



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

*Προσδιορισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού της γεώτρησης
υδροδότησης και του δικτύου ύδρευσης στο δημοτικό διαμέρισμα Νεριανών
Δήμου Βουκολιών Νομού Χανίων*



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΡΙΩΤΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΧΑΝΙΑ 2011



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

*Προσδιορισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού της γεώτρησης
υδροδότησης και του δικτύου ύδρευσης στο δημοτικό διαμέρισμα Νεριανών
Δήμου Βουκολιών Νομού Χανίων*

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΡΙΩΤΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Επιβλέπων : Δρ. Σταυρουλάκης Γεώργιος
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης : Δρ. Κώππη Μελίνα
Καθηγήτρια εφαρμογών

Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία παρουσίασης:

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 44

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σταυρουλάκη Γεώργιο για την ανάθεση και επίβλεψη αυτής της εργασίας και στην υλοποίηση της καθ'όλη τη διάρκεια της, όπως και για την υπομονή του όλα αυτά τα χρόνια.

Επίσης ευχαριστίες στην εργαστηριακή συνεργάτιδα Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη για τις πολύτιμες συμβουλές πάνω στις εργαστηριακές αναλύσεις. Ακόμα στον Δήμο Βουκολιών για τα στοιχεία που μου δόθηκαν όπως και τον Ο.Α.Δ.Υ.Κ. (οργανισμός ανάπτυξης δυτικής Κρήτης).

<u>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</u>	5
<u>Κεφάλαιο 1</u>	8
-Εισαγωγή.....	8
<u>Κεφάλαιο 2</u>	9
2.1. Νερό.....	9
2.2 Πηγές ρύπανσης.....	11
2.2.1 Φυσική ρύπανση.....	11
2.2.2 Οικιακά απόβλητα.....	11
2.2.3 Βιομηχανικές πηγές.....	12
2.2.4 Γεωργικές πηγές.....	12
2.3. Ισχύουσα νομοθεσία σχετικά με την ποιότητα του νερού.....	12
2.3.1. Προσέγγιση της ποιότητας του νερού από τη νομοθεσία.....	12
2.3.2. Παράμετροι και παραμετρικές τιμές.....	13
2.3.3 Κανονισμοί για την ποιότητα του πόσιμου νερού.....	14
<u>Κεφάλαιο 3</u>	21
3.1. Περιγραφή της περιοχής μελέτης.....	21
3.2 Περιγραφή της υδρογεώτρησης.....	23
3.3 Περιγραφή ποταμού Σεμπρωνιώτη (Λαχιάνα).....	25
<u>Κεφάλαιο 4</u>	29
4.1 Χαρακτηριστικά ποιότητας νερού και μεθοδολογία προσδιορισμού.....	29
4.1.1 Γενικά.....	29
4.1.2 Βασικοί κανόνες δειγματοληψίας.....	29
4.1.3 Δειγματοληψία πόσιμου νερού.....	29
4.1.4 Συχνότητα δειγματοληψιών.....	30
4.1.5 Στιγμιαία δείγματα.....	31
4.2 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	31
4.2.1 Θερμοκρασία.....	31
4.2.2 Ολικά στερεά.....	31
4.3 Φυσικά χαρακτηριστικά	32
4.3.1 pH.....	32
4.3.2 Μέθοδος μέτρησης.....	32
4.3.3 Μέθοδος μέτρησης	33
4.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	34
4.4.1 Αρχή μεθόδου μέτρησης.....	34
4.4.2 Πειραματική διαδικασία	35
4.5 Σκληρότητα	35
4.5.1 Μέθοδοι προσδιορισμού.....	36
4.5.2 Πειραματική διαδικασία.....	36
4.6 Διαλυμένο οξυγόνο (DO).....	37
4.6.1 Πειραματική διαδικασία	38
4.7 Νιτρικά ιόντα (NO ₃ ⁻)	38
4.7.1 Πειραματική διαδικασία	38
4.8 Φώσφορος (PO ₄ ⁻³ -P)	39
4.8.1 Πειραματική διαδικασία.....	39
4.9 Χλωρίοντα Cl ⁻	40
4.9.1 Πειραματική διαδικασία.....	40
4.10 Υπολειμματικό χλώριο.....	41
4.10.1 Δειγματοληψία και περιορισμοί της μέτρησης	41
4.10.2 Μέθοδοι προσδιορισμού.....	42
4.10.3 Διαδικασία μέτρησης	42

4.10.4 Έλεγχος ελεύθερου χλωρίου.....	42
4.10.5 Έλεγχος ολικού χλωρίου	42
4.10.6 Υπολογισμός.....	42
4.11 Αμμωνιακό Άζωτο (NH ₄ ⁺ - N)	42
4.11.1 Πειραματική διαδικασία.....	43
4.12 Θειικά ιόντα (SO ₄)	43
4.12.1 Πειραματική διαδικασία	43
4.13 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο COD.....	44
4.14 Μικροβιολογική εξέταση των υδάτων.....	45
4.14.1 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου	45
4.14.2 Περιγραφή διαδικασίας ανάλυσης μέτρησης.....	45
4.14.3 Δείκτες ρύπανσης του πόσιμου νερού.....	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	47
- Αποτελέσματα.....	47
5.1 Καταναλώσεις	47
5.2 Φυσικά χαρακτηριστικά	47
5.2.1. Θερμοκρασία.....	47
5.2.2 pH.....	48
5.2.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα	49
5.2.4 Ιόντα χλωρίου.....	50
5.2.5 Ολικά στερεά ή ξηρό υπόλειμμα	51
5.2.6 Ολική Σκληρότητα.....	52
5.3 Χημικά χαρακτηριστικά	53
5.3.1 DO. Διαλυμένο οξυγόνο	53
5.3.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο COD	54
5.3.3 Υπολειμματικό χλώριο	55
5.3.4 Αμμωνιακό Άζωτο (NH ₄ ⁺ - N)	56
5.3.5 Νιτρικά ιόντα	57
5.3.6 Φωσφορικά Ιόντα	58
5.3.7 Θειικά.....	59
5.4 Δείκτες ρύπανσης του πόσιμου νερού.....	59
5.4.1 Ολικά κολοβακτηριοειδή (total coliforms)	60
5.4.2 Κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms).	61
5.4.3. Κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci).....	63

Κεφάλαιο 6	65
Συμπεράσματα-Συζήτηση	65
Αποτελέσματα	65

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	66
Ιστοσελίδες	66

Evaluation and optimization of the water network and the well in the village of Neriana in Municipality of Voukolies.

ABSTRACT

The purpose of this project is to test the quality of the water supply of my village, Neriana, which is located in the Municipality of Voukolies, District of Chania. The test was accomplished in the laboratory of the Water and Soil Quality Control of the Technological Educational Institute of Crete, in the branch of Chania. The test was not bounded only in the spring of water and the water system of the village, but mainly in the tap water of the consumer, from August 10th, 2005 to July 17th, 2006. During that period we analysed the bore and the source of the water that was flowed into the water system. Moreover, there was a short period of time when the village was supplied with water from the Sempronioti River, Spring of Lahianon (water system of the Municipality of Voukolies that comes from the Sempronioti River). We analyzed it, too and we checked whether that change in the water supply was for a better quality of the water of the village. Over that year, eight (8) samplings were taken so that we could have a more complete aspect about the changes of the parameters. The sampling points were the bore, the Sempronioti River (Spring of Lahianon) and my house. (House of Ioannis Kariotakis) In those samplings, natural, chemical and bacterial analyses were made in the parameters following: Temperature ($^{\circ}\text{C}$), pH, electric conductivity (mS/cm), total hardness, DO (%), total solids ml, COD, nitric NO_3^- , phosphoric PO_4^{3-} , sulphureous, ionic chlorine, total coliforms, faecal coliforms, faecal streptococci.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διπλωματική αυτή εργασία έχει σαν σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας του νερού ύδρευσης του χωριού μου Νεριανά το οποίο υπάγεται στο Δήμο Βουκολιών Νομού Χανίων και πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδάτων & Εδαφικών Πόρων στο παράρτημα ΧΑΝΙΩΝ του ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ.

Ο έλεγχος δεν περιορίστηκε μόνο στην πηγή υδροδότησης και στο δίκτυο του χωριού, αλλά κυρίως το νερό στην βρύση του καταναλωτή από της 10/08/2005 έως 17/07/2006. Στο διάστημα αυτό μετρήθηκε εκτός της γεώτρησης και η προέλευση του νερού που έμπαινε στο δίκτυο, όπως και η αλλαγή που έγινε για ένα χρονικό διάστημα στο να τροφοδοτείται το χωριό με νερό από το δίκτυο του δήμου όπου υδροδοτείτε από την υπάρχουσα υδρομάστευση στο ποτάμι Σεμπρωνιώτη, και αν ήταν σωστή αυτή η αλλαγή για την βελτίωση της ποιότητας του νερού για την ύδρευση του χωριού .

Στο διάστημα αυτό πραγματοποιήθηκαν 8 δειγματοληψίες ώστε να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη άποψη για τις μεταβολές των παραμέτρων. Τα σημεία αυτά ήταν η υδρογεώτρηση, η υδρομάστευση στο ποτάμι Σεμπρωνιώτη (περιοχή Λαχιανών), και το σπίτι μου (οικία Καριωτάκη Γ.).

Στα δείγματα αυτά έγιναν φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις στις παρακάτω παραμέτρους: θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$), pH , ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$), ιόντα χλωρίου Cl^- , ολική σκληρότητα, Διαλυμένο οξυγόνο $\text{DO}(\%)$, ολικά στερεά ml, Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο COD, υπολειμματικού χλωρίου CL_2 , νιτρικά ($\text{NO}_3^- \text{N}$), αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$), φωσφορικά ιόντα ($\text{PO}_4\text{-P}$) . θειικά (SO_4), ολικά κολοβακτηριοειδή (total coliforms), κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms), κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

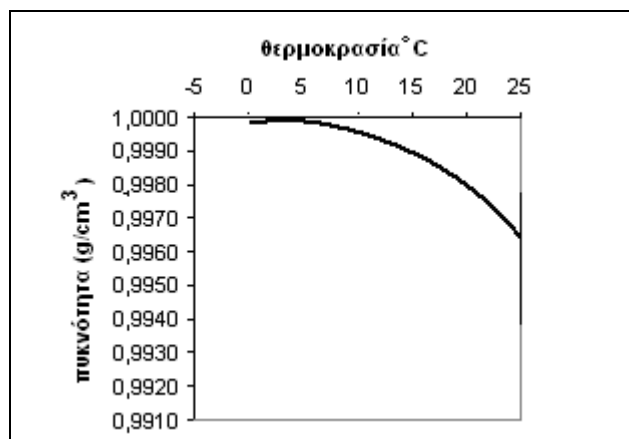
2.1 Νερό

Το νερό είναι πολύ σημαντικό για την ύπαρξη ζωής στην γη και αποτελεί τον σημαντικότερο φυσικό πόρο. Επίσης, το νερό είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες αποσάθρωσης πετρωμάτων και σχηματισμού ιζημάτων. Περίπου το 70% της επιφάνειας της πλανήτη καλύπτεται από νερό. Οι ωκεανοί ρυθμίζουν το κλίμα και είναι βιότοποι πολλών ζωντανών οργανισμών. Το νερό συνιστά το 60% ενός δένδρου και το 50-65% του βάρους των ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου .

Οι χημικές ιδιότητες του νερού και ιδιαίτερα η διαλυτική του ικανότητα είναι πολύ σημαντικές για το οικοσύστημα. Πολλά χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις διαλύονται στο νερό και ορισμένες από αυτές μεταφέρονται με την επίγεια και υπόγεια κίνηση του νερού σε διάφορα σημεία της επιφάνειας της γης. Με παρόμοιο τρόπο οι θρεπτικές ουσίες διαλυμένες μέσα στο νερό διέρχονται τις ρίζες και μεταφέρονται σε ολόκληρο το φυτό.

Η μεγάλη διαλυτική ικανότητα του νερού συνδέεται με τη διαβρωτική του ιδιότητα - 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 αέριους ρύπους (π.χ διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου κ.ά.), οργανικές ενώσεις από εκτάσεις της ξηράς, ενώσεις αζώτου φωσφόρου και θείου από τις βιομηχανικές δραστηριότητες και τις γεωργικές εφαρμογές, άλατα όπως το όξινο ανθρακικό ασβέστιο, το χλωριούχο μαγνήσιο, το θειικό ασβέστιο κ.ά. Οι παραπάνω προσμίξεις σε πολλές περιπτώσεις αυξάνουν τη διαβρωτική ικανότητα του νερού.

Μία ακόμα ιδιαίτερα σημαντική ιδιότητα του νερού είναι η μεγιστοποίηση της πυκνότητάς του στους 4°C [Εικόνα 2.1]. Μείωση της θερμοκρασίας του νερού μέχρι τους 4°C προκαλεί αύξηση της πυκνότητας και του βάρους του. Τα βαρύτερα αυτά στρώματα νερού βυθίζονται, προκαλώντας ανάμιξη των επιφανειακών στρωμάτων με τα βαθύτερα και εξισώνοντας έτσι τη θερμοκρασία στο σύνολο του όγκου μιας υδάτινης λεκάνης. Κάτω από τους 4°C η πυκνότητα του νερού μειώνεται (η πυκνότητα του νερού στην υγρή του μορφή είναι 0,99987 g/cm³, ενώ στη στερεή μορφή - πάγος - είναι 0,9164 g/cm³) με αποτέλεσμα μεγάλοι όγκοι νερού να μην παγώνουν ολοσχερώς, όταν η θερμοκρασία είναι ίση με μηδέν ή μικρότερη, αλλά μόνο επιφανειακά. Εξαιτίας του ότι ο πάγος έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό, αυτός επιπλέει. 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.



Εικόνα 2.1 Το νερό έχει μέγιστη πυκνότητα στους 4°C

Το νερό ως φυσικός πόρος, παρουσιάζει μερικές ιδιαιτερότητες. Κατ' αρχήν είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος, γιατί κάτω από ορισμένες συνθήκες είναι δυνατόν να γίνεται ετήσια ανάκτηση της ποσότητας που χρησιμοποιούμε. Επίσης παρουσιάζει κινητικότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι διαφορετικές χρήσεις του είναι δυνατόν να γίνουν σε διαφορετικά σημεία, π.χ σε δύο διαφορετικά σημεία ενός ποταμού και είναι αλληλοεξαρτώμενες.

Το νερό όμως σε σύγκριση με άλλους φυσικούς πόρους, δεν είναι δυνατόν να υποκατασταθεί. Τα ειδικά χαρακτηριστικά του νερού ως φυσικού πόρου καθορίζουν τις συνθήκες, κάτω από τις οποίες μπορεί να στηριχθεί η αιφόρος ανάπτυξη.

Η ισχυρή διαλυτική ικανότητα του νερού επιφέρει σε πολλές περιπτώσεις την επιβάρυνση του με βλαβερές ουσίες. Ρύπανση υδάτινων πόρων ονομάζεται οποιαδήποτε μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού, λόγω της παρουσίας σε αυτό ουσιών σε ποσότητα που υπερβαίνει τα φυσιολογικά όρια και οδηγεί στη γενικότερη υποβάθμιση της ποιότητάς του.

Η μεταβολή αυτή μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, σε άλλους ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς, και γενικότερα να διαταράξει την ισορροπία των οικοσυστημάτων, σε μικρή ή μεγάλη γεωγραφική κλίμακα. Οι ρύποι διαλύονται στο νερό, επιπλέουν ή κατακάθονται στον πυθμένα και προέρχονται κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η άντληση πετρελαίου, η χρήση λιπασμάτων, η διοχέτευση αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων σε υδάτινους αποδέκτες κ.α.

Το νερό θα αποτελέσει για τον επόμενο αιώνα το πιο πολύτιμο αγαθό για το ανθρώπινο είδος, μια και η αλόγιστη χρήση του μέχρι σήμερα καθώς και μεταβαλλόμενες κλιματολογικές συνθήκες το καθιστούν είδος σε ανεπάρκεια σε όλο και περισσότερα μέρη του κόσμου ενώ η διαχείρισή του μπορεί να αποτελέσει κλειδί για τον έλεγχο της εξουσίας. Έτσι ένα σημαντικό θέμα είναι και μια πιθανή διαμάχη για τη χρήση του νερού από γειτονικά κράτη. Οι αριθμοί δείχνουν ότι δε θα υπήρχε πρόβλημα νερού στον πλανήτη εάν ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθεί όλο το νερό που είναι διαθέσιμο. Αυτό όμως δε συμβαίνει γιατί οι ποσότητες του νερού που θεωρούνται υδάτινοι πόροι δεν είναι κατανομημένοι στην επιφάνεια της γης σύμφωνα με την κατανομή του (παγκόσμιου) πληθυσμού. Επιπλέον, οι υδάτινοι πόροι δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι στο χρόνο. Στις περισσότερες περιπτώσεις στη χώρα μας, η χρονική κατανομή της διαθέσιμης ποσότητας του νερού είναι αντίθετη από τη χρονική κατανομή της απαίτησής του. Σε παγκόσμιο επίπεδο το Μάρτιο 6.600 km³ περισσότερο νερό είναι αποθηκευμένα στο έδαφος από ότι τον Οκτώβριο, έως τον Οκτώβριο 6.000 km³ περισσότερο νερό είναι αποθηκευμένο στους ωκεανούς από ότι το Μάρτιο.

Διαφορετικές περιοχές του κόσμου αντιμετωπίζουν διαφορετικά προβλήματα σχετικά με την ύπαρξη, χρήση και έλεγχο των υδάτινων πόρων. Οι χρήσεις του νερού χαρακτηρίζουν και το είδος των προβλημάτων. Σε άλλες χώρες είναι σημαντική η χρήση για τη γεωργία (Ινδία, Κίνα), ενώ σε άλλες η χρήση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Νορβηγία).

Ένα βασικό πρόβλημα για πολλές περιοχές είναι η ελλιπής γνώση των υδατικών πόρων, άμεσα διαθέσιμων και δυνητικών, καθώς και στοιχείων για την απαίτηση του νερού.

Η ύπαρξη των υδατικών πόρων καθορίζεται από ένα σύνολο στοχαστικών παραμέτρων. Χρειάζεται γνώση της διακύμανσης αυτών των παραμέτρων με τον τόπο και το χρόνο.

