεμβράνη επιτρέπει την ταχεία διέλευση μεγάλων όγκων νερού ή υδάτινων διαλυμάτων σ συνθήκες υψηλής ή χαμηλής πίεσης, ενώ η πολύ μικρή διάμετρος πόρου της μεμβράνης εμποδίζει τη διέλευση οποιουδήποτε βακτηρίου υπάρχει στο δείγμα. Οι πόροι της μεμβράνης διευκολύνουν την διέλευση του υγρού υποστρώματος και παρέχουν σε κάθε βακτήριο το απαραίτητο θρεπτικό υπόστρωμα. Τα φίλτρα που συστήνονται για τις περισσότερες μικροβιολογικές αναλύσεις είναι αυτά που έχουν διάμετρο πόρου 0.43 – 0.47 μm. Ορισμένα βακτήρια με πολύ μικρή διάμετρο κυττάρου απαιτούν φίλτρο με διάμετρο πόρου 0.2 – 0.22 μm. Όπως π.χ. για την *Pseudomonas* χρησιμοποιείται μεμβράνη με διάμετρο πόρων 0.22 μm.

Στα χωνιά τα οποία πρέπει να αποστειρώνονται κάθε φορά που αλλάζουμε δείγμα, τοποθετείται ο απαιτούμενος όγκος δείγματος (250 ml για την *Pseudomonas* και 100 ml για τους υπόλοιπους μ/ο) και πραγματοποιείται η διήθηση υπό κενό. Αφαιρείται το πάνω μέρος του χωνιού και με αποστειρωμένη λαβίδα μεταφέρεται η μεμβράνη σε τρυβλίο Petri που περιέχει το κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα για την ανάπτυξη του υπό ανίχνευση μ/ο. Τα υποστρώματα αυτά μπορούν να παρασκευαστούν στο εργαστήριο ή να εξασφαλιστούν από αφυδατωμένες ή έτοιμες φόρμουλες από εταιρείες όπως Oxoid, Difco, Pall Corporation. Εναλλακτικά οι μεμβράνες μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα συγκεκριμένο υπόστρωμα άγαρ. Στην περίπτωση που επιλέξουμε το άγαρ σαν υπόστρωμα, η καταλληλότητα του για χρήση στην συγκεκριμένη μέθοδο θα πρέπει να καθοριστεί, εφόσον ο διαφορετικός βαθμός διάχυσης των συστατικών του μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την επιλογή.

6. Θρεπτικά υποστρώματα (Pall Corporation) :

Μικροοργανισμός	Θερμοκρασία	Χρόνος επώασης
Ολικά κολοβακτηριοειδή	35 ± 0,5 οC	22-24 ώρες
Στρεπτόκοκκοι κοπράνων	35 οC	48 ώρες
Κολοβακτηριοειδή κοπράνων	44,5 ± 0,2 οC	24 ώρες

Όσον αφορά τα πώματα και τις κενές φιάλες ακολουθείται η ίδια μέθοδος μικροβιολογικής ανάλυσης (Μέθοδος διήθησης μέσω μεμβράνης) χρησιμοποιώντας peptone water (έτοιμο προς χρήση διάλυμα, με σύσταση σε γραμμάρια ανά λίτρο απεσταγμένου νερού : Peptone 1 NaCl 8.5. Επιτρέπει την ανάπτυξη των βακτηρίων εκείνων που δεν απαιτούν εκλεκτικό θρεπτικό ζωμό. PH = 7). Συγκεκριμένα, για τα πώματα χρησιμοποιούμε πέντε από αυτά με 250 ml Peptone water σε αποστειρωμένο περιβάλλον. Ανακινούμε για 3 λεπτά ούτως ώστε οποιαδήποτε μικρόβια υπάρχουν στα πώματα να διαχυθούν στο διάλυμα. Στην συνέχεια διηθούμε και τα 250 ml Peptone water και ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως περιγράφηκε παραπάνω. Αντίστοιχα με τα πώματα έτσι και για τις φιάλες προσθέτουμε σε κάθε μια από αυτές 250 ml Peptone water, ανακινούμε για 2 έως 3 λεπτά και ακολουθούμε την ίδια διαδικασία.

6.6. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

1^η Δειγματοληψία (αυτοψία, ανάλυση δειγμάτων)

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΔΑΤΩΝ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή) / 100 ml	0	70	1	150	12	210	0	0
(E.coli) Escherichia coli Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100 ml	0	70	0	50	0	60	0	0
s.faecalis (Στρεπτόκοκκοι κοπράνων) /100 ml	37	0	1	10	0	0	0	1
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 37 ⁰ C /1 ml	5	25	10	200	150	230	17	20
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 22 ⁰ C 1 ml	10	12	2	60	20	60	7	11

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΔΑΤΩΝ							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή) / 100 ml	1	0	155	0	0	79	16	178
(E.coli) Escherichia coli Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100 ml	0	0	3	0	0	13	3	0
s.faecalis (Στρεπτόκοκκοι κοπράνων) /100 ml	0	1	0	0	2	0	0	0
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 37 ⁰ C /1 ml	200	15	100	15	11	250	220	150
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 22 ⁰ C 1 ml	7	45	15	44	6	50	90	70

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΔΑΤΩΝ							
	17	18	19	20				
Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή) / 100 ml	9	0	4	318				

(E.coli) Escherichia coli Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100 ml	0	0	2	18				
s.faecalis (Στρεπτόκοκκοι κοπράνων) /100 ml	0	0	0	57				
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 37 ⁰ C /1 ml	330	42	75	150				
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 22 ⁰ C 1 ml	60	95	3	50				

Περιγραφή Δειγμάτων

1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ οικισμού A1	12. ΠΛΑΤΕΙΑ οικισμού A2
2. ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ A1	13. ΟΙΚΙΑ οικισμού A3
3. ΟΙΚΙΑ οικισμού A5	14. ΟΙΚΙΑ οικισμού A2
4. ΔΕΞΑΜΕΝΗ οικισμού A2	15. ΟΙΚΙΑ οικισμού A9
5. ΟΙΚΙΑ οικισμού A6	16. ΠΗΓΗ οικισμού A2
6. ΑΝΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗ οικισμού A7	17. ΟΙΚΙΑ οικισμού A2
7. ΟΙΚΙΑ οικισμού A12	18. ΚΑΦΕΝΕΙΟ οικισμού A4
8. ΓΕΩΤΡΗΣΗ οικισμού A5	19. ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ οικισμού A10
9. ΙΑΤΡΕΙΟ οικισμού A2	20. ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ οικισμού A11
10. ΚΑΤΩ ΔΕΞΑΜΕΝΗ οικισμού A7	
11. ΟΙΚΙΑ οικισμού A8	

Στην πρώτη επίσκεψη η δειγματοληψία έγινε με την υπηρεσία και τα αποτελέσματα ήταν αυτά που παρουσιάζονται παραπάνω. Πριν τη λήψη των δειγμάτων έγινε υγειονομική αναγνώριση των σημείων δειγματοληψίας κάνοντας αυτοψία για να κατανοήσουμε την εικόνα της περιοχής αλλά και των δειγμάτων. Ο αριθμός των δειγμάτων ήταν είκοσι (20) και αφού μπήκαν σε ειδικά αποστειρωμένα ισοθερμικά δοχεία μπήκαν στη διαδικασία για ανάλυση σύμφωνα με τον τρόπο που παρουσιάστηκε παραπάνω στον τρόπο δειγματοληψίας.

2^η Δειγματοληψία (αυτοψία, ανάλυση δειγμάτων)

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΔΑΤΩΝ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή) / 100 ml	ΠΔ Α	20	6	58	32	ΠΔΑ	22	0
(E.coli) Escherichia coli Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100 ml	0	20	6	36	8	0	10	0
s.faecalis (Στρεπτόκοκκοι κοπράνων) /100 ml	0	0	0	16	25	28	4	0
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 37 ⁰ C /1 ml	ΠΔ Α	18	35	49	150	ΠΔΑ	48	7
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 22 ⁰ C 1 ml	280	45	120	210	245	260	95	11

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΔΑΤΩΝ							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή) / 100 ml	99	ΠΔ Α	438	9	ΠΔΑ	25	ΠΔΑ	147
(E.coli) Escherichia coli Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100 ml	90	1	0	1	1	0	ΠΔΑ	13
s.faecalis (Στρεπτόκοκκοι κοπράνων) /100 ml	7	92	0	10	23	17	1	65
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 37 ⁰ C /1 ml	35	ΠΔ Α	ΠΔ Α	51	ΠΔΑ	140	ΠΔΑ	325
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 22 ⁰ C 1 ml	155	320	170	115	315	205	450	390

Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΔΑΤΩΝ							
	17	18	19	20				
Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή) / 100 ml	7	268	0	ΠΔΑ				
(E.coli) Escherichia coli Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100 ml	0	244	0	18				
s.faecalis (Στρεπτόκοκκοι κοπράνων) /100 ml	17	4	0	1				
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 37 ⁰ C /1 ml	80	ΠΔ Α	11	ΠΔΑ				
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 22 ⁰ C 1 ml	120	365	72	450				

Σύγκριση των δύο (2) δειγματοληψιών

Από τους παραπάνω πίνακες παρουσιάζεται συνέχιση μιας κακής κατάστασης της ποιότητας του νερού. Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκαν δύο κεντρικές δεξαμενές σε δύο διαφορετικές περιοχές στις οποίες εφαρμόστηκε διαδικασία χλωρίωσης (παράγραφος Η) και στη συνέχεια έγιναν δειγματοληψίες σε σημεία τα οποία υδροδοτούνταν από αυτές τις δεξαμενές.

