



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



<< ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΩΝ ΚΑΙ ΠΗΓΩΝ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ >>



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΥΡΙΟΥ ΜΑΡΙΑ

ΧΑΝΙΑ 2010



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



<< ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΠΑΡΑΠΟΤΑΜΩΝ ΚΑΙ ΠΗΓΩΝ ΤΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ >>

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΥΡΙΟΥ ΜΑΡΙΑ

Επιβλέπων : Δρ. Σταρουλάκης Γεώργιος
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης : Δρ. Κώττη Μελίνα
Καθηγήτρια Εφαρμογών

Παπαφιλίππáκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία Παρουσίασης : Παρασκευή 19 Φεβρουαρίου 2010

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 37

ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του υποέργου με τίτλο «Πολυπαραμετρικό σύστημα ταυτοποίησης συγγένειας υδατικών πόρων σε καρστικές λεκάνες: Λεκάνη απορροής ποταμού Κερίτη (Natura 2000-Χανιά) το οποίο χρηματοδοτείται, μέσω του προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ II - ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ II Μέτρο 2.6.6, κατά 75% από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και κατά 25% από Εθνικούς Πόρους.

Θα ήθελα αρχικά να ευχριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γεώργιο Σταυρουλάκη για την συμπαράσταση και την καθοδήγησή του για την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας, αλλά και για την μεγάλη υπομονή του όλα αυτά τα χρόνια. Τις συμφοιτήτριες και φίλες μου, Κασινά Ζαχαρούλα και Καρπουτζάκη Μαρία για τη πολύτιμη βοήθειά τους, τους φίλους μου Σεχίδη Πάνο και Λιμάκη Γιώργο, καθώς και την οικογένεια μου.

Την εργασία αυτή την αφιερώνω στον ανηψιό μου Ηλία.

Περιεχόμενα	Σελ.
Πρόλογος	6
Σύντομη περιγραφή των κεφαλαίων	7
Κεφάλαιο 1°	8
1.1. Νερό	8
1.2. Ο Κύκλος του Νερού	8
1.3. Προέλευση Πόσιμου Νερού	8
1.4 Το Νερό της Πόλης Χανίων	10
1.5. Το πρόβλημα του νερού και το νέο ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο	10
1.6 Το νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των υδάτινων πόρων	10
Κεφάλαιο 2°	12
2.1. Ρύπανση	12
2.1.1. Πηγές ρύπανσης του νερού	12
2.2.2 Οι δρόμοι της ρύπανσης	13
2.2.3 Επιπτώσεις της ρύπανσης	13
Κεφάλαιο 3°	17
3.1 Υδατικό Δυναμικό Νομού Χανίων	17
3.2 Περιγραφή Περιοχής Μελέτης	18
3.3 Γεωλογική περιγραφή της ευρύτερης περιοχής των Χανίων	19
3.4. Γεωλογία Λεκάνης Αποροής Κερίτη	20
3.5. Λίμνη Αγυιά	21
3.5. Σημεία Δειγματοληψίας	21
3.5.1. Μεσκλά	21
3.5.2. Φουρνές	22
3.5.3. Πατελάρι	22
3.5.4. Αγυιά Σύνολο	23
3.5.5. Αγυιά Υπερχείλιση	24
3.5.6. Κολύμπα	24
3.5.7. Πηγή Καλαμιώνας	25
3.5.8. Πλατανιάς	26
Κεφάλαιο 4°	27
4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού	27
4.1 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	27
4.1.1 Θολρότητα	27
4.1.2 Οσμή	28
4.1.3 Γεύση	28
4.1.4 Χρώμα	28
4.1.5 Θερμοκρασία	28
4.2 Φυσικοχημικές παράμετροι	30
4.2.1 Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)	30
4.2.2 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	30
4.2.3 Σκληρότητα	31
4.2.4 Ολικά στερεά	32
4.3 Ανόργανα συστατικά	32
4.3.1 Αμμωνιακό Άζωτο ($NH_4^+ - N$)	32
4.3.2 Νιτρικό Άζωτο ($NO_3^- - N$)	33
4.3.3 Φωσφορικά PO_4^{3-}	33
4.3.4 Θειικά ιόντα SO_4^{2-}	34
4.3.5.Χλωριόντα Cl^-	34
4.3.6 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%)	34
4.4 Δείκτες οργανικού φορτίου - οργανικά συστατικά	36
4.4.1 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) (Biochemical Oxygen Demand)	36

4.4.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	37
4.5 Μικροβιολογικές παράμετροι	38
4.5.1. Ολικά Κολοβακτήρια (Total coliforms)	39
4.5.2. Escherichia coli (E. coli)	39
4.5.3. Εντερόκοκκος (Streptococcus faecalis)	40
Κεφάλαιο 5°	41
5.1 Διαδικασία και θέσεις δειγματοληψίας	41
5.2 Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης	42
5.2.1 pH και θερμοκρασία	42
5.2.2 Θολρότητα	43
5.2.3 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	44
5.2.4 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%)	44
5.2.5 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	45
5.2.6 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)	47
5.2.7 Αμμωνιακό Άζωτο (NH ₄ ⁺ - N)	49
5.2.8 Νιτρικό Άζωτο (NO ₃ ⁻ - N)	50
5.2.9 Φώσφορος - Φωσφορικά ιόντα (PO ₄ ⁻³)	51
5.2.10 Θειικά ιόντα SO ₄ ⁻²	52
5.2.11 Σκληρότητα	52
5.2.12 Ολικά στερεά	53
5.2.13 Χλωριόντα Cl ⁻	54
5.2.14 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου	55
Κεφάλαιο 6°	58
Αποτελέσματα	58
6.1 Πηγή Μεσκλά	58
6.2 Φουρνές	63
6.3 Πατελάρι	68
6.4 Αγυιά Σύνολο	73
6.5 Αγυιά Υπερχείλιση	78
6.6 Καλαμιώνας	83
6.7 Κολύμπα	88
6.8 Πλατανιάς	93
6.9 Συγκριτικές γραφικές παραστάσεις	98
6.9.1 Συγκριτικές γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης των θειικών ιόντων (SO ₄ ⁻²) (mg/l) και της σκληρότητας (mg/l CaCO ₃) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη.	98
6.9.2 Συγκριτικές γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης χλωριόντων (mg/l) και της συγκέντρωσης της Ηλ. Αγωγιμότητας (μS/cm) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη.	100
6.9.3 Συγκριτικές γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης της Ηλ. Αγωγιμότητας (μS/cm) και της συγκέντρωσης θειικών ιόντων (mg/l) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη.	102
6.9.4. Συγκριτικές γραφικές παραστάσεις όλων των παραμέτρων σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη, καθόλη τη περίοδο της δειγματοληψίας.	104
Κεφάλαιο 7°	113
Συμπεράσματα	113
Βιβλιογραφία	116

Πρόλογος

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση των ποιοτικών παραμέτρων των υδατικών πόρων της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Κερίτη, η συνεχής παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των πηγών καθώς και ο εντοπισμός σημείου ρύπανσης και μόλυνσης των υδατικών πόρων. Με βάση τα αποτελέσματα από τη συγκεκριμένη έρευνα έγινε αξιολόγηση και αξιοποίηση των υδατικών πόρων για άρδευση, ύδρευση και αναψυχή.

Η έρευνα διεξήχθη κατά τη χρονική περίοδο 3/6/2005 – 21/2/2006 στην Υδρολογική λεκάνη του ποταμού Κερίτη.

Πραγματοποιήθηκαν 6 δειγματοληψίες σε αυτό το χρονικό διάστημα, ώστε να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη άποψη για τις μεταβολές των παραμέτρων για όλες τις εποχές του έτους.

Συλλέχθηκαν δείγματα νερού από 8 διαφορετικά σημεία κατά μήκος της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού. Τα σημεία αυτά είναι : τα Μεσκλά, ο Φουρνές, το Πατελάρι, η Αγιά Σύνολο, η Αγιά Υπερχείλιση, ο Καλαμιώνας, η Κολύμπα και ο Πλατανιάς. Στα δείγματα αυτά έγιναν χημικές και ποιοτικές αναλύσεις στις παρακάτω παραμέτρους: pH, Ηλ. Αγωγιμότητα, DO%, DO, BOD, COD, θολρότητα, σκληρότητα, ολικά στερεά, Θειικά ιόντα, NO₃-N, NH₄-N, PO₃-P, Cl⁻, *E coli*, total coliforms, εντερόκοκκοι.

Ο έλεγχος της ποιότητας των επιφανειακών νερών στη υδρολογική λεκάνη του ποταμού Κερίτη στον νομό Χανίων με ανάλυση και συσχέτιση φυσικοχημικών και χημικών παραμέτρων αποτελεί το αντικείμενο της έρευνας που υλοποιείται στα πλαίσια του προγράμματος ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ ΙΙ.

ABSTRACT

Analysis of physical, chemical and microbiological parameters of water resources of hydrologic basin of river Keriti

The aim of present final work is the investigation of qualitative parameters of surface waters of tributaries and river Keriti, the continuous follow-up of qualitative characteristics of sources of water, also the localisation of point and pollution of water resources. With base the results from the particular research we evaluated and developed the water resources for irrigation, water supply and recreation.

The research took place at the time of period 3/6/2005 – 21/2/2006 at hydrologic basin of river Keriti, and eight samples were made.

The control of quality of surface waters in the hydrologic basin of river Keriti in Chania, with analysis and cross-correlation physical and chemical parameters is the subject of the research that is materialised in the frames of program ARCHIMEDES II.

The increase concentrations of parameters declare pollution of waters from human energies, domestic and industrial waste, veterinary surgeon waste, of the geological constitution of rocks from that goes through the water, overpumping, fertilizers, wastewater of agricultural grounds.

Σύντομη περιγραφή των κεφαλαίων

Στο κεφάλαιο 1^ο γίνεται μια συνοπτική περιγραφή για το νερό γενικά και τη σημασία του, καθώς και τη νομοθεσία για τα επιφανειακά νερά.

Στο κεφάλαιο 2^ο γίνεται αναφορά στην έννοια της ρύπανσης και σύγκριση με ερευνητική μελέτη της ίδιας περιοχής από άλλους ερευνητές, που έγιναν το χρονικό διάστημα 2004 - 2005.

Στο κεφάλαιο 3^ο ακολουθούν τα γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, το υδατικό δυναμικό των Χανίων, η περιγραφή της περιοχής μελέτης, η γεωλογική περιγραφή της ευρύτερης περιοχής, η γεωλογική δομή της Λεκάνης του ποταμού Κερίτη και η Λίμνη Αγκυιά. Επίσης αναφέρονται τα 8 σημεία που έγινε η συλλογή των δειγμάτων νερού.

Στο κεφάλαιο 4^ο αναφέρονται γενικές πληροφορίες για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού.

Στο κεφάλαιο 5^ο γίνεται περιγραφή της διαδικασίας συλλογής, μεταφοράς και ανάλυσης των δειγμάτων νερού. Αναφέρονται επίσης τα υλικά και οι μέθοδοι ανάλυσης που ακολουθήσαμε.

Στο κεφάλαιο 6^ο απεικονίζονται τα αποτελέσματα σε πίνακες και διαγράμματα.

Τέλος στο κεφάλαιο 7^ο αναφέρονται τα σχόλια και οι παρατηρήσεις μας για την ποιότητα των νερών της υδρολογικής λεκάνης.

Κεφάλαιο 1°

1.1. Νερό

Το περισσότερο διαδεδομένο στη φύση σώμα. Βρίσκεται παντού σαν υγρό (πάνω και μέσα στη Γη), σαν αέριο (ατμόσφαιρα) και σαν στερεό (χιόνια και πάγο). Με την υγρή του μορφή σκεπαζει τα 71,7% της επιφάνειας της Γης (ποτάμια, λίμνες, θάλασσες) κι αποτελεί το βασικότερο συστατικό όλων των οργανισμών, το 75% της ζωικής ύλης. Στον άνθρωπο αποτελεί το 59% του βάρους του.

Όλα τα ζώα κι όλα τα φυτά χωρίς τροφή μπορούν να ζήσουν αρκετό χρονικό διάστημα, χωρίς νερό όμως πεθαίνουν γρήγορα [1].

Όλοι ξέρουμε ότι είναι καλό για μας, αλλά λίγοι άνθρωποι ξέρουν ότι η λήψη μικρότερης από την κανονική ποσότητας νερού προκαλεί αρκετά προβλήματα όπως ζαλάδες, πονοκεφάλους, προβλήματα νεφρών, δυσκοιλιότητα, αφυδάτωση.

Το σώμα μας χρειάζεται νερό για:

Τον καθαρισμό του αίματος διαμέσου των νεφρών

Την διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος

Τη χώνευση των τροφών

Τη μεταφορά του φαγητού και του οξυγόνου στα όργανα του σώματος

Την αποφυγή της συσσώρευσης αλάτων στο σώμα

Την απομάκρυνση των ανεπιθύμητων ουσιών

Την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα απ τους μύες

Το νερό συχνά το αντιμετωπίζουμε σαν κάτι το δεδομένο. Αλλά μόνο το 1% του συνολικού νερού της γης είναι διαθέσιμο στον άνθρωπο. Επίσης δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι κάθε χρήση του το ρυπαίνει. Η σωστή χρήση του νερού εξοικονομεί ενέργεια και βοηθάει στο να παραδώσουμε ένα καλό περιβάλλον στα παιδιά μας [1].

1.2. Ο Κύκλος του Νερού

Το νερό κινείται σε ένα κύκλο μεταξύ της θάλασσας του αέρα και του εδάφους γνωστό σαν τον **κύκλο του νερού**. Όταν ο ήλιος θερμαίνει τα ποτάμια, τις λίμνες και τους ωκεανούς κάποια ποσότητα νερού μετατρέπεται σε ατμό. Αυτό το λέμε **εξάτμιση**. Ο ατμός αυτός του νερού κρυσταλλώνεται καθώς ανεβαίνει προς τα ανώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα (**συμπύκνωση**) και σχηματίζει σταγόνες οι οποίες συνενώνονται και σχηματίζουν τα σύννεφα. Καθώς τα σύννεφα κρυσταλλώνουν περισσότερο οι σταγόνες του νερού γίνονται μεγάλες και βαριές και πέφτουν σα βροχή, χαλάζι, χιόνι. Αυτό το λέμε **κατακρήμνιση**. Η βροχή πέφτει στο έδαφος και στα ποτάμια και καταλήγει στις λίμνες και στις θάλασσες. Και ο κύκλος του νερού ξαναρχίζει. Στην πραγματικότητα **το νερό** που χρησιμοποιούμε και πίνουμε σήμερα είναι το ίδιο που χρησιμοποιούσαν και οι δεινόσαυροι [1].

1.3. Προέλευση Πόσιμου Νερού

Το πόσιμο νερό μπορεί να είναι επιφανειακής (ταμιευτήρες, λίμνες, ποτάμια) ή υπόγειας προέλευσης. Το υπόγειο νερό προέρχεται από τους υδροφορείς που είναι υπόγειοι γεωλογικοί σχηματισμοί που έχουν τη δυνατότητα να κατακρατούν τα νερά της βροχής (ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις). Η πόλη των Χανίων υδροδοτείται από τις πηγές της Αγιάς (το νερό αντλείται πριν φτάσει στη λίμνη) και συμπληρωματικά από τις γεωτρήσεις των Μυλωνιανών (νερό ίδιας ποιότητας). Οι πηγές της Αγιάς είναι ένας σημαντικός υδάτινος

πόρος με ετήσιο συνολικό όγκο 8×10^6 και η υπόγεια υδροφορία τους προέρχεται από τα ασβεστολιθικά πετρώματα των Λευκών Ορέων [1].

Κατηγορίες του πόσιμου νερού

Ως **εμφιαλωμένο** ορίζεται το νερό που πωλείται σε σφραγισμένες φιάλες. Χαρακτηρίζεται ακόμη και νερό 'πηγής', ή 'μεταλλικό', ενώ υπάρχει και το επιτραπέζιο (κοινό πόσιμο συσκευασμένο νερό). Επίσης, μπορεί να προέρχεται και από άλλες υδάτινες πηγές, οι οποίες έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία είναι πόσιμες. Στο εξωτερικό, για παράδειγμα, υπάρχουν εταιρείες που εμφιαλώνουν νερό για ειδικές πληθυσμιακές ομάδες, όπως οι υποτασικοί, αυτοί που υποφέρουν από δυσκοιλιότητα, κάνουν δίαιτα ή αθλούνται [1].

Επιτραπέζιο νερό. Είναι το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών είτε ύστερα από επεξεργασία είτε όχι. Μπορεί να έχει βρεθεί στην επιφάνεια ή να έχει υπόγεια προέλευση και επιτρέπεται να υποβληθεί σε διάφορες διεργασίες απολύμανσης ώστε να είναι μικροβιολογικά αποδεκτό. Η χρησιμοποιούμενη μέθοδος απολύμανσης πρέπει να αναγράφεται στη ετικέτα [1].

Φυσικό μεταλλικό νερό. Πρόκειται για το νερό που είναι μικροβιολογικά κατάλληλο προς πόση, έχει υποχρεωτικά υπόγεια προέλευση και αντλείται από μία ή περισσότερες φυσικές πηγές ή τεχνητές εξόδους μιας πηγής. Διακρίνεται από το κοινό πόσιμο νερό από: α. τη φυσιολογική του σύσταση, αφού περιέχει περισσότερα ανόργανα άλατα, ιχνοστοιχεία ή άλλα συστατικά (π.χ., είναι πλούσιο σε μαγνήσιο, φτωχό σε νάτριο, φθοριούχο), και β. από την αρχική του κατάσταση που διατηρείται άθικτη λόγω της υπόγειας προέλευσής του. Στα φυσικά μεταλλικά νερά δεν επιτρέπεται καμία επεξεργασία απολύμανσης που έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή του μικροβιακού φορτίου [1].

Νερό πηγής. Είναι το νερό υπόγειας προέλευσης που αντλείται από μία ή περισσότερες φυσικές ή τεχνητές εξόδους μιας πηγής. Εμφιαλώνεται επιτόπου (στο χώρο προέλευσής του), δεν υπόκειται σε καμία επεξεργασία απολύμανσης και τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά συμφωνούν με εκείνα του κοινού πόσιμου νερού [1].

Επιφανειακά νερά. Είναι τα γλυκά επιφανειακά νερά που χρησιμοποιούνται ή προορίζονται να χρησιμοποιηθούν μετά την εφαρμογή κατάλληλης επεξεργασίας, για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Τα φυσικά νερά δεν είναι καθαρά, γιατί κατά τη διαδρομή τους εμπλουτίζονται με αέρια, ουσίες, άλατα. Τα ανιόντα στα νερά συμμετέχουν δραστήρια στη ζωή των οργανισμών, στην ανάπτυξη και στο μεταβολισμό τους. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα φυσικά νερά έχουν ορισμένα κατιόντα και μάλιστα η μεταξύ τους σχέση πολλές φορές είναι σημαντική από βιολογική άποψη, αλλά και ως προς τις χρήσεις του νερού. Στα φυσικά νερά επικρατούν οι ανθρακικές και οι θειϊκές ρίζες ως αποτέλεσμα της παρουσίας ανθρακικών πετρωμάτων και θειούχων ενώσεων αντίστοιχα [3].

Οι τοξικές ουσίες που βρίσκονται στα νερά είναι φυσικές ή συνθετικές, δημιουργούν τοξικά φαινόμενα και βιοσυσσώρευση, ενώ οι οργανικές ενώσεις που προέρχονται από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι επικίνδυνες για την υγεία και τους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς. Καθε αλλοίωση των χαρακτηριστικών των φυσικών νερών αποτελεί ρύπανση που μπορεί να οδηγήσει σε διαταραχές των οικοσυστημάτων και να προκαλέσει βλάβες στον άνθρωπο και τα υλικά. Η ρύπανση των νερών μπορεί να καταστεί πρόβλημα οικονομίας, υγείας, αισθητικής κλπ. Ρύπανση μπορεί να προκληθεί από τα αστικά λύματα και τις γενικότερες δραστηριότητες του ανθρώπου μετά από φυσικές και χημικές μεταβολές των νερών. Περισσότερο επιβλαβής θεωρείται η ρύπανση από τις, βιομηχανίες, τις

απορρίψεις πετρελαιοειδών, καθώς και από τις γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες, όταν γίνεται κατάχρηση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων [3].

1.4 Το Νερό της Πόλης Χανίων

Η προέλευση του (Λευκά Όρη) καθορίζει και την ποιότητά του. Πρόκειται για νερό ελαφρώς αλκαλικό, μέτριας σκληρότητας με κυρίαρχα ανιόντα τα διττανθρακικά και κυρίαρχο κατιόν το ασβέστιο. Έχει χαμηλές συγκεντρώσεις σε ανόργανα ιόντα και σε ανεπιθύμητες ουσίες. Έχει μηδαμινό οργανικό φορτίο και πολύ καλή μικροβιολογική ποιότητα. Επίσης η χημική του σύσταση είναι τέτοια ώστε να έχει ιδανική συμπεριφορά στο δίκτυο.

Καθώς η ποιότητα του είναι πολύ καλή η μόνη επεξεργασία που απαιτείται να γίνει είναι η χλωρίωση [5].