Οι μετρήσεις για τους υδατικούς πόρους πρέπει:

- Να έχουν την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή και πυκνότητα.
- Να καλύπτουν μεγάλα χρονικά διαστήματα
- Να έχουν ικανοποιητική συχνότητα
- Να είναι ακριβείς

Η εκτίμηση της διαθεσιμότητας του νερού βασίζεται σε πληροφορίες σχετικά με τις :

- Κλιματικές συνθήκες
 - Βροχόπτωση
 - Εξάτμιση
 - Θερμοκρασία
- Την υπάρχουσα ποσότητα του νερού

- Επιφανειακού
- Υπόγειου
- Την ποιότητα του νερού

Η γνώση της διαθεσιμότητας του νερού οδηγεί στο σωστό σχεδιασμό για τη χρήση του υδατικού πόρου με μεθόδους που δε διαταράσσουν τη δυνατότητα της ανανέωσης και επομένως της διατήρησής του. Εάν π.χ σχεδιάσουμε μια υδροληψία από ένα ποτάμι μεγαλύτερη από εκείνη που η ροή επιτρέπει, είναι φυσικά ζήτημα χρόνου η εμφάνιση της αδυναμίας υδροδότησης από το συγκεκριμένο ποτάμι. Αντίστοιχα στα υπόγεια νερά παρουσιάζεται το φαινόμενο της δημιουργίας ανισορροπίας είναι περισσότερο έντονο και η καταστροφή του υδατινού πόρου μακροχρόνια.

Στη συνέχεια θα γίνει μια σύντομη αναφορά στις αρχές που διέπουν την ποιότητα των υπογείων νερών. Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη αλλά πιο ειδική αναφορά στον τομέα της ρύπανσης του νερού και πιο συγκεκριμένα στις πηγές ρύπανσης των υπογείων νερών.

2.2 Πηγές ρύπανσης.

Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης των υπογείων νερών είναι :

2.2.1 Φυσική ρύπανση

Το φυσικό περιβάλλον μέσα από το οποίο κινείται το υπόγειο νερό επηρεάζει την ποιότητά του. Τα υπόγεια νερά έχουν κατά κανόνα περισσότερα ανόργανα στοιχεία από τα επιφανειακά νερά.

Τα υπόγεια νερά δεν περιέχουν συνήθως παθογόνους μικροοργανισμούς λόγω του φιλτραρίσματος που συντελείται στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους.

Σε ξηρές περιοχές ο εμπλουτισμός των υπογείων νερών με άλατα είναι περιορισμένος. Σε περιοχές με έντονη εξάτμιση λόγω της ανύψωσης του νερού (τριχοειδή φαινόμενα) έχουμε μεγάλη απόθεση αλάτων στην επιφάνεια με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της οξείδωσης των πετρωμάτων που με τη σειρά της ευνοεί τη μεταφορά και διάλυση στο νερό ασβεστίου και μαγνησίου. Συνεπώς έχουμε και αύξηση της σκληρότητας.

Τέλος , συχνό είναι το φαινόμενο σε παράκτιες περιοχές να έχουμε προβλήματα λόγω της διείσδυσης της θάλασσας στα υπόγεια υδροφόρα στρώματα και της εξάπλωσης του φυσικά παγιδευμένου αλμυρού νερού. Η διαδικασία αυτή επιταχύνεται με τις υπεραντλήσεις στις γεωτρήσεις, και οι συνέπειές της στην ποιότητα του εδάφους για καλλιέργειες μπορεί να είναι πολύ σοβαρές. Έντονη και παρατεταμένη διείσδυση αλμυρού νερού σε υδροφορείς και άντληση του νερού αυτού για άρδευση μπορεί να οδηγήσει σε ερημοποίηση της περιοχής.

2.2.2 Οικιακά απόβλητα

Μια σοβαρή πηγή μόλυνσης των υπογείων νερών στις αγροτικές περιοχές είναι η υπόγεια διάθεση οικιακών υγρών αποβλήτων στους ατομικούς βόθρους. Επίσης υπάρχουν πάρα πολλά πηγάδια που έχουν μετατραπεί σε βόθρους με αποτέλεσμα να περνά η μόλυνση στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Η ανεξέλεγκτες χωματερές που υπάρχουν μπορεί να προκαλέσουν ρύπανση με πολύ σοβαρές συνέπειες στο οικοσύστημα λόγω της έκπλυσης που προκαλεί το νερό που διέρχεται από τη μάζα των σκουπιδιών. Το νερό έκπλυσης είναι πλούσιο σε νιτρικά ιόντα, χλωρίοντα, αμμωνιακά ιόντα, σίδηρο, μόλυβδο, χαλκό, νάτριο, αμμωνία και μια ποικιλία οργανικών ουσιών, πολλές από τις οποίες είναι πολύ τοξικοί ρύποι .

2.2.3 Βιομηχανικές πηγές

Οι βιομηχανίες παράγουν μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων μέσα από τις διαδικασίες παραγωγής, επεξεργασίας και ψύξης. Οι βιομηχανίες χημικών και παρόμοιων προϊόντων παράγουν απόβλητα αρκετά πιο επικίνδυνα από αυτά των άλλων βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Κυριότερο πρόβλημα που δημιουργείται είναι οι αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο νερό. Κυριότερη πηγή ρύπανσης της περιοχής μελέτης είναι τα υπολείμματα κασιόγαρου από τα ελαιουργεία της περιοχής που υπάρχουν σε όλο το μήκος του ποταμού Ταυρωνίτη στους δυο παραπόταμους του.

Η κατεργασία του ελαιοκάρπου στα λιοτρίβια, παράγει ως κύριο προϊόν το ελαιόλαδο και ως βασικό απόβλητο τις μούργες ή τον κασιόγαρο.

Ο κασιόγαρος παράγεται από το υδατικό κλάσμα του ελαιοκάρπου και από το νερό που χρησιμοποιείται στις διάφορες φάσεις παραγωγής του λαδιού στο λιοτρίβι. Στον κασιόγαρο είναι διαλυμένες κυρίως υδατοδιαλυτές ουσίες όπως σάκχαρα, αζωτούχες ενώσεις, οργανικά οξέα, πολυαλκοόλες, πολυφαινόλες αλλά και επιπλέοντα υπολείμματα ελαίου.

Εξ αιτίας των παραπάνω συστατικών το ρυπαντικό φορτίο του κασιόγαρου είναι ιδιαίτερα υψηλό. Η τιμή του οξυγόνου που απαιτείται για τη χημική διάσπαση του οργανικού φορτίου (COD) κυμαίνεται από 90.000 – 170.000 mg/L. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση των παραπάνω τιμών με τις αντίστοιχες των οικιακών λυμάτων, οι οποίες κυμαίνονται από 250 – 1000 mg/L.

Από τα συστατικά που περιέχονται στον κασιόγαρο, οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί αφ' ενός λειτουργούν ως φυσικό συντηρητικό του λαδιού και διατηρούν τη χαμηλή του οξύτητα και αφ' ετέρου προσδίδουν στα απόβλητα φυτοτοξικές ιδιότητες, αποδομούνται με αργό ρυθμό μόνο από εξειδικευμένες ομάδες μικροοργανισμών και – σε συνδυασμό με το πολύ υψηλό ρυπαντικό φορτίο - καθιστούν απαγορευτική την επεξεργασία του κασιόγαρου σε κλασικές μονάδες βιολογικής επεξεργασίας.

Οι επιπτώσεις της απ' ευθείας διάθεσης του κασιόγαρου στο περιβάλλον είναι: έντονη δυσοσμία, εφ' όσον διατίθεται σε ανοιχτούς λάκκους ή λίμνες εξάτμισης, ρύπανση εδαφών, επιφανειακών και υπόγειων νερών δημιουργία ευτροφικών φαινομένων, σε περιπτώσεις που καταλήγει σε αποδέκτες με μικρή ανακυκλοφορία νερών. Όπως ήδη αναφέρθηκε τα υγρά απόβλητα των ελαιοτριβείων λόγω του πολύ υψηλού ρυπαντικού φορτίου και των πολυφαινολών, χαρακτηρίζονται ως “δύσκολα” απόβλητα. Στις ελαιοπαραγωγές χώρες τις Μεσογείου, τις οποίες αφορά κυρίως το πρόβλημα, έχουν δοκιμαστεί διάφορες μέθοδοι για την επεξεργασία και διάθεση τους, σε εργαστηριακή και πραγματική κλίμακα. Συγκεκριμένα, σε περιοχές με υψηλή ηλιοφάνεια και χαμηλά ύψη βροχόπτωσης (Κρήτη, Νησιά Αιγαίου, Κύπρος) έχει εφαρμοστεί η διάθεση του κασιόγαρου σε λίμνες εξάτμισης, σε λάκκους ή στο έδαφος. Επίσης έχει δοκιμαστεί η χημική επεξεργασία, η αναερόβια βιολογική επεξεργασία, η συνεπεξεργασία με υγρά απόβλητα σε τεχνητούς υγροτόπους. Τέλος τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει προσπάθεια ανάκτησης πολυφαινολών από τον κασιόγαρο με χρήση μεμβρανών, ώστε να χρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία αρωμάτων και φαρμάκων.

2.2.4 Γεωργικές πηγές

Ένα μέρος της βροχόπτωσης ή του νερού άρδευσης που εφαρμόζεται στα εδάφη διηθείται μέσω του επιφανειακού εδάφους μεταφέροντας στη μάζα του διαλυμένες ουσίες που μπορούν να μεταφερθούν και να μετακινηθούν προς το υπόγειο νερό που βρίσκεται κάτω από καλλιεργούμενες εκτάσεις. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ρύπανσης των υπογείων νερών είναι η συνεχής αύξηση των νιτρικών ιόντων σε αυτό (νιτρορύπανση). Επειδή τα αζωτούχα λιπάσματα είναι εκείνα που επιβαρύνουν τα υπόγεια νερά, είναι αναγκαίο, κατά τη χρήση τους να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να ελέγχονται οι ποσότητες νιτρικών που προστίθενται στο έδαφος καθώς και ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής τους. Με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων μπορεί να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της αζωτούχου λίπανσης και να μειωθεί η ποσότητα των νιτρικών που χάνεται από το έδαφος στα υπόγεια νερά.

Τα αζωτούχα λιπάσματα είναι πολύ διαλυτά στο νερό και τα νιτρικά ιόντα είναι πολύ ευκίνητα στο έδαφος, σε αντίθεση με τα φωσφορικά ή το κάλιο, τα οποία είναι δυσκίνητα και

μπορεί να μετακινηθούν εύκολα μόνο όταν το έδαφος είναι πλούσιο σε οργανική ουσία ή είναι ελαφριάς μηχανικής σύστασης. Εφ' όσον τα νιτρικά είναι ευκίνητα, είναι αντιληπτό ότι εύκολα μπορούν να εκπλυθούν με το νερό και να μεταφερθούν στα κατώτερα στρώματα. Η έκπλυση των νιτρικών από το έδαφος προς τους υπόγειους υδάτινους πόρους προκαλεί τη ρύπανσή τους με κίνδυνο να καταστεί το νερό ακατάλληλο για ύδρευση. Σύμφωνα με τις σχετικές Οδηγίες της (Ευρωπαϊκής Ένωσης) το πόσιμο νερό δεν πρέπει να έχει νιτρικά περισσότερα από 50 mg/L γιατί αλλιώς θεωρείται ακατάλληλο.

Η ποσότητα του νιτρικού αζώτου που χάνεται προς τα υπόγεια ή επιφανειακά νερά εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις και την άρδευση, την κλίση του εδάφους, τη μηχανική σύσταση, τη διηθητικότητα, το βαθμό φυτοκάλυψης καθώς και από το σύστημα διαχείρισης των καλλιεργειών.

2.3 Ισχύουσα νομοθεσία σχετικά με την ποιότητα του νερού

Η ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998. (Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001).

Σκοπός της παραπάνω απόφασης είναι η προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που δημοσιεύθηκε στην επίσημη εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 3ης Νοεμβρίου 1998, με στόχο την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη ρύπανση ή και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, διασφαλίζοντας ότι είναι υγιεινό και καθαρό. (ΕΕ L330/98).

2.3.1 Προσέγγιση της ποιότητας του νερού από τη νομοθεσία

Η Ελληνική νομοθεσία καθορίζει νομοθετικά την ποιότητα του νερού με αντίστοιχες Υγειονομικές διατάξεις ή με Προεδρικά Διατάγματα τα οποία είναι η προσαρμογή της Νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο Ελληνικό κράτος.

Η ισχύουσα Νομοθεσία χωρίζει το νερό σε 4 κατηγορίες:

1. Πόσιμο νερό δικτύου ύδρευσης.
2. Εμφιαλωμένο νερό, το οποίο νομοθετικά διαχωρίζεται σε φυσικό μεταλλικό νερό και σε επιτραπέζιο νερό.
3. Νερό κολυμβητηρίων
4. Επιφανειακό νερό αναψυχής.

2.3.2 Παράμετροι και παραμετρικές τιμές

Πίνακας 2.1 Μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμου νερού

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 2.2 Χημικές παράμετροι

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Ακρυλαμίδιο	0,10	mg/L
Αντιμόνιο	5,0	mg/L
Αρσενικό	10	mg/L
Βενζόλιο	1,0	mg/L
Βενζο-α-πυρένιο	0,01,	mg/L
Βόριο	1,0	mg/L
Βρώμικα	10	mg/L
Κάδμιο	5,0	mg/L
Χρώμιο	50	mg/L
Χαλκός	2,0	mg/L
Κυανιούχα	50	mg/L
1,2 -διχλωροαιθάνιο	3,0	mg/L
Επιχλωρουδρίνη	0,10	mg/L
Φθοριούχα	1,5	mg/L
Μόλυβδος	10	mg/L
Υδράργυρος	1,0	mg/L
Νικέλιο	20	mg/L
Νιτρικά	50	mg/L
Νιτρώδη	0,50	mg/L
Παρασιτοκτόνα	0,10	mg/L
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	mg/L
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	mg/L
Σελήνιο	10	mg/L
Τετραχλωροαιθένιο και Τριχλωροαιθένιο	10	mg/L
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	mg/L
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	mg/L

Πίνακας 2.3 Ενδεικτικές παράμετροι πόσιμου νερού

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Αργίλιο	200	mg/L
Αμμώνιο	0,50	mg/L
Χλωριούχα	250	mg/L
Clostridium perfringens (συμπεριλαμβανομένων των σπόρων)	0	Αριθμός/100 ml
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Αγωγιμότητα	2500	μS cm ⁻¹ στους 20°C
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	≥ 6,5 και ≤ 9,5	Μονάδες pH
Σίδηρος	200	mg/L
Μαγγάνιο	50	mg/L
Οσμή	Αποδεκτή στους καταναλωτές και	

	άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Οξειδωσιμότητα	5	mg/IO ₂
Θειικά	250	mg/L
Νάτριο	200	mg/L
Γεύση	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Αριθμός αποικιών σε 22 °C και 37 °C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Κολοβακτηριοειδή	0	Αριθμός/100 ml
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Υπολειμματικό χλώριο		mg/L
Θολότητα	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	

2.3.3 Κανονισμοί για την ποιότητα του πόσιμου νερού

Στη χώρα μας ο χαρακτηρισμός της ποιότητας των πόσιμων υδάτων καθορίζεται με τη Διυπουργική Απόφαση, με αριθμό Α5/288/23-1-86(ΦΕΚ 53/Β/20-2-1986) για τη ποιότητα του πόσιμου νερού, σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, με αριθμό 80/778 της 15.7.80.

Με την απόφαση αυτή, καθορίζονται οι επιτρεπόμενες τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών, που χαρακτηρίζουν το νερό ως κατάλληλο για πόση. Οι τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών του πόσιμου νερού πρέπει να είναι κατώτερες ή ίσες με τις τιμές, που προσδιορίζονται από τον τίτλο ως "Ανώτατη Παραδεκτή Συγκέντρωση" και να προσεγγίζουν τις τιμές που προσδιορίζονται με τον τίτλο "Ενδεικτικό επίπεδο". Παρεκκλίσεις από τις τιμές αυτές επιτρέπονται, προκειμένου να αντιμετωπισθούν: α) συνθήκες που έχουν σχέση με την φύση και τη σύσταση του εδάφους στην περιοχή, η οποία τροφοδοτεί την υπό εξέταση πηγή, β) συνθήκες που έχουν σχέση με εξαιρετικά μετεωρολογικά φαινόμενα ή πρόσκαιρες τεχνικές δυσχέρειες.

Οι παρεκκλίσεις δεν αφορούν σε καμία περίπτωση, τους τοξικούς ή μικροβιολογικούς παράγοντες, και σε κάθε περίπτωση, πρέπει να αποκλείουν τους κινδύνους για τη Δημόσια υγεία.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού, σύμφωνα με την απόφαση, που προαναφέρθηκε, ταξινομούνται σε 6 κατηγορίες:

Α. Οργανοληπτικές παράμετροι

Β. Φυσικοχημικές παράμετροι

Γ. Παράμετροι που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες

Δ. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

Ε. Μικροβιολογικές παράμετροι

ΣΤ. Ελάχιστη απαιτούμενη συγκέντρωση για το πόσιμο νερό που έχει υποστεί κατεργασία αποσκλήρυνσης

Για την παρουσία ραδιενεργών ουσιών, στο νερό, ισχύουν τα ανώτατα όρια που καθορίζονται στην Υ.ΑΓ3α/761 της 26.3.1968.