Τα εργαστηριακά ευρήματα αποδεικνύουν την πλήρη συμμόρφωση της ποιότητας του νερού σύμφωνα με τη νομοθεσία (παράγραφος Θ).

6.7. ΧΛΩΡΙΩΣΗ

Ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία καθαρισμού:

- Καθάρισμα του εσωτερικού της δεξαμενής με σκούπα (για να απομακρυνθούν όλες οι λάσπες και οι σκόνες).
- Ξέπλυμα με νερό (χωρίς απορρυπαντικό).
- Ξέπλυμα με νερό υπό πίεση (σε τοιχώματα και δάπεδο δεξαμενής).
- Ψεκάσμο του εσωτερικού της δεξαμενής (τοιχώματα και δάπεδο) με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου .
- Επιτρέπουμε κατάλληλο χρονικό διάστημα για την επίτευξη της χλωρίωσης (3-4 ώρες).
- Ξέπλυμα με νερό υπό πίεση (χωρίς απορρυπαντικό).
- Γέμισμα της δεξαμενής με νερό.
- Χλωρίωση του νερού με υποχλωριώδες νάτριο (Σοκ χλωρίωση – μεγάλη ποσότητα χλωρίου).
- Επιτρέπουμε κατάλληλο χρονικό διάστημα για την επίτευξη της χλωρίωσης (3-4 ώρες).
- Ανοίγουμε τις βρύσες του δικτύου για 10 λεπτά, ώστε να γεμίσουν όλα τα τμήματα του δικτύου με το υπερχλωριωμένο νερό.
- Μετά από 4 ώρες ανοίγουμε ξανά τις βρύσες ώστε να φύγει όλο το χλωριωμένο νερό και να αδειάσει η δεξαμενή.
- Γεμίζουμε την δεξαμενή και κάνουμε κανονική χλωρίωση.
- Έλεγχος του υπολειμματικού χλωρίου με κατάλληλο kit.

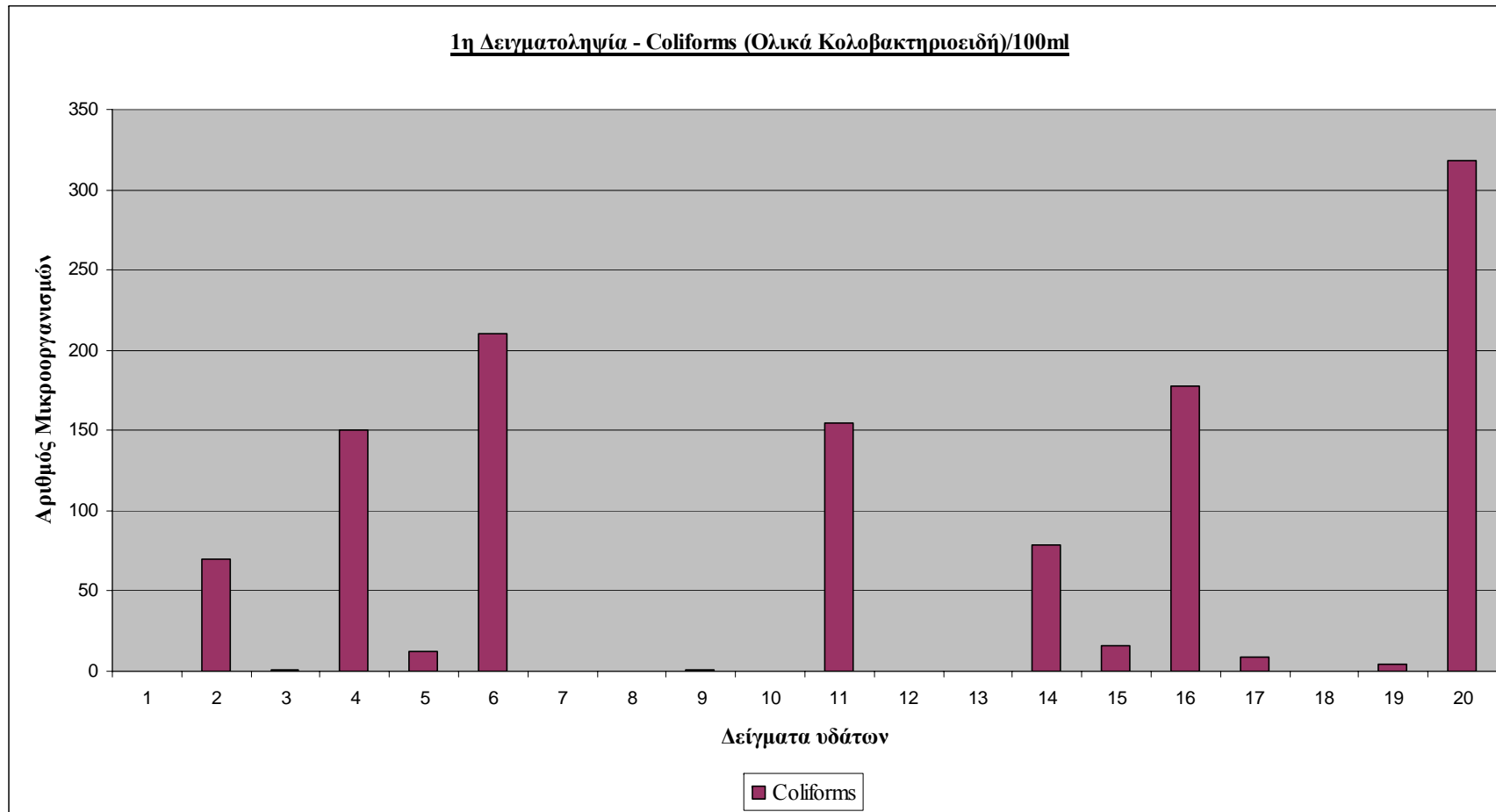
Η προμήθεια του υποχλωριώδους νατρίου μπορεί να γίνει από εταιρείες που προμηθεύουν χημικές ουσίες και οι οποίες θα δώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες όσον αφορά την ποσότητα που είναι απαραίτητη για την χλωρίωση (παράδειγμα **σοκ χλωρίωση : 75 ml υποχλωριώδους νατρίου/m³ κανονική χλωρίωση : 10 ml υποχλωριώδους νατρίου/m³**).

3^η δειγματοληψία (αυτοψία, ανάλυση δειγμάτων)

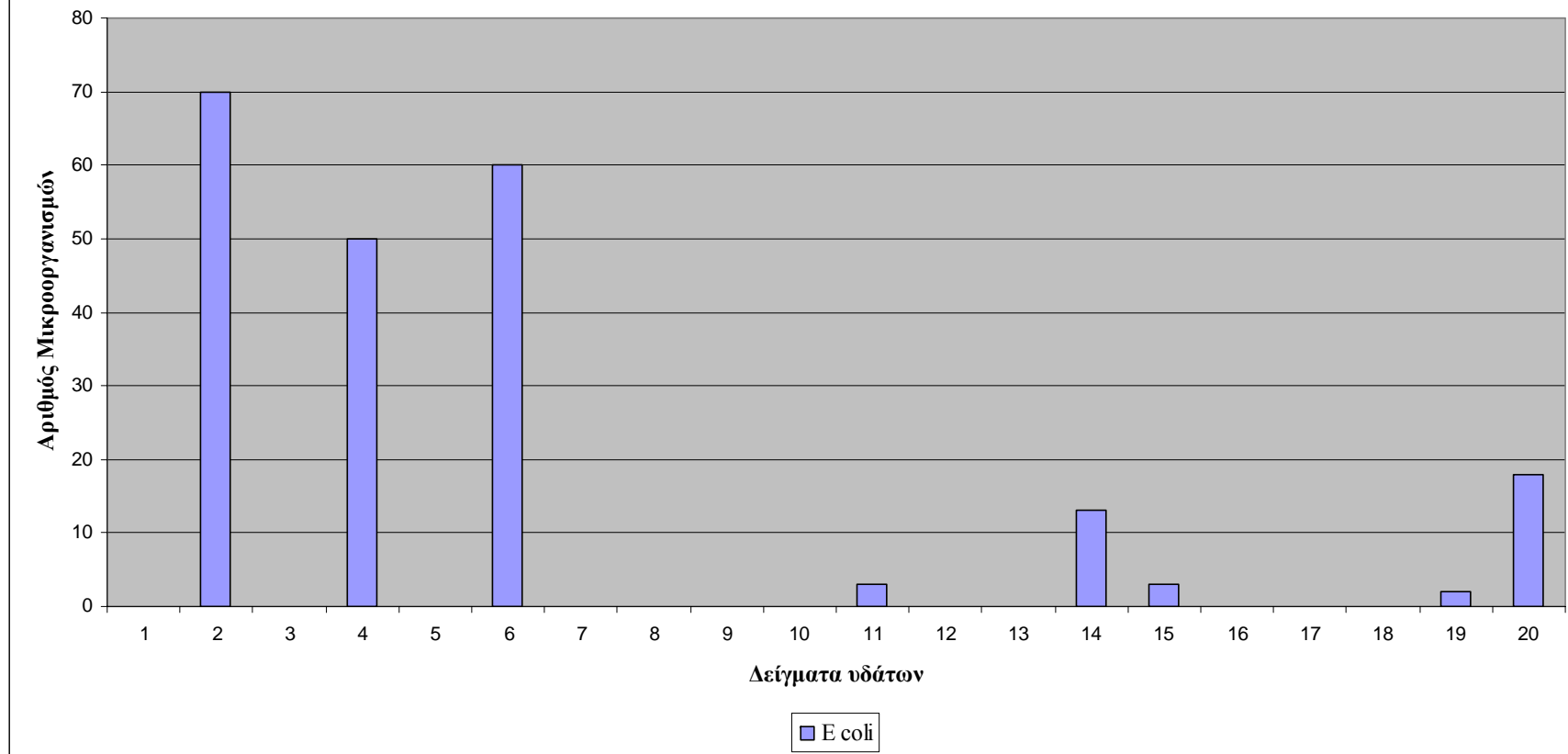
Μικροβιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΥΔΑΤΩΝ							
	1	2	4	6				
Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή) / 100 ml	0	0	0	0				
(E.coli) Escherichia coli Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100 ml	0	0	0	0				
s.faecalis (Στρεπτόκοκκοι κοπράνων) /100 ml	0	0	0	0				
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 37 ⁰ C /1 ml	10	5	17	20				
Ολική Αερόβια Χλωρίδα σε 22 ⁰ C 1 ml	7	2	6	11				