1.5. Το πρόβλημα του νερού και το νέο ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο

Το νερό από φυσικό αγαθό σε αφθονία έφθασε να γίνει σήμερα εμπορικό προϊόν σε ανεπάρκεια και ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα του 21ου αιώνα [2].

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΟΗΕ, 232.000.000 άνθρωποι από 26 χώρες του τρίτου κόσμου πλήττονται από λειψυδρία και αδυνατούν να καλύψουν βασικές καθημερινές ανάγκες σε νερό, ενώ 18 χώρες στην Αφρική και στην Ασία απειλούνται άμεσα, διότι βρίσκονται σε κατάσταση οριακή από άποψη υδατικών αποθεμάτων. Το 2025 ο πληθυσμός της Γης αναμένεται να είναι γύρω στα δέκα δισεκατομμύρια και ένας στους τρεις κατοίκους του πλανήτη, δηλαδή 3,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι, σε 52 χώρες της Γης, αναμένεται ότι είτε θα ζουν σε καθεστώς λειψυδρίας είτε θα κινδυνεύουν άμεσα από αυτήν. Σήμερα περίπου δέκα εκατομμύρια άνθρωποι στον κόσμο πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες που έχουν σχέση με τη ρύπανση του νερού. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, που συντονίζει το δίκτυο πληροφοριών για το νερό (WISE), "η υγεία και η ανάπτυξη στην Ευρώπη απειλούνται λόγω της χαμηλής ποιότητας των νερών, ενώ οι πλημμύρες αποτελούν σοβαρό πρόβλημα που θα οδηγήσει στη μείωση της βιοποικιλότητας στην Ευρωπαϊκή Ένωση". Οι πρόσφατες σφυγμομετρήσεις της Eurostat έδειξαν ότι το 63% των ευρωπαίων πολιτών δίνει προτεραιότητα στο περιβάλλον έναντι της οικονομικής ανταγωνιστικότητας και το 90% εκτιμά ότι η περιβαλλοντική νομοθεσία πρέπει να εφαρμόζεται με την ίδια αυστηρότητα, όπως η νομοθεσία για την οικονομία και την απασχόληση, γεγονός που αποτελεί απόδειξη της ευαισθητοποίησης των πολιτών [2].

Στη χώρα μας τα προβλήματα του νερού συνοψίζονται:

- Στην πτώση της στάθμης των υδροφόρων οριζόντων και στη λειψυδρία, που φέτος αυξήθηκε σε ποσοστό 66% από το προηγούμενο υδρολογικό έτος, σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού Κέντρου Πρόληψης Καταστροφών.
- Στην εντατική και μη ορθολογική εκμετάλλευση των υδάτινων πόρων, π.χ. το πλήθος των ανεξέλεγκτων γεωτρήσεων.
- Στην εκτεταμένη ρύπανση των υπόγειων νερών από τη γεωργία και την ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.
- Στην έλλειψη επαρκών δεδομένων σχετικά με την ποσότητα και την ποιότητα των νερών [2].

1.6 Το νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των υδάτινων πόρων

Η ελληνική νομοθεσία για την προστασία και τη διαχείριση του νερού αποτελείται, σε ποσοστό μεγαλύτερο από 80%, από την κοινοτική νομοθεσία. Οι κοινοτικές οδηγίες, οι

οποίες έχουν ενσωματωθεί στην ελληνική έννομη τάξη, συνήθως με υπουργικές αποφάσεις, ρυθμίζουν την ποιότητα των επιφανειακών νερών από τα οποία αντλείται πόσιμο νερό (75/440), την ποιότητα του πόσιμου νερού (80/778), τη ρύπανση από τα απορρυπαντικά (73/404), την έκχυση επικίνδυνων ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον (76/464), την απαιτούμενη ποιότητα των νερών για τα οστρακοειδή (79/923, 2006/113) και για τη διατήρηση της ζωής των ψαριών (78/659), την προστασία των υπόγειων νερών (80/68, 2006/118) και την προστασία των νερών από την νιτρορύπανση που προκαλεί η γεωργία (91/676) [2].

Το 2000 η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση του νερού με την έκδοση οδηγίας-πλαίσιου για τα νερά (2000/60), η εφαρμογή της οποίας έπρεπε να αρχίσει το 2003 για να ολοκληρωθεί σταδιακά το 2015. Η Ελλάδα καθυστέρησε στην εφαρμογή της οδηγίας, διότι υιοθέτησε μεν τον νόμο 3199/2003 (ο οποίος αντικατέστησε ουσιαστικά τον ν. 1739), αλλά δεν εξέδωσε όλες τις εκτελεστικές διατάξεις για την εφαρμογή του, με αποτέλεσμα να παραπεμφθεί το 2005 στο Δικαστήριο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΔΕΚ, υπόθεση 2005/2226). Και ενώ αναμενόταν καταδικαστική απόφαση από το ΔΕΚ, μόλις τον Μάρτιο του 2007, με τρία χρόνια καθυστέρηση, εκδόθηκε το αναγκαίο προεδρικό διάταγμα (51/2007) για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων [2].

ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892Β/11-7-2001)

<<Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης>> σε συμμόρφωση με την οδηγία 98/83 του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998 [2].

ΚΥΑ 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438/Β/3-7-88)

Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για : <<πόσιμα>>, <<κολύμβηση>>, <<διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά>> και <<καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών>>, μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ [2].

ΥΔ Γ3α/761 (ΦΕΚ 189Β/10-4-1968)

<<Περί ποιότητας του πόσιμου ύδατος >> δεν ισχύουν τα άρθρα 4,5,6 μετά την εφαρμογή της ΚΥΑ Υ2/2600/2001 [2].

ΥΔ 5673/4-12-1957 (ΦΕΚ 5Β/9-1-58)

<<Περί απολυμάνσεως των υδάτων των αρδεύσεων>> [2].

Κεφάλαιο 2°

2.1. Ρύπανση

Ρύπανση μπορεί να θεωρηθεί η δυσμενής μεταβολή των φυσικοχημικών ή βιολογικών συνθηκών ενός συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή/και η βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη βλάβη στην ευζωία, την ποιότητα ζωής και την υγεία των ανθρώπων και των άλλων ειδών του πλανήτη. Η ρύπανση μπορεί να επηρεάζει, επίσης, την υλική και πολιτιστική βάση της ζωής, τους φυσικούς πόρους, τις ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης και της αναψυχής. Η ρύπανση μπορεί να είναι χημική, με την εισαγωγή επικίνδυνων, βλαβερών ή και τοξικών ουσιών, ενεργειακή (θερμική, ραδιενεργή κ), βιολογική, αισθητική, ηχητική, γενετική (με την εισαγωγή π.χ. γενετικά μεταλλαγμένων ειδών) [4].

Μόλυνση είναι μια ειδική κατηγορία ρύπανσης, που οφείλεται σε μικροοργανισμούς. Όταν καταλήγουν σε ποτάμια, λίμνες ή στη θάλασσα βρώμικα νερά από κατοικίες, νοσοκομεία, χώρους απόρριψης σκουπιδιών κλπ μπορεί να προκαλέσουν διάφορες μορφές ρύπανσης: για παράδειγμα, ρύπανση εξαιτίας της παρουσίας χημικών, βλαβερών ουσιών, αλλά και μόλυνση εξαιτίας της παρουσίας μικροβίων και γενικότερα παθογόνων οργανισμών στα βρώμικα νερά [4].

Άμεση ρύπανση είναι αυτή που μπορεί να αντιληφθούμε άμεσα. Ένα παράδειγμα άμεσης ρύπανσης είναι η περίπτωση ενός ποταμού ή μιας λίμνης, όπου καταλήγουν τοξικά απόβλητα και προκαλείται άμεσος κι αιφνίδιος θάνατος ψαριών [4].

Έμμεση ρύπανση είναι η μορφή ρύπανσης, που δεν αντιλαμβανόμαστε εύκολα, επειδή δεν είναι ορατή. Για παράδειγμα, όταν καταλήγουν σε ένα ποτάμι ή σε μια λίμνη ή στη θάλασσα λύματα ή απόβλητα, σε ποσότητες που δεν μπορούν τα υδατικά οικοσυστήματα να καθαρίσουν, είναι πολύ πιθανό να προκληθούν σταδιακά αλλαγές στα είδη που υπάρχουν σε αυτό. Ορισμένα είδη αναπτύσσονται υπερβολικά, ενώ άλλα περιορίζονται ή εξαφανίζονται (ευτροφισμός). Σε πιο προχωρημένο επίπεδο ρύπανσης, μπορεί το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο να μειωθεί και να αρχίσει η παραγωγή άλλων αερίων, επικίνδυνων για τις μορφές ζωής (υδρόθειο, αμμωνία κ) [4].

2.1.1. Πηγές ρύπανσης του νερού

Οι σπουδαιότερες πηγές ρύπανσης, οι οποίες επιβαρύνουν κατ' αρχήν τα επιφανειακά νερά και στη συνέχεια τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, μπορεί να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

- Αστικά λύματα: Ακάθαρτα νερά πόλεων και οικισμών που προέρχονται από τις κατοικίες και διάφορες άλλες δραστηριότητες (σχολεία και πανεπιστήμια, δημόσιες επιχειρήσεις, χώροι εργασίας, τουριστικές μονάδες, νοσοκομεία, εργαστήρια και ιατρικά κέντρα βιοτεχνίες κ).
- Βιομηχανικά υγρά απόβλητα, που μπορεί να είναι παρόμοια με τα αστικά λύματα ή να περιέχουν και επικίνδυνα ή και τοξικά στοιχεία.
- Γεωργικά υγρά απόβλητα, τα νερά απορροής εντατικά καλλιεργούμενων εκτάσεων που μπορεί να περιέχουν λιπάσματα ή/και φυτοφάρμακα.

- Κτηνοτροφικά υγρά απόβλητα, τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από μεγάλες ή μικρότερες μονάδες εκτροφής ζώων.
- Διείσδυση θαλασσινού νερού λόγω υπεράντλησης των υπόγειων νερών ή λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας της αλλαγής του παγκόσμιου κλίματος ("φαινόμενο θερμοκηπίου").
- Όξινη βροχή εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ή κατακρήμνισης των αέριων ρύπων με τη βροχή, το χιόνι, τον άνεμο ή λόγω βαρύτητας. [4].

2.2.2 Οι δρόμοι της ρύπανσης

Πώς οι δρόμοι του νερού γίνονται και δρόμοι της ρύπανσης

Συχνά, ανεπεξέργαστα αστικά λύματα των πόλεων (βρώμικα νερά από κατοικίες και διάφορες οικονομικές δραστηριότητες) μεταφέρονται μέσω των υπονόμων και του δικτύου αποχέτευσης σε υδάτινους αποδέκτες, που είναι επιφανειακοί (ρέματα, ποτάμια, λίμνες και θάλασσα) ή υπόγειοι. Οι δρόμοι του νερού γίνονται και δρόμοι της ρύπανσης. Τα επιφανειακά νερά, δηλαδή οι ποταμοί, οι λίμνες, οι λιμνοθάλασσες, οι κλειστοί θαλάσσιοι κόλποι και οι ανοιχτές θάλασσες είναι περισσότερο ή λιγότερο ευαίσθητα στη ρύπανση, ανάλογα με τη δυνατότητα ανανέωσής τους και το είδος των ρύπων που καταλήγει σε αυτά. Καθοριστικός είναι και ο ρόλος της ποσότητας του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό [4].

Άλλοι δρόμοι της ρύπανσης

Συχνά αέριοι ρύποι προσκολλώνται στη σκόνη και σε αιωρούμενα σωματίδια και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις και καταλήγουν στην ατμόσφαιρα, το έδαφος ή στα νερά μακρινών περιοχών. Εξάλλου, τα πλαστικά και άλλα απορρίμματα στη θάλασσα φαίνεται να απορροφούν διάφορες τοξικές ουσίες από άλλες πηγές ρύπανσης και γίνονται ακόμα πιο επικίνδυνα για το περιβάλλον και την υγεία των διαφόρων ειδών της θάλασσας, αλλά και για τον άνθρωπο [4].

2.2.3 Επιπτώσεις της ρύπανσης

Οι επιπτώσεις της ρύπανσης μπορεί να έχουν πολλές μορφές και να λαμβάνουν διαφορετική έκταση:

➤ Μείωση του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό

Σε αντίθεση με την ατμόσφαιρα, όπου η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι σχεδόν πάντα σταθερή και ανεξάρτητη από τη ρύπανση, τα νερά απειλούνται συχνά με πλήρη ή μερική αποξυγόνωση (αναερόβιες συνθήκες). Όσο αυξάνεται η ρύπανση των νερών, κυρίως, με οργανικές ύλες, και ανεβαίνει η θερμοκρασία τους, τόσο μειώνεται το διαλυμένο οξυγόνο, γιατί καταναλώνεται λόγω της αερόβιας αναπνοής των μικροοργανισμών που κάνουν αποσύνθεση. Όταν, λοιπόν, ρυπαίνονται τα επιφανειακά νερά με απόβλητα που περιέχουν ουσίες, που αποσυντίθενται από μικροοργανισμούς (οργανικές ύλες), εκτός των άλλων "αφαιρείται" από τα νερά και το οξυγόνο, που είναι απαραίτητο για την επιβίωση των φυτικών και ζωικών υδρόβιων οργανισμών. Οι συνέπειες μπορεί να είναι καταστροφικές για τους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς, αφού κινδυνεύουν από ασφυξία. Έτσι, η ρύπανση με αστικά λύματα ή άλλα απόβλητα, που περιέχουν οργανικό φορτίο, μπορεί να απειλήσει με καταστροφή ένα ολόκληρο υδατικό οικοσύστημα [4].

➤ **Ευτροφισμός των νερών**

Ανάλογα αποτελέσματα για τα επιφανειακά νερά έχει και η ρύπανση με ανόργανα άλατα που περιέχουν άζωτο και φωσφόρο, που περιέχονται συνήθως σε λιπάσματα, απόβλητα κτηνοτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων, απορρυπαντικά και σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα. Το σημαντικότερο πρόβλημα, που δημιουργεί το άζωτο και ο φωσφόρος είναι ο ευτροφισμός, δηλαδή η υπερβολική ανάπτυξη αλγών (φυτοπλαγκτόν) στα επιφανειακά νερά από την υπερβολική τροφοδοσία των νερών με θρεπτικά συστατικά. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί σοβαρή διαταραχή του υδατικού οικοσυστήματος με διάφορες δυσμενείς συνέπειες, μεταξύ των οποίων είναι η υπερβολική ανάπτυξη ορισμένων ειδών σε βάρος όλων των άλλων, η μείωση ή και εξαφάνιση της ποικιλίας ειδών με θανάτωση ή μετανάστευσή τους, καθώς και η πλήρης ή μερική αποξυγόνωση των νερών. Όταν μειώνεται δραματικά το διαλυμένο οξυγόνο στα νερά, συνήθως, μυρίζουμε μια οσμή κλούβιων αυγών (αναερόβιες συνθήκες) [4].

➤ **Ρύπανση υπόγειων νερών**

Τα υπόγεια νερά είναι, επίσης, πολύ ευαίσθητα στη ρύπανση και έχουν περιορισμένη ικανότητα αυτοκαθαρισμού. Η κατάληξη αστικών λυμάτων, ξεπλυμάτων εδάφους από εντατική χρήση χημικών λιπασμάτων, αλλά και κτηνοτροφικών αποβλήτων στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα έχει ως κύριο αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών αλάτων. Εξαιτίας αυτής της ρύπανσης, τα υπόγεια νερά γίνονται επικίνδυνα για τον άνθρωπο και τους ζωικούς οργανισμούς. Η ρύπανση του εδάφους με τοξικές ουσίες ή βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων ή άλλων τοξικών ουσιών στα υπόγεια νερά, όπως για παράδειγμα διαπιστώνεται σε περιοχές της Σταυρούπολης (Θεσσαλονίκη), εξαιτίας τοξικών υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων από τη βιομηχανία Διάνα. Είναι εξαιρετικά δύσκολο και δαπανηρό να καθαρίσουμε τα υπόγεια νερά από επικίνδυνες και τοξικές ουσίες [4].

➤ **Μόλυνση νερών**

Μια άλλη μορφή επιβάρυνσης των επιφανειακών και των υπόγειων νερών είναι η μόλυνσή τους, δηλαδή η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα νερά. Αυτή οφείλεται κατά κανόνα σε αστικά ή κτηνοτροφικά λύματα. Η ανίχνευση των παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό μπορεί να γίνει και έμμεσα, μέσω της μέτρησης, για παράδειγμα, των κολοβακτηριδίων, τα οποία όταν βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες αποτελούν ένδειξη της πιθανής μόλυνσης των νερών [4].

➤ **Υφαλμύρυνση υπόγειων νερών**

Η εντατική άντληση των υπόγειων νερών με ρυθμό, που δεν επιτρέπει την ανανέωση τους, προκαλεί την εισβολή αλμυρού νερού από τη θάλασσα στους υδροφορείς. Όταν η στάθμη του υπόγειου νερού υποχωρήσει κάτω από την στάθμη του θαλάσσιου νερού με το οποίο συνδέεται, τότε αντί να έχουμε ροή από τον υπόγειο υδροφορέα στη θάλασσα, έχουμε αντιστροφή του φαινομένου και νερό από την θάλασσα εισέρχεται στο υπόγειο νερό. Αλμυρό νερό αναμένεται να εισβάλλει σε μεγαλύτερη έκταση σε παράκτιες περιοχές, εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας (έως και εβδομήντα εκατοστά μέσα στις επόμενες δεκαετίες) λόγω της κλιματικής αλλαγής ή της μείωσης των βροχοπτώσεων [4].

➤ **Ρύπανση πόσιμου νερού**

Το πόσιμο νερό είναι και θα έπρεπε να είναι το καλύτερα ελεγχόμενο μέσο διατροφής. Η νομοθεσία προσδιορίζει τις συγκεντρώσεις διαφόρων ουσιών, που επιτρέπεται να υπάρχουν μέσα στο πόσιμο νερό, ώστε να ανταποκρίνεται στις υψηλές ποιοτικές προδιαγραφές, που απαιτούνται σε σχέση με το σημαντικό για τη ζωή μας αγαθό. Η τεχνολογία που διατίθεται σε αρκετές χώρες είναι σε θέση να ανιχνεύει στο νερό ιχνοστοιχεία, που βρίσκονται σε συγκεντρώσεις του

δισεκατομμυριοστού του g/l. Αν και τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες, περίπου 1200 χημικά είδη, που περιέχουν 230 δραστικές ουσίες κυκλοφορούν στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες ως φυτοφάρμακα, λιπάσματα ή ζιζανιοκτόνα. Πολλά από τα φυτοφάρμακα είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στο χρόνο και γι' αυτό εξαιρετικά επικίνδυνα, όταν καταλήγουν στο νερό. Το όριο που έχει υιοθετηθεί για την περιεκτικότητα σε φυτοφάρμακα είναι 0,5 μg/l (εκατομμυριοστό του γραμμαρίου) συνολικά, και ειδικά για ορισμένα οργανο-χημικά (τα ίδια ή τα προϊόντα αποικοδόμησής τους είναι ιδιαίτερα τοξικά) το όριο είναι το 0,1 μg/l.

Η νομοθεσία ορίζει, επίσης ότι το πόσιμο νερό δεν πρέπει να περιέχει περισσότερα από 50 mg/l νιτρικών. Οι νιτρικές ενώσεις στα νερά προέρχονται, συνήθως, από τη χρήση λιπασμάτων και την απόρριψη λυμάτων και ιλύος. Οι νιτρικές ενώσεις είναι ουσίες, που υπάρχουν στη φύση, αλλά αυτό, που προκαλεί ανησυχία είναι οι ουσίες, στις οποίες μετασχηματίζονται: τα νιτρώδη και οι νιτροζαμίνες. Η μακροχρόνια κατανάλωση αυτών των ουσιών μέσω της τροφικής αλυσίδας μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία [4].

Η ρύπανση των επιφανειακών νερών εκτιμάται με τον προσδιορισμό διαφόρων φυσικοχημικών και χημικών παραμέτρων. Παραδείγματα τέτοιων παραμέτρων είναι το COD, BOD και οι διάφορες μορφές αζώτου και φωσφόρου. Από τις παραμέτρους αυτές, οι δύο πρώτες μας δίνουν μία εκτίμηση του οργανικού περιεχόμενου, ενώ οι δύο τελευταίες του ανόργανου περιεχόμενου των νερών, το οποίο συντελεί, όταν βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις, στον ευτροφισμό. Εκτός από τις παραμέτρους αυτές, ιδιαίτερη σημασία έχει και ο προσδιορισμός των μετάλλων που υπάρχουν στο νερό. Κάποια μέταλλα χρειάζονται για τους διάφορους οργανισμούς σε υψηλότερες συγκεντρώσεις (Fe, Cu), ενώ άλλα είναι τοξικά, ακόμη και όταν βρίσκονται σε ιχνοποσότητες. Τα περισσότερα από τα βαρέα μέταλλα είναι επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία [4].