Οι επιτρεπόμενες τιμές για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού είναι, ανά κατηγορία, οι εξής:

-Όρια ποιότητας νερού

Α. Οργανοληπτικοί παράγοντες

Πίνακας 2.4

Παράμετρος	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
1. Χρώμα	mg/L κλίμακα pt/Co	1	20
	m δίσκου secchi	6	2
2. Θολερότητα	mg/L SiO ₂	1	10
	μονάδες jackson	0.4	4
3. Οσμή	Ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12°C 3 μέχρι 25°C
4. Γεύση	Ποσοστό διαλύσεως	0	2 μέχρι 12°C 3 μέχρι 25°C

Β. Φυσικό-χημικές παράμετροι**Πίνακας 2.5**

Παράμετροι	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
5. Θερμοκρασία	°C	12	25
6. Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου	μονάδα pH	6,5<pH<8,5	9,5
7. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	μS/cm, 20 °C	400	2500
8. Χλώριο	mg/l Cl ⁻	25	200
9. Θειικά	mg/l SO ₄ ²⁻	25	250
10. Πυρίτιο	mg/l SiO ₂	-	-
11. Ασβέστιο	mg/l Ca ²⁺	100	-
12. Μαγνήσιο	mg/l Mg ²⁺	30	50
13. Νάτριο	mg/l Na ⁺	20	175
14. Κάλιο	mg/l K ⁺	10	12
15. Αργίλιο	mg/l Al ³⁺	0,05	0,2
16. Ολική σκληρότητα	mg/l Ca	-	-
17. Ξηρό υπόλειμμα	mg/l, 180 °C	-	1500
18. Διαλυμένο οξυγόνο	% O ₂	-	-
19. Ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα	mg/l CO ₂	-	-

Γ. Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες

Πίνακας 2.6

Παράμετρος	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
20. Νιτρικά	mg/l	25	50
21. Νιτρώδη	mg/l	-	0.1
22. Αμμώνιο	mg/l	0.05	0.5
23. Άζωτο	mg/l	-	1
24. Οξειδωσιμότητας	mg/l	2	5
25. Ολικός οργαν. Άνθρακας	mg/l	-	-
26. Υδροθείο	μg/l	-	-
27. Ύλες που εκχυλίζονται με χλωροφόρμιο	mg/l	0.1	-
28. Υδρογονάνθρακες διαλυμένοι	mg/L C 6H5OH	-	10
29. Φαινόλαι	mg/L		0.5
30. Βόριο	mg/L B	1000	
31. Σίδηρος	mg/L Fe	50	200
32. Μαγγάνιο	mg/L Mn	20	50
33. Χαλκός	mg/L Cu	100	-
34. Ψευδάργυρος	mg/L Zn	100	-
35. Φώσφορος	mg/L P2O5	400	5000
36. Φθόριο	mg/L F ⁻ 8-12°C 25-30°C	-	1500 700
37. κοβάλτιο	mg/L Co	-	-
38. Υπολειμματικό χλώριο	mg/L Cl ⁻	-	-

Δ. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

Πίνακας 2.7

Παράμετρος	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
39. Αρσενικό	mg/L As	-	50
40. Βηρύλλιο	mg/L Be	-	-
41. Κάδμιο	mg/L Cd	-	5
42. Κυανούχα άλατα	mg/L CN ⁻	-	50
43. Χρώμιο	mg/L Cr	-	50

44. Υδράργυρος	mg/L Hg	-	1
45. Νικέλιο	mg/L Ni	-	50
46. Μόλυβδος	mg/L Pb	-	50
47. Αντιμόνιο	mg/L Sb	-	10
48. Σελήνιο	mg/L Se	-	10
49. Βανάδιο	mg/L V	-	-

Ε. Μικροβιολογικές παράμετροι

Πίνακας 2.8

Παράμετρος	Αποτελέσματα όγκος του δείγματος (σε ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση (Μέθοδος διηθητικών μεμβρανών)	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση (Μέθοδος πολλαπλών σωλήνων)NPP
50. Ολικά κολοβακτηριοειδή	100	-	0	NPP<1
51. Κολοβακτηριοειδή κοπράνων	100	-	0	NPP<1
52. Στρεπτόκοκκοι κοπράνων	100	-	0	NPP<1
53. Κλωστρίδια αναγωγικά θειωδών αλάτων	20	-	-	NPP<1
Παράμετρος	Θερμοκρασία επώασης	Αποτελέσματα όγκος του δείγματος (σε ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
54. Καταμέτρηση συνολικών βακτηρίων για το πόσιμο νερό	37°C 22°C	1 1	10 100	-
55. Καταμέτρηση των συνολικών βακτηρίων για τα συσκευασμένα νερά	37°C 22°C	1 1	5 20	20 100

ΣΤ. Ελάχιστη απαιτούμενη συγκέντρωση για το πόσιμο νερό που έχει υποστεί κατεργασία αποσκληρύνσεως

Πίνακας 2.9

Παράμετρος	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ελάχιστη απαιτούμενη συγκέντρωση (νερά που έχουν υποστεί αποσκληρύνση)
1. Ολική σκληρότητα	mg/L Ca	30 ή 150 mg/L CaCO ₃
2. Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου	pH	-
3. Αλκαλικότητα	mg/L HCO ₃	30

Στην ίδια Απόφαση, καθορίζεται και το είδος των αναλύσεων που πρέπει να εκτελούνται στους τακτικούς και περιοδικούς ελέγχους καθώς και ο ελάχιστος αριθμός δειγμάτων που πρέπει να αναλύονται, το έτος, σε σχέση με την κατανάλωση νερού και τον εξυπηρετούμενο πληθυσμό.

Οι απόλυτα απαραίτητοι προσδιορισμοί αφορούν τις εξής παραμέτρους:

- Οσμή, Γεύση, Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (ή μια άλλη φυσικοχημική παράμετρος) Υπολειμματικό χλώριο, Ολικά κολοβακτηριοειδή (ή συνολικές μετρήσεις αποικιών σε 22°C και 37°C), Κολοβακτηριοειδή κοπράνων.

Οι τακτικοί έλεγχοι αφορούν:

- Οσμή, Γεύση, Θολρότητα, Θερμοκρασία, Ηλεκτρική Αγωγιμότητα, pH, Υπολειμματικό χλώριο, Νιτρικά, Νιτρώδη, Αμμωνία, Ολικά κολοβακτηριοειδή, Κολοβακτηριοειδή, Ολικός αριθμός βακτηρίων, στους 22°C και 37°C.

Οι περιοδικοί έλεγχοι περιλαμβάνουν, εκτός από τους προσδιορισμούς που γίνονται στους τακτικούς ελέγχους και άλλες παραμέτρους που καθορίζονται κατά περίπτωση. Σε ειδικές περιπτώσεις ή σε ατυχήματα, γίνονται έκτακτοι έλεγχοι. Η αρμόδια αρχή καθορίζει τις παραμέτρους που πρέπει, εκτάκτως, να ελεγχθούν, ανάλογα με τις συνθήκες. Οι έλεγχοι του νερού διενεργούνται από τα Δημόσια Κεντρικά και Περιφερειακά Εργαστήρια, τα οποία καθορίζονται με απόφαση του Υπουργού Υγείας και Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων. Έλεγχοι γίνονται ακόμα και από οργανωμένα εργαστήρια Δημοτικών Επιχειρήσεων ή Ο.Τ.Α., εφόσον έχουν την απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή.

Με κοινή Απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών και Δημόσιας Τάξης και Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, συντάσσονται πρόσθετες προδιαγραφές, εφόσον απαιτούνται, που αφορούν επιφανειακά και υπόγεια νερά (ζώνες προστασίας, φυσικοχημικές παράμετροι, κτλ.) για διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού. Αρμόδια Αρχή για την εφαρμογή των υγειονομικών διατάξεων είναι οι Υγειονομικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων. Υπεύθυνοι για την εφαρμογή των όρων των Υγειονομικών Διατάξεων για το πόσιμο νερό, δηλαδή:

α) για τη μελέτη, κατασκευή, λειτουργία, συντήρηση και αναγνώριση των συστημάτων ύδρευσης.

β) για τον τεχνητό καθορισμό και την παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού, μέσω Εργαστηρίων του Δημοσίου ή Εργαστηρίων Δημοτικών Επιχειρήσεων ή Ο.Τ.Α. εφόσον διατίθενται και έχουν την απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή.

γ) γενικά για τη λήψη κάθε μέτρου που θα διασφαλίζεται κανονική παροχή υγιεινού νερού, σε μόνιμη βάση, είναι:

- για τις υδρεύσεις Δήμων και Κοινοτήτων, η Δημοτική ή Κοινοτική Αρχή ή ο αντίστοιχος για την ύδρευση Οργανισμός ή Επιχείρηση ή Σύνδεσμος Δήμων και Κοινοτήτων.

- για τις βιομηχανίες, ιδρύματα κτλ. Τα οποία διαθέτουν δική τους ύδρευση, οι νόμιμοι

εκπρόσωποι τους.

- για τις βιομηχανίες που βρίσκονται μέσα σε βιομηχανικές περιοχές οι οποίες διαθέτουν κεντρικό δίκτυο ύδρευσης, η ΕΤΒΑ.

- για τις ιδιωτικές υδρεύσεις, οι ιδιοκτήτες ή νομείς των εγκαταστάσεων ύδρευσης.

Σύμφωνα με τη Διυπουργική Απόφαση περί πόσιμων νερών, ο ολικός αριθμός κολοβακτηριοειδών, πρέπει να είναι μηδέν στα 100 mL δείγματος, όταν ο προσδιορισμός γίνεται με τη μέθοδο των μεμβρανών και μικρότερος από 1 στα 100 ml δείγματος, όταν γίνεται με τη μέθοδο των πολλαπλών σωλήνων. Μηδενικός πρέπει να είναι και ο αριθμός των κοπρικών κολοβακτηρίων και κοπρικών στρεπτόκοκκων όταν οι προσδιορισμοί γίνονται με τη μέθοδο των μεμβρανών και μικρότερος από ένα με τη μέθοδο των πολλαπλών σωλήνων.

Ακόμα, τα νερά που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση δεν πρέπει να περιέχουν παθογόνους οργανισμούς. Προκειμένου να είναι πλήρης μια μικροβιολογική εξέταση πόσιμου νερού "προτείνεται από τη Διυπουργική Απόφαση" να εξετάζονται, ανάλογα με τις ανάγκες, και οι εξής παθογόνοι μικροοργανισμοί:

-Σαλμονέλες

-Παθογόνοι Σταφυλόκοκκοι

-Βακτηριοφάγοι κοπράνων

Εξάλλου, τα πόσιμα νερά δεν πρέπει να περιέχουν:

-Παρασιτικούς οργανισμούς, Φύκι, και άλλα μορφοποιημένα στοιχεία(ζωάρια).

Ο ολικός αριθμός βακτηρίων, στο πόσιμο νερό, πρέπει να είναι μικρότερος από 10 βακτήρια ανά ml, στους 37°C (ενδεικτικό επίπεδο) και μικρότερος από 100 βακτήρια ανά mL στους 22°C (ενδεικτικό επίπεδο). Νερά που έχουν υποστεί απολύμανση, πρέπει να έχουν σαφώς μικρότερες τιμές στην έξοδο του συστήματος απολύμανσης. Κάθε υπέρβαση των τιμών αυτών, εφόσον επαναλαμβάνεται, κατά την διάρκεια διαδοχικών δειγματοληψιών, πρέπει να οδηγεί σε πληρέστερο έλεγχο.

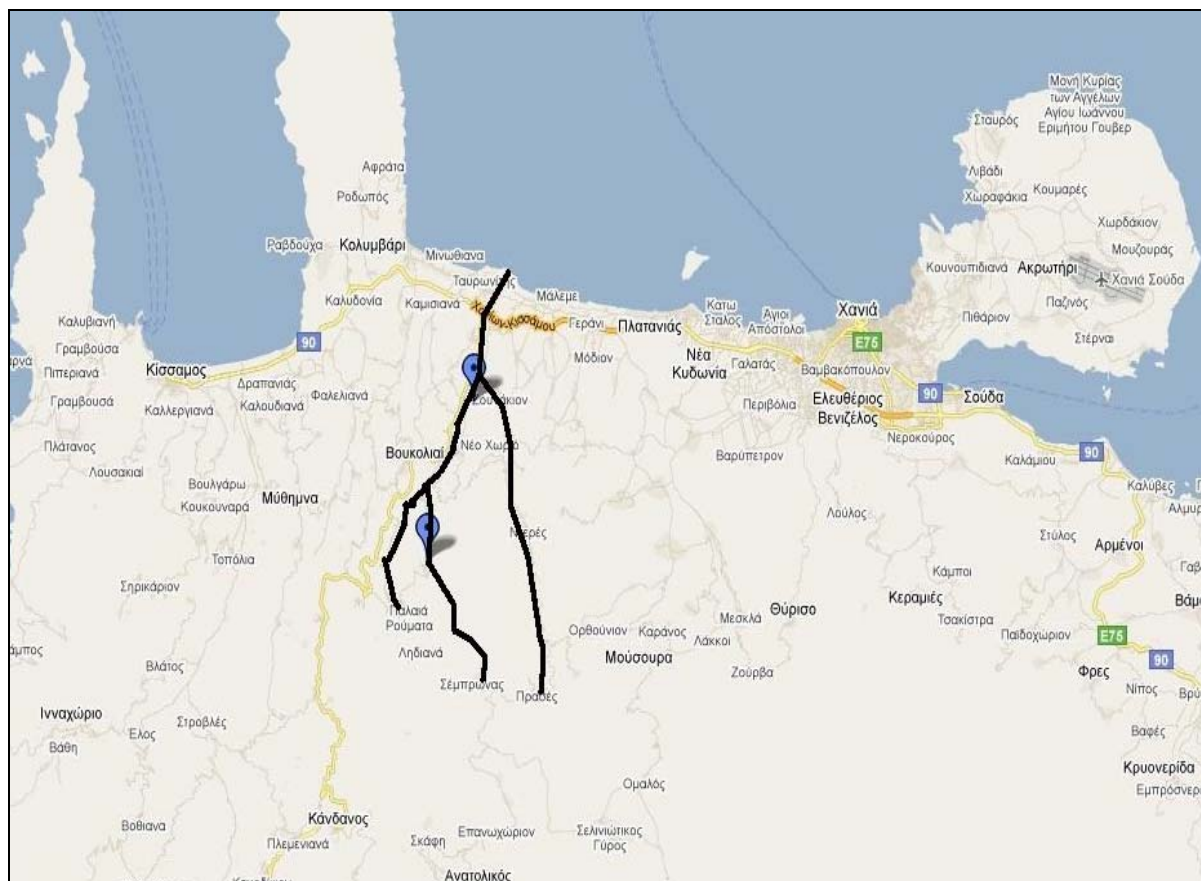
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Περιγραφή της περιοχής μελέτης

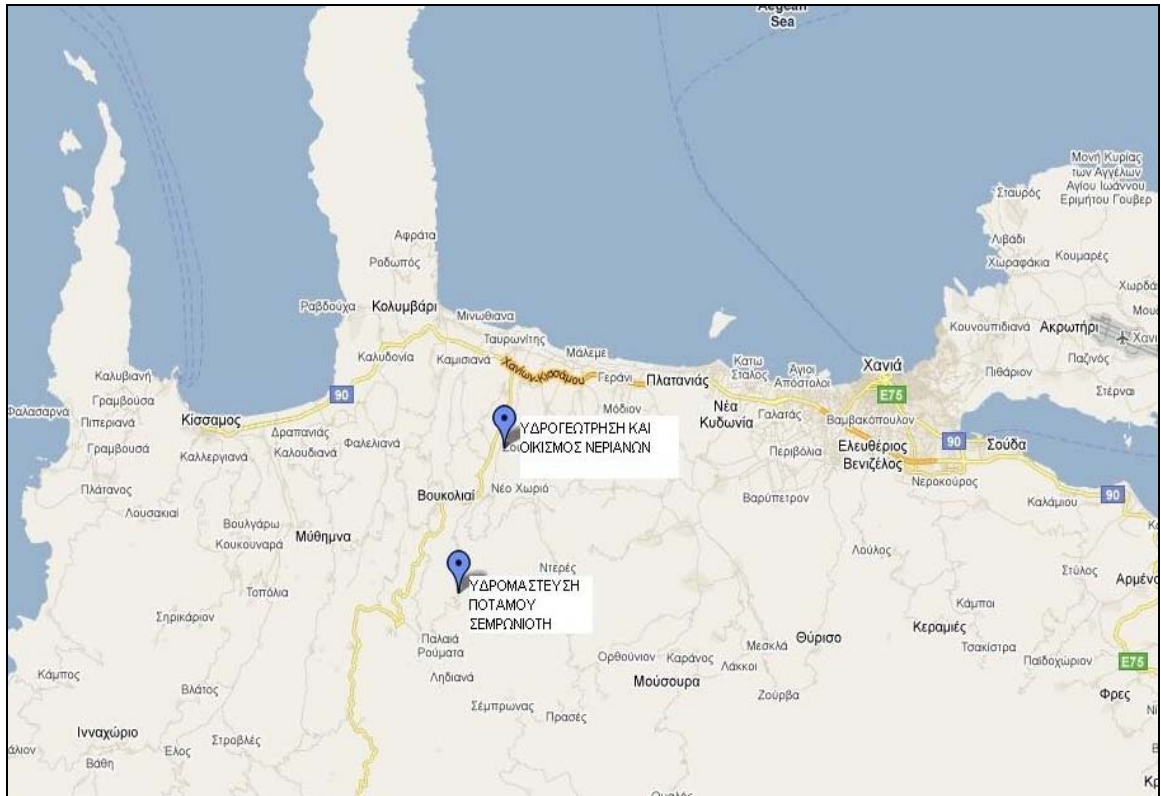
Ο ποταμός Ταυρωνίτης βρίσκεται 20 χιλιόμετρα δυτικά της πόλης των Χανίων . Η υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Ταυρωνίτη εκτάσεως 130km² περίπου διασχίζει μεγάλο μέρος του δήμου Βουκολιών. Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης Ταυρωνίτη αποτελείται από τρεις κύριες υπολεκάνες ποταμών, του Σεμπρωνιώτη όπου ξεκινάει να πηγάζει από το χωριό Σέμπρωνας, του Ρουματιανού όπου ξεκινάει από το χωριό Παλαιά Ρούματα και του Ντεριανού όπου οι πηγές του βρίσκονται στο χωριό Πρασές. Οι δυο πρώτες καταλήγουν να ενώνονται κοντά στο χωριό Βουκολιές όπου διαμορφώνεται η κύρια κοίτη του ποταμού Ταυρωνίτη. Ο Ντεριανός εκφορτίζεται στο χωριό Συρίλι όπου ενώνεται με την κύρια κοίτη του Ταυρωνίτη 3 χιλιόμετρα πριν την θάλασσα [εικόνα 3,1].

Το μεγαλύτερο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Ταυρωνίτη αναπτύσσεται σε φυλλιτικούς χαλαζιτικούς σχηματισμούς οι οποίοι τοπικά καλύπτονται από αλλουβια και υλικά τεταρτογενών αναβαθμίδων μικρής έκτασης και πάχους [σχήμα 3,1].