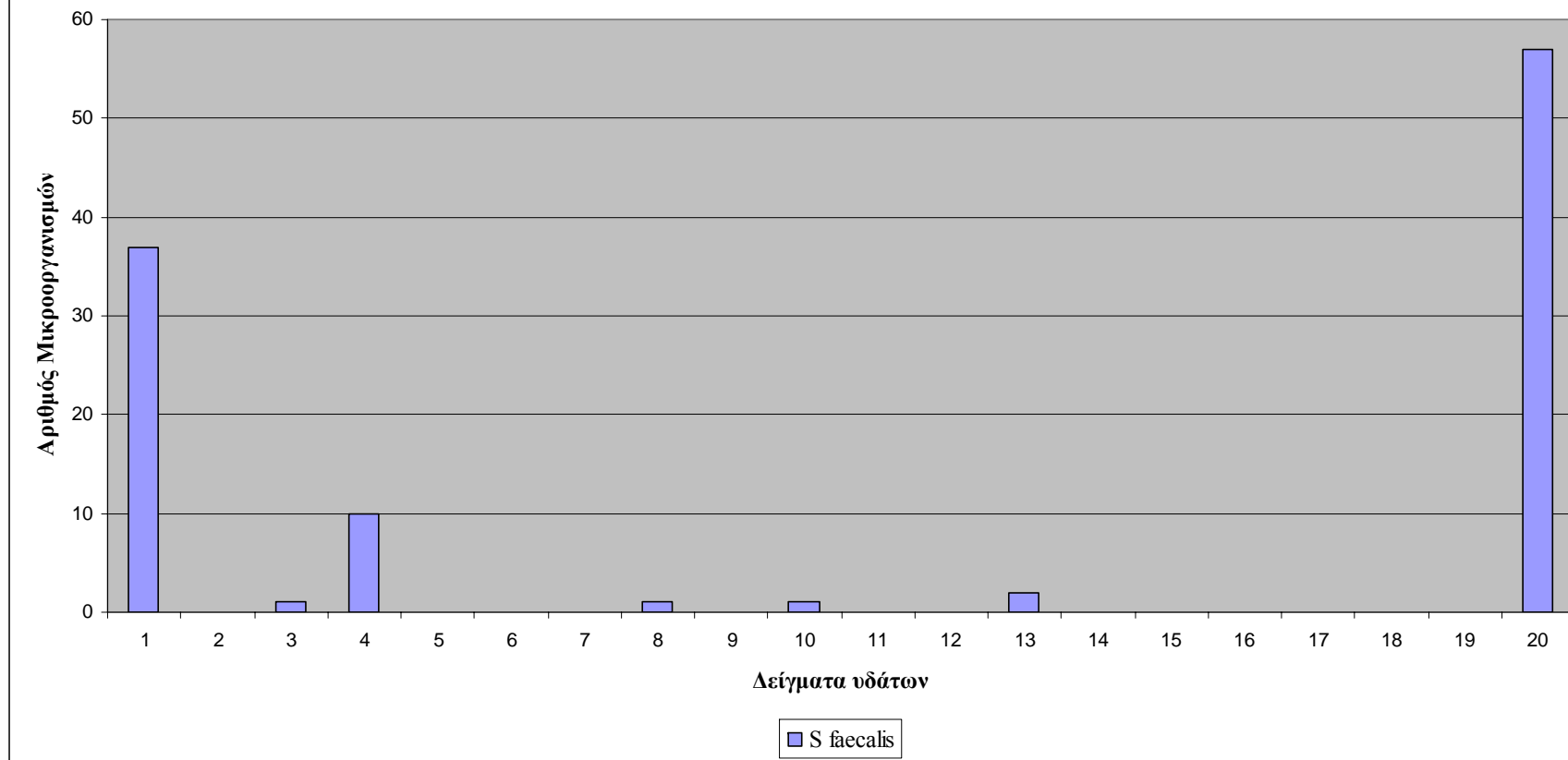
6.7. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ



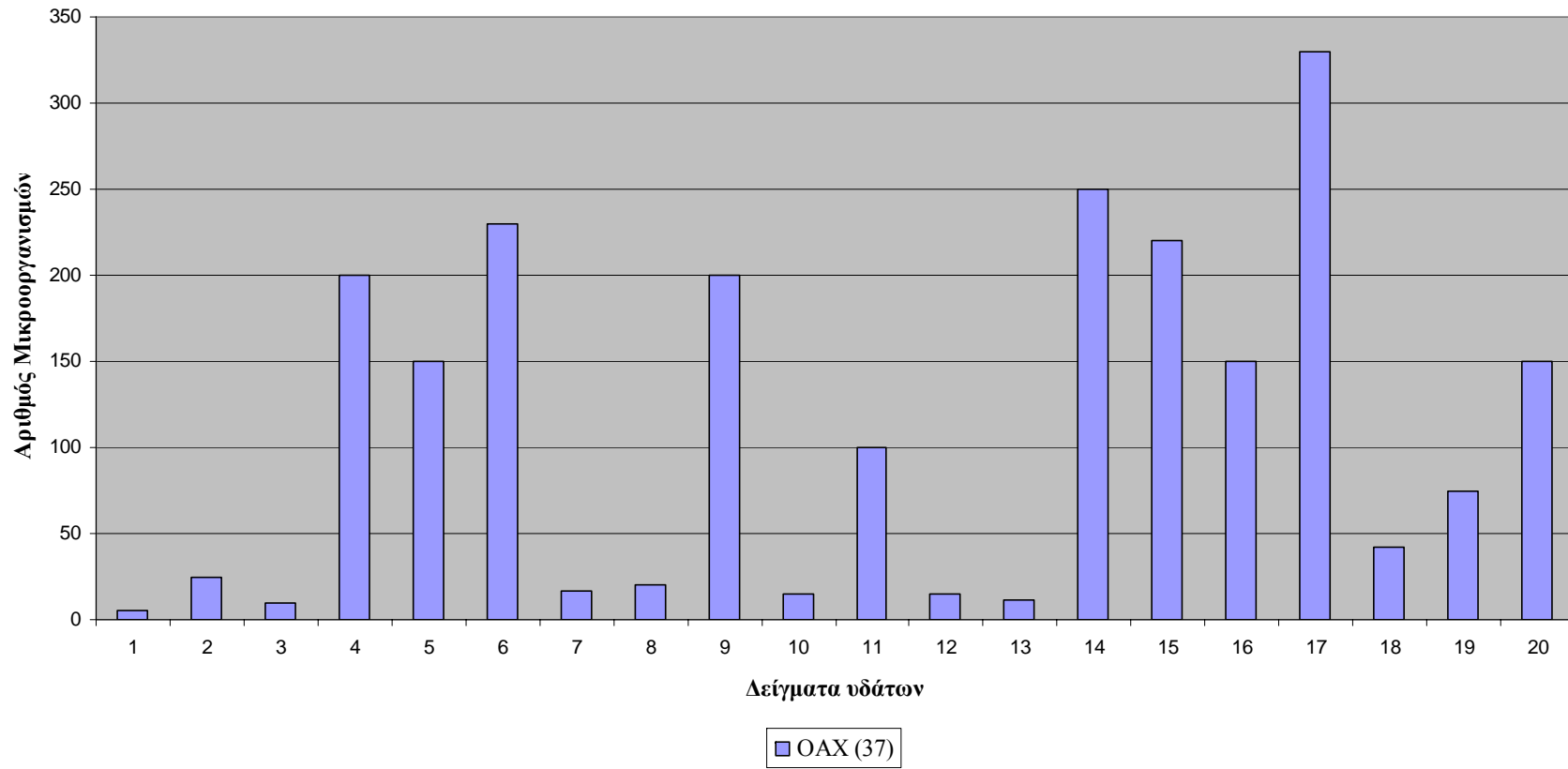
1η Δεγματοληψία - E coli (Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100ml