Ο τρόπος εισαγωγής των μετάλλων στα επιφανειακά νερά ποικίλλει. Μέταλλα όπως Fe, Mn, είναι φυσικά συστατικά των πετρωμάτων, οπότε μεταφέρονται στα νερά μετά από έκπλυση. Άλλη πηγή προέλευσης των μετάλλων στο νερό είναι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Πολλά βαρέα μέταλλα χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ως πρώτη ύλη, πρόσθετα ή καταλύτες. Έτσι, στα νερά εισέρχονται από διαρροές, βιομηχανικές απορροές, γεωργικές απορροές, αυτοκίνητα, εκροές από αυτοκινητόδρομους και από στραγγίσματα ρυπασμένων περιοχών [4].

Στα νερά τα μέταλλα βρίσκονται σε διαλυτή μορφή, αλλά και σε μορφή αιωρούμενων σωματιδίων. Περισσότερο όμως τείνουν να συσσωρευθούν σε ιζήματα και ζωντανούς οργανισμούς (οστρακόδερμα κ.α). Επειδή δεν διασπώνται, παραμένουν στο περιβάλλον, προκαλώντας ανεπανόρθωτες συνέπειες, καθώς μέσω της τροφικής αλυσίδας καταλήγουν στον άνθρωπο [4].

Όπως αναφέρεται και σε προηγούμενη έρευνα, το σημαντικότερο πρόβλημα στην ποιότητα του πόσιμου νερού στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη οφείλεται κυρίως σε μόλυνση κοπρανώδους προέλευσης, αλλά και ρύπανσης από φυσικές ή ανθρώπινες πηγές (Κακουλάκη Γ., 2007). Το καλοκαίρι του 2005 όπως και το προηγούμενο παρατηρείται μείωση τη στάθμης του νερού στη λίμνη Αγυιά, πράγμα που έκανε αδύνατη τη δειγματοληψία, και παρουσία πλούσιας άνθισης του φυτοπλαγκτού σε μεγάλο μέρος της επιφάνειάς της. Συνδιάζοντας τα αποτελέσματα των αναλύσεων και συσχετίζοντας εποχιακά τις μεταβολές των παραμέτρων ποιότητας του νερού της λίμνης Αγυιάς, αυτό ήταν αποτέλεσμα ευνοϊκών συνθηκών καθώς τους προηγούμενους χειμερινούς μήνες είχε παρατηρηθεί παρουσία αμμωνιακού όσο και νιτρικού αζώτου, με το τελευταίο να πλησιάζει τις υψηλότερες τιμές της περιόδου μελέτης (Κακουλάκη Γ., 2007). Η παρουσία των ενώσεων του αζώτου αποτελεί δείκτη ρύπανσης στα νερά της λίμνης με αρνητική επίδραση στους υδρόβιους

οργανισμούς, αφού προκαλεί μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, ευτροφισμό και εκλεκτική ανάπτυξη μικροβίων. Τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρούμε αύξηση του BOD, με μέγιστη τιμή 13 mg/l στις 5/7/2005, που δηλώνει την πιθανή εισροή οργανικού φορτίου στην λίμνη. Αυξημένες τιμές του BOD παρατηρούμε και το καλοκαίρι του '04, που υποδηλώνουν την πιθανή εισροή οργανικού φορτίου στην λίμνη (Κακουλάκη Γ., 2007).

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία οι τιμές του Αμμωνιακού Αζώτου στη περιοχή της λίμνης Αγυιάς διατηρήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα με τιμές μικρότερες του 0,1mg/l, παρουσιάζοντας μια έξαρση στις 3/6/05 με τιμή 3mg/l, αλλά και πάλι μέσα στα επιτρεπτά όρια που ορίζει η νομοθεσία για τα επιφανειακά νερά. Επίσης οι τιμές του Νιτρικού Αζώτου βρίσκονται στα επιτρεπτά όρια. Αλλά παρατηρήθηκαν μικρές τιμές του διαλυμένου οξυγόνου που σημαίνει επιβάρυνση της λίμνης από λύματα, έτσι διακιολογείται και το μεγάλο μικροβιακό φορτίο.

Κεφάλαιο 3^ο

Η συνολική έκταση του νομού Χανίων ανέρχεται σε 2.376 Km², δηλαδή περίπου το 2.5% της πατρίδας μας. Ο πληθυσμός του νομού ανέρχεται σε 133.774 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 1991, από τους οποίους περίπου 60.000 είναι κάτοικοι της πόλης των Χανίων. Διοικητικά ο νομός των Χανίων χωρίζεται σε πέντε επαρχίες: Κυδωνίας, Κισάμου, Αποκορώνου, Σελίνου και Σφακίων.

3.1 Υδατικό Δυναμικό Νομού Χανίων

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας, με έκταση 8261, κατ' άλλους 8335, τ.μ., και το πέμπτο της Μεσογείου. Είναι ένα νησί γεμάτο αντιθέσεις. Ο συνολικός πληθυσμός του είναι μεγαλύτερος από 500.000 κατοίκους.

Ο νομός Χανίων καλύπτει το δυτικό τμήμα του νησιού και έχει έκταση 2.376 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Υποδιαιρείται σε πέντε επαρχίες: Σελίνου, Κυδωνίας, Κισάμου, Αποκορώνου και Σφακίων. Οι κυριότερες πόλεις του νομού είναι τα Χανιά, η πρωτεύουσα του νομού, και το Καστέλι στην Κίσαμο. Οι κυριότερες κωμοπόλεις είναι η Παλαιόχωρα και η Κάντανος στο Σέλινο, η Χώρα Σφακίων στα Σφακιά.

Ο Νομός Χανίων διαθέτει ένα σημαντικό υδατικό δυναμικό που οφείλεται τόσο στο μεγάλο ετήσιο ύψος βροχής του, όσο και κυρίως στην ύπαρξη του σημαντικού ορεινού συγκροτήματος των Λευκών Ορέων που δομούνται κατά κύριο λόγο από ανθρακικούς υδροπέρατους σχηματισμούς. Τα ανθρακικά πετρώματα των Λευκών Ορέων είναι έντονα τεκτονισμένα και καρστικοποιημένα, με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο ποσοστό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτει σ' αυτά να κατεισδύει και στη συνέχεια να κινείται υπόγεια και να εμφανίζει περιμετρικά σε πηγές γλυκού νερού, ενώ παράλληλα δημιουργεί σημαντικούς υπόγειους υδροφορείς. Έτσι, με χονδρική εκτίμηση στο Ν. Χανίων μόνο στη Βόρεια παραλία 600 εκατόμμύρια m³ νερού κινούνται ετήσια επιφανειακά προς τη θάλασσα και άλλα 600 εκατόμμύρια m³ εισδύουν στους περατούς γεωλογικούς σχηματισμούς των Λευκών Ορέων και στη συνέχεια κινούνται υπόγεια με τελικό αποδέκτη τη θάλασσα της βόρειας παραλίας. Παρά το παραπάνω σημαντικό διαθέσιμο Υδατικό Δυναμικό, ο Νομός μας αντιμετωπίζει σε ορισμένες περιοχές του ελλείμματα μικρά ή μεγάλα, τόσο για τις σημερινές του ανάγκες, όσο και τις μελλοντικές, που κυρίως οφείλονται στην έλλειψη των κατάλληλων ενιαίων έργων που θα το αξιοποιούν και θα αντιμετωπίζουν την άνιση κατανομή του στο χώρο και το χρόνο.

Οι κύριες χρήσεις του νερού στο Ν. Χανίων είναι η αγροτική, η ύδρευση και ο τουρισμός (αναψυχή). Ο Νομός Χανίων έχει σήμερα 150.000 μόνιμους κατοίκους και 50.000 τουριστικές κλίνες και επομένως οι υδατικές ανάγκες ύδρευσης μαζί με τις απώλειές του, είναι $150 \text{ M}^3 / \text{κάτοικο} \times 200.000 = 30.000.000 \text{ M}^3$ ετησίως. Όσον αφορά την άρδευση, η καλλιεργούμενη έκταση στο Νομό μας, είναι 572.805 στρέμματα, από τα οποία, αρδεύονται 251.098, δηλαδή ποσοστό 44,0 % έναντι 37% στο σύνολο της χώρας μας και 42% στο σύνολο της Περιφέρειας Κρήτης. Οι ανάγκες επομένως για πλήρη κάλυψη των αναγκών μαζί με τις απώλειες, είναι $400 \text{ M}^3 / \text{έτος} \times 500.000 = 200.000.000 \text{ M}^3$ ετησίως, ενώ η σημερινή ζήτηση κυμαίνεται στα 100 εκατομ. M³ νερού. Συνολικά οι ανάγκες της επόμενης 35ετίας, δηλαδή μέχρι το 2040 εκτιμώνται για πλήρη κάλυψη των αναγκών 200 εκατομ. για άρδευση + 60 εκατομ. για ύδρευση μόνιμων κατοίκων και τουριστικών κλινών = 260 εκατομ. κ. μ. νερού.

3.2 Περιγραφή Περιοχής Μελέτης

Ο ποταμός Κερίτης βρίσκεται 13 χλμ δυτικά των Χανίων. Η λεκάνη Κερίτη βρίσκεται στο βορειοκεντρικό τμήμα του νομού. Δια μέσου αυτής απορρέει σημαντικός όγκος νερού του καρστικού συστήματος των Λευκών Ορέων ($140-150 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$, υδρολογική μελέτη Κάμπου Χανίων).

Ο ποταμός Κερίτης αναφέρεται από τον Όμηρο σαν Ιάρδανος ονομασία που επανέρχεται σήμερα για το κομμάτι της εκβολής του. Ένας μεγάλος ποταμός με αμμωδής όχθες τον οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε από τη γέφυρα. Μονοπάτια οδηγούν προς τη θάλασσα. Η παραλία, η εκβολή του ποταμού και η θαμνώδης έκταση δυτικά και ανατολικά είναι ενδιαφέρουσες περιοχές κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης των πουλιών. Όλη η κοιλάδα έχει ενδιαφέρον λόγω της σημαντικής δένδρωδους ανάπτυξης. Η κοιλάδα του Φασά έχει ενδημικές φτέρες και συστάδες με καστανιές.

Ο ποταμός εμπλουτίζεται με νερά από τις παρακάτω πηγές:

A. Οι καρστικές πηγές Μεσκλών (Κεφαλοβρύσια, Παναγιά, Νικολιανά).

Η μέση ετήσια απορροή είναι πλέον των $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ νερού (υδρ. Στοιχ. νήσου Κρήτης). Εμφανίζονται σε απόλυτο υψόμετρο 210 m.

B. Οι καρστικές πηγές υπερχειλίσης της Αγυιάς (Καλαμιώνας/Πλάτανος /Κολύμπα .

Εμφανίζονται σε 40m απόλυτο υψόμετρο, στον οικισμό Αγυιά. Το ετήσιο ισοζύγιο των πηγών υπερβαίνει τα $70 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$, και αποτελεί το ρυθμιστικό αποθεμά τους. Εκτός του ρυθμιστικού αποθέματος υπάρχει στον υδροφορέα και το μόνιμο υδατικό απόθεμα το ύψος του οποίου δεν είναι γνωστό.

Λίμνη Αγυιάς

Πρόκειται για τεχνητή λίμνη, η οποία κατασκευάστηκε από την Δ.Ε.Η. για την ανύψωση της στάθμης των εκροών νερού μετά την υπερχειλίση τους από την υπόγεια δεξαμενή των πηγών Αγυιάς. Ο σκοπός της κατασκευής της ήταν υδροηλεκτρικός. Η λίμνη βρίσκεται Β.Δ. των πηγών. Είναι αποθήκη ύδατος μετά την εκροή των πηγών, χωρητικότητας περίπου 350000 m^3 νερού. Η λίμνη δεν επηρεάζει την λειτουργία των καρστικών πηγών. Επηρεάζεται όμως, από την αυξομείωση της στάθμης του καρστικού υδροφορέα. Η λίμνη αποτελεί σημαντικό υδροβιότοπο και είναι ανακηρυγμένη προστατευόμενη περιοχή. Τα προβλήματα επάρκειας νερού που προκύπτουν στην λίμνη τους θερινούς μήνες είναι διαχειριστικά και όχι ουσιαστικά.

Γ. Οι καρστικές πηγές Κουφού.

Οι πηγές βρίσκονται στην θέση Βλυχάδες του Δήμου Μουσούρων. Εμφανίζονται σε 50 m απόλυτο υψόμετρο. Οι πηγές είναι αναριθμησμένες με γεωτρήσεις. Η συνολική αντλούμενη ποσότητα/έτος είναι πλέον των $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ νερού, κυρίως για αρδευτική χρήση. Η δυνατότητα περαιτέρω αναρρύθμιση της είναι δυνατή, διότι δεν έχουν παρατηρηθεί μόνιμες απώλειες υδραυλικού φορτίου. Πιθανότατα οι πηγές έχουν υδραυλική επικοινωνία με τις πηγές του Καλαμιώνα της Αγυιάς (λόγω της χημικής συγγένειας, και υδραυλικής σχέσης που παρουσιάζουν). Οι ενδείξεις αυτές πρέπει να τεκμηριωθούν με ιχνηθετήσεις, ή με κάποια άλλη μέθοδο.

Δ. Καρστικές πηγές Αναβάλλοντα.

Οι πηγές βρίσκονται στις βορειοανατολικές παρυφές της λεκάνης Κερίτη, βόρεια του οικισμού Θέρισος. Εκφορτίζουν σε υψόμετρο 100m με μέσο υδατικό ισοζύγιο $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ (Δ.Ε.Β.). Οι πηγές είναι περιοδικές, και έχουν απορροή από τον μήνα Δεκέμβριο έως και τον Ιούνιο. Η απορροή του νερού γίνεται μέσω του ρέματος Κλαδισού στις δυτικές παρυφές της πόλεως των Χανίων.

Ε. Προσχωσιγενής λεκάνη Αλικιανού, Κουφού, Βατολλάκου, Σκινέ.

Πρόκειται για μια εσωτερική προσχωματική λεκάνη, η οποία λειτουργεί σαν ενδιάμεση δεξαμενή ύδατος στο υδρολογικό σύστημα του Κερίτη. Η αντλούμενη ποσότητα νερού είναι περί τα 1000 m³/h ή 4*10⁶ m³/έτος, συμπεριλαμβανόμενης και της ύδρευσης. Η δυνατότητα αύξησης της απολήψιμης ποσότητας νερού είναι δυνατή, διότι δεν παρατηρούνται μόνιμες απώλειες υδραυλικού φορτίου.



Εικ. 3.2. α, β Ποταμός Κερίτης

3.3 Γεωλογική περιγραφή της ευρύτερης περιοχής των Χανίων

Οι στρωματογραφίες και τεκτονικές ενότητες που αποτελούν την γεωλογική δομή του νομού Χανίων, αρχίζουν από τις νεότερες στις παλαιότερες.

Οι Τεταρτογενείς αποθέσεις αποτελούνται από χαλαρά αργιλοαμμώδη υλικά πηλούς, ψαμμίτες, κροκάλες -λατύτες ποικίλης σύστασης, αναλόγως με την προέλευση τους, ασύνδετες έως συνεκτικά συνδεδεμένες καθώς και από υλικά του αλλουβιακού μανδύα. Η εμφάνιση τους γίνεται κυρίως σε απολήξεις λεκανών ανοικτών προς τη θάλασσα, στις μείζονες κοίτες των ποταμών, σε μικρές εσωτερικές λεκάνες καθώς και σε μορφή πλευρικών κορημάτων και αναβαθμίδες χειμάρρων.

Νεογενείς αποθέσεις αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα κίτρινων-κιτρινόλευκων μάργων με κλαστικούς μαργαικούς ασβεστολίθους, συχνά βιογενείς – υφαλογενείς, ομοιόμορφα στρωμένους που το πάχος τους κυμαίνεται από εκατοστά έως ένα δύο μέτρα. Επίσης εντός των αποθέσεων αυτών συναντώνται και μαργαικοί ψαμμίτες, άμμουδες, άργιλοι, λατύπες και κροκαλοπαγή. Τα κοροκαλοπαγή-λατυποπαγή εμφανίζονται κυρίως στην περιοχή Χοιροσπηλίου νοτιότερα της Αγιάς και την περιοχή Τοπολίων. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα η έντονη συνεκτικότητα την οποία παρουσιάζουν κυρίως ανθρακικής προέλευσης, με ανθρακικό συνδετικό υλικό.

Τεκτονικό κάλυμμα της ζώνης Πίνδου οι ανθρακικοί σχηματισμοί του τεκτονικού αυτού καλύμματος παρουσιάζονται με μικρή επιφανειακή ανάπτυξη στο νομό Χανίων.

Εμφανίζονται βορειοδυτικά του νομού και πιο συγκεκριμένα στη ευρύτερη περιοχή Καστελίου καθώς και στην ευρύτερη περιοχή της Παλαιοχώρας. Αποτελούνται από πελαγικούς ασβεστολίθους με παρεμβολές κερατολίθων.

Τεκτονικό κάλυμμα της ζώνης Τρίπολης οι σχηματισμοί της ενότητας αυτής καταλαμβάνουν σχετικά μεγάλη έκταση στο νομό Χανίων. Είναι συνηθισμένο φαινόμενο να είναι επωθημένοι αυτοί οι σχηματισμοί, είτε στην ενότητα Ταλέα Όρη-Πλακώδεις ασβεστολίθοι, είτε στην ενότητα των Φυλλιτών-Χαλαζίτων.

Αποτέλεσμα είναι να εμφανίζονται οι σχηματισμοί της ζώνης Τρίπολης στην βάση τους κατακερματισμένοι λόγω τεκτονισμού. Οι σχηματισμοί της ενότητας που βρίσκονται στα χαμηλότερα στρώματα συνίστανται από δολομίτες-δολομιτικούς ασβεστολίθους παχυστρωματώδεις μέχρι άστρωτους, έντονα τεκτονισμένους και καρστικοποιημένους με σπηλαιώδη υφή. Το χρώμα τους κυμαίνεται από τεφρό έως τεφρόλευκο.

3.4. Γεωλογία Λεκάνης Αποροής Κερίτη

Η υδρολογική λεκάνη Κερίτη έχει έκταση περί τα 176 km². Το μεγαλύτερο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης, 75km² περίπου αναπτύσσεται σε ανθρακικούς σχηματισμούς, ενώ οι φυλιτικοί χαλαζιτικοί σχηματισμοί καλύπτουν περί τα 63km². Στο κατάντη τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί κυρίως μάργες και κροκαλοπαγή σε έκταση περίπου 16km². Η υπόλοιπη έκταση περίπου 22km² αντιστοιχεί στις σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις κροκάλων, άμμων και αργίλων, κυμαίνόμενου πάχους που κατά θέσεις ξεπερνά τα 100μ.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στα νότια και ανατολικά τμήματα της λεκάνης επεκτείνονται και εκτός της υδρολογικής λεκάνης. Στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη συναντώνται μεγάλες εκφορτίσεις καρστικών πηγών. Υπόβαθρο των σύγχρονων αποθέσεων αποτελούν τόσο οι σχηματισμοί των φυλλιτών-χαλαζιτών όσο και νεογενείς αποθέσεις του Μειοκαινού.

Κατά θέσεις συναντώνται ζώνες αδρομερούς υλικού που πιθανόν να συνδέονται με παλαιές κοίτες του Κερίτη ποταμού. Είναι πιθανόν η επιφανειακή αποστράγγιση της όλης λεκάνης να γινόταν προς τον κάμπο Χανίων. Υπέρ της άποψης αυτής συνηγορούν τόσο το μικρό πάχος των αποθέσεων του Κερίτη στην περιοχή Πατελαρίου όπως και η δυσκολία καθορισμού του υδροκοίτη στην περιοχή μεταξύ λεκανών αποροής Κερίτη και Κλαδισσού.

Πίνακας 3.4. Υγράτοποι που βρίσκονται στη λεκάνη αποροής του ποταμού Κερίτη

Όνομα υγροτόπου	Τύπος υγροτόπου
Πλατανιάς	Εκβολή ποταμού μόνιμης ροής
Ιάρδανος	Ποτάμι μόνιμης ροής
Κερίτης	Ποτάμι περιοδικής ροής (με κολύμπες)
Ξεκλωμένος κάτω τμήμα	Ποτάμι μόνιμης ροής
Καλαμιώνας Αγιάς	Πηγές γλυκού νερού
Ξεκλωμένος άνω τμήμα	Ποτάμι μόνιμης ροής
Φυλακές Αγιάς	Εποχιακό έλος γλυκού νερού
Αλικιανός	Φραγμολίμνη σε σχεδιασμό
Αγυιά	Φραγμολίμνη

3.5. Λίμνη Αγυιά

Η περιοχή του υγρότοπου της Αγυιάς βρίσκεται παρά τον ομώνυμο οικισμό του Ν. Χανίων, κοντά στην πόλη των Χανίων, σε απόσταση 9,3Κm, νότια της βόρειας ακτής. Η περιοχή του υγρότοπου «Αγυιάς» του προγράμματος Life / Δυτ. Κρήτης, περιλαμβάνει κυρίως τον υγρότοπο Αγυιάς με την λίμνη, τις πηγές της, και τα παρόχθια συστήματα της.