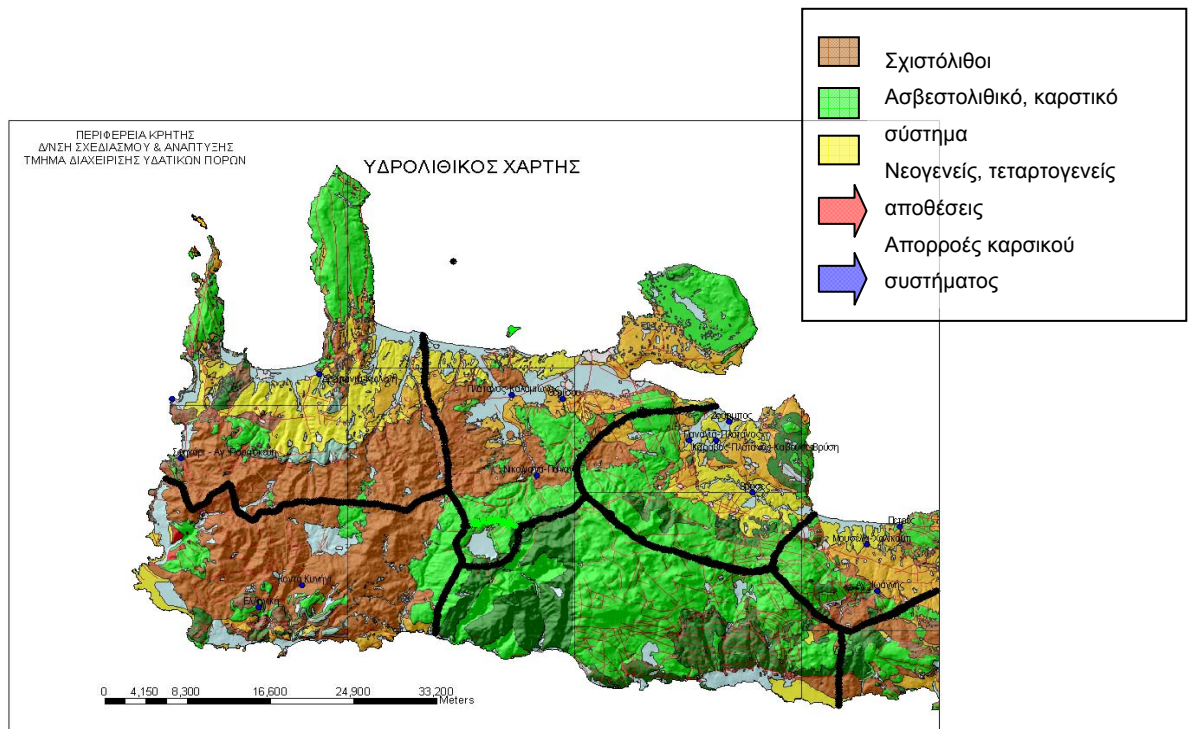
Στην υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Ταυρωνίτη βρίσκεται η υδρογεώτρηση [εικόνα 3,1]. Στην υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Σεμπρωνιώτη και στην περιοχή Λαχιανά βρίσκεται η υδρομάστευση που παίρνει νερό ο δήμος[εικόνα 3,1].



Εικόνα 3.1 Χάρτης τμήματος του νομού Χανίων όπου διακρίνεται ο ποταμός Ταυρωνίτης με τους τρεις παραπόταμους του (μαύρες γραμμές είναι οι κοίτες των ποταμών) .



Εικόνα 3.2 Στα επιλεγμένα σημεία βλέπουμε το που ακριβώς είναι η υδρογεώτρηση, το χωριό Νεριανά και η υδρομάστευση στο ποτάμι Σεμπρωνιώτη πάνω στο χάρτη του νομού Χανίων.



Σχήμα 3.2 Υδρολογικός χάρτης με τις λεκάνες απορροής των ποταμών του Νομού Χανίων.

3.2 Περιγραφή της υδρογεώτρησης

Η τροφοδότηση με νερό στο χωριό γίνεται από την γεώτρηση που ανήκει στον (Ο.Α.ΔΥ.Κ) Οργανισμό Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης, που βρίσκεται στο Δ.Δ Νεριανών του δήμου Βουκολιών απέχει 6χιλιομετρα μακριά από την εκβολή του ποταμιού στην θάλασσα και μόλις 100m από την κύτη του [εικόνα 3,2].

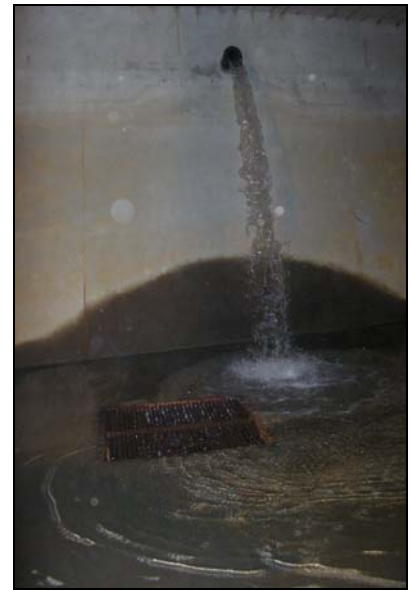
Η γεώτρηση έχει βάθος 80μετρα και κατά την διάνοιξη έχει συναντήσει ποτάμιες αποθέσεις σε βάθος 0εως 21m και εξαλοιωμένος φυλλίτης 21εως 81,3m. Έχει διάμετρο 17"1/2 και λειτουργεί από τον Οκτώβριο 1987 . Η στάθμη του νερού βρίσκεται στα 11m ενώ η στάθμη άντλησης είναι 48m και η παροχή άντλησης είναι 100m³/h [σχήμα 3.3]. Η τελική σωλήνωση είναι 10" ίντσες και έχουν τοποθετηθεί φίλτρα σε διάφορα βάθη. Τα στοιχεία αυτά είναι από όταν λειτούργησε πρώτη φορά. Σήμερα πιθανών να έχουν αλλάξει ορισμένα.

Στην συνέχεια το νερό πηγαίνει στην δεξαμενή [εικόνα 3,5] όπου διανέμεται στο δίκτυο άρδευσης του (Ο.Α.ΔΥ.Κ) .Η ύδρευση του χωριού γίνεται από ξεχωριστό δίκτυο με κατάλληλους σωλήνες που ξεκινούν από την δεξαμενή [εικόνα 3,6] και καταλήγουν σε όλο το χωριό. Το νερό δεν χλωριώνεται σε κανένα στάδιο του.

Γύρω από το χώρο της γεώτρησης αυτό υπάρχουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις με πορτοκαλιές και ελαιόδεντρα και μια εκκλησία με πεύκα και κυπαρίσσια [εικόνα 3,3].



Εικόνα 3.3 Αντλιοστάσιο υδρογεώτρησης



Εικόνα 3.4 & 3.5
Τελική σωλήνωση γεώτρησης & το εσωτερικό δεξαμενής αποθήκευσης



Εικόνα 3.6 Σωληνώσεις έξω από την δεξαμενή



Εικόνα 3.7 Εσωτερικό αντλιοστασίου



Εικόνα 3.8 Υδρόμετρο γεώτρησης



Εικόνα 3.9 Εξωτερική βάνα γεώτρησης που παίρναμε δείγμα νερό από εκεί.

ΕΡΓΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΠΟΡΩΝ Ν.ΧΑΝΙΩΝ

ΝΟΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΥΔΡΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΕ

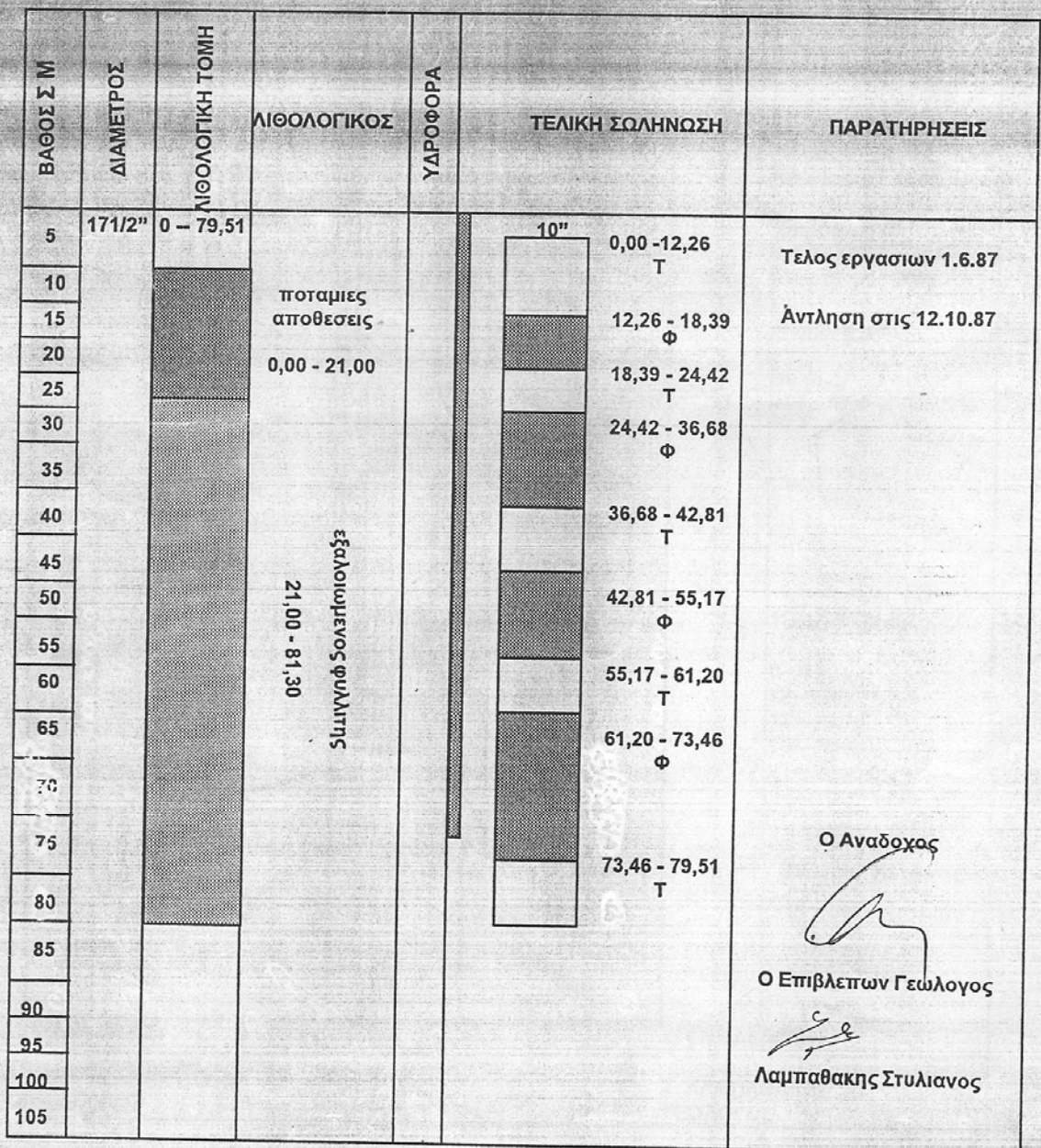
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ
ΝΕΡΙΑΝΑ

ΥΠΕΥΘ. ΓΕΩΛΟΓΟΣ
ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΙΣΤΗΣ
ΤΥΠΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ

ΘΕΟΔΩΡΑΚΗΣ Ε.
ΚΟΚΚΑΛΗΣ Ι.
ST2

ΣΤΑΘΜΗ ΗΡΕΜΙΑΣ 10,66m
ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΤΛΗΣΗΣ 47,95m
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΗΣΗΣ 100m³/h

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΛ. 1 100

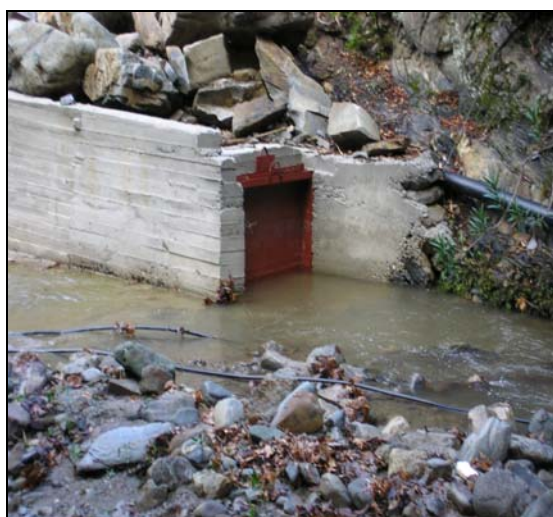


Σχήμα 3.2 Υδρολογικά & γεωτεχνικά στοιχεία γεώτρησης

Στο σχήμα 3.2 βλέπουμε τα στοιχεία της γεώτρησης , τους υπευθύνους που την κατασκεύασαν, τον τύπο του γεωτρήπανου, τις στάθμες άντλησης και ηρεμίας, την παροχή άντλησης, το βάθος που έφτασαν κατά την διάτρηση και την τελική σωλήνωση, το βάθος που τοποθετήθηκαν οι τυφλές σωληνώσεις και οι σωληνώσεις με τα φίλτρα όπως και πόσες ίντσες είναι οι σωλήνες. Τέλος βλέπουμε τα lithολογικά πετρώματα που βρέθηκαν και η ημερομηνία πρώτης λειτουργίας άντλησης.

3.3 Ποταμός Σεμπρωνιώτης (περιοχή Λαχιανά)

Στην υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Σεμπρωνιώτη, (περιοχή Λαχιανά) βρίσκεται η υδρομάστευση . Από εδώ τροφοδοτούνται με ύδρευση σχεδόν όλα τα χωριά του Δήμου Βουκολιών. Το νερό συλλέγεται από το ποτάμι μ' ένα έργο σύλληψης (υδρομάστευση) [εικόνα 3,10] και στην συνέχεια περνάει από κλειστές δεξαμενές [εικόνα 3,12 όπου κατακαθίζουν τα ιζήματα και έπειτα συνεχίζει σε μια δεύτερη δεξαμενή [εικόνα 3,13 & 3,14] όπου γίνεται το δεύτερο στάδιο καθίζησης. Μετά από εκεί πάει στην δεξαμενή που γίνεται η απολύμανση (χλωρίωση) και η διαμονή στο δίκτυο. Το έργο αυτό λειτουργεί από το 2004 έως και σήμερα, και έχει κατασκευαστεί από τον Δήμο Βουκολιών για να τροφοδοτεί τα χωριά που έχουν ανάγκη.



Εικόνα 3.10

Εικόνα 3.11

Οι εικόνες 3,10 & 3,11 μας δείχνουν την αρχή της υδρομάστευσης όπου το νερό και οδηγείται στην είσοδο του αγωγού που καταλήγει στις πρώτες δεξαμενές.



Εικόνα 3.12 Δεξαμενές καθίζησης



Εικόνα 3.13 Δεξαμενές καθίζησης



Εικόνα 3.14 Δεξαμενές καθίζησης

Στις εικόνες 3.12, 3.13, 3.14, που βλέπουμε πιο πάνω είναι οι δεξαμενές όπου καταλήγει το νερό από το ποτάμι για να κατακαθίζονται τα μεγάλα ιζήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Υλικά και μέθοδοι

4.1.1 Γενικά

Ως δειγματοληψία νοούνται όλες οι διαδικασίες επιλογής, συλλογής, διατήρησης και μεταφοράς προς ανάλυση μιας ενδεικτικής ποσότητας ενός υλικού. Η ποσότητα αυτή (δείγμα) πρέπει να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά του προς ανάλυση υλικού και να επιτρέπει την αναγωγή των παραμέτρων που θα προσδιοριστούν στο δείγμα. Πριν την δειγματοληψία μελετάται το υλικό που πρόκειται να αναλυθεί, καθορίζονται οι απαιτούμενοι προσδιορισμοί που επιλέγονται οι ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν ως δείγμα. Η αντιπροσωπευτικότητα εξασφαλίζεται με επιλογή των κατάλληλων σημείων και του χρόνου δειγματοληψίας και της συχνότητας συλλογής δειγμάτων. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων πρέπει να είναι κατά το δυνατόν επαναλήψιμα, για αυτό το σημείο δειγματοληψίας σε υδάτινους αποδέκτες πρέπει να ορίζονται σε σχέση με σταθερά σημεία ή να προσδιορίζονται και να σημειώνονται.

Η συλλογή δειγμάτων από λίμνες παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, κατά τη διάρκεια της ημέρας και του έτους, απαιτεί συνήθως ειδική μελέτη για τον καθορισμό σημείων δειγματοληψίας και τη συχνότητα συλλογής δειγμάτων.

Βασική αρχή για την συλλογή δειγμάτων από επιφανειακούς αποδέκτες, είναι η δειγματοληψία από σημεία όπου το νερό του αποδέκτη έχει πλήρως αναμιχθεί με νερό πλευρικών εκβολών ή παραπόταμων, εκτός αν ο σκοπός της δειγματοληψίας είναι να προσδιοριστεί η τοπική επίδραση μιας εκβολής στο κυρίως υδατόρευμα.

Η συλλογή δειγμάτων από λίμνες δεν πρέπει να γίνεται κοντά στην εκβολή των ποταμών ή χειμάρρων ή στάσιμα νερά. Η συλλογή δειγμάτων σε λίμνες πρέπει να γίνεται σε διάφορα βάθη, δεδομένου ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα χαρακτηριστικά του νερού αυξανόμενου του βάθους.

4.1.2 Βασικοί κανόνες δειγματοληψίας

Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό και να αντιστοιχεί στις συνηθισμένες συνθήκες του προς ανάλυση υλικού. Η συλλογή και μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση χαρακτηριστικών του δείγματος και να αποκλείουν την αλλοίωση του. Η συλλογή δειγμάτων νερού γίνεται συνήθως σε επιμελώς καθαρές φιάλες. Αν πρόκειται και για μικροβιολογικές παραμέτρους, το δοχείο δειγματοληψίας πρέπει να είναι αποστειρωμένο. Οι λεπτομέρειες δειγματοληψίας διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

4.1.3 Δειγματοληψία πόσιμου νερού

Η λήψη των δειγμάτων πόσιμου νερού μπορεί να γίνει από πηγάδια, πηγές υδρογεωτρήσης ποταμούς και από διάφορα σημεία επεξεργασίας του πόσιμου νερού και από το δίκτυο διανομής. Η λήψη του δείγματος πρέπει να είναι τυχαία και τα σημεία του δικτύου πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικά του δικτύου. Έτσι πρέπει να λαμβάνονται δείγματα από τις δεξαμενές παροχής και από τα τελικά σημεία των δικτύων όπου πολλές φορές συγκεντρώνεται στάσιμο νερό. Για τη λήψη των δειγμάτων χρησιμοποιούνται φιάλες, συνήθως σκουρόχρωμες, που έχουν πλυθεί και ξεβγαλθεί προσεκτικά με κοινό νερό στην αρχή, με αποσταγμένο νερό μετά και τελικά έχουν αποστειρωθεί σε υγρό κλίβανο στους 121°C για 30 λεπτά ή σε ξηρό κλίβανο για 1ώρα.