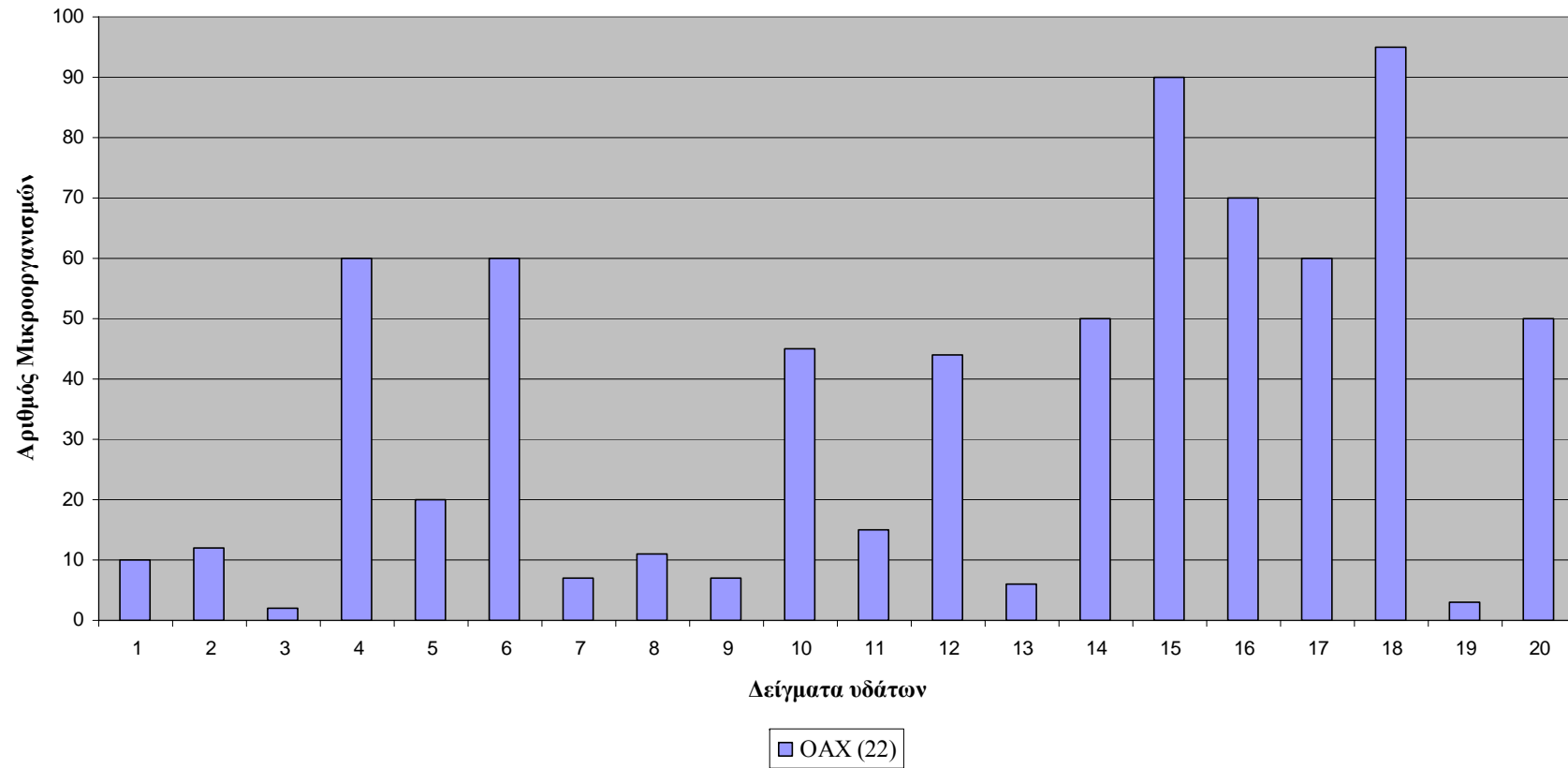
1η Δειγματοληψία - S faecalis (Στρεπτόκοκκοι Κοπράνων)/100ml



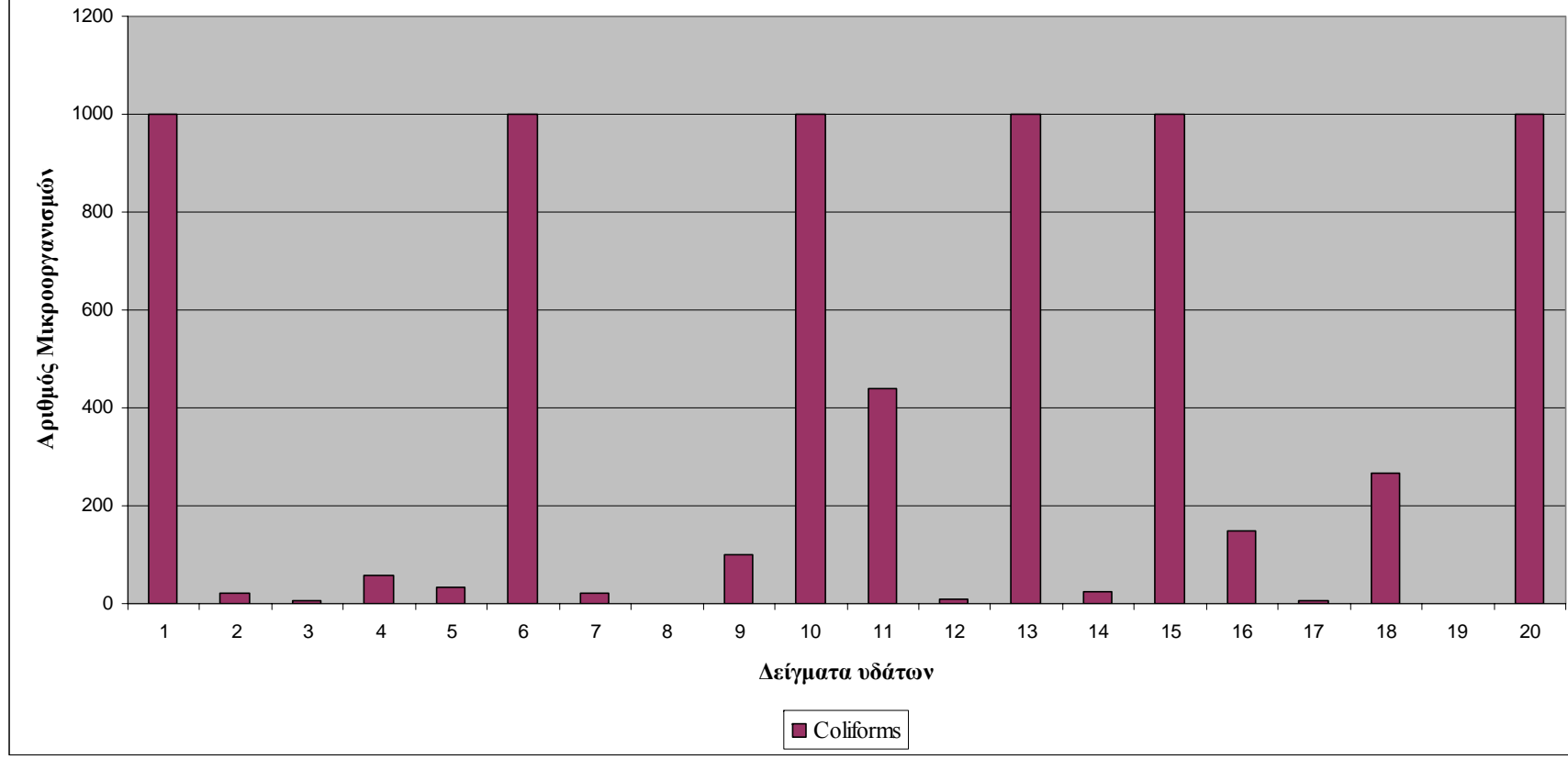
1η Δεγματοληψία - Ολική Αερόβια Χλωρίδα 37oC/1ml