Ο υγρότοπος της Αγυιάς είναι η «καρδιά» ενός μεγαλύτερου υγρότοπου που περιλαμβάνει και τον ποταμό Κερίτη μέχρι τις εκβολές του. Στην περιοχή NATURA 2000 περιλαμβάνεται στο σύνολό του με τα παρακάτω στοιχεία.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: 230 56' 0 ΠΛΑΤΟΣ: 350 28' 0

ΕΚΤΑΣΗ: 410 ha

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟ: 0 ΜΕΓΙΣΤΟ: 200 ΜΕΣΟ: 30

Ως υγρότοπος έχει καταχωρηθεί στην ΑΠΟΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ - ΕΚΒΥ με τα εξής στοιχεία.

ΛΙΜΝΗ ΑΓΥΙΑΣ

ΚΩΔΙΚΟΣ: 434376000

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: 230 55' 00'' ΠΛΑΤΟΣ: 350 29' 00''

ΕΚΤΑΣΗ: 7 ha

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΑΠΟ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ 80m

ΤΥΠΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ: RESERVOIR.



Εικ. 3.5. α, β Λίμνη Αγυιάς

3.5. Σημεία Δειγματοληψίας

Παρακάτω αναφέρονται τα 8 σημεία απόπου συλλέξαμε τα δείγματα νερού για τις αναλύσεις μας. Από τις φωτογραφίες που ακολουθούν μόνο η 7/9/2005 ανήκει στη παρούσα εργασία, ενώ η 5/4/2005 σε παλαιότερη.

3.5.1. Μεσκλά

Το σημείο στη περιοχή Μεσκλά περιλαμβάνει τις κύριες πηγές τροφοδοσίας του ποταμού Κερίτη. Δε βρίσκεται κοντά σε οικισμό, αλλά στην περιοχή υπάρχει βοσκοτόπι. Οπότε οι όποιες επιβαρύνσεις στο νερό οφείλονται στα κτηνοτροφικά απόβλητα.



Εικόνα 3.5.1.α : Μεσκλά 5/4/2005



Εικόνα 3.5.1.β : Μεσκλά 7/9/2005

Από τις φωτογραφίες 3.5.1.α και 3.5.2.β παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει αρκετή ροή τον Σεπτέμβριο.

3.5.2. Φουρνές

Το σημείο στη περιοχή Φουρνές βρίσκεται στη διαδρομή του ποταμού Κερίτη, είναι κοντά σε οικισμό. Το νερό του τροφοδοτείται από τα Μεσκλά.



Εικόνα 3.5.2.α : Φουρνές 5/4/2005



Εικόνα 3.5.2.β: Φουρνές 7/9/2005

Από τις φωτογραφίες 3.5.1.α και 3.5.1.β παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει αρκετή ροή τον Σεπτέμβριο.

3.5.3. Πατελάρι

Το σημείο στη περιοχή Πατελάρι βρίσκεται στη διαδρομή του ποταμού Κερίτη και είναι στην αρχή του οικισμού. Στην εικόνα 3.5.3.α παρατηρείται πυκνή βλάστηση. Επίσης στην περιοχή έχουμε γεωργικές καλλιέργειες.



Εικόνα 3.5.3.α : Πατελάρι 7/9/2005

Το Σεπτέμβριο η ροή του νερού δεν ήταν αρκετή.

3.5.4. Αγιά Σύνολο

Η Αγιά Σύνολο αποτελεί το σύνολο απορροών της λίμνης Αγιαίας. Στην περιοχή έχουμε έντονη αγροτική δραστηριότητα και δίπλα από το σημείο παρατηρούμε ότι υπάρχει συσκευαστήριο εσπεριδοειδών. (βλ. *Εικόνα 3.5.4.γ*)



Εικόνα 3.5.4.α : Αγ. Σύνολο 5/4//2005



Εικόνα 3.5.4.β : Αγ. Σύνολο 7/9//2005



Εικόνα 3.5.4.γ : Αγ. Σύνολο 7/9//2005

Δίπλα από το σημείο Αγ. Σύνολο υπάρχει συσκευαστήριο εσπεριδοειδών (βλ. *Εικόνα 3.5.4.γ*)

3.5.5. Αγιά Υπερχείλιση

Η λίμνη της Αγιάς βρίσκεται κοντά σε οικισμό, αποτελεί μέρος αναψυχής αλλά και έναν από τους μεγαλύτερους υγρότοπους.



Εικόνα 3.5.5.α : Αγ.Υπερχείλιση 5/4/2005



Εικόνα 3.5.5.β : Αγ.Υπερχείλιση 7/9/2005

Από τις φωτογραφίες 3.5.5.β και 3.5.5.γ παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει καθόλου ροή τον Σεπτέμβριο.

Η παρουσία πλούσιας άνθησης φυτοπλαγκτού (βλ. *Εικόνα 3.5.2.*) στο μεγαλύτερο μέρος της λίμνης, οφείλεται στη παρουσία μεγάλων συγκεντρώσεων αμμωνιακού και νιτρικού αζώτου τους προηγούμενους μήνες, οι οποίοι αποτελούν δείκτη ρύπανσης των υδάτων της λίμνης επηρεάζοντας αρνητικά τους υδρόβιους οργανισμούς αφού προκαλούν μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, ευτροφισμό και ανάπτυξη μικροβίων.



Εικόνα 3.5.5.γ : Αγ.Υπερχείλιση 7/9/2005

3.5.6. Κολύμπα

Η Κολύμπα βρίσκεται κοντά σε οικισμούς.



Εικόνα 3.5.6.α : Κολύμπα 5/4/2005



Εικόνα 3.5.6.β : Κολύμπα 7/9/2005

Στη περιοχή Κολύμπα το νερό αναβλύζει από διάφορες πηγές (βλ. Εικόνα 3.5.2.γ).



Εικόνα 3.5.6.γ : Πηγή Κολύμπα 7/9/2005

3.5.7. Πηγή Καλαμιώνας



Εικόνα 3.5.7.α : Πηγή Καλαμιώνας 5/4/2005



Εικόνα 3.5.7.β : Πηγή Καλαμιώνας 7/9/2005



Εικόνα 3.5.7.γ : Πηγή Καλαμιώνας 5/4/2005



Εικόνα 3.5.7.δ : Πηγή Καλαμιώνας 7/9/2005

Στις εικόνες 3.5.7.β και 3.5.7.γ παρατηρούμε ότι η η στάθμη της πηγής έχει κατέβει αρκετά χαμηλά.



Εικόνα 3.5.7.ε : Βοσκοτόπι

Δίπλα από την πηγή του Καλαμιώνα υπάρχει βοσκοτόπι (βλ. *Εικόνα 3.5.7.ε.*) και έχουμε αγροτικές δραστηριότητες.

3.5.8. Πλατανιάς

Το σημείο αυτό της δειγματοληψίας βρίσκεται πριν την εκβολή του ποταμού στη θάλασσα. Ο Δήμος Πλατανιά βρίσκεται βόρεια του νομού Χανίων και έχει έδρα το Γεράνι. Βρίσκεται δυτικά της πόλης των Χανίων. Πρόκειται για παραθαλάσσιο δήμο ο οποίος, σύμφωνα με την απογραφή του 2001, έχει συνολικά 5.225 κατοίκους και έκταση 74.932 στρέμματα. Είναι κατοικημένη περιοχή και ανεπτυγμένη τουριστικά κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικόνα 3.5.8 α,β : Πλατανιάς 7/9/2005



Η ροή του ποταμού είναι μικρή (βλ. *Εικόνα 3.5.8 β*).

Κεφάλαιο 4°

4. Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού διακρίνονται σε οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, φυσικοχημικές παράμετροι, ανόργανα συστατικά, δείκτες οργανικού φορτίου - οργανικά συστατικά και μικροβιολογικές παράμετροι (Ζανάκη Κ., 2001).

4.1 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

4.1.1 Θολερότητα

Η θολερότητα είναι μία έκφραση της οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και να απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό και να μην μεταδίδει το φως σε ευθεία γραμμή. Η μέτρηση της θολερότητας είναι μία σημαντική μέτρηση στην εξέταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, διότι η διαύγεια του νερού επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς και τις χρήσεις των νερών (πόση, βιομηχανία, αναψυχή). Η θολερότητα στα επιφανειακά νερά προέρχεται από αιωρούμενα σωματίδια, ανόργανης ή οργανικής φύσης (όπως χώμα, πυλός, φύκη, βακτήρια, κλπ.).

Ο προσδιορισμός της θολερότητας αποτελεί μία σημαντική παράμετρο για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού λιμνών, ποταμών και θαλασσών και τον έλεγχο των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων.

Η μέτρηση της θολερότητας επιτρέπει τον έλεγχο και αυτοματοποίηση των μονάδων καθαρισμού του νερού και αποβλήτων (μετά από κατάλληλες δοκιμασίες συσχέτισης της τιμής της θολερότητας με το οργανικό φορτίο ή κάποια άλλη παράμετρο των αποβλήτων) διότι μπορεί να μετρηθεί με όργανα συνεχούς καταγραφής.

Αρχή μεθόδων μέτρησης

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της θολερότητας είναι η νεφελομετρία, που ενδείκνεται για χαμηλές τιμές θολερότητας. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται ονομάζονται νεφελόμετρα ή θολερόμετρα. Οι συνθήκες μέτρησης που απαιτούνται είναι το δείγμα να μην περιέχει :

- έγχρωμα συστατικά
- φυσαλίδες αερίων
- ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα

Η θολερότητα εκφράζεται σε μονάδες N.T.U (Nephelometric Turbidity Units).

Η θολερότητα στο πόσιμο νερό, σύμφωνα με την ισχύουσα στη χώρα μας νομοθεσία, δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 10 mg/L SiO_2 ή τις 4 μονάδες Jackson.

Μια άλλη μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως για τον προσδιορισμό της θολερότητας σε λίμνες και τη θάλασσα, είναι η μέτρηση της διαφάνειας με τη μέθοδο που είναι γνωστή ως "Μέτρηση με το δίσκο του Secchi". Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην μέτρηση του βάθους στο οποίο εξαφανίζεται από το οπτικό πεδίο του παρατηρητή, ο λευκός μεταλλικός ή πλαστικός δίσκος, που βυθίζεται κάθετα στην επιφάνεια του νερού. Στη θάλασσα η διαφάνεια κυμαίνεται συνήθως από 15 έως 20m, ενώ στις λίμνες μπορεί να φθάνει μόλις το 1,5m. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.1.2 Οσμή

Η οσμή αποτελεί χαρακτηριστικό για την ταξινόμηση των νερών σε κατηγορίες χρήσεων (πόση, αναψυχή, διαβίωση ψαριών κλπ.) ανεξάρτητα από την συγκέντρωση και το είδος των ουσιών που την προκαλούν. Η οσμή στα φυσικά ύδατα προέρχεται συνήθως από οργανικές ή ανόργανες χημικές ενώσεις φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης, σε διάλυση ή εναιώρηση στο νερό. Φυσικής προέλευσης μπορεί να είναι οσμές όμοιες με εκείνες που αναδίδονται από αιθέρια έλαια, ψάρια, βρύα ή μούχλα και μπορεί να οφείλονται στην παρουσία μικροφυκών και πρωτοζώων ή τα προϊόντα αποσύνθεσής τους. Από τα προϊόντα αποσύνθεσης οργανικών ουσιών μπορεί να προκληθούν οσμές υδρόθειου, αμμωνίας ή μεθανίου, οσμές ιδιαίτερα αισθητές σε λιμάνια, κλειστούς κόλπους, λίμνες κτλ. Οσμές ανθρωπογενούς προέλευσης μπορεί να προέλθουν και από ανεπεξέργαστα ή επεξεργασμένα λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άοσμο, δηλαδή το εξεταζόμενο δείγμα, χωρίς αραίωση, να μην έχει καμία οσμή.

Η οσμή προσδιορίζεται με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων. Γίνονται διαδοχικές αραιώσεις του δείγματος και επιλέγεται η αραιώση εκείνη, στην οποία η οσμή είναι ελάχιστα αντιληπτή. Η αραιώση αυτή ορίζεται ως "κατώφλι οσμής". (Ζανάκη Κ., 2001).

4.1.3 Γεύση

Η γεύση όπως και η οσμή αποτελούν εδώ και αιώνες εμπειρικά κριτήρια, στα οποία στηρίζονται οι άνθρωποι για να αποφεύγουν τροφές και νερό που είναι τοξικά ή επικίνδυνα για την υγεία τους. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.1.4 Χρώμα

Το χρώμα στα νερά οφείλεται σε διάφορους φυσικούς ή ανθρωπογενείς παράγοντες όπως, το πλαγκτόν, η τύρφη, μεταλλοϊόντα, βιομηχανικά απόβλητα κλπ. Η παρουσία χρώματος στα επιφανειακά νερά :

- επηρεάζει τις συνθήκες διαβίωσης των υδρόβιων οργανισμών
- περιορίζει τη φωτοσύνθεση
- περιορίζει το διαθέσιμο οξυγόνο στο νερό και
- περιορίζει τη δυνατότητα χρήσης των υδάτων από τον άνθρωπο.

Ο όρος "χρώμα" δηλώνει το πραγματικό χρώμα ενός δείγματος νερού, μετά την απομάκρυνση θολερότητας με διήθηση ή φυγοκέντρηση. Ο όρος "φαινόμενο χρώμα" χρησιμοποιείται για να δηλώσει το χρώμα που οφείλεται σε διαλυμένες ουσίες ή στη θολερότητα. Το "φαινόμενο χρώμα" μετράται στο αρχικό δείγμα, χωρίς το δείγμα να υποστεί διήθηση ή φυγοκέντρηση.

Το 80-95% από το προσπίπτον φως διεισδύει στο νερό και το υπόλοιπο ανακλάται. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.1.5 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 θερμομέτρο Κελσίου. Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι ακόμα απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως αλκαλικότητα, αλατότητα, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, κλπ. (Ζανάκη Κ., 2001).

Η θερμοκρασία των αποβλήτων που αποχετεύονται στη θάλασσα πρέπει να βρίσκεται σε ορισμένα όρια (25-40 °C), σύμφωνα με τη νομοθεσία που ισχύει στη χώρα μας.

Στρωμάτωση της θερμοκρασίας στο νερό λίμνης :

Επιλίμνιο : Ομοιόμορφη θερμοκρασία καθόλο το θέρους. Δεν είναι ίδια, αλλά κυμαίνεται ως αποτέλεσμα της κύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα.

Μεταλίμνιο : Οριοθετείται αυθαίρετα, με ανώτατο όριο εκεί όπου η πτώση της θερμοκρασίας/βάθος αρχίζει να υπερβαίνει το 1°C/1m βάθος και κατώτατο όριο η πτώση της θερμοκρασίας/βάθος αρχίζει ή γίνεται <1°C/1m βάθος.

Υπολίμνιο : Απομονωμένο από κάθε κυκλοφορία. Ουσιαστικά ακίνητο.

Οι λίμνες διακρίνονται σε :

Αμικτικές : έχουν σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο (δεν αναμιγνύονται τα νερά).

Πολυμικτικές : δεν έχουν σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο (αναμιγνύονται τα νερά).

Διμικτικές : 2 ή 3 φορές αλλάζει η θερμοκρασία (2 ή 3 φορές αναμιγνύονται τα νερά).

4.2 Φυσικοχημικές παράμετροι

4.2.1 Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)

Ο όρος pH, εκφράζει την συγκέντρωση υδρογονοκατιόντων, που περιέχει ένα δείγμα. Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 έως 14. Η ουδετερότητα αντιστοιχεί σε $\text{pH}=7,0$. Τιμές μικρότερες δείχνουν όξινο περιβάλλον (υπεροχή υδρογονοκατιόντων) ενώ τιμές μεγαλύτερες αλκαλικό περιβάλλον (υπεροχή υδροξυλιόντων). Η μέτρηση του pH, είναι μία 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 αλκαλικότητα του δείγματος, όμως τιμές pH μικρότερες από 7, δείχνουν μία τάση του δείγματος προς την οξύτητα και τιμές pH μεγαλύτερες από 7, δείχνουν μία τάση του δείγματος προς την αλκαλικότητα.

Στα νερά φυσικής προέλευσης, το pH κυμαίνεται συνήθως από 6,5 έως 8,5. Σ' αυτά τα όρια, πρέπει να βρίσκεται και το pH των λυμάτων και αποβλήτων πριν τη διάθεσή τους στη θάλασσα, τα ρέματα και τους υπονόμους. Το pH απεσταγμένου νερού (καθαρής βροχής) είναι περίπου 5,6 και του θαλασσινού νερού 7,5.

Ο προσδιορισμός του pH γίνεται ηλεκτρομετρικά με 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.

Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι καλομέλανος ή Ag-AgCl ή άλλου τύπου, σταθερού δυναμικού. Το ηλεκτρόδιο πρέπει να ξεπλένεται με απεσταγμένο νερό πριν και μετά από κάθε μέτρηση και να σκουπίζεται μαλακά με απορροφητικό χαρτί.

Ο προσδιορισμός του pH στα δείγματα, πρέπει να γίνεται 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. Επίσης πρέπει τα δοχεία δειγματοληψίας να γεμίζονται ως επάνω και να διατηρούνται σφραγισμένα μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού. Μαζί με την τιμή του pH πρέπει να αναφέρεται και η θερμοκρασία του δείγματος τη στιγμή της μέτρησης, γιατί η θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του pH. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.2.2 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

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 ιονιζομένων ουσιών, που περιέχονται στο δείγμα και τη θερμοκρασία, στην οποία έγινε η μέτρηση. Μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Η αγωγιμότητά, συνήθως, κυμαίνεται :

- στα πόσιμα νερά από 50-1500 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$
- στο νερό της βροχής 20-50 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$,
- στα νερά λασποβροχής περίπου 500 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$,
- σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα πάνω από 10.000 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.
- σε νερό πράσφατα απεσταγμένο 0,5-2 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ (συνήθως 1,2 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$), ενώ μετά από μερικές εβδομάδες παραμονής, λόγω απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, η αγωγιμότητά του φθάνει τα 2-4 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.

Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικό όργανο γνωστό ως αγωγιμόμετρο. Η αγωγιμότητα αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, γι'αυτό η μέτρηση της αγωγιμότητας πρέπει πάντα να πραγματοποιείται σε σταθερή θερμοκρασία (συνήθως 20°C). (Ζανάκη Κ., 2001).

4.2.3 Σκληρότητα

Η σκληρότητα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του νερού που οφείλεται στην παρουσία διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου δεσμευμένων με ανθρακικά και δισανθρακικά ιόντα σχηματίζοντας τις ενώσεις $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 κλπ. Η σκληρότητα διακρίνεται σε ολική, ανθρακική και μη ανθρακική. Η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, ίση με το άθροισμα της ανθρακικής και μη ανθρακικής σκληρότητας και οφείλεται σε όλα τα κατιόντα που σχηματίζουν ίζημα με τον σάπωνα. Η ανθρακική σκληρότητα λέγεται και "παροδική σκληρότητα" και οφείλεται στα κατιόντα του νερού που απομακρύνονται με το βρασμό του νερού. Ο προσδιορισμός της ανθρακικής σκληρότητας γίνεται με τον προσδιορισμό της αλκαλικότητας. (Ζανάκη Κ., 2001).

Η μη ανθρακική σκληρότητα λέγεται και "μόνιμη" ή "παραμένουσα σκληρότητα". Οφείλεται σε θειικά και χλωριούχα άλατα Mg, Ca.

Στην περίπτωση που ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, μεγαλύτερη από την ολική αλκαλικότητα (ανθρακική ή παροδική), τότε η αλκαλικότητα εκφράζει την ανθρακική ή παροδική σκληρότητα.

(Αν ολική σκληρότητα > τιμή ολικής αλκαλικότητας τότε αλκαλικότητα=ανθρακική

Άρα ολική σκληρότητα - αλκαλικότητα=μόνιμη).

Στην περίπτωση που ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή ίση ή μικρότερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε η ολική σκληρότητα αναφέρεται ως ανθρακική σκληρότητα και δεν υπάρχει μη ανθρακική σκληρότητα. (Αν σκληρότητα < τιμή ολικής αλκαλικότητας τότε ολική σκληρότητα= ανθρακική σκληρότητα+ μη ανθρακική σκληρότητα=0).

Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι : mg/L CaCO_3 , mmole/L και meq/L αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί. (Ζανάκη Κ., 2001).

Η σκληρότητα των φυσικών νερών οφείλεται στη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό. Στη χώρα μας, λόγω της ασβεστολιθικής σύστασης πολλών περιοχών, πολλά νερά παρουσιάζουν υψηλή σκληρότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή της Κέρκυρας, που διαθέτει νερό με σκληρότητα περίπου 50 Γερμανικών βαθμών ή 900 mg/L CaCO_3 έναντι 12 περίπου Γερμανικών βαθμών ή 210 mg/L CaCO_3 που είναι το νερό που διαθέτει η ΕΥΔΑΠ στην Αθήνα.

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 γνωστή ως μέθοδος EDTA, είναι ογκομετρική και βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, από τη χημική ένωση EDTA. (Ζανάκη Κ., 2001).

Το νερό ανάλογα με την σκληρότητά του διακρίνεται σε :

- μαλακό νερό : 0-100 mg/L CaCO_3
- μέσης σκληρότητας νερό : 100-200 mg/L CaCO_3
- σκληρό νερό : 200-300 mg/L CaCO_3
- πολύ σκληρό νερό : >300 mg/L CaCO_3

Το πόσιμο νερό έχει σκληρότητα < 50 mg/L CaCO_3 .