Εάν το νερό περιέχει χλώριο χρησιμοποιούνται φιάλες που περιέχουν αναγωγική ουσία σε συγκέντρωση 18 mg/l. Έτσι για κάθε φιάλη 100ml πρέπει να προστίθεται πριν από την αποστείρωση 0.1ml από το 1.8w/v διαλύματος της αναγωγικής ουσίας. Η αναγωγική ουσία ουδετεροποιεί οποιοδήποτε απολυμαντικό και προφυλάσσει από την συνεχιζόμενη αντιμικροβιακή του δράση κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του δείγματος. Έτσι ο αριθμός και τα είδη των μικροοργανισμών που θα μετρηθούν θα αντιπροσωπεύουν τον πραγματικό μικροβιακό πληθυσμό του δείγματος. Εάν το νερό περιέχει χαλκό ή άλλα βαρέα μέταλλα

τότε στις φιάλες προστίθεται EDTA που ελαττώνει την τοξικότητα τους. Αυτό είναι ιδιαίτερα απαραίτητο όταν το νερό βρίσκεται σε συνθήκες μεταφοράς για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 4 ωρών.

Η φιάλη συλλογής του δείγματος διατηρείται κλειστή μέχρι την στιγμή που θα χρησιμοποιηθεί. Αφαιρείται το πώμα με μεγάλη προσοχή για να αποφευχθεί η μόλυνση. Καλόν είναι το πώμα να επικαλύπτεται πριν την αποστείρωση με αλουμινόχαρτο ή λαδόκολλα, το οποίο θα παραμείνει μέχρι το τέλος των μικροβιολογικών αναλύσεων. Η αποστείρωση της βρύσης με φλόγα δεν θεωρείται από όλους απαραίτητη. Πολλοί θεωρούν ότι η αποστείρωση με φλόγα έχει πολύ περιορισμένο αποτέλεσμα εκτός αν εφαρμοστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα οπότε κινδυνεύει να καταστρέψει την βρύση. Μεγαλύτερο κίνδυνο επιμόλυνσης έχει το δείγμα από τις φλάντζες παρά από τη βρύση αυτή καθαυτή, πλην οριακών καταστάσεων. Αφήνουμε το νερό να τρέξει για 2-3 λεπτά ώστε να έχουμε ομοιογενές δείγμα. Δεν αφήνουμε το νερό να τρέξει σε ειδικές περιπτώσεις που θέλουμε να ελέγξουμε τον αποικισμό σωλήνων ή βρυσών με παθογόνους μικροοργανισμούς, όπως στην περίπτωση δειγματοληψίας για Legionella. Δεν επιτρέπουμε ροή με μεγάλη πίεση για να μην επιμολυνθεί το δείγμα με σταγονίδια.

Εάν στη βρύση έχει προσαρμοσθεί φίλτρο κάθαρσης νερού θα πρέπει να αφαιρείται οπωσδήποτε πριν από τη λήψη. Σε περιπτώσεις πλαστικών βρυσών πρέπει να καθαρίζονται με βαμβακοφόρο στυλέο εμποτισμένο σε διάλυμα 1:10 χλωρίνης εμπορίου. Αφήνεται να δράσει το διάλυμα χλωρίου για 3λεπτά και στη συνέχεια το νερό αφήνεται να τρέξει για 5λεπτά. Έπεται η συλλογή του δείγματος στη φιάλη. Η φιάλη δεν πρέπει να είναι τελείως γεμάτη για να μπορεί να αναδευθεί πριν τη μικροβιολογική ανάλυση (2.5εκ. κενό μέρος τουλάχιστον) και ταχύτητα τοποθετείται το πώμα. Ο όγκος και η ταχύτητα ροής του νερού πρέπει να είναι καθορισμένη και σταθερή. Ο όγκος του δείγματος δεν πρέπει να είναι λιγότερος από 200ml. Για μια ανάλυση ρουτίνας χρειάζονται 250ml δείγματος και για την ανίχνευση παθογόνων βακτηρίων τουλάχιστον 1L δείγματος.

Επί της φιάλης τοποθετείται ετικέτα όπου αναγράφεται η ημερομηνία της δειγματοληψίας, ο τόπος συλλογής, το είδος λήψης και άλλα απαραίτητα στοιχεία. Καλό είναι τα δείγματα να συνοδεύονται από ειδικό δελτίο δειγματοληψίας, στο οποίο αναγράφονται με μεγαλύτερες λεπτομέρειες τα χαρακτηριστικά του δείγματος και οι συνθήκες δειγματοληψίας. Η τοποθέτηση των φιαλών σε φορητό ψυγείο για τη μεταφορά στο εργαστήριο, εάν δεν μπορούν να φτάσουν στο εργαστήριο μέσα σε 1 ώρα, θεωρείται απαραίτητη. Τα δείγματα που φτάνουν στο εργαστήριο τοποθετούνται στο ψυγείο του εργαστηρίου και καλλιεργούνται, αν είναι δυνατόν εντός 4 ωρών. Ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στην δειγματοληψία και την μικροβιολογική ανάλυση δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 4h, και πρέπει να γίνεται προσπάθεια να είναι όσο το δυνατόν μικρότερος, κυρίως ευτροφικά ή πολύ ρυπασμένα δείγματα.

Οι δεξαμενές και οι πυργίσκοι συλλογής νερού εύκολα υπόκεινται σε ρυπάνσεις, για αυτό οι δειγματοληψίες νερού θα πρέπει να γίνονται συχνά από τις βρύσες που υπάρχουν για το λόγο αυτό στις δεξαμενές και τους πυργίσκους. Η δειγματοληψία των επιφανειακών νερών πρέπει να γίνεται σε βάθος 30cm από την επιφάνεια. Τέλος η δειγματοληψία από πηγάδια πρέπει να γίνεται από την κύρια έξοδο πριν από την είσοδο του νερού στην δεξαμενή αποθήκευσης. Το δείγμα πρέπει να λαμβάνεται με αποστειρωμένη φιάλη στην οποία δεν έχει προστεθεί αναγωγική ουσία.

4.1.4 Συχνότητα δειγματοληψιών

Η συχνότητα των δειγματοληψιών σε ένα δίκτυο ύδρευσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η αρχική ποιότητα του νερού στη πηγή, ο τρόπος απολύμανσης, ο όγκος του παρεχόμενου νερού, η ηλικία του δικτύου και το μέγεθος του πληθυσμού που υδρεύεται.

Ειδικά εκπαιδευμένο υγειονομικό προσωπικό θα αποφασίσει κατά περίπτωση. Σε δίκτυα χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα ο αριθμός των δειγματοληψιών νερού ανά έτος εξαρτάται από τον πληθυσμό που αυτό τροφοδοτεί.

4.1.5 Στιγμιαία δείγματα

Με τον όρο “στιγμιαία δείγματα” νοούνται τα δείγματα που συλλέγονται σε μια ορισμένη ώρα και θέση και αντιπροσωπεύουν τη συγκεκριμένη σύνθεση της πηγής, τη στιγμή της δειγματοληψίας. Αν η πηγή θεωρείται ότι έχει συγκεκριμένα και αμετάβλητα χαρακτηριστικά στη διάρκεια του χρόνου τότε μπορούμε να θεωρήσουμε το δείγμα αντιπροσωπευτικό. Αν η πηγή παρουσιάζει διακυμάνσεις στο χρόνο απαιτείται να συλλέγονται στιγμιαία δείγματα, ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα και να αναλύονται, ξεχωριστά. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να έχουμε τη συχνότητα και τη διάρκεια των ημερήσιων διακυμάνσεων. Στη συνέχεια, συλλέγουμε δείγματα ανά χρονικά διαστήματα που αντιστοιχούν στις αναμενόμενες μεταβολές. Όταν η σύσταση των νερών ποικίλλει στο χώρο παρά στο χρόνο, πρέπει να συλλέγεται σειρά δεδομένων από διάφορα σημεία πηγής.

4.2 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

4.2.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία μαζί με το διαλυμένο οξυγόνο αποτελούν τις βασικότερες παραμέτρους που επηρεάζουν τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί μπορούν να ζήσουν σε πολύ συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών, το ξεπέραςμα του οποίου επιφέρει, αρχικά “στρες” και στη συνέχεια το θάνατο. Γι’ αυτό η μέτρηση θερμοκρασίας πρέπει να συνοδεύει κάθε δειγματοληψία, με οποιοδήποτε καλό υδραργυρικό θερμόμετρο Κελσίου. Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι ακόμα απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως αλκαλικότητα, αλατότητα, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, κλπ. Η θερμοκρασία των αποβλήτων που αποχετεύονται στη θάλασσα πρέπει να βρίσκεται σε ορισμένα όρια (25-40), σύμφωνα με τη νομοθεσία που ισχύει στη χώρα μας.

4.2.2 Ολικά στερεά

Ο όρος “στερεά” ή “στερεό υπόλειμμα” αναφέρεται στην περιεκτικότητα ενός δείγματος νερού σε σωματίδια. Η παρουσία στερεών στο νερό επηρεάζει την ποιότητά του. Στο πόσιμο νερό, αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, (θολρότητα, γεύση) ενώ νερά με υψηλή συγκέντρωση στερεών είναι ακατάλληλα για βιομηχανική χρήση, κολύμβηση, κτλ. Τα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν συνήθως μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών, με οργανική ή ανόργανη σύσταση, γι’ αυτό και είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός τους για τον σχεδιασμό συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και τον έλεγχο της καλής λειτουργίας τους.

Τα στερεά ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τα φυσικά, κυρίως, χαρακτηριστικά, όπως το ειδικό βάρος, το μέγεθος κλπ. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ακόλουθες :

- Ολικά στερεά ή ολικό στερεό υπόλειμμα : όλα τα στερεά που παραμένουν μετά από ξήρανση δείγματος νερού, σε θερμοκρασία 105 °C ή 180 °C.
- Καθιζάνοντα στερεά : τα στερεά που καθιζάνουν, σε μια ώρα, σε κώνο Imhoff.
- Αιωρούμενα στερεά : όλα τα σωματίδια που κατακρατούνται σε φίλτρο, με διάμετρο πόρων 1 μ και παραμένουν μετά από ξήρανση του φίλτρου, στους 103–105 °C, για μια ώρα.
- Διαλυμένα στερεά : όλα τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 1 μ, που παραμένουν μετά από εξάτμιση και ξήρανση, στους 180 °C.
- Εξατμιζόμενα στερεά : τα στερεά που εξατμίζονται κατά την αποτέφρωση του δείγματος στους 550±50 °C για 20 λεπτά της ώρας. Στα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα, οι συνήθεις τιμές στερεών είναι : Ολικά στερεά : 700 mg/L Σε βιομηχανικά απόβλητα, η συγκέντρωση των στερεών μπορεί να είναι μεγαλύτερη, όπως στα απόβλητα γαλακτοβιομηχανιών, όπου η συγκέντρωση των ολικών στερεών φθάνει τα 3.300 mg/L ή τα απόβλητα χημικών βιομηχανιών όπου η συγκέντρωση των ολικών στερεών μπορεί να είναι 30.000 mg/L. Σύμφωνα με τη νομοθεσία μας, τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για τη διάθεση των υγρών αποβλήτων στη θάλασσα, είναι : Ολικά διαλυμένα στερεά : 1500 mg/L.

Η μέτρηση του ολικού στερεού υπολείμματος ή των ολικών στερεών γίνεται με εξάτμιση ορισμένης ποσότητας δείγματος, σε ποτήρι ζέσεως, στους 103 – 105^o C ή στους 180^o C. Η διαφορά του απόβαρου του ποτηριού ζέσεως από το μικτό βάρος του ποτηριού ζέσεως και στερεού υπολείμματος, μας δίνουν το βάρος του στερεού υπολείμματος.

4.3 Φυσικά χαρακτηριστικά

4.3.1 pH

Ο όρος pH, εκφράζει την συγκέντρωση υδρογονιόντων, που περιέχει ένα δείγμα και ορίζεται ως η αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, που περιέχει ένα διάλυμα ($-\log[H^+]$) ή ως η αρνητική δύναμη, στην οποία πρέπει να υψωθεί ο αριθμός 10 για να ληφθεί η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, εκφρασμένη σε γραμμόλιτρα ή γραμμάρια ανά λίτρο διαλύματος. Το καθαρό νερό είναι ελάχιστα ιονισμένο και σε κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση υδρογονιόντων και υδροξυλιόντων διέπεται από τη σχέση:

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}, \text{ στους } 25^\circ\text{C και } [H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$$

Όπου $[H^+] =$ η συγκέντρωση υδρογονιόντων, σε moles/L

$[OH^-] =$ η συγκέντρωση υδροξυλιόντων, σε moles/L

Η κλίμακα μέτρησης του pH, είναι από 0 ως 14. Η ουδετερότητα αντιστοιχεί σε pH = 7,0. Τιμές μικρότερες δείχνουν όξινο περιβάλλον (υπεροχή υδρογονιόντων) ενώ τιμές μεγαλύτερες από αλκαλικό περιβάλλον (υπεροχή υδροξυλιόντων). Η μέτρηση του pH, είναι μια από τις σημαντικότερες και βασικότερες μετρήσεις κατά την εξέταση των υδάτων και αποβλήτων. Σε δεδομένη θερμοκρασία, το pH δείχνει πόσο όξινο ή αλκαλικό είναι ένα διάλυμα, ή τον βαθμό ιονισμού του διαλύματος. Με το pH δεν μετράται η οξύτητα ή η αλκαλικότητα του δείγματος, Όμως τιμές pH μεγαλύτερες από 7 δείχνουν μια τάση προς την αλκαλικότητα. Στα νερά φυσικής προέλευσης, το pH κυμαίνεται συνήθως από 6,5 ως 8,5 (χωρίς να αποκλείονται ακραίες τιμές). Σε αυτά τα όρια, πρέπει να βρίσκεται και το pH των λυμάτων και αποβλήτων πριν τη διάθεση τους σε ρέματα και υπονόμους.

4.3.2 Μέθοδος μέτρησης

Το pH μετράται ηλεκτρομετρικά. Ο ηλεκτρομετρικός προσδιορισμός του pH γίνεται με τη χρήση ειδικών οργάνων, γνωστών ως πεχάμετρα. Τα όργανα αυτά είναι συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων με αισθητήριο αποτελούμενο από ηλεκτρόδιο υάλου συνδεδεμένο με ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Προσδιορισμοί στο ύπαιθρο, μπορούν να γίνουν και χρωματομετρικά με τη χρησιμοποίηση δεικτών που αλλάζουν χρώμα σε διαφορετικά πεδία pH. Η σύγκριση του δημιουργούμενου χρώματος με πρότυπη χρωματική κλίμακα δίνει την τιμή του pH.

- Ηλεκτρομετρικός προσδιορισμός

Το pH ενός δείγματος νερού προσδιορίζεται ηλεκτρομετρικά με τη χρήση ειδικού οργάνου, γνωστού ως πεχάμετρο. Το όργανο αυτό αποτελείται από ποτενσιόμετρο, με αισθητήριο από ηλεκτροδίου υάλου και ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Ο ηλεκτρομετρικός προσδιορισμός του pH μπορεί να εφαρμοστεί στα πόσιμα, επιφανειακά, καθώς και σε λύματα και σε βιομηχανικά απόβλητα.

- Δειγματοληψία και συντήρηση δείγματος

Ο προσδιορισμός του pH στα δείγματα, πρέπει να γίνεται κατά προτίμηση αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, η μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατόν από τη στιγμή της δειγματοληψίας. Τα δοχεία δειγματοληψίας γεμίζονται ως απάνω και διατηρούνται σφραγισμένα μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού.

- Παρεμποδιστικές ουσίες και περιορισμοί μεθόδου

Το ηλεκτρόδιο υάλου δεν επηρεάζεται από το χρώμα, τη θολερότητα, τα κολλοειδή διαλύματα, τις αναγωγικές και οξειδωτικές ουσίες, που υπάρχουν στα διαλύματα και την αλατότητα. Η επικάλυψη του ηλεκτροδίου με ελαιώδεις ουσίες ή αιωρούμενα στερεά μπορεί να επηρεάσει την τιμή μέτρησης του pH. Αυτή η επικάλυψη μπορεί να απομακρυνθεί με ελαφρό στέγνωμα ή πλύσιμο με απορροπταντικό και ξέβγαλμα του ηλεκτροδίου με αποσταγμένο νερό. Εφόσον απαιτείται, γίνεται πρόσθετη κατεργασία με έκπλυση του ηλεκτροδίου με διάλυμα HCl (1+9).

Η θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του pH, για αυτό πρέπει να αναφέρεται, πάντα, μαζί με την τιμή του pH και η θερμοκρασία του δείγματος τη στιγμή της μέτρησης. Επειδή η ακρίβεια του οργάνου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του δείγματος, τα πεχάμετρα σκόπιμο είναι να διαθέτουν αντισταθμική διάταξη θερμοκρασίας. Αλλιώς το όργανο θα πρέπει να ρυθμίζεται στη θερμοκρασία του δείγματος.

- Εργαστηριακός εξοπλισμός

Πεχάμετρο εργαστηριακού τύπου ή φορητό για επιτόπιες μετρήσεις πλήρες με ηλεκτρόδιο υάλου και ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι καλομέλανος ή Ag-AgCl ή άλλου τύπου, σταθερού δυναμικού. Τα σύνθετα ηλεκτρόδια περιλαμβάνουν, στο ίδιο στέλεχος, το ηλεκτρόδιο υάλου και το ηλεκτρόδιο αναφοράς, είναι εύκολα στη χρήση και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Αντιδραστήρια ρυθμιστικά διαλύματα. Στο εμπόριο, κυκλοφορούν έτοιμα ρυθμιστικά διαλύματα, σε διάφορα πεδία pH, για τη ρύθμιση του πεχαμέτρου πριν από κάθε μέτρηση pH.

4.3.3 Διαδικασία μέτρησης

Πριν από κάθε μέτρηση, γίνεται βαθμονόμηση του πεχαμέτρου, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η βαθμονόμηση γίνεται σε δύο τουλάχιστον τιμές, μεταξύ των οποίων βρίσκεται το pH του δείγματος οι οποίες απέχουν τρεις ή περισσότερες μονάδες pH μεταξύ τους. Στη συνέχεια τοποθετείται σε μαγνητικό αναδευτήρα ποτήρι ζέσεως, που περιέχει τόση ποσότητα από το δείγμα ή το ρυθμιστικό διάλυμα, ώστε να καλύπτονται τα ευαίσθητα μέρη του ηλεκτροδίου και να είναι δυνατή η κίνηση της μαγνητικής ράβδου. Αν πρόκειται να γίνουν επιτόπιες μετρήσεις, τα ηλεκτρόδια πρέπει να βυθίζονται απευθείας στο νερό σε κατάλληλο βάθος και να κινούνται στο νερό με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται αρκετή κίνηση του υγρού ανάμεσα από τα ευαίσθητα στοιχεία του ηλεκτροδίου. Οι ικανοποιητικές συνθήκες ανάδευσης φαίνονται από τη σταθερότητα της ένδειξης του οργάνου. Αν η θερμοκρασία διαφέρει περισσότερο από 2 °C από την θερμοκρασία των ρυθμιστικών διαλυμάτων, οι τιμές του pH που διαβάζονται στο όργανο πρέπει να διορθωθούν.