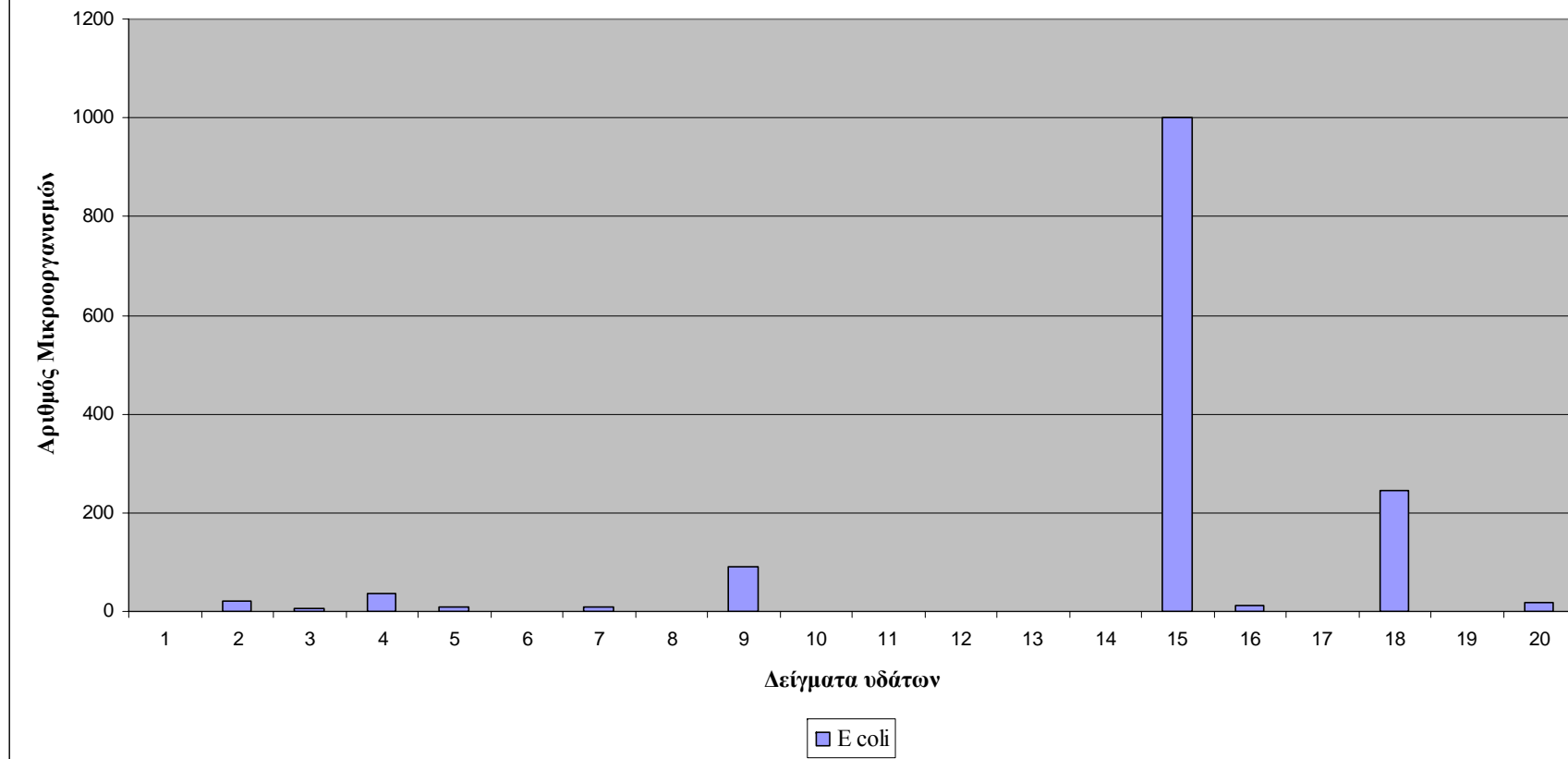
1η Δεγματοληψία - Ολική Αερόβια Χλωρίδα 22οC/1ml



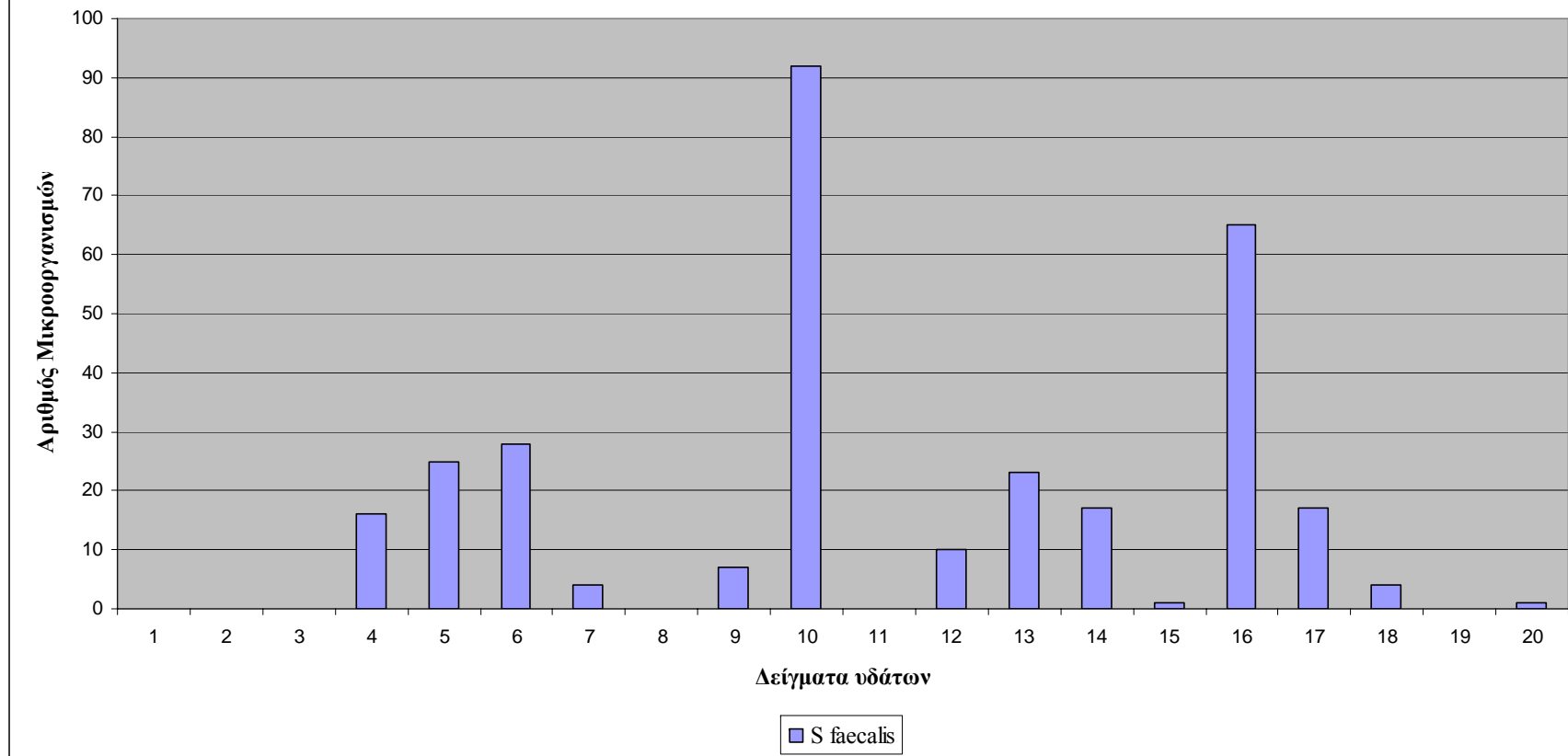
2η Δειγματοληψία - Coliforms (Ολικά Κολοβακτηριοειδή)/100ml



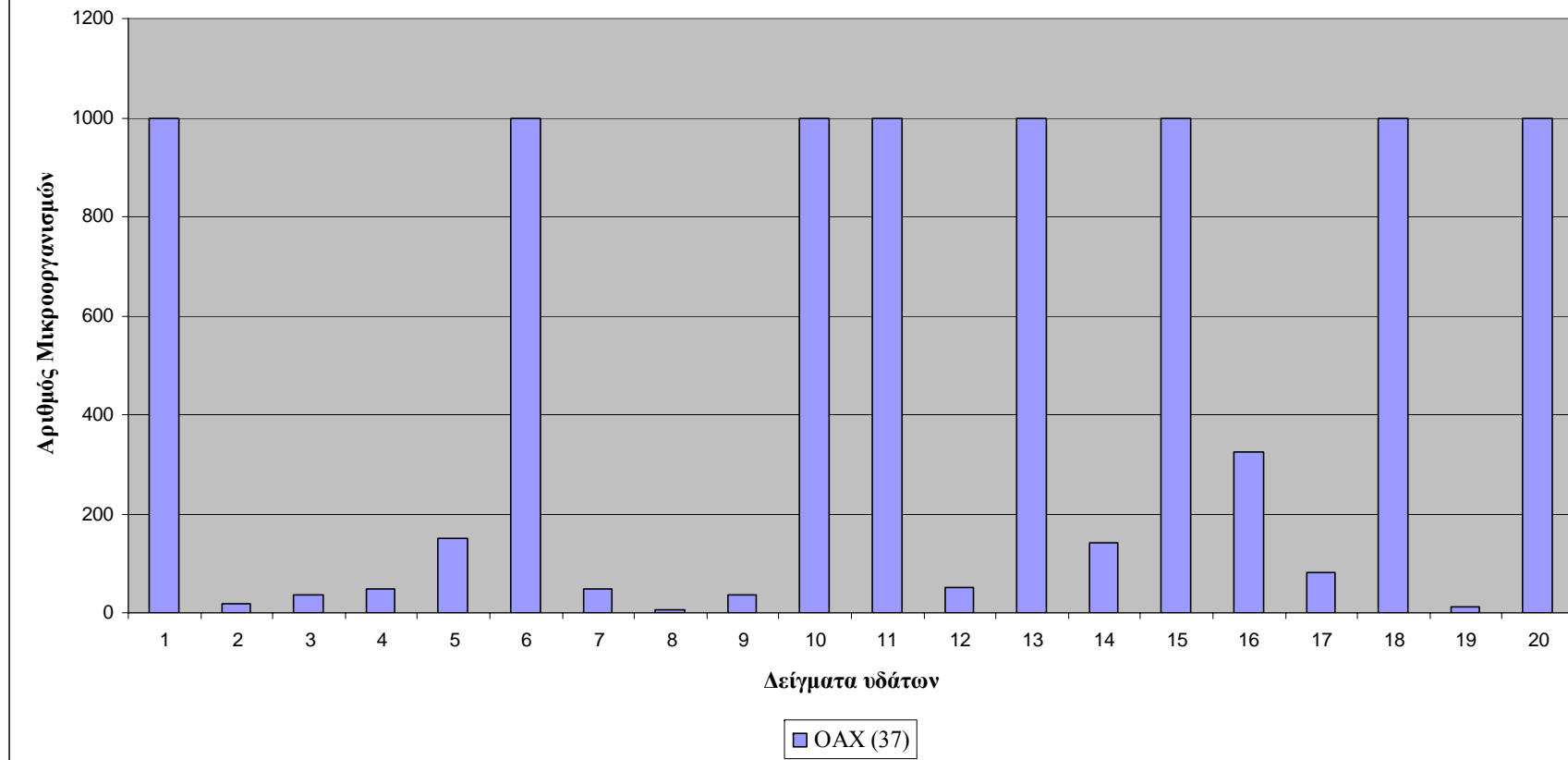
2η Δεγματοληψία - E coli (Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων)/100ml