Η σκληρότητα είναι σημαντική παράμετρος διότι καθορίζει τις χρήσεις του νερού. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.2.4 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, (θολερότητα, 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 επαξεργασίας 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.
- Εναιωρούμενα 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 °C ή στους 180 °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. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.3 Ανόργανα συστατικά

4.3.1 Αμμωνιακό Άζωτο ($NH_4^+ - N$)

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό τη μορφή αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+) ή ελεύθερης αμμωνίας (NH_3), ανάλογα με το pH και την θερμοκρασία του διαλύματος. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση Αμμωνιακού Αζώτου (NH_4^+) στο πόσιμο νερό, είναι 0,5 mg/L ενώ το ανώτατο επιτρεπτό

όριο στα γλυκά νερά για τη 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. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.3.2 Νιτρικό Άζωτο ($NO_3^- - N$)

Στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, οι συγκεντρώσεις νιτρικών είναι συνήθως μικρές. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, είναι δείκτης ρύπανσης των υδάτων από λιπάσματα ή λύματα ακι απόβλητα.

Σε ένα δείγμα οξυνισμένο με θειϊκό και φωσφορικό οξύ, τα νιτρικά ιόντα αντιδρούν με την 2,6-ιμεθυλοφαινόλη και δημιουργούν την 4-νίτρο-2,6-διμεθυλοφαινόλη, η οποία έχει πορτοκαλί χρώμα και προσδιορίζεται φωτομετρικά. Μεγάλης έντασης χρώμα προσδιορίζει και μεγάλη συγκέντρωση σε νιτρικά ιόντα. Το εύρος μέτρησης εκτείνεται από 0,10 έως και 25,0 mg/L.

Η μέθοδος αυτή δεν είναι η κατάλληλη, για να προσδιοριστεί η περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα, δειγμάτων με περιεκτικότητα σε χλωριούχα μεγαλύτερη του 1000 mg/L και για δείγματα με COD (χημικό απαιτούμενο οξυγόνο) μεγαλύτερο των 500 mg/L.

Η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση νιτρικού αζώτου στο πόσιμο νερό, είναι 50 mg/L, στα απόβλητα που διαθέτονται στα ρέματα (ΕΥΔΑΠ) 4 mg/L και στη θάλασσα 20 mg/L. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.3.3 Φωσφορικά PO_4^{3-}

Στα επιφανειακά νερά και απόβλητα, ο φώσφορος απαντάται σε πολλές μορφές, πιο συχνά με τη μορφή ορθοφωσφορικών ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) και πολυφωσφορικών (π.χ. $Na_3(PO_3)_6$) ιόντων, ως οργανικός φώσφορος, δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις.

Η παρουσία του φωσφόρου στα επιφανειακά νερά, οφείλεται σε πολλές πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Πολλά από τα χρησιμοποιούμενα απορρυπαντικά, οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης, περιέχουν πολυφωσφορικά ιόντα για την αποσκλήρυνση του νερού. Έτσι λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρυμένα με σημαντικές ποσότητες φωσφόρου. Τα φωσφορούχα λύματα 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 φώσφορος είναι το βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των οργανισμών και η έλλειψή του μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής, σε μια υδατική μάζα. Σε περιπτώσεις, όπου ο φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας, η διοχέτευση επεξεργασμένων ή ανεπεξέργαστων λυμάτων, κτηνοτροφικών αποβλήτων, εκπλύσεων γεωργικών εδαφών ή ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει την υπέρμετρη ανάπτυξη φωτοσυνθετικών, υδρόβιων φυκών ή μακρόφυτων που με τη σειρά του προκαλούν ευτροφισμό.

Το ανώτατο επιτρεπτό όριο των φωσφορικών στο επιφανειακό νερό σύμφωνα με την νομοθεσία είναι 0,4 – 0,7 mg/L. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.3.4 Θεϊικά ιόντα SO^{-2}_4

Η παρουσία των θεϊκών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, μπορεί να προέρχεται από τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό ή από ορισμένες χρήσεις του νερού 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 ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

Ο έλεγχος των θεϊκών αλάτων στο πόσιμο νερό, έχει σημασία, γιατί έχει βρεθεί ότι τα θεϊκών άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν καθαρτική δράση στον άνθρωπο, γι'αυτό, το ανώτατο επιτρεπτό όριο θεϊκών ιόντων στο πόσιμο νερό, είναι 250 mg/L (Ζανάκη Κ., 2001).

4.3.5.Χλωριόντα Cl^-

Το χλώριο υπό τη μορφή χλωριόντων, αποτελεί ένα από τα βασικά ανόργανα ανιόντα των υδάτων και αποβλήτων. Στα φυσικά επιφανειακά και υπόγεια νερά, η συγκέντρωση των 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 υδάτων, γιατί κατά τη χρήση του από τον άνθρωπο, το νερό επιβαρύνεται με άλατα και κυρίως με χλωριούχο νάτριο, το οποίο προστίθεται ως βελτιωτικό γεύσης σε όλες σχεδόν τις τροφές, καταλήγει αναλλοίωτο στα λύματα. Αλλά και πολλές κατηγορίες βιομηχανιών επιβαρύνουν, με μεγάλες τιμές χλωριόντων, τα απόβλητά τους και στη συνέχεια τους φυσικούς αποδέκτες, στους οποίους καταλήγουν.

Υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων, αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού, αυξάνουν το ρυθμό διάβρωσης μεταλλικών επιφανειών και έχουν βλαβερές σσυνέπειες στην ανάπτυξη των περισσότερων φυτών.

Το ανώτατο επιτρεπτό όριο χλωριόντων στο πόσιμο νερό, σύμφωνα με την νομοθεσία μας, είναι 200 mg/L.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό των χλωριόντων. Η μέθοδος νιτρικού αργύρου είναι η παλαιότερη και συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος, κατάλληλη για σχετικά καθαρά νερά με συγκέντρωση χλωριόντων από 1,5 έως 100 mg/L. Πρόκειται για ογκομετρική μέθοδο που στηρίζεται στη δέσμευση των χλωριόντων υπό τη μορφή AgCl_2 , παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου κατά την ογκομέτρηση ορισμένης ποσότητας δείγματος, με διάλυμα νιτρικού αργύρου (AgNO_3) (Ζανάκη Κ., 2001).

4.3.6 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%)

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

- 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, πρόσδοση 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.

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

- ο η ιωδομετρική μέθοδος, γνωστή και ως μέθοδος Winkler, με τις τροποποιήσεις της και
 - ο η ηλεκτροχημική μέθοδος, με τη χρήση ηλεκτροδίων.
- Και οι δύο προβλέπονται από την τελευταία έκδοση της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Δημόσιας Υγείας (APHA 1989). Ηλεκτροχημική μέθοδος προβλέπεται και από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) και τον Αμερικάνικο Οργανισμό Τυποποίησης (ASTM, 1991).

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 (Ζανάκη Κ., 2001).

4.4 Δείκτες οργανικού φορτίου - οργανικά συστατικά

4.4.1 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) (Biochemical Oxygen Demand)

Ο προσδιορισμός του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου χρησιμοποιείται ως μέτρο εκτίμησης του ρυπαντικού φορτίου που διαθέτουν τα λύματα, τα απόβλητα και τα ρυπασμένα ύδατα. Μετράται η ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνουν αερόβια μεσόφιλα βακτήρια για την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών που περιέχει το εξεταζόμενο δείγμα (ανθρακούχα απαίτηση) και η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την χημική οξείδωση ανόργανων ουσιών όπως τα θειούχα, ο σίδηρος κλπ. Με την ίδια διαδικασία μετράται, ακόμα, η ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση ανηγμένων μορφών του αζώτου (αζωτούχα απαίτηση) που ενδεχομένως περιέχει το δείγμα.

Ο προσδιορισμός του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου, περισσότερο γνωστού και ως BOD (αρχικά του Αγγλοσαξωνικού όρου Biochemical Oxygen Demand) είναι μία από τις παλαιότερες και συχνά εφαρμοζόμενη, ως σήμερα, μέθοδος για την εκτίμηση της οργανικής κυρίως ρύπανσης από λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα σε φυσικούς αποδέκτες (λίμνες, ποτάμια κτλ.), τον σχεδιασμό και τον έλεγχο συστημάτων βιολογικού καθαρισμού λυμάτων και αποβλήτων, κτλ.

Ως Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο μπορεί να οριστεί η ποσότητα οξυγόνου που καταναλώνουν αερόβια μεσόφιλα βακτήρια, σε διάστημα πέντε ημερών, για την χημική και βιολογική οξείδωση των οργανικών κυρίως ουσιών που περιέχει ορισμένος όγκος δείγματος ακαθάρτων νερών, που επωάζεται σε σκοτεινό θάλαμο, σταθερής θερμοκρασίας 20°C. Το BOD, εκφράζεται σε mg/L και συμβολίζεται ως BOD₅, όταν ο χρόνος επώασης του δείγματος είναι πέντε ημέρες.

Στα ανεπεξέργαστα λύματα, το BOD κυμαίνεται από 250 ως 350 mg/L ενώ σε ορισμένες κατηγορίες βιομηχανικών αποβλήτων π.χ απόβλητα γαλακτοβιομηχανίας, μπορεί να φθάσει ως 20.000 mg/L (όταν δεν γίνεται ανάκτηση του ορού του γάλατος). Σύμφωνα με τη νομοθεσία που ισχύει στη χώρα μας, τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες (ποτάμια, λίμνες, θάλασσα) πρέπει να έχουν BOD₅ μικρότερο από 40 mg/L, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις καθορίζονται ακόμα αυστηρότερα όρια.

Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν εκτάσεις με ελιές και πιθανότατα να υπάρχουν και απόβλητα ελαιουργείων. Ο κασίγαρος, όπως ονομάζουμε κοινώς τα υγρά απόβλητα των ελαιουργείων είναι πράγματι πολύ βεβαρυμένος με οργανικό φορτίο, δημιουργεί τεράστια περιβαλλοντικά προβλήματα, ενώ η φυτοξικότητά του έχει μειώσει σύμφωνα με την κ. Βορέαδου (Δρ. Οικολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης) τη βιοποικιλότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων κατά 50-60 % περίπου. Σχετικά με το οργανικό ρυπαντικό του φορτίο για να έχουμε ένα μέτρο σύγκρισης, αναφέρουμε ότι τα απόβλητα ενός μέσης δυναμικότητας ελαιουργείου περίπου 50 m³/ημέρα ισοδυναμούν με τα λύματα ενός οικισμού 30.000 κατοίκων.

Η μέτρηση του BOD δεν είναι επαναλήψιμη. Ας σημειωθεί ότι διπλά δείγματα μπορεί να διαφέρουν στην τιμή του BOD μέχρι και 25 % μεταξύ τους. [6]

Το BOD μετράται με τρεις μεθόδους.

1. Μανομετρικά, με ειδική συσκευή (έμμεση μέθοδος)
2. Ηλεκτροχημικά, με οξυγονόμετρο (άμεση μέθοδος)
3. Χημικά, με την ιωδομετρική μέθοδο ή την τροποποιημένη μέθοδο Winkler (άμεση μέθοδος)

Με τη μέτρηση του BOD, προσδιορίζεται, έμμεσα, ο βαθμός ρύπανσης που υπάρχει ή που μπορεί να προκληθεί από την αποχέτευση λυμάτων, βιομηχανικών ή κτηνοτροφικών

αποβλήτων σε ένα φυσικό αποδέκτη, μετρώντας τη μείωση του οξυγόνου για την αποικοδόμηση του οργανικού μέρους των αποβλήτων.

Αν η απομάκρυνση του οξυγόνου είναι πλήρης (επομένως η τιμή του BOD υψηλή), σημαίνει ότι στον φυσικό αποδέκτη δεν μπορούν να ζήσουν αερόβιοι οργανισμοί αλλά μόνο αναερόβιοι μικροοργανισμοί. Στην περίπτωση αυτή, ο άνθρακας μετατρέπεται σε μεθάνιο, το άζωτο παραμένει στη μορφή των αμμωνιακών ιόντων, το θείο μετατρέπεται σε υδρόθειο και ο φώσφορος σε φωσφίνη (PH₃). Οι ενώσεις αυτές, είναι δύσσομες και τοξικές για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου δεν είναι ουσιαστικά μια συγκεκριμένη τιμή, αλλά μια τιμή που μεταβάλλεται στο χρόνο. Η βιοχημική οξειδωση είναι μια αργή διαδικασία και θεωρητικά παραμένει άγνωστος ο απαιτούμενος χρόνος για την τελική τιμή του BOD. Για τα αστικά λύματα, έχει μετρηθεί ότι, σε διάστημα 20 ημερών, η οξειδωση είναι περίπου 95-99 % της ολικής. Σε βιομηχανικά απόβλητα, ο χρόνος πλήρους οξειδωσης των οργανικών ενώσεων είναι μεγαλύτερος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα απόβλητα χαρτοβιομηχανιών, με απαιτούμενο χρόνο για την πλήρη οξειδωση τους, 200 ημέρες περίπου. (Ζανάκη Κ., 2001).

4.4.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

Το χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD), είναι η ισοδύναμη ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την οξειδωση των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε δείγμα υδάτων ή αποβλήτων. Είναι μια ακριβής και γρήγορη μέτρηση, χρήσιμη στην εκτίμηση της ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων και για έλεγχο και σχεδιασμό συστημάτων βιολογικού καθαρισμού λυμάτων και αποβλήτων.

Σε ορισμένα δείγματα, το COD μπορεί να συσχετισθεί με το BOD, τον Οργανικό Άνθρακα ή το περιεχόμενο σε οργανικές ουσίες. Ο βαθμός συσχέτισης του COD με το θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο, για την πλήρη οξειδωση των οργανικών ενώσεων του δείγματος, εξαρτάται από τη δυνατότητα πλήρους οξειδωσης των ουσιών που περιέχονται σ' αυτό. Πολλές οργανικές ενώσεις, οξειδώνονται, σε ποσοστό 90-100 % και σε νερά που περιέχουν κυρίως τέτοιες ενώσεις, όπως τα αστικά λύματα, η τιμή του COD είναι ένα αρκετά καλό μέτρο του θεωρητικά απαιτούμενου οξυγόνου. Έτσι, στα αστικά λύματα η σχέση COD /BOD κυμαίνεται από 2,5:1 ως 3,0:1. Σε δείγματα που περιέχουν μεγάλες ποσότητες από ουσίες που οξειδώνονται δύσκολα στις συνθήκες του προσδιορισμού, η τιμή του COD δεν είναι αντιπροσωπευτική του θεωρητικά απαιτούμενου οξυγόνου. Η περίπτωση αυτή μπορεί να παρατηρηθεί σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα. Υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη μέτρηση του COD, όπως η οξειδωση ανόργανων συστατικών, κυρίως των χλωριόντων, των νιτρωδών, του δισθενούς σιδήρου και των θειούχων. Επομένως, η σημασία της τιμής του COD εξαρτάται από τη σύσταση του νερού που εξετάζεται. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, όταν αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν με τη μέθοδο αυτή.

Σε ορισμένα απόβλητα που περιέχουν τοξικές ουσίες, ο προσδιορισμός του χημικά απαιτούμενου οξυγόνου και του ολικού οργανικού άνθρακα είναι οι μόνες δυνατές μετρήσεις για την εκτίμηση του οργανικού φορτίου τους.

Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 50 mg/L.

Τα ανεπεξέργαστα λύματα, έχουν συνήθως COD που κυμαίνεται από 700 ως 750 mg/L. Σε βιομηχανικά απόβλητα, η τιμή του COD είναι συνήθως μεγαλύτερη, για παράδειγμα απόβλητα βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος έχουν τιμές της τάξης των

2.000 mg/L, απόβλητα σφαγείων περίπου 5.000 mg/L ενώ στα απόβλητα σταφιδοεργοστασίων μπορεί να φθάσει ως 70.000 mg/L.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία μας, τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακά ρέματα ή τη θάλασσα πρέπει να έχουν COD μικρότερο από 120 mg/L ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν καθοριστεί ακόμα αυστηρότερα όρια.

Ο προσδιορισμός του COD μπορεί να γίνει με μακρο-μέθοδο και μικρο-μέθοδο. Η μακρο-μέθοδος, εκτελείται σε συσκευή ανοικτού σωλήνα (σφαιρική φιάλη συνδεδεμένη με κάθετο ψυκτήρα), είναι κατάλληλη για εφαρμογή σε πολλές κατηγορίες αποβλήτων, όπου προτιμάται η χρήση μεγάλου όγκου δείγματος. Η μικρο-μέθοδος, εκτελείται σε κλειστό σωλήνα, είναι πιο οικονομική από την μακρο-μέθοδο (απαιτεί μικρότερες ποσότητες αντιδραστηρίων), προϋποθέτει όμως την ομογενοποίηση των δειγμάτων που περιέχουν αιωρούμενα στερεά. Αν ακολουθηθεί η μικρο-μέθοδος, ο προσδιορισμός της περισσειας των διχρωμικών μπορεί να γίνει είτε με ογκομέτρηση ή με φωτομέτρηση. Στο εμπόριο, κυκλοφορούν ειδικές συσκευές (CODmeter) που αποτελούνται από θερμαντικά σώματα, με ενσωματωμένες υποδοχές για την τοποθέτηση των σωλήνων και ακριβή ρύθμιση της θερμοκρασίας, στους 150 °C. Οι συσκευές αυτές, μπορούν να συνδιαστούν με φωτόμετρο φίλτρων, για την απευθείας μέτρηση της περισσειας των διχρωμικών. Στο εμπόριο, κυκλοφορούν σωλήνες που περιέχουν τα αντιδραστήρια στη σωστή αναλογία.

Τα δείγματα συλλέγονται, κατά προτίμηση, σε γυάλινες φιάλες και πρέπει να αναλύονται όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Αν στο δείγμα υπάρχουν καθιζάνοντα ή αιωρούμενα στερεά, το δείγμα ομογενοποιείται. Αν το δείγμα δεν αναλυθεί αμέσως, οξινίζεται με προσθήκη μικρής ποσότητας π.Η₂SO₄ (pH < 2). (Ζανάκη Κ., 2001).

4.5 Μικροβιολογικές παράμετροι

Το μικρόβιο θεωρείται ο παθογόνος μικροοργανισμός του ανθρώπου, των ζώων ή των φυτών. Συχνά, ως "μικρόβια" αναφέρονται λαθεμένα, το σύνολο των μικροοργανισμών, ιδιαίτερα των βακτηρίων και μυκήτων. Οι σημερινές γνώσεις της βιολογίας των μικροσκοπικών οργανισμών, έχουν δείξει ότι στη φύση υπάρχει μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις οικολογικές ισορροπίες και ελάχιστα μόνο είδη προκαλούν παθογόνα φαινόμενα στον άνθρωπο, τα ζώα ή τα φυτά. Οι μικροοργανισμοί για παράδειγμα, είναι οι βιολογικοί παράγοντες που αποσυνθέτουν την οργανική ύλη, δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο κτλ. Χρησιμοποιούνται ακόμα από τον άνθρωπο για την παραγωγή αγαθών, όπως τρόφιμα (π.χ κρασί, ξύδι, τυρί, γιαούρτι), φάρμακα (π.χ αντιβιοτικά).

Οι οπουδαιότερες ταξονομικές κατηγορίες μικροοργανισμών είναι πέντε: τα βακτήρια, οι μύκητες, τα πρωτόζωα, οι ιοί και τα φύκη. Έτσι το ορθό είναι, όταν αναφερόμαστε σε μικροοργανισμούς, να προσδιορίζουμε τη συστηματική κατηγορία στην οποία υπάγονται, ανεξάρτητα από την χρησιμότητα ή βλαπτικότητα ίων οργανισμών αυτών και να αποφεύγεται ο όρος "μικρόβια".

Με τον όρο "μικροβιολογική εξέταση νερού" εννοείται ο εντοπισμός και ο ποσοτικός προσδιορισμός των μικροοργανισμών που περιέχονται σε ένα δείγμα νερού και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Η μικροβιολογική εξέταση νερού συνήθως περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των παθογόνων μικροοργανισμών για τον άνθρωπο και τα ζώα.

Σκοπός της μικροβιολογικής εξέτασης του νερού, είναι η εξέταση του βαθμού μόλυνσης των υδάτων από λύματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα και ο έλεγχος της καταλληλότητας του νερού για διάφορες χρήσεις όπως πόση, κολύμβηση, κτλ. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με συγκεκριμένη

μεθοδολογία και τεχνικές που σκοπό έχουν τον εντοπισμό της παρουσίας και προσδιορισμό της πυκνότητας μικροοργανισμών που είναι δείκτες κοπρικής μόλυνσης ή έχουν παθογόνο δυναμικό.

Από το πλήθος μικροοργανισμών που υπάρχουν στη φύση λίγοι είναι εκείνοι που είναι παθογόνοι και μπορούν να μεταδοθούν στον άνθρωπο από το νερό. Στους παθογόνους όμως μικροοργανισμούς, περιλαμβάνονται είδη που προκαλούν σοβαρές ασθένειες στον άνθρωπο όπως ο τύφος από *Salmonella typhosa*, η χολέρα από *Vibrio comma*, η δυσεντερία από *Entamoeba histolytica* κτλ. Σε μικροοργανισμούς οφείλονται και ιώσεις όπως η ηπατίτιδα, η πολυεμελίτιδα κτλ καθώς και μυκητιάσεις όπως οι κολπίτιδες, οι δερματίτιδες κτλ.