Τα περισσότερα σύγχρονα όργανα είναι εφοδιασμένα με αυτόματους εξισορροπητές της θερμοκρασίας. Πριν από κάθε μέτρηση τα ηλεκτρόδια ξεπλένονται με αποσταγμένο νερό και σκουπίζονται μαλακά απορροφητικό χαρτί. Στη συνέχεια, βυθίζονται σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει το δείγμα και τίθεται σε λειτουργία ο μαγνητικός αναδευτήρας. Ο ρυθμός ανάδευσης πρέπει να μην επιτρέπει τη μεταφορά αέρα από την ατμόσφαιρα στο δείγμα (στηγλαίωση).

Σημειώνουμε και καταγράφουμε την τιμή του pH και της θερμοκρασίας του δείγματος. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση διαδοχικά, με νέες ποσότητες δείγματος ωσότου η διαφορά των τιμών να είναι μικρότερη από 0,1 μονάδες pH. Στη συνέχεια το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται με αποσταγμένο νερό, σκουπίζεται μαλακά με απορροφητικό πανί και το ηλεκτρόδιο βυθίζεται σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει ρυθμιστικό διάλυμα 0,7 μονάδων ή σε αποσταγμένο νερό.

- Υπολογισμός: Τα πεχάμετρα μετρούν απευθείας σε μονάδες pH. Το pH εκφράζεται με προσέγγιση 0,1 μονάδες pH και η θερμοκρασία με προσέγγιση 1 °C.

4.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα. Η αγωγιμότητα ενός δείγματος νερού εξαρτάται, κυρίως, από την ολική συγκέντρωση των ιονιζόμενων ουσιών, που περιέχονται στο δείγμα και τη θερμοκρασία, στην οποία έγινε η μέτρηση. Τα περισσότερα ανόργανα οξέα, βάσεις και άλατα π.χ. (HCl, NaCO₃, NaCl κλπ.) που δίστανται στο νερό έχουν μεγάλη αγωγιμότητα ενώ αντίθετα τα οργανικά μόρια έχουν πολύ μικρή αγωγιμότητα. Μονάδα μέτρησης είναι μμhos/cm ή mS/m (1mS/m=10μμhos/cm).

Νερό πρόσφατα αποσταγμένο έχει αγωγιμότητα 0,5-2 μμhos/cm, ενώ μετά από μερικές βδομάδες παραμονής, λόγω απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, η αγωγιμότητα του φθάνει τα 2-4 μμhos/cm. Στα πόσιμα νερά η αγωγιμότητα, συνήθως κυμαίνεται από 500-1500 μμhos/cm ενώ σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα η αγωγιμότητα φθάνει πάνω από 10,000 μμhos/cm.

Η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο για την επίδραση των διαφόρων ιόντων στις χημικές ισορροπίες, τον ρυθμό διάβρωσης των μετάλλων, την ανάπτυξη φυτών και ζώων, κλπ. Επίσης, ως κριτήριο για την απόδοση των ιοντοανταλλακτικών ρητινών ή άλλων συσκευών αποσκλήρυνσης του νερού. Ακόμη η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να γίνει μια γρήγορη εκτίμηση των ημερήσιων διακυμάνσεων των διαλυμένων μεταλλοϊόντων στα απόβλητα των βιομηχανιών. Με ανάλογο τρόπο μπορεί να συσχετιστεί η απαιτούμενη ποσότητα χημικών ουσιών που απαιτείται για την εξουδετέρωση, την κροκίδωση ορισμένων αποβλήτων ή για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των ολικών διαλυμένων στερεών σε ένα δείγμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των συνηθέστερα απαντωμένων ιόντων στο νερό είναι [πίνακας 4.1].

Πίνακας 4.1 Ηλεκτρική αγωγιμότητα ορισμένων ιόντων

ION	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΣΕ μS/cm
ΧΛΩΡΙΟ (Cl ⁻)	2,14
ΝΙΤΡΙΚΑ (NO ₃ ⁻)	1,15
ΔΙΣΣΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (HCO ₃ ⁻)	0,715
ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (CO ₃ ⁻)	2,82
ΘΕΙΙΚΑ (SO ₄ ⁻²)	1,54
ΝΑΤΡΙΟ (Na ⁺)	2,13
ΚΑΛΙΟ (K ⁺)	1,84
ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca ⁺⁺)	2,6
ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg ⁺⁺)	3,82

4.4.1 Αρχή μεθόδου μέτρησης

Μετράται η ειδική αντίσταση ή η ειδική αγωγιμότητα ενός κύβου νερού, ίσου με 1cm³, που βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων πλατίνας ή (καλυμμένων με μαύρο πλατίνας). Ο βαθμός αντίστασης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά αγωγιμων συστατικών του εξεταζόμενου δείγματος. Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικά όργανα γνωστά ως αγωγιμόμετρα. Τα όργανα αυτά μετρούν την αντίσταση του διαλύματος ή την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα αγωγιμόμετρα, συνήθως αποτελούνται από μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος γέφυρα Wheatstone και κύτταρο αγωγιμότητας και δίνουν κατευθείαν τιμή της αγωγιμότητας.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αντίθεση με την αγωγιμότητα των μετάλλων αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, με ρυθμό περίπου 1,9%/^oC. Σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις προέρχονται συνήθως, από τη διαφορετική θερμοκρασία μέτρησης, για αυτό, η

μέτρηση της αγωγιμότητας πρέπει πάντα να πραγματοποιείται σε σταθερή θερμοκρασία συνήθως (20,0 °C) η οποία και να αναγράφεται δίπλα στο αποτέλεσμα της μέτρησης.

4.4.2 Πειραματική διαδικασία

Σε ποτηράκια ζέσεως των 100 ml λαμβάνονταν ικανοποιητική ποσότητα δείγματος ώστε να καλύπτει τον αισθητήρα του ηλεκτροδίου και αναδευόταν συνεχώς με τη βοήθεια μίας διάταξης. Στη συνέχεια σημειώνεται η ένδειξη του οργάνου.

- Αντιδραστήρια

-Απιονισμένο νερό.

Χρησιμοποιείται απιονισμένο νερό που λαμβάνεται από ιοντοανταλλακτική στήλη κατιόντων και ανιόντων. Η ειδική αγωγιμότητα του νερού αυτού πρέπει να είναι μικρότερη από 1 μmhos/cm, στους 20 °C. Το απιονισμένο νερό πρέπει να χρησιμοποιείται αμέσως μόλις διέλθει στη στήλη.

-Πρότυπα διαλύματα χλωριούχου καλίου.

Παρασκευάζονται τρία πρότυπα διαλύματα χλωριούχου καλίου με συγκεντρώσεις 0,1mol/L , 0,01mol/L και 0,001 mol/L σε χλωριούχο κάλιο. Το διάλυμα παρασκευάζεται από αναλυτικώς καθαρό χλωριούχο κάλιο, σε μορφή σκόνης ή μικρών κρυστάλλων, που έχει ξηρανθεί, πριν τη ζύγιση, στους 105 ± 2 °C.

- Εργαστηριακός εξοπλισμός

-Αγωγιμόμετρο.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλοί τύποι αγωγιμόμετρων.τα περισσότερα είναι εφοδιασμένα με διάταξη αυτόματης αντιστάθμισης της θερμοκρασίας, η οποία επιτρέπει την άμεση ανάγνωση, με πολύ καλή προσέγγιση, της ειδικής αντίστασης στη θερμοκρασία αναφοράς. Η περιοχή της θερμοκρασίας για τη οποία η αντιστάθμιση γίνεται αυτόματα.

- Στοιχείο μέτρησης

Το στοιχείο μέτρησης της αγωγιμότητας αποτελείται από δυο ηλεκτρόδια καλυμμένα με πλατίνα, που απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση και βρίσκονται μέσα σε γυάλινη θήκη. Το στοιχείο μέτρησης ξεπλένεται, πολλές φορές με απιονισμένο νερό και μετά τουλάχιστον δύο φορές με το δείγμα που πρόκειται να εξεταστεί. Αν το όργανο δεν διαθέτει διάταξη αυτόματης αντιστάθμισης της θερμοκρασίας, η θερμοκρασία του δείγματος ρυθμίζεται στους $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ και βυθίζεται το στοιχείο του οργάνου στο δείγμα. Στη συνέχεια, γίνονται μετρήσεις, κάθε φορά με νέο δείγμα , ώσπου οι τιμές να μην διαφέρουν περισσότερο από 0,2%.

4.5 Σκληρότητα

Η σκληρότητα του νερού είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του νερού που οφείλεται στην παρουσία διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου δεσμευμένων με ανθρακικά και δισανθρακικά ιόντα σχηματίζοντας τις ενώσεις CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ κλπ. Η σκληρότητα μπορεί να προέλθει και από άλλα κατιόντα, συνήθως όμως, η συμμετοχή τους στη σκληρότητα είναι μικρή και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Όταν αναφερόμαστε στη σκληρότητα τη διακρίνουμε σε ολική, ανθρακική και μη ανθρακική. Η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, ίση με το άθροισμα της ανθρακικής και μη ανθρακικής σκληρότητας. Η ανθρακική σκληρότητα αντιστοιχεί στον παλιότερο όρο “παροδική σκληρότητα” και μη ανθρακική σκληρότητα στον όρο “μόνιμη” ή “παραμένουσα σκληρότητα“. Ο προσδιορισμός της ανθρακικής σκληρότητας γίνεται με τον προσδιορισμό της αλκαλικότητας. Στην περίπτωση που η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, μεγαλύτερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε η αλκαλικότητα εκφράζει την ανθρακική ή παροδική σκληρότητα. Η διαφορά της αλκαλικότητας από την ολική σκληρότητα, εκφράζει τη μη ανθρακική ή μόνιμη σκληρότητα.

Στην περίπτωση που η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή ίση ή μικρότερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε όλη η ολική σκληρότητα αναφέρεται ως ανθρακική σκληρότητα και δεν υπάρχει μη ανθρακική σκληρότητα.

Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι: mg/L CaCO₃, mmole/L και meq/L αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί.

Η σκληρότητα του νερού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, από μηδενική ως αρκετές εκατοντάδες mg/L CaCO₃, ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που έχει υποστεί. Η σκληρότητα των φυσικών νερών οφείλεται στη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό.

4.5.1 Μέθοδοι προσδιορισμού

Δύο μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό της σκληρότητας στοιχειομετρικά, αφού προσδιοριστούν ξεχωριστά οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου. Η δεύτερη μέθοδος είναι ογκομετρική και βασίζεται στην από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από τη χημική ένωση E.D.T.A.

- Προσδιορισμός με τη μέθοδο EDTA

-Αρχή μεθόδου

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας με αυτή τη μέθοδο βασίζεται στην, από κοινού δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από το δινάτριο άλας του αιθυλενο-διαμινο-τετραοξικού οξέος (EDTA) σε αλκαλικό περιβάλλον (pH:10± 0,1),παρουσία δείκτη Eriochrome Black T.

4.5.2 Πειραματική διαδικασία

Βάζουμε σε μία κωνική φιάλη των 250 ml, 25 ml από το δείγμα μας και προσθέτουμε μία ταμπλέτα δείκτη EBT (Eriochrome Black T) και 1 ml NH₃. Κατόπιν ογκομετρούμε με EDTA μέχρι την αλλαγή του χρώματος. Η σκληρότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\frac{A \cdot B \cdot 1000}{\text{ml δείγματος}}$$

όπου : A είναι τα ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν
B είναι τα mg του CaCO₃ που περιέχονται σε 1ml διαλύματος EDTA.

- Παρεμποδιστικές ουσίες στη μέτρηση

Ιόντα αργιλίου, χαλκού, σιδήρου, μολύβδου, μαγγανίου και ψευδαργύρου μπορεί να επηρεάσουν το αποτέλεσμα δίνοντας θετικό σφάλμα στη μέτρηση ή καθιστώντας δυσδιάκριτο το τελικό σημείο στην τιτλοδότηση [πίνακας 4.2]. Τα μεταλλικά αυτά ιόντα επηρεάζουν τον προσδιορισμό, αν οι συγκεντρώσεις τους υπερβαίνουν τις παρακάτω τιμές :

Πίνακας 4.2

Al	20 mg/L
Pb	10 mg/L
Fe	2 mg/L
Cu	10 mg/L
Mn	0.5 mg/L
Zn	100 mg/L

Επίσης, τα φωσφορικά και ανθρακικά ιόντα, σε αλκαλικό περιβάλλον, μπορεί να καταβυθίζουν το ασβέστιο και έτσι επηρεάζουν το αποτέλεσμα με αρνητικό σφάλμα. Αντίθετα, τα πολυφωσφορικά ιόντα, σε συγκέντρωση ως 5 mg/L, δεν επηρεάζουν την

μέτρηση. Με την προσθήκη, περίπου 250 mg κυανούχου νατρίου, στην ογκομετρική ποσότητα του δείγματος, ο επηρεασμός από ιόντα σιδήρου σε συγκεντρώσεις ως 30 mg/L μπορεί να αποκλειστεί. Σε δείγματα που περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις από μεταλλοϊόντα, συνιστάται να μην χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος και να χρησιμοποιείται η υπολογιστική μέθοδος για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Κατά την εκτέλεση της ανάλυσης, το pH δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή, γιατί επηρεάζεται το χρώμα του δείκτη και εμποδίζεται η μέτρηση.

- Αντιδραστήρια, Ρυθμιστικό διάλυμα

- Δείκτης ERIOCHROME BLACK T
- Δείκτης ΕΡΥΘΡΟ ΤΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ
- Πρότυπο διάλυμα ασβεστίου 0,01 mol/L
- Διάλυμα EDTA 0,01 M ERIOCHROME BLACK T__

4.6 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%)

-Γενικά

Η συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η πίεση, η ηλιοφάνεια, ο κυματισμός, τα ρεύματα, η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και οργανικές ουσίες, το περιεχόμενο σε μικροοργανισμούς κ.ά. Από τους παράγοντες αυτούς, εκείνοι που επηρεάζουν περισσότερο την διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό, είναι :

- η θερμοκρασία (αυξανόμενης της θερμοκρασίας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως),

- η αλατότητα (αυξανόμενης της αλατότητας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και 35 αντιστρόφως) και

- η πίεση (αυξανόμενης της πίεσης μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου και αντιστρόφως).

Έτσι, κάτω από δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας, αλατότητας και πίεσης η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι συγκεκριμένη και εφόσον δεν υπάρχουν άλλοι παράγοντες μπορεί να υπολογιστεί ή να βρεθεί από πίνακες. Η τιμή αυτή, αντιστοιχεί στην τιμή κορεσμού του νερού σε οξυγόνο και αποτελεί μέτρο για την κατάσταση των επιφανειακών υδάτων. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να μειώσουν την περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο (σε σχέση με την τιμή κορεσμού), όπως οι οργανικές ουσίες από λύματα ή απόβλητα που για την αποσύνθεσή τους (από αερόβιους μικροοργανισμούς) απαιτούν την κατανάλωση οξυγόνου. Αντίθετα, πρόσδεση οξυγόνου στο νερό γίνεται από τους φωτοσυνθέτοντες οργανισμούς, όπως είναι τα μικροφύκη και τα υδρόβια φυτά.

Πολλές φορές μάλιστα σε συνθήκες ευτροφισμού, παρατηρείται το φαινόμενο, την ημέρα να υπάρχει υπερκορεσμός σε οξυγόνο ενώ τη νύκτα και ιδιαίτερα τις πρώτες πρωινές ώρες να παρατηρείται σημαντική μείωση του οξυγόνου (σχέση με την τιμή κορεσμού) που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φθάσει το επίπεδο ανοξίας. Το φαινόμενο αυτό συναντάται ιδιαίτερα σε λίμνες και κλειστούς κόλπους. Συνεπώς, από μόνη της η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, δεν μπορεί να αξιολογηθεί, παρά μόνο εφόσον συνοδεύεται από μέτρηση της θερμοκρασίας και της αλατότητας (στα θαλασσινά νερά).

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία στη χώρα μας, τα πόσιμα νερά πρέπει να έχουν διαλυμένο οξυγόνο με τιμή 75 % τουλάχιστον της τιμής κορεσμού, στα νερά κολύμβησης το διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι 80-120 % της τιμής κορεσμού ενώ στα γλυκά νερά, στα οποία διαβιούν πέστροφες και άλλα είδη της οικογένειας των σαλμονιδών, το διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο 50 % των εξετασθέντων δειγμάτων μεγαλύτερο από 9 και στο 100 % των δειγμάτων μεγαλύτερο από 6.

4.6.1 Πειραματική διαδικασία

Δύο είναι οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου στα φυσικά νερά και απόβλητα :

η ιωδομετρική μέθοδος, γνωστή και ως μέθοδος Winkler, με τις τροποποιήσεις της και η ηλεκτροχημική μέθοδος, με τη χρήση ηλεκτροδίων.

Στις λίμνες και τη θάλασσα, το διαλυμένο οξυγόνο μεταβάλλεται, κατά τη διάρκεια της ημέρας, λόγω της φωτοσύνθεσης και άλλων βιολογικών διεργασιών. Για να αποκτηθεί μια σωστή εικόνα της κατάστασης του υδάτινου αποδέκτη, είναι απαραίτητο να συλλέγονται δείγματα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές και σε διαφορετικά βάθη.

Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει να γίνεται αμέσως. Διατήρηση δείγματος δεν είναι δυνατή. Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει, πάντα, να συνοδεύεται από την ταυτόχρονη μέτρηση της θερμοκρασίας του δείγματος νερού ώστε να μπορεί να υπολογιστεί, στη συνέχεια, ο βαθμός κορεσμού του δείγματος στη συγκεκριμένη θερμοκρασία. Η δειγματοληψία για το προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου γίνεται με ειδικούς δειγματολήπτες που διαθέτουν ενσωματωμένο θερμόμετρο.

Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου έγινε με την Ηλεκτροχημική μέθοδο. Το όργανο που χρησιμοποιήσαμε λέγεται Οξυγονόμετρο, και είναι το ίδιο που χρησιμοποιήσαμε για τη μέτρηση του pH και της αγωγιμότητας, μόνο που τοποθετούσαμε το κατάλληλο ηλεκτρόδιο κάθε φορά. Το ηλεκτρόδιο οξυγόνου αποτελείται από ένα σύστημα ηλεκτροδίου με άνοδο και κάθοδο, διαχωριζόμενο από το δείγμα με μια μεμβράνη, διαπερατή στο οξυγόνο. Αρχικά ρυθμίζουμε το όργανο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή με αποσταγμένο νερό. Βαθμονομούμε το οξυγονόμετρο πριν από κάθε μέτρηση και στη συνέχεια καταβυθίζουμε το ηλεκτρόδιο του οξυγονομέτρου, ανακινώντας το ελαφρά μέσα στο νερό, ώστε να ληφθεί γρηγορότερα η μέτρηση. Καταγράφουμε την ένδειξη DO μαζί και τη θερμοκρασία.

4.7 Νιτρικά ιόντα (NO₃-N)

-Γενικά

Τα νιτρικά ιόντα αποτελούν το τελικό στάδιο οξειδωσης των αζωτούχων ενώσεων:



Στα επιφανειακά υπόγεια νερά, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι συνήθως μικρές. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, είναι δείκτης ρύπανσης των υδάτων από λιπάσματα ή λύματα και απόβλητα. Τα ανεπεξέργαστα λύματα δεν περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών, γιατί το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου που βρίσκεται δεσμευμένο σε οργανικές ενώσεις . αντίθετα, τα επεξεργαζόμενα λύματα περιέχουν συνήθως, υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ως αποτέλεσμα του παρατεταμένου αερισμού που οδηγεί στην νιτροποίηση των ενώσεων. Η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση των νιτρικών στο πόσιμο είναι 50 mg/L, στα απόβλητα που διαθέτονται στα ρέματα (ΕΥΔΑΠ) 4 mg/L.

4.7.1 Πειραματική διαδικασία

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε νιτρικά ιόντα, χρησιμοποιήθηκε το spectroquant Nitrate test (1.09713.0001) της Merck με εύρος μέτρησης 0,10-25,0 mg/l NO₃ - -N. Με την πλαστική σύριγγα, που περιέχεται μέσα στο test, μεταφέρονται 4 ml από το αντιδραστήριο NO₃-1 μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολούθως, προστίθενται στο δοκιμαστικό σωλήνα 0,5 ml δείγματος και 0,5 ml από το αντιδραστήριο NO₃-2 με πιπέτα ακριβείας. Βιδώνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας και ανακινείται με προσοχή γιατί το περιεχόμενο του ζεσταίνεται αρκετά . Αφήνουμε το δοκιμαστικό σωλήνα για 10 λεπτά σε ηρεμία ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Μετά το πέρας των 10 λεπτών, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο

διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Επιπροσθέτως, τυχόν αιωρούμενα που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο δείγμα πρέπει να διαλύονται ή να απομακρύνονται με κατάλληλη μέθοδο.

Κατά τη μέτρηση, τα φιαλίδια πρέπει να είναι καθαρά ή να καθαρίζονται με στεγνό, καθαρό πανί. Δείγματα στα οποία διακρίνεται θολερότητα, τα αποτελέσματα της μέτρησης δεν είναι αξιόπιστα. Ο χρωματισμός στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης παραμένει σταθερός για 30 λεπτά αλλά η μέτρηση πρέπει να γίνεται αυστηρά στα 10 λεπτά.

4.8 Φώσφορος (PO₄-P)

Γενικά

Στα επιφανειακά νερά και απόβλητα απαντάται σε πολλές μορφές, πιο συχνά με τη μορφή ορθοφωσφορικών και πολυφωσφορικών ιόντων, ως οργανικός φώσφορος, δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις. Η παρουσία του φωσφόρου στα επιφανειακά νερά, οφείλεται σε πολλές πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρημένα σε σημαντικές ποσότητες φωσφόρους. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, δεν δεσμεύονται ποσοτικά από τα φυτά ή το έδαφος και έτσι οι εκπλύσεις εδαφών περιέχουν και αυτές σημαντικά φορτία φωσφόρου. Ο οργανικός φώσφορος δημιουργείται κυρίως από βιολογικές διαδικασίες. Ο οργανικός φώσφορος περιέχεται στα περιττώματα και υπολείμματα τροφών και συνεπώς και σε λύματα. Φώσφορος υπάρχει ακόμα, στα ιζήματα λιμνών λιμνοθαλασσών και κλειστών κόλπων και στη βιολογική ιλύ.

Ο φώσφορος είναι το βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των οργανισμών και η έλλειψη του μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής, σε μια υδατική μάζα. Σε περιπτώσεις όπου οι φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας η διοχέτευση επεξεργασμένων ή ανεπεξεργαστων λυμάτων, κτηνοτροφικών αποβλήτων, εκπλύσεων γεωργικών εδαφών ή ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει την υπέρμετρη ανάπτυξη φωτοσυνθετικών, υδρόβιων φυκιών ή μακρόφυτων που με τη σειρά του προκαλούν ευτροφισμό. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο των φωσφορικών στο επιφανειακό νερό σύμφωνα με τη νομοθεσία είναι 0,4-0,7 mg/l.

4.8.1 Πειραματική διαδικασία

Κατά τη διαδικασία μέτρησης, προστίθεται 5,0 ml δείγμα, με τη χρήση πιπέτας, σε κάθε φιαλίδιο και στη συνέχεια 5 σταγόνες του αντιδραστήριου P-1A σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολουθεί ανάδευση σε αναδευτήρα (Minishaker MS2, IKA WORKS). Κατόπιν προστίθεται 1 δόση του αντιδραστήριου P-2A με μικροκουταλάκι. Ακολουθεί έντονη ανάδευση έως ότου διαλυθεί το ίζημα. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 5 λεπτά. Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη

γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Δείγματα που περιέχουν $\text{Cl}^- > 1000 \text{ mg/l}$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό. Το εύρος του test είναι $0,05-3,00 \text{ mg/L PO}_4\text{-P}$. Για την διασφάλιση της ποσότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με $0,80 \text{ mg/l PO}_4\text{-P}$ (Spectroquant Combicheck 10) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης, χειρισμός) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

4.9 Χλωριόντα (Cl^-)

Γενικά

Το χλώριο υπό μορφή χλωριόντων, αποτελεί ένα από τα βασικά ανιόντα των υδάτων και αποβλήτων. Στα φυσικά επιφανειακά νερά, η συγκέντρωση χλωριόντων διαφέρει και εξαρτάται κυρίως από τη χημική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό. Στη χώρα μας σε πολλές περιοχές παρατηρούνται υψηλές τιμές χλωριόντων στα υπόγεια νερά. Υψηλές τιμές χλωριόντων παρατηρούνται και σε όλα σχεδόν τα υπόγεια νερά των παράκτιων περιοχών, λόγω των υπεραντλήσεων και της προέλασης του θαλάσσιου μετώπου. Στα αστικά λύματα, η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι υψηλότερη από εκείνη των πόσιμων νερών γιατί κατά τη χρήση του από τον άνθρωπο, το νερό επιβαρύνεται με άλατα και κυρίως με χλωριούχο νάτριο.

4.9.1 Πειραματική διαδικασία (Μέθοδος Mohr)

Σε ουδέτερο ή αλκαλικό περιβάλλον $\text{pH}(8.3)$ και παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου, γίνεται ποσοτική καταβύθιση των χλωριόντων, σε σχηματισμό χλωριούχου αργύρου και χρωμικού αργύρου. Ο χλωριούχος άργυρος έχει καταβυθιστεί ποσοτικά όταν αρχίζει να εμφανίζεται το κόκκινο χρώμα του χρωμικού αργύρου. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε νερά και απόβλητα με συγκεντρώσεις χλωριόντων από $1,5$ ως 100 mg/L Cl^- .

Βάζουμε σε μια κωνική φιάλη των 250 ml , 25 ml από το δείγμα μας και προσθέτουμε 2 ml KCr_2 . Μετά ξεπλένουμε την προχοϊδα με απιονισμένο νερό και στη συνέχεια τη γεμίζουμε με AgNO_3 . Στη συνέχεια ογκομετρούμε έως ότου το κίτρινο χρώμα να πάρει μια ελαφριά απόχρωση προς το κεραμιδί. Η συγκέντρωση των χλωριόντων υπολογίζεται από τη σχέση :

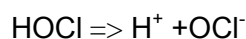
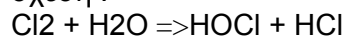
$$\frac{(A - B) * N * 35450}{\text{ml δείγματος}}$$

όπου : A είναι τα ml του διαλύματος AgNO_3 που καταναλώθηκαν στο δείγμα
B είναι τα ml του διαλύματος AgNO_3 που καταναλώθηκαν στο τυφλό
N είναι η κανονικότητα του διαλύματος AgNO_3

4.10 Υπολειμματικό χλώριο

Γενικά

Η συνηθέστερη μέθοδος για την απολύμανση των πόσιμων υδάτων, λυμάτων και αποβλήτων, είναι η χλωρίωση. Η χλωρίωση των υδάτων μπορεί να γίνει με χρήση καθαρού χλωρίου, σε αέρια μορφή ή με ενώσεις του χλωρίου, όπως το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl_2) και το υποχλωριώδες ασβέστιο (Ca(OCl)_2), σε μορφή σκόνης ή διαλύματος. Κατά τη διάλυση του χλωρίου στο νερό, σχηματίζεται υποχλωριώδες οξύ και υδροχλωρικό οξύ. Το υποχλωριώδες οξύ διίσταται σε υδρογονιόντα και υποχλωριώδη ιόντα, σύμφωνα με τη σχέση :



Η πιο δραστική ένωση του χλωρίου είναι το υποχλωριώδες οξύ. Η μικροβιοκτόνος δράση του υποχλωριώδους οξέους οφείλεται, κατ' αρχήν στην ευκολία με την οποία προσεγγίζει τους μικροοργανισμούς που έχουν συνήθως αρνητικά φορτία και στη συνέχεια στην προσβολή των ενζύμων των μικροοργανισμών και παρεμπόδιση του μεταβολισμού τους. Αν το δείγμα περιέχει αμμωνία, τότε το υποχλωριώδες οξύ αντιδρά με την αμμωνία και σχηματίζει μονοχλωραμίνες, διχλωραμίνες ή τριχλωραμίνες, ανάλογα με τις ποσότητες χλωρίου και αμμωνίας που εμπεριέχονται στο δείγμα.

Τα ιόντα Cl_2 , ClO^- , HClO αποτελούν το ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο ενώ η χλωραμίνες αποτελούν το δεσμευμένο υπολειμματικό χλώριο. Για να διαπιστωθεί αν έχει γίνει επαρκής χλωρίωση στο πόσιμο νερό ή τα επεξεργασμένα λύματα, προσδιορίζεται το υπολειμματικό χλώριο. Η τιμή του υπολειμματικού χλωρίου, ανάλογα με την κατηγορία του νερού, πρέπει να βρίσκεται σε κάποια όρια. Στο πόσιμο νερό και τα επεξεργασμένα λύματα και απόβλητα, η συγκέντρωση του ελεύθερου υπολειμματικού χλωρίου, πρέπει να είναι 0,5mg/l.

Στην Ελλάδα, χλωρίωση γίνεται στο πόσιμο νερό όλων των μεγάλων πόλεων καθώς και στα λύματα που υφίστανται βιολογική επεξεργασία και διαθέτονται στη συνέχεια σε επιφανειακούς αποδέκτες. Οι συζητήσεις σχετικά με την αντικατάσταση του χλωρίου ως μέσου απολύμανσης του πόσιμου νερού με άλλα απολυμαντικά μέσα (U.V, O_3 κ.λ.π), οφείλονται στο γεγονός πως οι χλωραμίνες είναι καρκινογόνες ουσίες. Η πιθανότητα να δημιουργηθούν χλωραμίνες υπάρχει, συνήθως, σε επιφανειακά ύδατα που χρησιμοποιούνται και για αποχέτευση αποβλήτων ή στραγγισμάτων από καλλιεργούμενες περιοχές.

4.10.1 Δειγματοληψία και περιορισμοί της μέτρησης

Το υπολειμματικό χλώριο είναι ασταθές στα υδατικά διαλύματα, ιδιαίτερα όταν βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις, για αυτό, ο προσδιορισμός του πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Ιδιαίτερα πρέπει να αποφεύγεται η έκθεση του δείγματος σε δυνατό φως και η έντονη ανάδευση του. Συντήρηση δείγματος δεν είναι δυνατή. Οι λόγοι αυτοί καθιστούν ανέφικτο το αξιόπιστο προσδιορισμό του υπολειμματικού χλωρίου σε λύματα και απόβλητα. Στη συνέχεια, παρατίθενται οι βασικές αρχές μεθόδων για τον εργαστηριακό προσδιορισμό του υπολειμματικού χλωρίου και δεν γίνεται αναλυτική περιγραφή των μεθόδων για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Οι δυσκολίες αξιόπιστου προσδιορισμού του υπολειμματικού χλωρίου στα σημεία δειγματοληψίας μπορούν να υποκατασταθούν με εύχρηστες δοκιμασίες (kits-test), οι οποίες όμως δεν αποτελούν πρότυπη μέθοδο αν και οι αρχές λειτουργίας τους, στις περισσότερες περιπτώσεις, αναφέρονται στις πρότυπες μεθόδους και έχουν γίνει από διάφορους Εθνικούς και Διεθνείς Οργανισμούς ελέγχου υδάτων και αποβλήτων. Η εκτέλεση των δοκιμασιών περιγράφεται στις οδηγίες του κατασκευαστή.

Στη χώρα μας, ο προσδιορισμός του υπολειμματικού χλωρίου στα πόσιμα νερά, λύματα και απόβλητα, παλαιότερα αντιμετωπιζόταν με τη δοκιμασία της ορθοτολουδίνης, που σήμερα έχει καταργηθεί εξαιτίας της τοξικότητας της ουσίας αυτής. Σήμερα, η

νομοθεσία μας προδιαγράφει, για τη μέτρηση του υπολειμματικού χλωρίου, στα πόσιμα νερά την ογκομέτρηση και φασματοφωτομετρία.

4.10.2 Μέθοδοι προσδιορισμού

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό του υπολειμματικού χλωρίου στα νερά, οι περισσότερες υπόκεινται σε σφάλματα από την παρουσία πολλών παρεμποδιστικών ουσιών. Ιδιαίτερα δύσκολος είναι ο προσδιορισμός του υπολειμματικού χλωρίου στα λύματα και απόβλητα όπου η παρουσία οργανικών ενώσεων και οξειδωτικών παραγόντων, επηρεάζει όλες τις χρωματομετρικές μεθόδους. Σύμφωνα με την τελευταία έκδοση της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Δημόσιας Υγείας οι προτεινόμενες μέθοδοι, είναι:

Η ιωδομετρική μέθοδος είναι χρωματομετρική μέθοδος.

Η αμπερομετρική μέθοδος είναι ευαίσθητη μέθοδος.

Η μέθοδος DPD είναι χρωματομετρική μέθοδος.

Η μέθοδος FACTS.

4.10.3 Διαδικασία μέτρησης

4.10.4 Έλεγχος ελεύθερου χλωρίου

Προστίθεται ορισμένη ποσότητα σκόνης ή διαλύματος ή μια ταμπλέτα σύνθετου αντιδραστήριου, στα ειδικά ογκομετρημένα δοχεία του kit-test. Το δοχείο συμπληρώνεται με το εξεταζόμενο δείγμα έως τη χαραγή και αναδεύεται. Παρουσία ελεύθερου χλωρίου, το διάλυμα χρωματίζεται κόκκινο. Η ένταση του δημιουργούμενου χρώματος, είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του ελεύθερου χλωρίου. Το χρώμα του διαλύματος, συγκρίνεται με τη χρωματομετρική κλίμακα που διαθέτει το χρησιμοποιούμενο kit-test. Η κλίμακα αυτή, συνήθως, είναι φτιαγμένη από σκληρό πλαστικό και έχει σχήμα δίσκου ή πλακέτας.

4.10.5 Έλεγχος ολικού χλωρίου

Στο ίδιο ογκομετρικό δοχείο, όπου έγινε η μέτρηση του ελεύθερου χλωρίου, προσθέτονται ορισμένες σταγόνες διαλύματος ή ορισμένη ποσότητα σκόνης ή μια ταμπλέτα ιωδιούχου καλίου. Τα ιόντα ιωδίου δρουν ως καταλύτης στις δεσμευμένες ενώσεις του χλωρίου (μονοχλωραμίνες ή διχλωραμίνες) που διασπώνται σε ελεύθερο χλώριο και έτσι αναπτύσσεται κόκκινο χρώμα στο διάλυμα. Η μέτρηση του χρώματος γίνεται όπως περιγράφηκε στο ελεύθερο χλώριο.

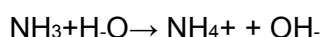
4.10.6 Υπολογισμός

Στα περισσότερα kit-test, η ένδειξη του ελεύθερου και του ολικού χλωρίου δίνεται κατευθείαν στην χρωματομετρική κλίμακα ή το φωτόμετρο. Η συγκέντρωση του δεσμευμένου χλωρίου προκύπτει από τη διαφορά του ελεύθερου χλωρίου από το ολικό χλώριο.

4.11 Αμμωνιακό Άζωτο (NH₄⁺ - N)

Γενικά

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό μορφή αμμωνιακών ιόντων (NH₃), ανάλογα με το pH και τη θερμοκρασία του διαλύματος, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση ισορροπίας:



Σε αλκαλικό περιβάλλον, η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά, ενώ σε όξινο περιβάλλον προς τα αριστερά. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία, η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά και αντίστροφα. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση ιόντων αμμωνίου, είναι 0,5 mg/L ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα γλυκά νερά για την διαβίωση της πέστροφας και ειδών της οικογένειας των Σαλμονίδων και Κυπρινίδων, είναι 0,025 mg/L. Στα απόβλητα που εκβάλλουν στα

επιφανειακά νερά, η τιμή της ολικής αμμωνίας, δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 15 mg/L.