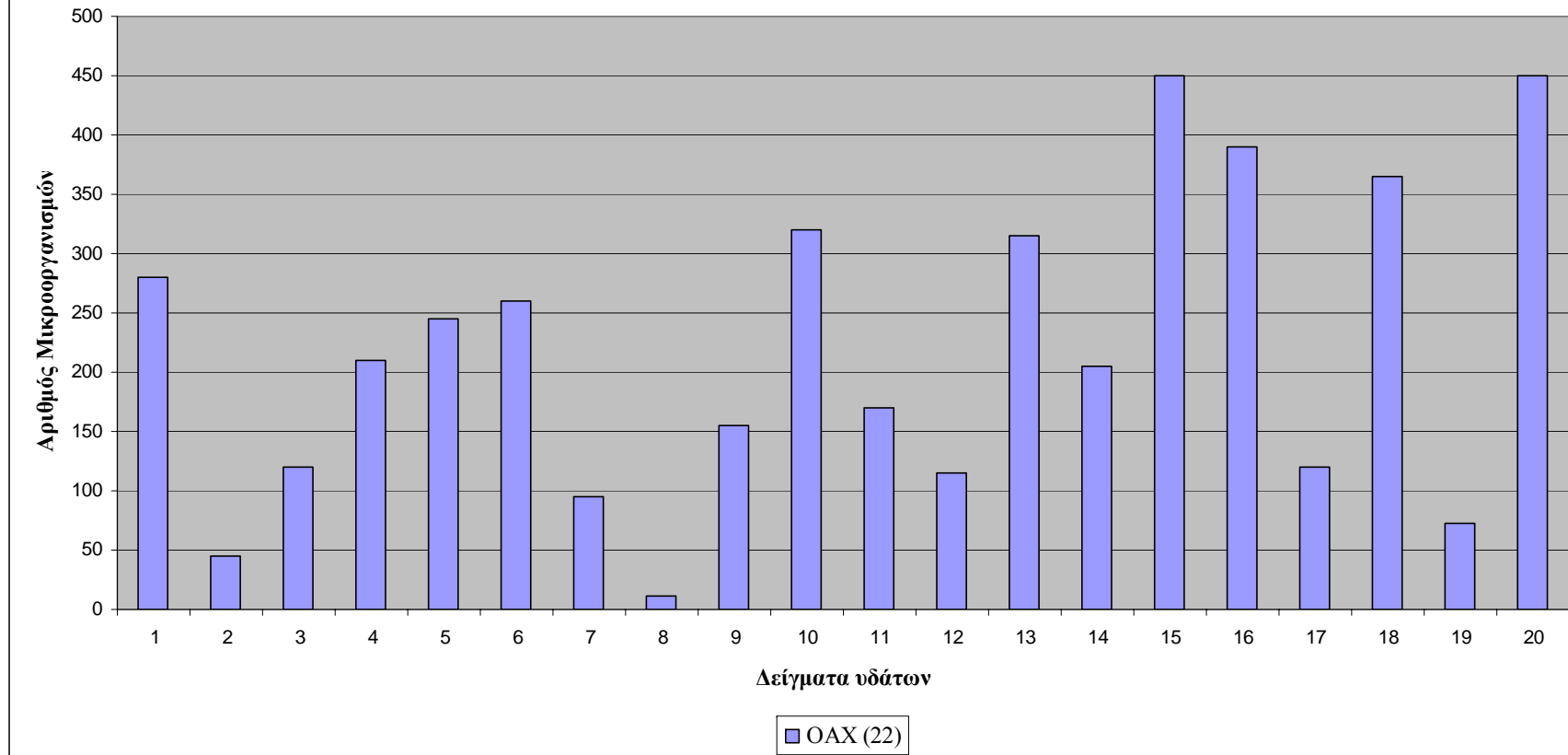
2η Δειγματοληψία - S faecalis (Στρεπτόκοκκοι Κοπράνων)/100ml



2η Δεγματοληψία - Ολική Αερόβια Χλωρίδα 37οC/1ml



2η Δεγματοληψία - Ολική Αερόβια Χλωρίδα 22οC/1ml



7.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

7.1. Συμπεράσματα / Προτάσεις

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής ήταν η κατανόηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την ποιότητα του πόσιμου νερού καθώς και του τρόπου με τον οποίου δημόσιοι φορείς ελέγχουν και διασφαλίζουν την ποιότητα του.

Από τα ερευνητικά αποτελέσματα της εργασίας φάνηκε μια μεγάλη απόκλιση της ποιότητας σύμφωνα με τα απαιτούμενα της νομοθεσίας, αναφορικά με τις μικροβιολογικές απαιτήσεις για το νερό. Και στις δύο δειγματοληψίες τα δείγματα φάνηκαν πολύ επιβαρυνμένα με μικρόβια. Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από την αυτοψία των χώρων κατά τη διαδικασία της δειγματοληψίας, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η επιβάρυνση των υδάτων οφείλεται κυρίως σε περιβαλλοντικά αίτια (πολλές πηγές και γεωτρήσεις είναι απροστάτευτες, υπάρχει κτηνοτροφική και γεωργική δραστηριότητα, τα υλικά κατασκευής των δεξαμενών και του δικτύου σε πολλές περιπτώσεις έχουν υποβαθμιστεί λόγω παλαιότητας). Δημόσιοι φορείς (όπως δήμοι-ΔΕΥΑ) που είναι υπεύθυνοι για την ποιότητα του νερού που παρέχουν στους δημότες τους αδυνατούν να ελέγξουν τα δίκτυα τους (λόγω μεγάλου αριθμού πηγών και δεξαμενών και λόγω μεγάλης έκτασης του δικτύου) και εμφανίζουν σχετική άγνοια για την υφιστάμενη κατάσταση των υδάτων αλλά κυρίως για την υψηλή επικινδυνότητα και τα προβλήματα που μπορούν να επιβαρύνουν τη δημόσια υγεία. Επίσης δημόσιοι φορείς ελέγχου αδυνατούν να καλύψουν τις απαιτήσεις ποιοτικού ελέγχου των υδάτων σε τόσες διαφορετικές περιοχές (λόγω μικρού αριθμού ελεγκτών και έλλειψης εργαστηρίων για τις αναλύσεις). Η παράμετρος κόστος φαίνεται να λειτουργεί αποτρεπτικά για την βελτίωση της ποιότητας των υδάτων (υψηλό το κόστος σε προσωπικό, χρόνο και χρήματα και για τους δήμους αλλά και για τους φορείς ελέγχου). Υπάρχει όμως και σοβαρή οικονομική επιβάρυνση για επιχειρήσεις τροφίμων που λειτουργούν στα όρια του δήμου, ενώ είναι δυνατόν οι τουριστικές επιχειρήσεις να υποστούν σοβαρές επιπτώσεις από μια τέτοια υποβάθμιση του νερού (υδατογενείς λοιμώξεις στους πελάτες των ξενοδοχείων).

Συμπερασματικά: προτείνουμε ένα μοντέλο επιτήρησης και διασφάλισης της ποιότητας του πόσιμου νερού, σύμφωνα με τη νομοθεσία :

1. Ενημέρωση Τοπικών Αρχών

Ενημέρωση και καταγραφή των απόψεων. Παράθεση όλων των μέχρι τώρα εργαστηριακών ελέγχων ώστε να εντοπιστούν όλα τα προβλήματα σε κάθε περιοχή, να γίνει λεπτομερής ανάλυση της σχετιζόμενης επικινδυνότητας με την χρήση του πόσιμου ύδατος και να καταστρωθεί σχέδιο χαρτογράφησης των υδάτων της κάθε περιοχής. Συλλογή και ενημέρωση της νομοθεσίας).