Ο μικροβιολογικός έλεγχος των υδάτων γίνεται με τη χρήση δεικτών κοπρικής ρύπανσης δηλαδή ομάδων μικροοργανισμών που η ανίχνευση τους στα νερά δείχνει την παρουσία στο νερό περιττωμάτων ή λυμάτων από ζώα ή τον άνθρωπο. Οι κοπρικοί δείκτες, είναι η ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων (Total Coliform), η ομάδα των κοπρικών κολοβακτηρίων (Faecal Coliform) και η ομάδα των κοπρικών στρεπτόκοκκων (Faecal Streptococci).

Οι κοπρικοί στρεπτόκοκκοι είναι βακτήρια που ζουν συνήθως στο έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων (ιπποειδή, βοοειδή, χοίροι, πουλερικά κλπ). Η παρουσία κοπρικών στρεπτόκοκκων στο νερό είναι σαφής ένδειξη κοπρικής μόλυνσης.

Μετά από μακρόχρονες εργαστηριακές έρευνες και δοκιμασίες έχουν καθοριστεί ανώτατα όρια της πληθυσμιακής πυκνότητας των ολικών κολοβακτηρίων, των κοπρικών κολοβακτηρίων και των κοπρικών στρεπτόκοκκων ως κριτήρια υγειονομικής ασφάλειας των υδάτων για διάφορες χρήσεις (π.χ νερό κατάλληλο για πόση, για κολύμβηση κλπ) (Ζανάκη Κ., 2001).

4.5.1. Ολικά Κολοβακτήρια (Total coliforms)

Τα κολοβακτήρια ανήκουν στην οικογένεια των "Enterobacteriaceae. Αυτά που συναντώνται συχνά στα νερά είναι τα "Citrobacter", "Enterobacter", "Escherichia", "Hafnia", "Klebsiella", "Serratia" και "Yersinia".

Διάφορα μέλη της ομάδας των κολοβακτηρίων είναι γνωστό παρουσιάζονται στα απόβλητα και σε άλλα περιβαλλοντικά υλικά, και είναι ικανά να αναπτυχθούν σε νερό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά. Όμως ορισμένα είδη τους, παρόλο που απαντώνται συχνά στο περιβάλλον, μπορούν να συνδεθούν με ανθρώπινης προέλευσης μόλυνση αλλά σπάνια με γαστρεντερίτιδα.

Στην ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων περιλαμβάνονται αερόβια και επαμφοτερίζοντα βακτήρια που είναι πλατιά διαδεδομένα και αναπτύσσονται στο έδαφος, τα επιφανειακά νερά, τα τρόφιμα. Περιλαμβάνονται ακόμα είδη που ζουν στο παχύ έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων και αποβάλλονται με τα λύματα και κτηνοτροφικά απόβλητα. Η παρουσία αντιπροσώπων από την ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων στο νερό, αποτελεί ένδειξη επιμόλυνσης από εξωγενείς παράγοντες αν και η προέλευση τους εκτός από κοπρική μπορεί να είναι περιβαλλοντική (έδαφος, φύλλα) (Ζανάκη Κ., 2001).

4.5.2. Escherichia coli (E. coli)

Το *E.coli* είναι ένα κολοβακτήριο, το οποίο θεωρείται πρωτεύον δείκτης της μικροβιακής μόλυνσης των επεξεργασμένων και ανεπεξέργαστων νερών. Σαν κολοβακτηρίδιο είναι μέλος της οικογενείας των "Enterobacteriaceae" και είναι ικανό να μεταβολίσει λακτόζη στους 44 °C.

Το *E. coli* απαντάται στα κόπρανα όλων των θηλαστικών, συχνά σε μεγάλες ποσότητες της τάξης των 10⁹/gr, και αποτελεί θεμέλιο λίθο για την μικροβιολογική ποιότητα των νερών τα τελευταία 100 χρόνια. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης του και η ευαισθησία του στην απολύμανση είναι παρόμοια με αυτά πολλών άλλων παθογόνων βακτηρίων (π.χ. "*Salmonella*", "*Shigella*") και δεν πολλαπλασιάζεται σε επεξεργασμένα νερά. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που το *E. coli* δεν είναι κατάλληλος δείκτης επιφανειακής μόλυνσης, παρόλα αυτά παραμένει ο καλύτερος βιολογικός δείκτης για το πόσιμο νερά και την προστασία της δημόσιας υγείας (Ζανάκη Κ., 2001).

4.5.3. Εντερόκοκκος (*Streptococcus faecalis*)

Στους εντερόκοκκους συμπεριλαμβάνονται ένας αριθμός ειδών τα οποία απαντώνται στα κόπρανα των ανθρώπων και στην θερμόαιμων ζώων. Η βασική αιτία για την καταμέτρηση τους είναι η αποτίμηση και η σημασία της παρουσίας των κολοβακτηρίων κατά την απουσία της *E. coli*, ή να δώσουν επιπρόσθετες πληροφορίες για την αποτίμηση του μεγέθους πιθανής επιμόλυνσης. Στα ανθρώπινα κόπρανα ο αριθμός των εντερόκοκκων σπάνια είναι μεγαλύτερος από 10⁶/gr κοπράνων, ενώ στα περιττώματα των ζώων είναι συχνά περισσότερα των *E. coli*. Οι εντερόκοκκοι, με προέλευση από περιττώματα, σπάνια πολλαπλασιάζονται στο νερό και είναι πιο ανθεκτικοί στις μεταβολές του περιβάλλοντος τους και στην χλωρίωση από τα *E. coli* και τα κολοβακτηρίδια. Πιστεύεται ότι ο έλεγχος για εντερόκοκκους μπορεί να αποδειχθεί ένας επιπρόσθετος δείκτης για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του νερού.

Τα κοπρικά κολοβακτήρια περιέχονται σε μεγάλους αριθμούς, της τάξης των εκατομμυρίων, στα περιττώματα, λύματα και κτηνοτροφικά απόβλητα. Η παρουσία κοπρικών κολοβακτηρίων στο νερό αποτελεί σαφή ένδειξη κοπρικής επιμόλυνσης, χωρίς όμως να καθιστά το νερό υγειονομικά επικίνδυνο εάν δεν έχει ανιχνευθεί και η παρουσία συγκεκριμένων παθογόνων παραγόντων (Ζανάκη Κ., 2001).

Κεφάλαιο 5°

5.1 Διαδικασία και θέσεις δειγματοληψίας

Την προηγούμενη ημέρα από τη δειγματοληψία ξεκινάει η προετοιμασία. Για τις φυσικές, χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις είναι απαραίτητο δείγμα όγκου 2 λίτρων. Τα δείγματα νερού συλλέγονταν σε δοχεία από πολυαιθυλένιο. Αρχικά απολυμαίνουμε τα πλαστικά μπουκάλια 2L στο πλυντήριο. Στη συνέχεια απολυμαίνουμε το φορητό ψυγείο και τους δειγματολήπτες. Τέλος γράφουμε στις ετικέτες του κάθε μπουκαλιού το όνομα της περιοχής.

Επειδή συνήθως δεν είναι δυνατόν χρονικά, η ανάλυση να γίνει αμέσως μετά τη δειγματοληψία και παρεμβάλλεται κάποιο διάστημα από τη στιγμή της δειγματοληψίας μέχρι την ανάλυση, πρέπει με κάποιο τρόπο να διατηρηθεί η αρχική σύσταση του δείγματος. Γι' αυτό και ο συνηθέστερος τρόπος διατήρησης των δειγμάτων μέχρι την ανάλυση, είναι η αποθηκευσή τους σε φορητό ψυγείο αμέσως μετά τη συλλογή τους. Ως δειγματοληψία νοούνται όλες οι διαδικασίες επιλογής, συλλογής, διατήρησης και μεταφοράς προς ανάλυση ενός δείγματος.

Την ημέρα της δειγματοληψίας ξεκινάμε τις πρώτες πρωινές ώρες. Από το χημικό εργαστήριο παίρνουμε τα μπουκάλια, τους δειγματολήπτες και το φορητό ψυγείο. Τα μέρη δειγματοληψίας έχουν την εξής σειρά : (από το πιο μακρινό στο Τ.Ε.Ι μέχρι το πιο κοντινό. Και ο λόγος είναι για να έχουν την ίδια θερμοκρασία μέχρι να επιστρέψουμε στο εργαστήριο).

1. Μεσκλά
2. Φουρνές
3. Πατελάρι
4. Πλατανιάς
5. Αγιά Σύνολο
6. Καλαμιώνας
7. Κολύμπα
8. Αγιά Υπεχείλιση

Στα Μεσκλά, Φουρνέ, Καλαμιώνα και Κολύμπα η συλλογή των δειγμάτων έγινε απευθείας με το μπουκάλι (βλ. *Εικόνα 5.1.1*), ενώ στον Πλατανιά, Πατελάρι, Αγιά Σύνολο, Καλαμιώνας και Αγιά Υπεχείλιση η συλλογή των δειγμάτων έγινε με τους κατάλληλους δειγματολήπτες κάθε φορά (βλ. *Εικόνα 5.1.2*).



Εικόνα 5.1.1: Παραλαβή δείγματος απευθείας με το μπουκάλι.



Εικόνα 5.1.2: Δειγματολήπτες

5.2 Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης

5.2.1 pH και θερμοκρασία

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στη μέτρηση το pH είναι : το Πεχάμετρο HACH sensionTM156 (βλ.Εικόνα 5.2.1.) με ηλεκτρόδιο υάλου, καλομέλανος, το θερμομέτρο είναι ενσωματωμένο στο όργανο και γίνεται αυτόματη μέτρηση θερμοκρασίας, μαγνητικός αναδευτήρας, ποτήρι ζέσεως και απιονισμένο νερό.



Εικόνα 5.2.1. pH –μετρο HACH sensionTM156

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.

Πριν από κάθε μέτρηση, βγάζουμε το ηλεκτρόδιο που είναι τοποθετημένο στο ειδικό ποτήρι που περιέχει ρυθμιστικό διάλυμα, το ξεπλένουμε με απεσταγμένο νερό και το σκουπίζουμε μαλακά με απορροφητικό χαρτί. Στη συνέχεια το βυθίζουμε σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει το δείγμα. Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως σε μαγνητικό αναδευτήρα, τον οποίο θέτουμε σε λειτουργία. Η ποσότητα του δείγματος είναι τόση ώστε να καλύπτονται τα ευαίσθητα μέρη του ηλεκτροδίου και να είναι δυνατή η κίνηση της μαγνητικής ράβδου. Καταγράφουμε την τιμή pH και της θερμοκρασίας του δείγματος. Τέλος ξεπλένουμε το ηλεκτρόδιο με απεσταγμένο νερό, το σκουπίζουμε μαλακά με απορροφητικό χαρτί και το τοποθετούμε στο ειδικό ποτήρι που περιέχει ρυθμιστικό διάλυμα. Όταν τελειώσουμε τις αναλύσεις ποματίζουμε το ηλεκτρόδιο με το ελατικό πώμα, το οποίο περιέχει KCl.

Τα πεχάμετρα μετρούν απευθείας σε μονάδες pH. Το pH εκφράζεται με προσέγγιση 0,1 μονάδες pH και η θερμοκρασία με προσέγγιση 1 °C (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

5.2.2 Θολερότητα

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της θολερότητα είναι η Νεφελομετρική μέθοδος και μπορεί να προσδιοριστεί σε οποιοδήποτε δείγμα που δεν περιέχει ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα. Επίσης, το δείγμα δεν πρέπει να περιέχει φυσαλίδες αερίων ή να είναι έγχρωμο. Το όργανο που χρησιμοποιείται λέγεται φορητό θολερόμετρο (Lovibond CR3210) (Εικόνα 5.2.2.).



Εικόνα 5.2.2.1 Θολερόμετρο Lovibond CR3210

Αρχικά ρυθμίζουμε το θολερόμετρο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Μετρούνται στο θολερόμετρο πρότυπα αιωρήματα που να καλύπτουν την περιοχή, η οποία μας ενδιαφέρει και ελέγχεται η αντιστοιχία των ενδείξεων του οργάνου με σειρά πρότυπων διαλυμάτων. Τα πρότυπα διαλύματα είναι 1, 10, 100 και 1000 NTU. Στη συνέχεια παίρνουμε τη κυψελίδα και τη γεμίζουμε με το δείγμα, τη ποματίζουμε και κρατώντας την πλέον από το καπάκι τη σκουπίζουμε ώστε να είναι καθαρή και την τοποθετούμε στον υποδοχέα του οργάνου. Τέλος γίνεται η βαθμονόμηση του θολερομέτρου (Lovibond CR3210) (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Μέτρηση δείγματος

a. Η συσκευή ανοίγει με το πλήκτρο ON/OFF.

Εμφανίζεται η ένδειξη : t1

b. Με το πλήκτρο MODE επιλέγω το εύρος μέτρησης:

T1 ή T2 ή T3 ή T4

Εύρος μέτρησης T1: 0 -1 NTU

Εύρος μέτρησης T2: 1 -10 NTU

Εύρος μέτρησης T3: 10 -100 NTU

Εύρος μέτρησης T4: 100 - 1000 NTU

- Μία καθαρή και μη σκονισμένη κυψελίδα την ξεπλένουμε με το δείγμα και τη γεμίζουμε μέχρι το όριο (Το δείγμα αφήνεται να ρέει κατά μήκος του τοιχώματος της κυψελίδας για να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες, βλέπε σχόλιο 4). Κλείνουμε την κυψελίδα, την σκουπίζουμε με μαλακό χαρτί ή πανί και την βάζουμε στην θέση της. Κλείνουμε το καπάκι του θολερόμετρου.

Πιέζουμε το πλήκτρο ZERO/TEST. Το σύμβολο μέτρησης αναβοσβήνει για 9 δευτερόλεπτα.

Εμφανίζεται η ένδειξη του αποτελέσματος σε μονάδα θολότητας.

Εφόσον η θερμοκρασία μέτρησης αποκλίνει περισσότερο από $\pm 3^{\circ}\text{C}$ από την θερμοκρασία κατά το τελευταίο καλιμπράρισμα, απαιτείται νέο καλιμπράρισμα.

Υποδείξεις οργάνου

E01 : Απορρόφηση πολύ μεγάλη, μπορεί να οφείλεται σε λερωμένη υποδοχή δείγματος ή λυχνία μέτρησης

+ Err : δείγμα με θολότητα υψηλότερη του εύρους μέτρησης

E24 : το δείγμα δεν μπορεί να αξιολογηθεί

- Err : δείγμα με θολότητα κάτω του εύρους μέτρησης

LOBAT : μπαταρία 9 V να ανταλλαχθεί άμεσα, καμία περαιτέρω δυνατότητα μέτρησης (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

5.2.3 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

Η μέτρηση της ειδικής αγωγιμότητας του νερού γίνεται με τη βοήθεια της γέφυρας *Wheatstone*. Στη γέφυρα αυτή εξισορροπείται η αγωγιμότητα του άγνωστου δείγματος με την αγωγιμότητα γνωστών διαλυμάτων.

Χρησιμοποιήθηκε το αγωγιμόμετρο *HACH (sessionTM156)* το οποίο αποτελείται από την ίδια ακριβώς συσκευή με του pHμετρου, με τη μόνη διαφορά ότι το ηλεκτρόδιο είναι διαφορετικό και ειδικό για τη μέτρηση της αγωγιμότητας.



Εικόνα 5.2.3.1 Αγωγιμόμετρο *HACH sessionTM156*

Αρχικά θέτουμε το Αγωγιμόμετρο σε λειτουργία, κάνουμε τις ρυθμίσεις του σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και στη συνέχεια εμβαπτίζουμε το ηλεκτρόδιο του στο δείγμα, αναδεύοντάς το παράλληλα, ώστε να επιτευχθεί η ομοιογένειά του (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

5.2.4 Διαλυμένο οξυγόνο (DO και DO%)

Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου έγινε με την Ηλεκτροχημική μέθοδο. Το όργανο που χρησιμοποιήσαμε λέγεται Οξυγονόμετρο (*HACH sessionTM156*) (βλ. *Εικόνα 5.2.4.1*) 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.



Εικόνα 5.2.4.1. HACH sensionTM156

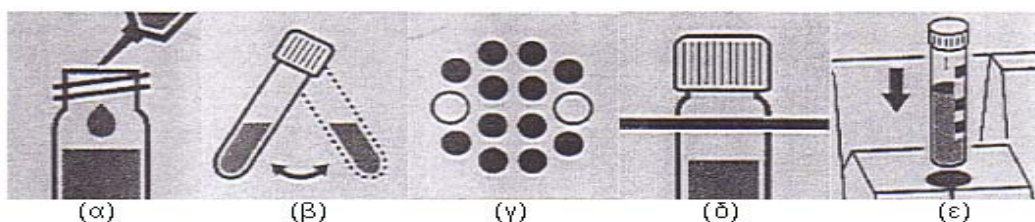
Αρχικά ρυθμίζουμε το όργανο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή με απεσταγμένο νερό. Βαθμονομούμε το οξυγονόμετρο πριν από κάθε μέτρηση και στη συνέχεια καταβυθίζουμε το ηλεκτρόδιο του οξυγονομέτρου, ανακινώντας το ελαφρά μέσα στο νερό, ώστε να ληφθεί γρηγορότερα η μέτρηση. Καταγράφουμε την ένδειξη DO μαζί και τη θερμοκρασία. Τέλος πατάμε ένα πλήκτρο και μας εμφανίζεται η ένδειξη DO% (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

5.2.5 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

Για τη μέτρηση του COD χρησιμοποιήθηκε ημιοσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit. Στις δειγματοληψίες χρησιμοποιήθηκε το *COD Cell Test MERCK 14540*.

Προστίθεται στο τυποποιημένο φιαλίδιο, προσεκτικά, με πιπέτα, 3ml δείγματος, βιδώνεται το καπάκι και αναδεύεται καλά.

(προσοχή : το φιαλίδιο ζεσταίνεται πολύ κατά την ανάδευση και γι'αυτό το λόγο θα πρέπει να μην έρθει σε επαφή με το δέρμα).



Εικόνα 5.2.5.1 : Διαδικασία προετοιμασίας για την μέτρηση του C.O.D.

Στη συνέχεια, το φιαλίδιο τοποθετείται στους 148°C, σε ειδικό θερμοριάκτορα-Θερμοαντιδραστήρας (βλ. Εικόνα 5.2.5.2), (διατηρεί τη συγκεκριμένη θερμοκρασία σταθερή) για 120 min. Αφού περάσει η προκαθορισμένη ώρα, βγαίνει από τον θερμοριάκτορα και τοποθετείται στο πλέγμα στήριξης για να κρυώσει.



Εικόνα 5.2.5.2 : Θερμοαντιδραστήρας

Αφού περάσουν 10 min και το φιαλίδιο είναι χλιαρό, ανακινείται και τοποθετείται ξανά στη πλέγμα στήριξης έως ότου κρυώσει καλά.



Εικόνα 5.2.5.3 : Πλέγμα στήριξης με τα φιαλίδια έτοιμα για μέτρηση COD.

Για να μετρηθεί το COD χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60* (βλ. *Εικόνα 5.2.5.3*). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη 'measuring' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Τα δείγματα που περιέχουν $Cl > 2000mg/L$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό πριν τη μέτρηση του COD. Επίσης, θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται, διότι διαφορετικά δίνουν σφάλματα.



Εικόνα 5.2.5.3 : Φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60*.

Το εύρος του *COD Cell Test MERCK 14540* είναι 10 – 150 mg/L. Για τη διασφάλιση της ποιότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 80mg/L COD (*Spectroquant Combicheck 10*) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

5.2.6 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

Η μέτρηση του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου πραγματοποιήθηκε με τη Μανομετρική μέθοδο και χρησιμοποιήθηκε η ειδική συσκευή BOD *Lovibond*.

Ο εξοπλισμός της συσκευής (βλ. *Εικόνα 5.2.6.1*) αποτελείται από την κεφαλή – ψηφιακό αισθητήρα BOD *Lovibond* (2) που απλά βιδώνει στη σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη (1) στην οποία έχει τοποθετηθεί το δείγμα. Η αρχή της μέτρησης βασίζεται σε ένα κλειστό σύστημα στο οποίο το οξυγόνο που καταναλώνουν τα βακτήρια στο δείγμα αναπληρώνεται από το οξυγόνο του αέρα που βρίσκεται επάνω από το δείγμα. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από τα βακτήρια απομακρύνεται από το σύστημα με την προσθήκη διαλύματος υδροξειδίου του Νατρίου (NaOH) που περιέχεται σε ειδική θήκη από καουτσούκ (3). Το αποτέλεσμα είναι μια πτώση της πίεσης στη φιάλη που μετράται από την κεφαλή η οποία εμφανίζει την ένδειξη στην οθόνη σε mg/L BOD (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Ο αισθητήρας μετρά απευθείας τιμές σε BOD και τα δείγματα μπορούν να ελεγχθούν σε αραιωμένη ή μη μορφή.