4.11.1 Πειραματική διαδικασία

Κατά τη διαδικασία μέτρησης με το Ammonium reagent test MERCK 14752, με χρήση σιφωνίου λαμβάνονται 5,0ml του εξεταζόμενου δείγματος σε δοκιμαστικό σωλήνα. Προστίθεται με τη βοήθεια ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας 0,6 ml του αντιδραστήριου NH₄- 1B και ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδεύεται σε αναδευτήρα (Minishaker MS2, IKA WORKS). Προστίθεται μια δόση του αντιδραστήριου NH₄-2B και ακολουθεί ανάδευση για να διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο. Ο σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για 5 λεπτά. Κατόπιν προστίθεται 4 δόσεις(σταγόνες) του αντιδραστήριου NH₄-3B και ακολουθεί ανάδευση. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για ακόμη 5 λεπτά.

Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

Το εύρος του test είναι 0,05-3,00mg/L NH₄+ -N.

Ο χρωματισμός στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης παραμένει σταθερός για 60 λεπτά αλλά η μέτρηση πρέπει να γίνεται αυστηρά στα 15 λεπτά.

4.12 Θεϊικά ιόντα (SO₄)

Γενικά

Η παρουσία θεϊκών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, μπορεί να προέρχεται από την γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων τα οποία διέρχεται το νερό ή από ορισμένες χρήσεις από τον άνθρωπο. Η συγκέντρωση των θεϊκών ιόντων στα φυσικά νερά, παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχονται και το είδος και την ένταση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Ο έλεγχος των θεϊκών ιόντων στο νερό έχει μεγάλη σημασία γιατί έχει βρεθεί ότι τα θειικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν καθαριστική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, γι' αυτό και το ανώτερο επιτρεπτό όριο θεϊκών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 250 mg/l.

4.12.1 Πειραματική διαδικασία

Παίρνεται από το δείγμα όγκος 2,5 ml με ένα σιφόνι και το αδειάζεται σε ένα κενό φιαλίδιο. Στη συνέχεια προστίθεται 2 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO₄-1 και ανακινείται το φιαλίδιο. Μετά μπαίνει 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο SO₄-2 και αφού αναδευτεί, αφήνεται στο υδατόλουτρο για 5 min στους 40 0C. Μετά το τέλος των 5 min προστίθεται 2,5 ml από το αντιδραστήριο SO₄-3 και αναδεύεται. Στη συνέχεια φιλτράρεται όλο το περιεχόμενο του φιαλιδίου με απλό ηθμό σε άλλο φιαλίδιο. Προστίθεται 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO₄-4 και το αναδευται. Αφήνεται το φιαλίδιο στο υδατόλουτρο για άλλα 7 min στους 40 0C. Μετά το πέρας του χρόνου επώασης μετριέται το δείγμα στο φωτόμετρο με τη βοήθεια κυψελίδας.

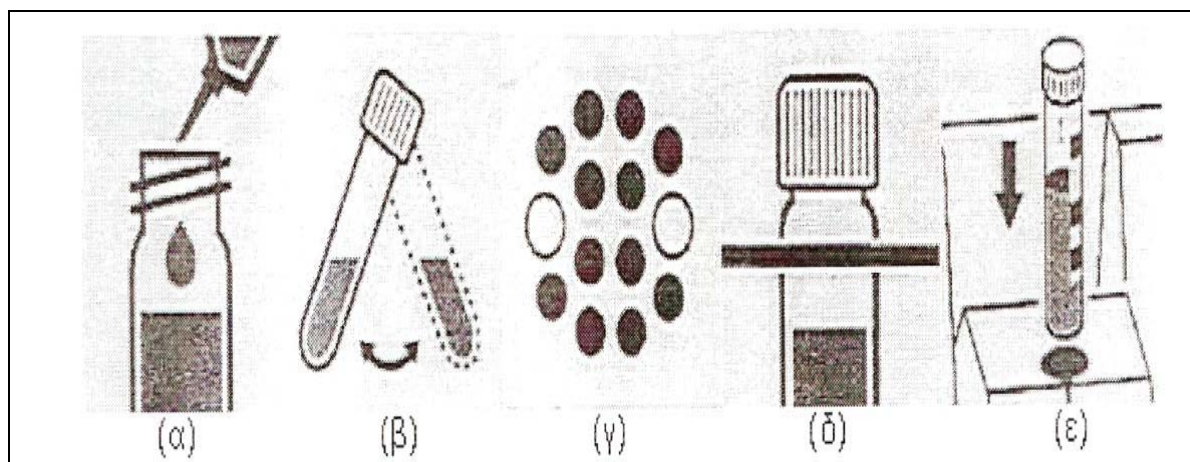
Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (auto selector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του auto selector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου.

Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος του test είναι 25-300 mg/l SO₄. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

4.13 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD, Chemical Oxygen Demand)

4.13.1 Πειραματική διαδικασία

Για τη μέτρηση του COD χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit. Στις δειγματοληψίες χρησιμοποιήθηκε το COD Cell Test MERCK 14540. Κατά τη διαδικασία μέτρησης του COD ακολουθείται η εξής διαδικασία: Προστίθεται στο τυποποιημένο φιαλίδιο, προσεκτικά, με πιπέτα, 3ml δείγματος, βιδώνεται το καπάκι και αναδεύεται καλά εικ(4.1). (Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο γεγονός ότι το φιαλίδιο ζεσταίνεται πολύ κατά την ανάδευση και γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να μην έρθει σε επαφή με το δέρμα).



Εικόνα 4.1 Διαδικασία προετοιμασίας για την μέτρηση του COD.

Στη συνέχεια, το φιαλίδιο τοποθετείται στους 148°C, σε ειδικό θερμοριάκτορα (εικ.4.2) για 120 min. Αφού περάσει η προκαθορισμένη ώρα, βγαίνει από τον θερμοριάκτορα και τοποθετείται στο πλέγμα στήριξης για να κρυώσει.



Εικόνα 4.2 Θερμοαντιδραστήρας

Αφού περάσουν 10 min και το φιαλίδιο είναι χλιαρό, ανακινείται και τοποθετείται ξανά στη πλέγμα στήριξης έως ότου κρυώσει καλά. Για να μετρηθεί το COD χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο MERCK Spectroquant® NOVA 60. Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο και τοποθετούμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή μετά από λίγα δευτερόλεπτα εμφανίζεται στην οθόνη το αποτέλεσμα .

4.14 Μικροβιολογική εξέταση των υδάτων

4.14.1 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου

Μετά από διήθηση του δείγματος υπό κενό, το φίλτρο που χρησιμοποιήθηκε στη διήθηση τοποθετείται σε θρεπτικό υλικό και επωάζεται σε θάλαμο επώασης σταθερής θερμοκρασίας .Απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα: Κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων και ολικών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιήθηκε αντλία κενού, αποστειρωμένα τρυβλία με υπόστρωμα, αποστειρωμένα φίλτρα 47mm - 0,45 μm (Pall GN-6mertica/® Grid), μαγνητική χοάνη διήθησης 300ml, μεταλλική λαβίδα με στρογγυλεμένα άκρα, πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου 1 - 10 ml, ογκομετρικοί κύλινδροι, θάλαμοι επώασης (G®-Cell 075) και (Heraeus kentro UB6) ρυθμισμένοι σε θερμοκρασία 44°C και 37°C αντίστοιχα. Για τα ολικά και κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκε Agar και Membrane Lauryl Sulphate Broth (Lab M 82). Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκε το S/anetz & Bartley Medium (Lab M 166).

4.14.2 Περιγραφή διαδικασίας ανάλυσης μέτρησης

-Αραίωση δειγμάτων.

Ανάλογα με το ιστορικό του κάθε δείγματος γίνεται η ανάλογη αραίωση. Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των ολικών και κοπρανωδών κολοβακτηριδίων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Σε φιάλη Boro τοποθετείται η ποσότητα του Agar και του Membrane Lauryl Sulphate Broth (Lab 82), ανάλογα με την ποσότητα των τρυβλίων που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Το καπάκι του μπουκαλιού τοποθετείται χωρίς να βιδωθεί και το μπουκάλι τοποθετείται στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης για 10 λεπτά. Όταν τελειώσει η λειτουργία του κλιβάνου, το θρεπτικό υλικό μοιράζεται στα αποστειρωμένα τρυβλία. Αφου κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του. Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των εντερόκοκκων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Σε ειδικό μπουκάλι που αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, τοποθετείται ανάλογη ποσότητα του S/anetz & Bartley Medium (Lab 166) με τα τρυβλία που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών

υλικών. Βιδώνεται το καπάκι του μπουκαλιού και τοποθετείται στην θερμαντική πλάκα με ανάδευση έως ότου αρχίσει ο βρασμός και γίνει διαυγές. Στην συνέχεια μοιράζετε στα τρυβλία. Αφού κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του.

- Διήθηση

Η μαγνητική χοάνη προσαρμόζεται στη συσκευή διήθησης. Αποστειρώνουμε με οινόπνευμα την λαβίδα με την οποία τοποθετείται το αποστειρωμένο φίλτρο πάνω στη βάση της μαγνητικής χοάνης. Κατόπιν ανοίγεται η αντλία κενού και διηθείται το δείγμα μας (100ml).

- Επώαση

Τα τρυβλία των ολικών κολοβακτηριδίων (Total Coliforms) τοποθετούνται για 22 – 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C. Τα τρυβλία των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (Faecal Coliforms) τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44 °C. Τέλος, τα τρυβλία των εντερόκοκκων τοποθετούνται για 48 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C.

-Καταμέτρηση αποικιών

Τα ολικά κολοβακτήρια καθώς και τα κοπρανώδη κολοβακτήρια δημιουργούν αποικίες κίτρινου χρώματος, ενώ οι εντερόκοκκοι εμφανίζουν κόκκινο χρώμα.

- Υπολογισμός

Αφού δεν γίνεται καμία αραίωση στα δείγματα το αποτέλεσμα εκφράζεται σε αριθμό αποικιών /100ml (ποσότητα δείγματος που διηθούνταν κάθε φορά).

4.14.3 Δείκτες ρύπανσης του πόσιμου νερού

Η μικροβιακή καταλληλότητα του πόσιμου νερού ελέγχεται με την καταμέτρηση των μικροβιακών δεικτών. Δείκτες αυτοί είναι αλλόχθονοι μικροοργανισμοί οι οποίοι, περνούν παροδικά μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα, προέρχονται συνήθως από το γαστρεντερικό σωλήνα των ανθρώπων ή των ζώων. Η συχνότερα χρησιμοποιούμενη, σήμερα, δείκτες είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή, τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή και οι κοπρανώδης στρεπτόκοκκοι.

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

B. Τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms) έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα κολοβακτηριοειδή αλλά μπορούν να πολλαπλασιαστούν στους 44,5±0,2°C μετά από επώαση 48h (θερμοανθεκτικοί μικροοργανισμοί). Η E.coli είναι το πιο τυπικό είδος της ομάδας των κοπρανωδών κολοβακτηριοειδών που παράγει ινδόλη από την τρυπτοφάνη στους 44,5±0,2°C. Τόσο τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων όσο και οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι βρίσκονται στον γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των άλλων θερμόαιμων ζώων και η παρουσία τους στο νερό υποδεικνύει ρύπανση κοπρανώδους προέλευσης και η πιθανή παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών. Η επιβίωση τους στο νερό ποικίλει από ώρες έως βδομάδες.

Γ. Οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci) είναι Gram-θετικοί, καταλάση-αρνητικοί κόκκοι που απαντούν ανά ζεύγη ή μικρές αλύσους. Από τη σχέση των κοπρανωδών στρεπτοκόκκων προς τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων δυνατόν να ληφθούν πολύτιμες πληροφορίες για την πηγή ρύπανσης. Επειδή ορισμένοι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι προσβάλλουν συγκεκριμένους ξενιστές, για αυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο εντερικός δείκτης για τον έλεγχο της ρύπανσης του νερού αλλά τουλάχιστον 2. Εκτός των ανωτέρων δεικτών, ο συστηματικός προσδιορισμός των αερόβιων και προαιρετικώς αναερόβιων ετερότροφων βακτηρίων στο νερό δίνει σημαντικές πληροφορίες ως προς την σταθερότητα της ποιότητας του.

Τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα στην έντυπη μορφή στην Βιβλιοθήκη του ΤΕΙ Κρήτης

Κεφάλαιο 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οι φυσικοχημικές αναλύσεις των υδάτων της υδρογέωτρησης έδωσαν αποτελέσματα που δείχνουν ότι η ποιότητα τους είναι ικανοποιητική και βρίσκονται εντός των ορίων όπως ορίζει η νομοθεσία για το πόσιμο νερό. Συνεπώς το νερό της περιοχής ενδείκνυται για ύδρευση. Οι επιβαρύνσεις των υδάτων οφείλονται κυρίως στην έντονη αγροτική δραστηριότητα της περιοχής (γεωργική ή ζωική) και στις βιομηχανικές δραστηριότητες (απόβλητα ελαιουργείων).

Γενικά το νερό της γέωτρησης κατά την περίοδο των δειγματοληψιών δεν παρουσίασε σημαντικές μεταβολές στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά και υποθέτουμε ότι με τις συγκεκριμένες υψηλές καταναλώσεις (75555m³ σε 35/μερες Αύγουστος-Σεπτέμβρης) πιθανόν να μην υπάρξει πρόβλημα στη διαθεσιμότητα του.

Στο ποτάμι του Σεμπρωνιώτη η αύξηση της βόσκησης αιγοπροβάτων στην περιοχή έχει δημιουργήσει πρόβλημα στην καταλληλότητα του νερού για ευρεία χρήση. Μετρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις αποικιών ολικών κολοβακτηριοειδών κοπρανών και κολοβακτηριοειδών, και κοπρανών στρεπτόκοκκου. Οι βροχοπτώσεις των προηγούμενων ημερών είναι πιθανόν να προκάλεσαν την υψηλή συγκέντρωση μικροβιακού φορτίου στα δείγματα στις 12/10/2005 και 14/10/2005. Σε αρχείο αναλύσεων που έχει ο Δήμος του νερού από το σημείο της υδρομάστευσης στις 15/3/2005 τα ολικά κολοβακτηριοειδή (total coliforms) βρέθηκαν 56 αποικίες/100ml, κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms) 50 αποικίες/100 ml, κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci) 13 αποικίες/100 ml. Σε μια άλλη στις 27/6/2005 τα ολικά κολοβακτηριοειδή (total coliforms) βρέθηκαν 54 αποικίες/100ml, κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms) 26 αποικίες/100 ml, κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci) 40 αποικίες/100 ml. Από τα στοιχεία αυτά βλέπουμε ότι δεν υπήρχε σε τέτοια έκταση πρόβλημα, σε αντίθεση το πρόβλημα εντοπίζεται όταν υπάρχουν βροχοπτώσεις που το νερό θολώνεται, τα περιττώματα των αιγοπροβάτων από τα γύρω βουνά ξεπλένονται με συνέπεια να καταλήγουν στην υδρομάστευση. Το νερό έπειτα περνάει από δεξαμενές όπου καθιζάνουν τα στερεά ιζήματα αλλά όχι και οι μικροοργανισμοί. Το υπάρχον σύστημα χλωρίωσης του δεν επαρκεί με τόσο μεγάλο μικροβιολογικό φορτίο και θα πρέπει να προσεχθεί η λειτουργία ακόμα περισσότερο από τους υπεύθυνους.

Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι ότι δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι για την διατήρηση της ποιότητάς του ειδικά όσον αφορά τη βακτηριακή ρύπανση. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω έλεγχος πρέπει να είναι τακτικός και να εφαρμόζεται σύστημα χλωρίωσης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Κατά την διάρκεια της μελέτης υπήρχε άμεσα ενημέρωση του υπεύθυνου για τα αποτελέσματα του έλεγχου της ποιότητας του νερού. Την περίοδο που έγινε η αλλαγή δηλ. από το νερό της γέωτρησης που υδρευόταν το χωριό εδώ και δυο δεκαετίες με το νερό από το δίκτυο του δήμου όπου υπάρχει υδρομάστευση στο ποτάμι Σεμπρωνιώτη ενημέρωσα να ξαναγυρίσει το νερό της γέωτρησης στο δίκτυο να υδρεύεται το χωριό και ότι ήταν λάθος αυτή η αλλαγή αφού μόνο καλό δεν έκανε. Αυτό εισακούστηκε και έγινε πραγματικότητα. Έως και σήμερα δεν έχει ξανασυνδεθεί μόνιμα παρά μόνο σε περιπτώσεις βλάβης της γέωτρησης.

Το μόνο πρόβλημα του νερού της γέωτρησης είναι ότι έχει μεγάλα ποσοστά αλάτων, χαρακτηρίζεται πολύ σκληρό νερό. Το πρόβλημα είναι εμφανές στους σωλήνες, ντεπόζιτα νερού, αντιστάσεις πλυντηρίων θερμοσίφωνες . επίσης και σπουδαιότερο πολλοί κάτοικοι του χωριού παρουσιάζουν πέτρες στα νεφρά. Γνωρίζοντας όλα αυτά έχει σαν αποτέλεσμα να αγοράζουν οι περισσότεροι εμφιαλωμένο νερό.

Συμπέρασμα είναι ότι ζούμε σε μια περιοχή με πολλά νερά και πρέπει να προσέξουμε να διατηρήσουμε τόσο την ποιότητα όσο και την ποσότητα τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σταυρουλάκης Γ. Εκπαιδευτικό υλικό 2005. Έλεγχος Ποιότητας Νερού Τ.Ε.Ι Κρήτης Παράρτημα Χανίων, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος
2. Σταυρουλάκης Γ. Μικροβιολογία του Υδάτινου Περιβάλλοντος. Εκπαιδευτικό υλικό.
3. Ζανάκη Κ., 2001. Έλεγχος Ποιότητας Νερού. Εκδόσεις Ίων
4. Συμβούλιο Ε.Ε., Οδηγία 98/83 σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, 1998.
5. Συμβούλιο Ε.Ε., Οδηγία 2000/60, Κοινοτική πολιτική στο τομέα των υδάτων, 2000.
6. «2000/60/EU Οδηγία πλαίσιο για τα νερά», Ημερίδα: Εναρμόνιση με την ελληνική πραγματικότητα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων, Αθήνα 22 Μαΐου 2002.
7. Έντυπα αναλύσεων νερού από Δήμο Βουκολιών
8. Έντυπα γεωτρήσεων Ο.Α.ΔΥ.Κ. Τμήμα γεωτρήσεων

Ιστοσελίδες:

1. <http://triton.chania.teicrete.gr/arxeiapdf>
2. [\[http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/1280002b_e1.htm\]](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/1280002b_e1.htm).
3. [\[http://watersave.gr/site/content/view/20/35/\]](http://watersave.gr/site/content/view/20/35/)
4. <http://blog.e-watershop.gr/?p=69>