2. Καταγραφή των πηγών

(και γεωτρήσεων που χρησιμοποιούνται για υδροδότηση) της κάθε περιοχής, την χαρτογράφηση τους σε ένα σχέδιο της κάθε περιοχής, την επισήμανση της κατάστασης της κάθε πηγής (πχ αν είναι προστατευμένη ή όχι), την επισήμανση κάθε γειτονικής εστίας πιθανής μόλυνσης, την ύπαρξη βιομηχανιών ή εγκαταστάσεων οι οποίες είναι πιθανόν να αποτελέσουν κίνδυνο για την πηγή.

3. Επιλογή Σημείων Επιτήρησης

Εφαρμογή στατιστικών μεθόδων δειγματοληψίας ώστε να επιλεγούν τα κατάλληλα σημεία δειγματοληψίας για κάθε περιοχή. Το σχέδιο επιτήρησης θα βασίζεται στον αριθμό των κατοίκων που υδρεύονται σε κάθε περιοχή, αριθμός ο οποίος καθορίζει τον αριθμό των δειγμάτων προς εργαστηριακό έλεγχο και την συχνότητα δειγματοληψίας. Αυτά τα σημεία δειγματοληψίας θα αποτελέσουν τους αρχικούς αισθητήρες της υγιεινής του πόσιμου νερού για κάθε περιοχή.

4. Δειγματοληψίες Σημείων Επιτήρησης

Εκπαίδευση συγκεκριμένων ατόμων από κάθε Δήμο που θα ασχοληθούν με την Επιτήρηση – Δειγματοληψία των Υδάτων. Αυτό θα γίνει μέσα από ένα εκπαιδευτικό σεμινάριο που θα οργανωθεί σε κάθε Δήμο και στόχο θα έχει να ενημερώσει αλλά και να εκπαιδεύσει ανθρώπους, ώστε να παρακολουθούν με επιτυχία την υγιεινή των υδάτων, συμβάλλοντας έτσι στην ενίσχυση της Δημόσιας Υγείας μέσω της πρόληψης. Αυτό το σεμινάριο θα μπορεί, με την κατάλληλη τροποποίηση, να γίνει και σε

σχολεία της κάθε περιοχής ενισχύοντας την ευαισθητοποίηση του πληθυσμού σε θέματα Δημόσιας Υγείας.

Τα άτομα που θα επιλεγούν από τον κάθε Δήμο και θα εκπαιδευτούν στην πραγματοποίηση των δειγματοληψιών του πόσιμου ύδατος, θα αναλάβουν την διεκπεραίωση των δειγματοληψιών και την αποστολή των δειγμάτων σε κατάλληλο διαπιστευμένο εργαστήριο, όπου και θα γίνουν όλοι οι εργαστηριακοί μικροβιολογικοί έλεγχοι. Η δειγματοληψία και ο ακόλουθος εργαστηριακός έλεγχος θα πραγματοποιηθεί 3-4 φορές σε κάθε επιλεγμένο σημείο δειγματοληψίας, δεδομένου της ασταθούς μικροβιολογικής εικόνας του νερού, η οποία επηρεάζεται σαφώς από την εποχή του έτους (αλλά και άλλους παράγοντες).

5. Αξιολόγηση Μικροβιολογικής Εικόνας Πόσιμου Ύδατος

Σε αυτή την Φάση θα συγκεντρωθούν όλα τα εργαστηριακά αποτελέσματα κάθε περιοχής και θα γίνει λεπτομερής στατιστική ανάλυση και αξιολόγηση της ποιότητας του πόσιμου ύδατος σε κάθε περιοχή. Θα καταρτιστεί η αρχική μικροβιολογική ποιότητα του πόσιμου νερού για κάθε περιοχή. Θα εντοπιστούν τα τυχόν προβλήματα και θα προταθούν λύσεις σε συνεργασία με τον κάθε Δήμο. Θα καταρτιστεί μόνιμο σχέδιο επιτήρησης Δειγματοληψίας για κάθε Δήμο.

Με βάση τα παραπάνω θα ξεκινήσει η μόνιμη επιτήρηση της μικροβιολογικής ποιότητας του πόσιμου ύδατος σε κάθε Δήμο και σε ετήσια βάση θα επαναξιολογείται η κατάσταση, ή νωρίτερα εφ' όσον υπάρξει πιθανότητα προβλήματος, που θα συνάγεται από το Πρόγραμμα Επιτήρησης.

Όπου χρειαστεί θα χρησιμοποιηθούν μέθοδοι εξυγίανσης και θα γίνει επανέλεγχος για να διαπιστωθεί ο βαθμός επιτυχίας τους στη διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου ύδατος.

«Η ποιότητας κοστίζει όχι όμως τόσο όσο η ανθρώπινη υγεία. Στη προσπάθεια διασφάλισης της υγιεινής του νερού πρέπει όλοι να συμμετέχουμε.»

Βιβλιογραφία...

Κεφάλαιο 1.

1. Manahan Se, 1994. Environmental Chemistry, 6th edn. Lewis publishers, FL, p179-180.
2. Drever I.J., 1997: The Geochemistry of natural waters. Third edition. University of Wyoming:1-13, 235-250, 282-288, 345.
3. Krinner W., Lallana C. and Estela T., Nixon S., Zabel T., Laffon L., Rees G., Cole G., 1999: Sustainable water use in Europe (Environmental assessment Report No 1). EEA Copenhagen.
4. Benjamin MM, 2001: Water Chemistry, Mc Graw-Hill, New Yor
5. Howard AG.,1998: Aquatic Environmental Chemistry, Oxford University Press, Oxford.
6. Stumm W., Morgan JJ.,1996: Aquatic Chemistry, 3rd ed. John Wiley & Sons, Chichester.
7. Baird C.,1998: Environmental Chemistry, 2nd ed, WH Freeman, Cambridge, CA.
8. Σκούλλος Μ.1997: Χημική Ωκεανογραφία. Μια εισαγωγή στη χημεία του θαλασσίου περιβάλλοντος, 3η εκδ. Τμ. Χημείας, Παν/μιο Αθηνών.
9. Masterson W.L., E.J. Slowinski and C.L. Stanitski, 1998: Chemical Principles, 5th ed. Saunder College Publishing, Philadelphia, PA.
10. Hem J.D., 1985: Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U.S. Geological Survey Water-supply paper, 2254:1-263.
11. Boumans L.J.M., C.R.Meinardi, G.J.W. Krajenbrik, 1989: Nitrate concentration and the quality of shallow groundwater of grassland in the sandy areas of the Netherlands. RIVM report No 728472013, Bilthoven, The Netherlands.
12. Καλλέργης Γ.Α., 1984: Επιχειρησιακή Υδρογεωλογία με τη μορφή ασκήσεων. Παν/μιο Πατρών: κεφ.
13. Stumm W., Morgan J., 1996: Aquatic Chemistry. Third edition. New York:872-880, 895-897, 926-933.
14. Βικτόρια Μορφουλακη, 2002: Χωροχρονική διερεύνηση της ιοντικής σύστασης των υπόγειων υδάτων στην παράκτια περιοχή των Μαλίων στα πλαίσια υποβάθμισης

από την έντονη αγροτουριστική ανάπτυξη, Πανεπιστήμιο Κρήτης, τμήμα Βιολογίας
www.dib.lib.uok.gr/Diest/UI/20/Searc

15. Προβλήματα περιβαλλοντικής τοξικολογίας ρύπανση υδάτινων συστημάτων, κεφαλαίο τέταρτο, 2004: www.chm.uoa.gr/courses_organiki_1/oikotoxikologia_k04

16. Αθανάσιος Σ. Στασινακης, 2003, Πανεπιστήμιο Αιγαίο, Τμήμα Περιβάλλοντος Τομέας Περιβαλλοντικής Μηχανικής και Επιστήμης, Εργαστήριο Διαχείρισης Απόβλητων, Εισαγωγή στην περιβαλλοντικής μηχανικής. www.aegean.gr

Κεφάλαιο 2.

1. Γεωργία Παπα, 2001:Υγειονομική σημασία των χημικών παραμέτρων στο πόσιμο νερό, Εθ. Σχολή Δημόσιας Υγείας, τομέας Υγειονομικής Μηχανικής και Υγιεινής του Περιβάλλοντος. www.waterinfo.gr/cedyp/Paros_papers_g.

2. Δρ. Ε. Ν. ΒΕΛΟΝΑΚΗΣ, 2004: Μικροβιολογική ποιότητα πόσιμου νερού και Δημόσια Υγεία, Εργαστήριο μικροβιολογίας, Εθ. Σχολή Δημόσιας Υγείας. www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers

3. Ζανάκη Κ., 1996: Έλεγχος Ποιότητας Νερού Εκδ. ΙΩΝ Αθήνα, ISBN 960-405 501-1.