Το δείγμα επωάζεται σε θερμοκρασία 20°C. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση της σκουρόχρωμης φιάλης σε θάλαμο ελεγχόμενης θερμοκρασίας καθώς το δείγμα αναδύεται συνεχώς. Η ανάδευση πραγματοποιείται με την τοποθέτηση αναδευτήρα (5) μέσα στη φιάλη. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ένας υπερχειλιστής χωρητικότητας 428 ml (4).



Εικόνα 5.2.6.1 : Ειδικός εξοπλισμός για την μέτρηση του BOD. Μπουκάλια (1), κεφαλές-ψηφιακοί αισθητήρες (2), θήκες από καουτσούκ (3), ογκομετρική φιάλη υπερχειλίσης όγκου 428 ml (4) μαγνητικές ράβδοι ανάδευσης (5).

Αρχικά, μετράται το pH του δείγματος και ρυθμίζεται μεταξύ του 6,5 και 7,5 που είναι η καλύτερη τιμή pH για το test του BOD. Εάν το pH του δείγματος βρίσκεται εκτός αυτού του ορίου, θα προκύψουν χαμηλότερες τιμές BOD. Σ' αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να ρυθμιστεί το pH του δείγματος εντός του ορίου. Στα δείγματα που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη εργασία, οι υψηλότερες τιμές pH ελαττώνονταν με τη προσθήκη H₂SO₄

0,1N. Χαμηλές τιμές pH μπορούν να διορθωθούν με προσθήκη διαλύματος NaOH 0,1N.



Εικόνα 5.2.6.3: Σκουρόχρωμη φιάλη & Κεφαλή ψηφιακού αισθητήρα του B.O.D.

Γεμίζουμε τη φιάλη του υπερχειλιστή με το δείγμα μέχρι να ξεχειλίσει και το περιεχόμενο του υπερχειλιστή μεταφέρεται στη φιάλη του BOD. Συνιστάται να υπάρχει μια ομοιόμορφη κατανομή των διαλυμένων στερεών στο δείγμα.

Τοποθετείται μια καθαρή μαγνητική ράβδος ανάδευσης σε κάθε σκουρόχρωμη φιάλη, προσθέτονται 2 σταγόνες διαλύματος υδροξειδίου του καλίου 45% ή 4 ταμπλέτες στέρεου NaOH σε μια μαύρη θήκη από καουτσούκ και τοποθετείται στη φιάλη.

Για την εξασφάλιση ακριβών μετρήσεων πρέπει όλα τα εξαρτήματα να καθαρίζονται προσεκτικά μετά από κάθε χρήση, διαφορετικά τα παραμένοντα βακτήρια ενδέχεται να αυξηθούν και να οδηγήσουν σε εσφαλμένες μετρήσεις. Τα μπουκάλια πρέπει να αδειάζονται και να ξεπλένονται αρκετές φορές με νερό βρύσης και μετά με απιονισμένο νερό. Το προσεκτικό πλύσιμο είναι απαραίτητο καθώς τα απορρυπαντικά και τα υπολείμματα οργανικών αντιδραστηρίων μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε λάθος μέτρηση. Τα πώματα από καουτσούκ και οι μαγνητικές ράβδοι ανάδευσης θα πρέπει να καθαρίζονται με παρόμοιο τρόπο (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Για να γίνει σωστή μέτρηση του BOD θα πρέπει η κεφαλή με τον ψηφιακό αισθητήρα BOD να τοποθετηθεί αρκετά σφιχτά έτσι ώστε το σύστημα να είναι αεροστεγώς κλεισμένο. Πατάμε ταυτόχρονα τα κουμπιά S και M για 2 δευτερόλεπτα μέχρι η οθόνη να δείξει 00. Μ' αυτόν τον τρόπο σβήνονται οι ήδη αποθηκευμένες τιμές. Τα κουμπιά S και M αφήνονται και η μέτρηση του BOD έχει ενεργοποιηθεί. Η φιάλη τότε τοποθετείται σε μια βάση στήριξης μέσα στο θερμοθάλαμο (βλ. *Εικόνα 5.2.6.1*) όπου επωάζεται στους 20°C καθώς αναδεύεται συνεχώς.



Εικόνα 5.2.6.3 : Επώαστικός θάλαμος και βάση στήριξης B.O.D φιαλών.

Η κεφαλή του BOD καταγράφει μια μέτρηση κάθε 24 ώρες για μια περίοδο μεγαλύτερη των 5 ημερών. Η μετρούμενη τιμή αποθηκεύεται αυτόματα στη μνήμη. Για να εμφανιστεί στην οθόνη η τιμή της τρέχουσας ημέρας αρκεί να πατήσουμε μια φορά το κουμπί M. μετά από 5 ημέρες οι τιμές θα έχουν αποθηκευτεί στη μνήμη του αισθητήρα. Πατώντας διαδοχικά το κουμπί S αυτές οι τιμές θα εμφανίζονται σε χρονολογική σειρά.

- Η τιμή του BOD για μια συγκεκριμένη ημέρα θα πρέπει να είναι πάντα μεγαλύτερη από τη τιμή της προηγούμενης μέρας.

- Η αύξηση του BOD με το χρόνο δεν είναι γραμμική αλλά μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου.

- Αν για τις πρώτες ημέρες της επώασης παρατηρηθεί μια περίπου γραμμικά αύξηση του BOD, το δείγμα θα έχει υψηλότερη τιμή από αυτή που είχε αρχικά εκτιμηθεί και χρειάζεται να επιλεγεί μεγαλύτερο εύρος.

- Αν η τιμή του BOD ελαττώνεται από τη μια μέρα στην άλλη τότε το σύστημα θα πρέπει να ελεγχθεί για διαρροή αέρα από τη φιάλη (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

5.2.7 Αμμωνιακό Άζωτο (NH_4^+ - N)

Για τη μέτρηση του Αμμωνιακού Άζωτου χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit test το *Ammonium Reagent Test MERCK 14752*.

Κατά τη διαδικασία μέτρησης με το *Ammonium reagent test MERCK 14752*, με χρήση σιφωνίου τοποθετούνται 5ml του εξεταζόμενου δείγματος σε δοκιμαστικό σωλήνα. Προστίθεται με τη βοήθεια ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας 0,6 ml το αντιδραστήριο NH_4 -1B και ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδεύεται σε παλινδρομικό αναδευτήρα (*Minishaker MS2. IKA WORKS*). (Εικόνα 5.2.7.α.). Προστίθεται μια δόση του αντιδραστήριου NH_4 -2B και ακολουθεί ανάδευση για να διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο. Ο σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για 5 min. Στη συνέχεια, προσθέτονται 4 σταγόνες του αντιδραστήριου NH_4 -3B και ακολουθεί ξανά ανάδευση. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για ακόμη 5 min (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Για να μετρηθεί το Αμμωνιακό Άζωτο χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60* (Εικόνα 5.2.7.β.). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση

του, εμφανίζεται η ένδειξη 'measuring' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη.



Εικόνα 5.2.7.α. Ανασθευτήρας Minishaker MS2, IKA WORKS



Εικόνα 5.2.7.β. Φωτόμετρο MERCK Spectroquant NOVA 60

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Επίσης, τα πολύ θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται, αλλιώς θα δώσουν ενδείξεις με σφάλματα. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις, οι κυψελίδες (Εικόνα 5.2.7.γ.) που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι απολύτως καθαρές.



Εικόνα 5.2.7.γ. Κυψελίδες οπτικής διαδρομής 10mm (γυάλινη & πλαστική)

Το εύρος του test είναι 0,005 – 3,00 mg/L NH₄-N.

5.2.8 Νιτρικό Άζωτο (NO₃⁻ - N)

Στα συγκεκριμένα δείγματα για τη μέτρηση του Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻ - N) χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit test το οποίο ονομάζεται Nitrate Reagent Test MERCK 09713.

Κατά τη διαδικασία μέτρησης, χρησιμοποιώντας μία από τις δυο βαθμονομημένες σύριγγες που περιέχονται στο πακέτο, τοποθετούνται 4 ml του αντιδραστηρίου NO₃⁻-1, σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Προστίθεται, με τη βοήθεια του ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας, 0,5 ml δείγματος στον δοκιμαστικό σωλήνα, χωρίς να ακολουθήσει ανάδευση. Ακόμα, προσθέτουμε 0,5 ml του αντιδραστηρίου NO₃⁻-2, χρησιμοποιώντας

σιφώνι. Το φιαλίδιο ζεσταίνεται καθώς η αντίδραση είναι εξώθερμη. Ακολουθεί ανάδευση σε παλινδρομικό αναδευτήρα (*Minishaker MS2. IKA WORKS*) (βλ. *Εικόνα 5.2.7.α.*). Ο δοκιμαστικός σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 10 min. Έπειτα, το περιεχόμενό του μεταφέρεται με προσοχή σε ορθογώνια κυψελίδα των 10 mm για να μετρηθεί στο φωτόμετρο. Χρησιμοποιείται γυάλινη κυψελίδα λόγω της τοξικότητας των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιήθηκαν.

Για να μετρηθεί το Νιτρικό Άζωτο χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60* (βλ. *Εικόνα 5.2.7.β.*). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη '*measuring*' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται, διότι δίνουν σφάλματα. Δείγματα που περιέχουν $Cl > 1000mg/L$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό.

Το εύρος του test είναι 1,0 – 25,0 mg/L $NO_3^- - N$.

5.2.9 Φώσφορος - Φωσφορικά ιόντα (PO_4^{-3})

Για τη μέτρηση των ορθοφωσφορικών ιόντων χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit test, το *Phosphate Reagent Test MERCK 14848*.

Κατά τη διαδικασία μέτρησης, προσθέτονται 5 σταγόνες του αντιδραστηρίου P-1^A σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα και ακολουθεί ανάδευση σε παλινδρομικό αναδευτήρα (βλ. *Εικόνα 5.2.7.α.*) (*Minishaker MS2. IKA WORKS*). Κατόπιν, προστίθεται 1 δόση του αντιδραστηρίου P-2^A με το μπλε μικροκουταλάκι. Ακολουθεί έντονη ανάδευση μέχρι διάλυσης του ιζήματος. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 5 min.

Για να μετρηθούν τα φωσφορικά ιόντα χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60* (βλ. *Εικόνα 5.2.7.β.*). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη '*measuring*' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται έτσι ώστε να μην παρουσιάζονται σφάλματα. Δείγματα που περιέχουν $Cl > 1000mg/L$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό.

Το εύρος του test είναι 0,005 – 5,00 mg/L PO_4^{-3} .

Για τη διασφάλιση της ποιότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 0,80 mg/L $PO_4^{-3} - P$ (*Spectroquant CombiCHECK 10*) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα.

5.2.10 Θεϊικά ιόντα SO_4^{2-}

Για τη μέτρηση των θειικών ιόντων χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit test. Με το σιφώνι παίρνουμε 2,5 ml δείγματος και το αδειάζουμε σε ένα κενό φιαλίδιο, στη συνέχεια προσθέτουμε 2 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^{-1} και ανακινούμε το φιαλίδιο. Στη συνέχεια βάζουμε 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο SO_4^{-2} , αναδεύουμε και το αφήνουμε στο υδατόλουτρο στους 40°C για 5 min. Έπειτα προσθέτουμε 2,5 ml από το αντιδραστήριο SO_4^{-3} και αναδεύουμε. Στη συνέχεια φιλτράρουμε με απλό ηθμό όλο το περιεχόμενο σε νέο φιαλίδιο, και προσθέτουμε 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^{-4} και αναδεύουμε ξανά. Αφήνουμε το φιαλίδιο στο υδατόλουτρο στους 40°C για 7 min. Τέλος για να μετρηθούν τα θειϊκά ιόντα χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60* (βλ. *Εικόνα 5.2.7.β*). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη 'measuring' κατά την οποία το μηχάνημα μετράει το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Το εύρος του test είναι 25-300 mg/ SO_4 .

5.2.11 Σκληρότητα

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας έγινε με την ογκομετρική μέθοδο, δηλαδή με τη μέθοδο του EDTA. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από το δινάτριο άλας του αιθυλενο-διαμινο-τετραοξικού οξέος (EDTA) σε αλκαλικό περιβάλλον ($\text{pH} : 10 \pm 1$), παρουσία δείκτη *Eriochrome Black T*.

Τα υλικά και όργανα που χρησιμοποιήσαμε είναι τα εξής : δ/μα EDTA, 1 ταμπλέτα δείκτη *Eriochrome Black T*, 1 ml NH_3 , κωνικές φιάλες των 250ml (*Εικόνα 5.2.11.α.*), προχοϊδα, σιφώνιο πληρώσεως 1ml, θάλαμος εξαερισμού.



Εικόνα 5.2.11.α. Κωνικές φιάλες των 250ml.

Για τον υπολογισμό της σκληρότητας χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο :
Σκληρότητα (EDTA) σε mg/L $\text{CaCO}_3 = A \times B \times (1000/\text{ml δείγματος})$
Όπου, A: ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν
B: mg του CaCO_3 που περιέχονται σε 1ml EDTA

Για την παρασκευή του Α τοποθετούμε σε μια κωνική φιάλη 250ml, 50ml δείγματος, 1ml αμμωνία (NH₃) 25%, 1 ταμπλέτα δείκτη *Eriochrome Black T* και ογκομετρούμε, συγχρόνως με ανάδευση, με EDTA 0,01N μέχρι την αλλαγή του χρώματος του δείγματος από κόκκινο σε ιώδες.

Για την παρασκευή του Β αρχικά κατασκευάζουμε το πρότυπο διάλυμα. Ζυγίζουμε 0,250gr CaCO₃ και το τοποθετούμε στο φούρνο για 1 ώρα στους 105° C έτσι ώστε να ξεραθεί. Σε μια ογκομετρική φιάλη των 250ml μεταφέρω το ξεραμένο CaCO₃, λίγο απιονισμένο νερό και 3ml HCl 2M. Συμπληρώνουμε την ογκομετρική φιάλη με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή και αναδεύουμε πολύ καλά. Αραιώνουμε το άγνωστο διάλυμα με νερό σε ογκομετρική φιάλη των 250ml ακριβώς μέχρι την χαραγή.

Σε καινούρια κωνική φιάλη των 250ml μεταφέρονται με σιφώνιο 25ml από το πρότυπο διάλυμα, 1ml αμμωνία (NH₃) 25%, 1 ταμπλέτα δείκτη *Eriochrome Black T* και ογκομετρούμε, συγχρόνως με ανάδευση, με EDTA 0,01N μέχρι την αλλαγή του χρώματος από καστανέρυθρο σε κυανό. Με τον τρόπο αυτό ογκομετρούνται 2 ακόμα δείγματα και υπολογίζεται ο τύπος του διαλύματος EDTA, δηλαδή το βάρος του ανθρακικού ασβεστίου, εκφρασμένο σε mg, το οποίο ισοδυναμεί με 1ml διαλύματος EDTA. Αν V ml ο όγκος του διαλύματος EDTA που καταναλώθηκε, ο τίτλος του διαλύματος EDTA υπολογίζεται από τη σχέση :

$$B(\text{mg CaCO}_3/\text{ml EDTA}) = [\text{mg CaCO}_3 \times (25/250)] / V(\text{ml EDTA})^9$$

5.2.12 Ολικά στερεά

Η μέτρηση του ολικού στερεού υπολείμματος ή των ολικών στερεών γίνεται με εξάτμιση ορισμένης ποσότητας δείγματος, σε ποτήρι ζέσεως, στους 103 – 105 °C ή στους 180 °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.

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στη μέτρηση των ολικών στερεών είναι : Ποτήρια ζέσεως χωρητικότητας 100 mL, Φούρνος, Ξηραντήρας (βλ. *Εικόνα 5.2.12.α*), Ηλεκτρονικός Ζυγός (βλ. *Εικόνα 5.2.12.β*), τσιμπίδα.



Εικόνα 5.2.12.α Ξηραντήρας



Εικόνα 5.2.12.β Ηλεκτρονικός Ζυγός

Αρχικά ζυγίζουμε στην ζυγαριά ακριβείας το ποτήρι ζέσεως άδειο και καταγράφουμε την μέτρηση. Στη συνέχεια μεταφέρουμε 100 mL δείγματος στο ποτήρι ζέσεως και με τη τσομπίδα το τοποθετούμε στο φούρνο για 24 ώρες. Αφού περάσουν οι 24 ώρες βγάζουμε με τη τσομπίδα από το φούρνο το ποτήρι ζέσεως και το τοποθετούμε στο ξηραντήρα, όπου και το αφήνουμε να κρυώσει. Τέλος ζυγίζουμε το ποτήρι ζέσεως και καταγράφουμε την μέτρηση.

Τα ολικά στερεά υπολογίζονται από τη σχέση :

Ολικά στερεά ή ολικό στερεό υπόλειμα, mg/L : $(A-B) \cdot 1000 / \text{ml}$ δείγματος

όπου : A, το βάρος του υπολείματος + βάρος κάψας

B, το βάρος της κάψας

5.2.13 Χλωριόντα Cl⁻

Για τη μέτρηση των ιόντων χλωρίου χρησιμοποιήθηκε η αναλυτική μέθοδος ογκομέτρησης με διάλυμα αργύρου (μέθοδος *Mohr*). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, το δείγμα ογκομετρείται με διάλυμα νιτρικού αργύρου και με δείκτη τελικού σημείου, διάλυμα χρωμικού καλίου. Ο εργαστηριακός εξοπλισμός που απαιτήθηκε είναι : σιφώνια των 10ml και 1ml, κωνικές φιάλες των 250ml και προχοίδα των 25ml.

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

Απιονισμένο νερό

Πρότυπο διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,01N : Διαλύθηκαν 1,659g AgNO₃ σε 500ml απεσταγμένο νερό. Μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη του λίτρου και αραιώθηκαν μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το διάλυμα διατηρείται σε σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη με εσφυρισμένο πώμα, σε θερμοκρασία δωματίου.

Δείκτης χρωμικού καλίου 2% : Διαλύονται 2,000g K₂CrO₄ σε 50ml απεσταγμένο νερό, μεταφέρονται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και αραιώνονται μέχρι τη χαραγή της φιάλης.. το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία, προστατευόμενο από το φως.

Ανθρακικό ασβέστιο CaCO₃ : 0,5 gr CaCO₃ ξηραίνονται για 1 ώρα στους 105°C και τοποθετούνται σε ξηραντήρα για απορρόφηση της υγρασίας (Σταυρουλάκης Γ., 2006).

Με τη χρήση του σιφωνίου των 10ml μεταφέρονται σε κωνική φιάλη 25ml απιονισμένου νερού και 1ml δείκτη χρωμικού καλίου. Ποσοτικά μεταφέρονται 0,5g αποξηραμένου CaCO₃ και η φιάλη ανακινείται ελαφρά έως την τελική διάλυσή του. Το διάλυμα ογκομετράται με διάλυμα AgNO₃ μέχρι τελικού σημείου, όπου παρατηρείται αλλαγή του χρώματος από κίτρινο σε καστανέρυθρο. Σημειώνονται τα ml του AgNO₃ που καταναλώθηκαν. Η τιμή αυτή αποτελεί τον όγκο του AgNO₃ που καταναλώθηκε για το λευκό διάλυμα (μάρτυρας).

Με τη χρήση του σιφωνίου των 10ml μεταφέρονται σε κωνική φιάλη 25ml απιονισμένου νερού, 25ml δείγματος και 1ml δείκτη χρωμικού καλίου. Το δείγμα ογκομετράται με AgNO₃ μέχρι τελικού σημείου, όπου παρατηρείται αλλαγή του χρώματος από κίτρινο σε καστανέρυθρο. Σημειώνονται τα ml του AgNO₃ που καταναλώθηκαν.

Υπολογισμός : Χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος :

$$\text{mg/L Cl} = (A - B) \times N \times (35450 / C)$$

όπου, A : ml δ/τος νιτρικού αργύρου AgNO₃ που χρησιμοποιήθηκαν για το δείγμα

B : ml δ/τος νιτρικού αργύρου που AgNO₃ χρησιμοποιήθηκαν για το λευκό (B=0,3 mL)

N : η κανονικότητα του δ/τος του νιτρικού αργύρου AgNO₃ (N=0,01)

C : όγκος δείγματος σε ml (C=25 mL)

5.2.14 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου

Μετά από διήθηση του δείγματος υπό κενό, το φίλτρο που χρησιμοποιήθηκε στη διήθηση εμποτίζεται σε θρεπτικό υλικό και επωάζεται σε θάλαμο επώασης ρυθμισμένης θερμοκρασίας για 22 – 24 ώρες.

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηρίων και ολικών κολοβακτηρίων είναι : αντλία κενού (*Buchi Vac® V-500*), (βλ. *Εικόνα 5.2.14.1*), μαγνητική χοάνη διήθησης 300ml (*Pall*) (βλ. *Εικόνα 5.2.14.2*), μεταλλική λαβίδα με στρογγυλεμένα άκρα, πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου 1 – 10 ml, ογκομετρικοί κύλινδροι, ηθμοί κυταρρίνης με μέγεθος ανοίγματος 0,45 μm (*Whatman*) για τη συγκράτηση των κολοβακτηριδίων , (βλ. *Εικόνα 5.2.14.3*), θάλαμοι επώασης (*G®-Cell 075*) και (*Heraeus kentro UB6*) ρυθμισμένοι σε θερμοκρασία 44,5°C και 35°C αντίστοιχα, και αποστειρωμένα τρυβλία *Petri* 50mm με αποστειρωμένες απορροφητικές βάσεις διαμέτρου 47mm (Σταυρουλάκης Γ., 2006).