4. Miller Tyler G., 1998: Living in the Environment: Principles, Connections, Solution Wadsworth Publishing Company, 10thed., USA, ISBN 0-534-51912-1

5. Μαρδίρης Θ. Α., Αντωνίου Ν., Καζταρίδου Α., Μηντζιαρίδης Κ., Γρηγορίου Μ., Μιχαήλ Χ., Ατζέμη Α., 2000: ΚΠΕ Καστοριάς: Οι Δρόμοι του Νερού - Η Λίμνη της Καστοριάς, Εκδ. ΚΠΕ Καστοριάς.

6. Μουστάκα, Γούνη Μ., 2000: Διερεύνηση υδροβιολογικών παραμέτρων στη λίμνη Καστοριάς-επιλογή βέλτιστης μεθόδου αποκατάστασης της οικολογικής ισορροπίας, Ερευνητικό Πρόγραμμα 7468 της επιτροπής Ερευνών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη Home.

7. Επεξεργασία πόσιμου νερού, 2006, Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας, Εθ. Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πορών και Περιβάλλοντος. www.hydro.ntua.gr

8. Δημοπουλος, 2004:Υδρογεωλογική μελέτη υδρολογικής λεκάνης, κεφ 4, IGME (Institute of Geology&Mineral Exploration Greece), www.geo.auth.gr/881/4

9. Μιχάλης Αγγελίδης Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος. Περιβαλλοντική Χημεία, 1998: Κεφαλαίο Υδρόσφαιρα, σελ:46-60,

10. Μπαμπή Κωνσταντίνα Γ., Κουμενίδης Κωνσταντίνος Μ., Λεκκας Θεμιστοκλής. Προσδιορισμός και ελαχιστοποίηση των αλογονοπαραγωγών του μεθανίου στο πόσιμο νερό της Αθηνάς, 2006: www.ath.aegean.gr/srcosmos/showpub.asp

Κεφάλαιο 3.

1. Βασίλης Αντωνόπουλος, 2004: Ποιότητα και ρύπανση υδατικών πορών, Τομέας Εγγείων Βελτιώσεων Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής Τμήμα Γεωπονίας Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, www.waterinfo.gr
2. Βασίλης Αντωνόπουλος 1999: Υδρολογία της Ακόρεστης Ζώνης του Εδάφους, Υπηρεσίας Δημοσιευμάτων του Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ.275.
3. Ε.Ε.Δ.Υ.Π.,1998: Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε Νησιώτικες και Παράκτιες Περιοχές, Πρακτικά 3^{ου} Συνεδρίου Ε.Ε.Δ.Υ.Π, Αθηνά .
4. Τσιούρης Σ., 2001: Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος, Εκδόσεις Γαρταγανι, Θεσσαλονίκη, σελ.349.
5. Mc Cutcheon S.C.. J.L. Martin and Barnwell Jr., 1994 Water quality. In Maidment D.(ed), Handbook of Hydrology, Mc Graw-Hill, Inc, New York, pp 11.1-11.73
6. Caldeson RL.,2000:The epidemiology of chemical contaminants of drinking water, Food Chem Toxicol: 513-520; WHO. The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade: review of middle decade progress. World Health Organization publications, Geneva, 1987.
7. Doyle R.,1997: Access to safe drinking water, Scientific Am: 19-25; Glaze N, ed. Drinking Water and Health in the Year 2000: American Water Works Association Research Foundation, Denver, Co.
8. Παπούτσογλου ΣΕ.,1996:Το Υδάτινο Περιβάλλον και οι Οργανισμοί του. Εκδ. Α. Σταμούλη, Αθήνα: 34-58.
9. Spiro TG., Stigliani WM., 2002: Chemistry of the Environment. 2nd ed. Prentice Hall, New York.
10. Φυτιάνος Κ., 2003: Η Ρύπανση των Θαλασσών. Β΄εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
11. Hites RA, Eisenreich SJ, eds. Sources and Fates of Aquatic Pollution. Advances in Chemistry, Series 216, American Chemical Society publications, Washington DC, 1987.

12. Clark RB. Marine Pollution, 4th ed. Oxford University Press, Oxford, 1997.
13. Φυτιάνος Κ. Η., 2003: Ρύπανση των Θαλασσών. Β' εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
14. Σκούλλος Μ., 1987: Χημική Ωκεανογραφία. Β' Μέρος: Θαλάσσια Ρύπανση.
15. United Nations Environment Programme, 2001: Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. (<http://irptc.unep.ch/pops/default.html>).
16. Aguilar A, Borrell A, Reijnders PJ, 2002: Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals. Mar Environ Res: 425-452.
17. Evans M, 1988, ed: *Toxic Contaminants and Ecosystem Health: A Great Lakes Focus*. Wiley, New York.
18. Simonich SL, Hites RA, 1995: Global distribution of organochlorine compounds. Science: 1851-1854, Kutz DA, ed. Long-Range.
19. Monirith I, Ueno D, Takahashi S, et al, 2003: Asia-Pacific mussel watch: monitoring contamination of persistent organochlorine compounds in coastal waters of Asia countries. Mar Pollut Bull: 281-300.
20. Hester RE, Harrison RM, 1996, eds: Chlorinated Organic Micropollutants. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
21. Department of the Environment. Group on Impacts of Atmospheric Nitrogen, 2002: *Impacts of Nitrogen Deposition on Terrestrial Ecosystems*. Report. London; Rabalais NN. Nitrogen in aquatic ecosystems. Review Ambio: 102-112.
22. Addiscott TM, 1996: Fertilizers and nitrate leaching, eds: Agricultural Chemicals and the Environment Royal Society Chemistry, Cambridge: 1-26.
23. Barrett JH, Parslow RC, McKinney PA, Law GR, Forman D, 1998: Nitrate in drinking water and the incidence of gastric, esophageal, and brain cancer in Yorkshire, England. Cancer Causes Control: 153-159.
24. Weyer PJ, Cerhan JR, Kross BC, Hallberg GR, Kantamneni J, Breuer G, 2001, et al: Municipal drinking water nitrate level and cancer risk in older women: the Iowa Women's Health Study. Epidemiology: 327-338.
25. Ward MH, Cantor KP, Riley D, Merkle S, Lynch CF, 2003: Nitrate in public water supplies and risk of bladder cancer. Epidemiology: 183-190.
26. Pitois S, Jackson MH, Wood BJ, 2001: Sources of the eutrophication problems associated with toxic algae an overview. J Environ Health : 25-32.

27. Kirchmann H, Johnston AE, Bergstrom LF, 2002: Possibilities for reducing nitrate leaching from agricultural land. *Ambio*:404-408.
28. Βαλαβανίδης Α, 1999: Ο ρόλος των μετάλλων σε μηχανισμούς οξειδωτικών βλαβών στο DNA των κυττάρων και προαγωγής των κακοήθων νεοπλασιών. *Ελληνική Ογκολογία*:110-120.
29. Wang S, Shi X, 2001: Molecular mechanisms of metal toxicity and carcinogenesis. *Mol Cell Biochem*: 3-9.
30. Melnick R, Lucier G, Wolfe M, et al, 2002: Summary of the National Toxicology Program's report on the Endocrine Disruptors Low-dose Peer Review. *Environ Health Perspect*:427-431.
31. Hutchinson TH, 2002: Reproductive and developmental effects on endocrine disrupters in invertebrates: in vitro and in vivo approaches. *Review. Toxicol Lett*:275
32. Hutchinson TH, Brown R, Brugger KE, Cambell PM, Holt, M, et al, 2000: Ecological risk assessment of endocrine disruptors. *Review. Environ Health Perspect*:1007-1014.
33. Βασίλης Αντωνόπουλος, 2004: Ποιότητα και ρύπανση υδατικών πορών, Τομέας Εγγείων Βελτιώσεων Εδαφολογίας και Γεωργικής Μηχανικής Τμήμα Γεωπονίας Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, www.waterinfo.gr

Κεφάλαιο 4

1. EPA/640/K-93/001(ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1999: PREVENTING WATER BORNE DISEASE AGENCY EPA/640/K-93/001 www.who.int/water_sanitation_health/en/*
2. WHO: Guidelines for drinking-water quality. 2nd ed. Addendum Microbiological agents in drinking water. (ISBN 92 4 154535 6). www.who.int/water.
3. Παρασκευή Παναγοπούλου Παιδιάτρος, 2004: Επίσημες συστάσεις για την αντιμετώπιση της οξιάς διάρροιας σε παιδιατρικούς ασθενείς. 6^ο Μακεδονικό Συνέδριο Διατροφής, Θεσσαλονίκη.
4. Κωνσταντίνος Εμμ. Κατσογριδακής, Ιατρός ΕΣΥ, Σημειώσεις μαθήματα Παθολογικής φυσιολογίας Ι, 2004, Α.Τ.Ε.Ι Σητεία Κρητης.
5. CDC- Division of Parasitic Disease, Parasitic Disease Information, www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites

6. Ατωνιος Ζαμπελας, Κλινική διαιτολογία & διατροφής με στοιχεία παθολογίας 2007: Διαταραχές του κατώτερου γαστρεντερικού συστήματος, σελ: 622, Η διαδικασία της διατροφικής φροντίδας, σελ: 17-18.
7. WHO 2001, Water Quality: Guidelines Water Standards and Health, IWA Publishing: Endemic and epidemic infectious intestinal disease and its relationship to drinking water