Εικόνα 5.2.14.1 : Αντλία κενού (*Buchi Vac® V-500*) & μαγνητική χοάνη διήθησης



Εικόνα 5.2.14.2 : Μαγνητική χοάνη διήθησης 300ml

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε αποστειρωμένες φιάλες όγκου 500ml τυλιγμένες με αλουμινόχαρτο. Ο προσδιορισμός έγινε αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Ανάλογα με το ιστορικό του κάθε δείγματος γίνεται η ανάλογη αραιώση.

Προετοιμασία θρεπτικού υλικού

Προετοιμασία θρεπτικών υποστρωμάτων για μέτρηση ολικών κολοβακτηρίων (total) και *e coli*.

Σε καθαρό πιατάκι στη ζυγαριά, ζυγίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα σκόνης *Membrane Lauryl Sulfate Broth* και τα μεταφέρουμε σε αποστειρωμένο γυάλινο μπουκάλι προσεκτικά μην συγκρατηθούν στα τοιχώματα. Στη συνέχεια ζυγίζουμε και την απαιτούμενη ποσότητα *AGAR* και τα μεταφέρουμε στο ίδιο αποστειρωμένο γυάλινο μπουκάλι προσεκτικά. Έπειτα προσθέτουμε απεσταγμένο νερό. Ρίχνουμε προσεκτικά έναν καθαρό μαγνητικό αναδευτήρα, ποματίζουμε το μπουκάλι ελαφρά και το τοποθετούμε στο θερμαντικό μάτι. Στη συνέχεια, το μπουκάλι που περιέχει το μείγμα εισάγεται στον κλίβανο για 10 min στους 115 °C. Μετά το πέρας των 10 min, το μείγμα, χρώματος κόκκινου διαμοιράζεται στα 20 πετρί, αφού φορέσουμε το ειδικό γάντι. Αφού περάσει αρκετός χρόνος ώστε να κρυώσει και σταθεροποιηθεί το θρεπτικό υλικό, τοποθετούμε τα πετρί στο ψυγείο για να τα χρησιμοποιήσουμε την επόμενη μέρα για τις αναλύσεις.

Προετοιμασία θρεπτικών υποστρωμάτων για μέτρηση εντερόκκοκκων.

Σε καθαρό πιατάκι στη ζυγαριά, ζυγίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα σκόνης Slanetz and Bartley Medium ανάλογη με την ποσότητα των για τριβλίων που θα χρησιμοποιήσουμε και τα μεταφέρουμε σε αποστειρωμένο γυάλινο μπουκάλι προσεκτικά μην συγκρατηθούν στα τοιχώματα. Έπειτα προσθέτουμε απεσταγμένο νερό. Ρίχνουμε προσεκτικά έναν καθαρό μαγνητικό αναδευτήρα, ποματίζουμε το μπουκάλι ελαφρά και το τοποθετούμε στο θερμαντικό μάτι. Το δ/μα αναδεύεται ελαφρώς και θερμένεται μέχρι έναρξη βρασμού. Μόλις το δ/μα γίνει διαυγές και αρχίσουν να εμφανίζονται μικρές φυσαλίδες στον πυθμένα σταματάμε την ανάδευση και θέρμανση και το αφήνουμε να κρυώσει. Τέλος φοράμε το ειδικό γάντι και αρχίζουμε να μοιράζουμε το δ/μα στα αποστειρωμένα τρυβλία.

Η μαγνητική χοάνη προσαρμόζεται στη συσκευή διήθησης. Η λαβίδα, για την αποστείρωσή της, εμβαπτίζεται σε αιθανόλη, περνιέται πάνω από φλόγα η οποία πρέπει να σβήσει μόνη της, χωρίς την παρέμβαση εξωγενών παραγόντων. Με την λαβίδα αυτή λαμβάνεται ένα αποστειρωμένο φίλτρο το οποίο τοποθετείται πάνω στη βάση της αποστειρωμένης μαγνητικής χοάνης της συσκευής διήθησης.



Εικόνες 5.2.14.3 α,β : Ηθμοί κυταρρίνης με μέγεθος ανοίγματος 0,45 μm (Whatman)

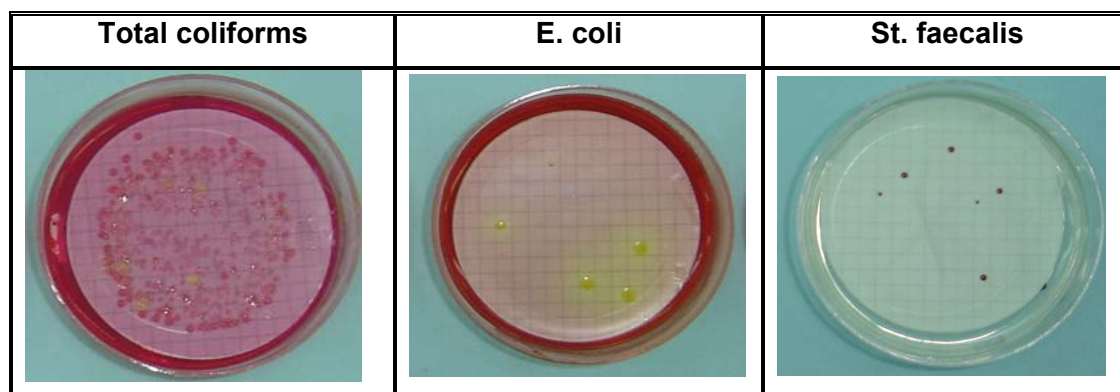
Ανοίγεται η αντλία κενού και διηθείται πρώτα ένα δείγμα (100ml) απιονισμένου νερού. Όταν έχει περάσει όλο το δείγμα του απιονισμένου νερού από το φίλτρο και το φίλτρο έχει στεγνώσει, διακόπτεται η διήθηση και το φίλτρο τοποθετείται προσεκτικά πάνω στο ανάλογο θρεπτικό υλικό του τρυβλίου. (ΠΡΟΣΟΧΗ : το φίλτρο στην επαφή του με το θρεπτικό υλικό δεν θα πρέπει να παγιδεύσει φυσαλίδες αέρα). Το φίλτρο αυτό χρησιμοποιείται σα μάρτυρας για τον έλεγχο του απιονισμένου νερού. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία και για τα δείγματά μας. Κάνουμε όμως, 3 διηθήσεις σε κάθε δείγμα, επειδή τρεις είναι και οι παράμετροι που θέλουμε να μετρήσουμε. Τέλος με τη λαβίδα λαμβάνουμε προσεκτικά το φίλτρο από τη βάση της μαγνητικής χοάνης της συσκευής διήθησης και το τοποθετούμε προσεκτικά στο τρυβλίο. Σε κάθε τρυβλίο αναγράφουμε το όνομα της περιοχής καθώς και το μικροβιολογικό φορτίο.

Τα τρυβλία των ολικών κολοβακτηρίων (*Total coliforms*) αναποδογυρίζονται και τοποθετούνται για 22 – 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C. Ενώ τα τρυβλία των κοπρανώδων κολοβακτηρίων (*E. coli*) αναποδογυρίζονται και τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44°C. Προτείνεται, πριν από την επώαση στους 44°C να γίνεται επώαση για 4 ώρες στους 37°C. Τέλος, τα τρυβλία των εντερόκκοκκων αναποδογυρίζονται και τοποθετούνται για 48 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C.



Εικόνα 5.2.14.4 : Θάλαμος επώασης

Τα ολικά κολοβακτήρια (Total coliforms) καθώς και τα κοπρανώδη κολοβακτήρια (*E. coli*) δημιουργούν αποικίες κίτρινου χρώματος, ενώ οι εντερόκοκκοι (*St. faecalis*) εμφανίζουν κόκκινο χρώμα (Εικόνα 5.2.14.5). Οπότε σε κάθε περίπτωση μετράμε μόνο τις αποικίες που μας ενδιαφέρουν. Στα δείγματα που δεν έγινε αραιώση, το αποτέλεσμα εκφράζεται σε αριθμό αποικιών / 100ml (ποσότητα δείγματος που διηθούνταν κάθε φορά). Στα δείγματα όμως που έγιναν αραιώσεις, εκφράζουμε το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των αποικιών που μετρήσαμε με την αραιώση που έγινε.



Εικόνα 5.2.14.5 : Αποικόνιση αποικιών των *Total coliforms* των *E. coli* και των *St. faecalis* σε πετρί

Κεφάλαιο 7°

Συμπεράσματα

Οι επιβαρύνσεις των υδάτων οφείλονται κυρίως στην έντονη αγροτική δραστηριότητα κάθε περιοχής (γεωργική ή ζωική), στις βιομηχανικές δραστηριότητες (μύλοι ελιών, οινομποιία, γεωργικά εργοστάσια κλπ.) και στις δημοτικές- ξενοδοχειακές επιχειρήσεις.

Οι πηγές Μεσκλά, Κολύμπα, Καλαμιώνας είναι καθαρές. Οι όποιες μολύνσεις τους οφείλονται σε επιφανειακές μολύνσεις.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρατηρούμε παρόμοιες εποχιακές μεταβολές στις τιμές των παραμέτρων καθώς και αυξομειώσεις ανάλογα με τη περιοχή.

Στις συγκριτικές γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης των θειικών ιόντων (SO_4^-) (mg/l) με τη σκληρότητα (mg/l CaCO_3), της συγκέντρωσης της Αγωγιμότητας ($\mu\text{S/cm}$) με τη συγκέντρωση των θειικών ιόντων (SO_4^-) (mg/l) καθώς και της συγκέντρωσης χλωριόντων (mg/l) με τη συγκέντρωση της Αγωγιμότητας ($\mu\text{S/cm}$), σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη, παρατηρούμε την αλληλοεπίδραση των δύο παραμέτρων κάθε φορά. Οι τιμές της Ηλ. Αγωγιμότητας, της Σκληρότητας, των θειικών ιόντων και των χλωριόντων αυξάνονται τους καλοκαιρινούς μήνες και μειώνονται του χειμερινούς.

Το pH του νερού μπορεί να χαρακτηριστεί ελαφρώς αλκαλικό σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας.

Το διαλυμένο οξυγόνο είναι ουσιώδες για τις αναπνευστικές λειτουργίες των περισσότερων υδρόβιων οργανισμών, ενώ η κατάσταση της οξυγόνωσης των νερών δίνει πληροφορίες για την τροφική κατάσταση και τις λειτουργίες και χρήσεις που το νερό εξυπηρετεί. Οι περισσότερες συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου σε όλη τη διάρκεια της δειγματοληψίας, βρίσκονται μέσα στο επιθυμητό όριο 80-120% της τιμής κορεσμού που ορίζει η ισχύουσα νομοθεσία για τα επιφανειακά νερά. Επειδή το οξυγόνο έχει σχετικά μικρή διαλυτότητα στο νερό, καταναλώνεται γρήγορα όταν υπάρχει μεγάλο οργανικό φορτίο με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες. Στη δειγματοληψία αυτή δεν υφίσταται κάτι τέτοιο.

Η θολότητα διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, με τις τιμές να κυμαίνονται από 0,1 NTU έως 6,4 NTU. Οι μεγαλύτερες τιμές οφείλονται σε αιωρούμενα σωματίδια ανόργανης ή οργανικής φύσης (χώμα, πυλός, φύκη, βακτήρια) που βρίσκονται στα νερά, εξαιτίας μείωσης του διαλυμένου οξυγόνου.

Οι μεγαλύτερες τιμές του BOD βρέθηκαν τη καλοκαιρινή περίοδο, πράγμα που δηλώνει ρύπανση του νερού λόγω εισροής λυμάτων. Έχει άμμεση σχέση με τα total και ecoli.

Οι τιμές του COD κυμαίνονται μεταξύ 4 -14,2 mg/l. Στις 5/7/2005 οι τιμές του ξεπέρασαν τα 20 mg/l με την υψηλότερη 34,9 mg/l στη περιοχή Φουρνέ. Οπότε εκτιμάται ότι υπάρχει ρύπανση των επιφανειακών υδάτων από λύματα και απόβλητα.

Σε όλες τις περιοχές η Ηλ. Αγωγιμότητα κυμαίνεται στα όρια για τα επιφανειακά νερά, οπότε δεν εμφανίζονται προβλήματα που να οφείλονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων. Οι τιμές της ήταν αρκετά χαμηλές με εξαίρεση τη τιμή 1562 $\mu\text{S/cm}$ στη περιοχή του Καλαμιώνα.

Η αυξημένη συγκέντρωση ιόντων χλωρίου (mg/l Cl^-) οφείλεται στη χημική σύσταση των πετρωμάτων απ' όπου διέρχεται το νερό, στην προέλαση θαλάσσιου μετώπου στα υπόγεια νερά παράκτιων περιοχών που οφείλεται στην υπεράντληση καθώς και στη συσσώρευση λυμάτων ανθρωπογενούς προέλευσης. Στις 7/9/2005 εμφανίζονται η ελάχιστη τιμή 7,09

mg/l Cl⁻ βρέθηκε στη περιοχή Μεσκλά και η μέγιστη 45,376 mg/l Cl⁻ στον Πλατανιά, το σημείο απέχει λίγα μέτρα από τη θάλασσα, πιθανότητα είχαμε εισροή θαλάσσιου μετώπου. Η περιεκτικότητα χλωριόντων μεταβάλλεται στα διάφορα σημεία της δειγματοληψίας πιθανότερα λόγω των διαφορετικών δραστηριοτήτων σε κάθε περιοχή.

Μας ενδιαφέρει η μέτρηση σκληρότητας μόνο στις πηγές Μεσκλά, Καλαμιώνα και Κολύμπα. Το εύρος τιμών είναι μεταξύ 100-845 mg/l CaCO₃, και δεν αποτελεί κίνδυνο. Η περιεκτικότητα σε σκληρότητα των νερών, μεταβάλλεται στα διάφορα σημεία της δειγματοληψίας πιθανότερα λόγω της διαφορετικής γεωλογικής σύστασης των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό.

Η αμμωνία δεν επηρεάζει άμεσα την υγεία, αποτελεί όμως δείκτη κοπρανώδους ρύπανσης και αμμωνιακών λιπασμάτων. Οι περισσότερες συγκεντρώσεις Αμμωνιακού Άζωτου (NH₄⁺ - N) διατηρήθηκαν πολύ χαμηλές σχεδόν σε όλα τα σημεία της δειγματοληψίας, δεν ξεπέρασαν τα 0,1mg/l. Οι όποιες αυξήσεις πιθανότατα οφείλονται σε απόβλητα, έκπλυση γεωργικών εκτάσεων, μιας και αρκετά λιπάσματα περιέχουν αμμωνία ή ενώσεις της. Η υψηλότερη τιμή 3mg/l παρατηρήθηκε στη περιοχή Αγ. Υπερχείλιση στις 5/6/2005. Όλες οι τιμές βρίσκονται εντός των ορίων που ορίζει η νομοθεσία για τα επιφανειακά νερά.

Οι τιμές του Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻ - N) δεν ξεπερνούν τα 4 mg/l στις περισσότερες περιοχές της δειγματοληψίας, εκτός από τη περιοχή Πατελάρι που παρουσιάζει τις μέγιστες τιμές έως 7 mg/l, οι οποίες οφείλονται σε λιπάσματα και ζωικά απόβλητα (κοπριάς), εφόσον η περιοχή έχει αρκετές γεωργικές καλλιέργειες.

Οι συγκεντρώσεις Φωσφορικών ιόντων (PO₄⁻³) ήταν αρκετά χαμηλές και δεν ξεπέρασαν τα όρια της νομοθεσίας για τα επιφανειακά νερά 0,4-0,7mg/l. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια ελαφριά ρύπανση από οικιακά ή βιομηχανικά απόβλητα και λιπάσματα. Η χαμηλή συγκέντρωση PO₄⁻³ υποδεικνύει τον φώσφορο ως τον περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη ευτροφισμού στη λίμνη Αγκιάς.

Η συγκέντρωση Θεϊκών ιόντων (SO₄⁻²) ξεπέρασε σε αρκετές περιοχές τα 250mg/l που ορίζει η νομοθεσία. Υπήρξαν όμως και οι περιοχές Μεσκλά, Φουρνές και Κολύμπα όπου η συγκέντρωση των Θεϊκών ιόντων βρέθηκε χαμηλότερη από 250mg/l. Στην περιοχή του Καλαμιώνα έχουμε τις μέγιστες τιμές και αυτό οφείλεται στα ασβεστολιθικά πετρώματα της περιοχής (γύψος). Οι μέγιστες τιμές θειικών ιόντων στη περιοχή του Πλατανιά οφείλεται στο ότι εκεί νερό απορρέει και από τον Καλαμιώνα.

Οι συγκεντρώσεις των ολικών στερεών (mg/l) κυμάνθηκαν σε χαμηλα επίπεδα με εύρος τιμών 0 - 1,337 mg/l. Η μεγάλη περιεκτικότητα του νερού σε ολικά στερεά μπορεί να επηρεάσει τη διαύγεια, τη θερμοκρασία και το διαλυμένο οξυγόνο.

Τους καλοκαιρινούς μήνες έχουμε αύξηση μικροβιακού φορτίου, παράλληλα με την πληθυσμιακή αύξηση των περιοχών. Οι υψηλές τιμές των μικροβιακού φορτίου στις περιοχές, οφείλονται σε πηγές μικροοργανισμών από ανθρώπινα ή κτηνοτροφικά απόβλητα και λύματα. Τα ολικά κολοβακτηρίδια Total Coliforms (cfu/100ml) οφείλονται όχι μόνο σε κόπρανα ανθρώπων ή ζώων αλλά και σε χώμα ή φυτά. Τα E coli (cfu/100ml) αποτελούν δείκτη περιττωματικής μόλυνσης του νερού από τα αστικά λύματα. Τέλος τα Faecal (cfu/100ml) αποτελούνται από διάφορα είδη που υπάρχουν στα κόπρανα των ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων.

Υπάρχει μία συνολική ευθύνη για την μόλυνση των υδάτων, καθώς και οι δήμοι θα πρέπει να παρακολουθούν αν διοχετεύονται λύματα σ' αυτά, αλλά και οι κάτοικοι θα πρέπει να προσέχουν. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό ν' αποφεύγεται η ρίψη σκουπιδιών ή η διαρροή λυμάτων κοντά στις όχθες του ποταμού, γιατί οι καταστάσεις αυτές επιβαρύνουν τον

υδροφόρο ορίζοντα και σ' επόμενη φάση επιβαρύνουν και την παράκτια ζώνη, δηλαδή περιοχές τις οποίες επισκέπτονται λουόμενοι, στις οποίες εκβάλλουν οι ποταμοί. Κάθε φορά θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα, ώστε να διατηρηθεί αυτό το φυσικό αγαθό.



Το νερό λιγοστεύει επικίνδυνα...

Προσέχουμε για να έχουμε!

Βιβλιογραφία

- ❖ Βλάχου Α. & Κατσιμεντέ Ελένη , 2008, *Χωροχρονική Διερεύνηση των Μεταβολών των ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών νερών της υδρολογικής Λεκάνης του ποταμού Κερίτη*, πτυχιακή εργασία, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης.
- ❖ Ζανάκη Κ., 2001, *Έλεγχος Ποιότητας Νερού* , Εκδόσεις "ΙΩΝ".
- ❖ Κακουλάκη Γ., 2007 , *Διερεύνηση και ψηφιακή απεικόνιση σε GIS των μεταβολών των ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών νερών του ποταμού Κερίτη και των καρστικών πηγών Αγυιάς*, πτυχιακή εργασία, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης.
- ❖ Κουϊμτζή Θ., Φυτιάνου Κ., Σαμαρά Κ. – Κωνσταντίνου, 1998, *Χημεία Περιβάλλοντος*, Εκδόσεις University Studio Press.
- ❖ Μαλεφάκη Γιάννη, 1999, *Ποιότητα Νερού – Μεγαλοστοιχεία & Ιχνοστοιχεία στα νερά, στα εδάφη, στα φυτά, στα ζώα και στον άνθρωπο*.
- ❖ Σταυρουλάκης Γ., 2006, *Εγχειρίδιο εργαστηρίου – Τεχνολογία Ελέγχου Ποιότητας Νερού*, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης.
- ❖ Τσιούρης Σωτήριος Ε., 2001, *Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος*, Εκδόσεις Γαργατάνη.
- ❖ Διαδουκτικακές ιστοσελίδες :
 1. Νερό, [<http://livedpedia.gr/index.php/%CE%9D%CE%B5%CF%81%CF%8C>].
 2. Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των υδάτινων πόρων, [http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/1280002b_el.htm].
 3. Ποιότητα επιφανειακών νερών , [<http://stamoulis.gr/ViewShopProduct.aspx?ProductId=382349>]
 4. Πηγές ρύπανσης, [<http://watersave.gr/site/content/view/20/35/>]
 5. Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χανίων. [<http://www.deyax.org.gr>].
 6. Διαχείριση αποβλήτων ελιάς, [http://www.ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1086&Itemid=82].