



ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ
ΣΤΥΛΟΥ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΟΚΟΛΟΓΙΑΝΝΗ ΑΡΕΤΗ
ΧΑΝΙΑ 2012



**ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΝΕΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ
ΣΤΥΛΟΥ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΚΟΚΟΛΟΓΙΑΝΝΗ ΑΡΕΤΗ»

Επιβλέπων :

Δρ Γ Σταυρουλάκης
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης :

Δρ. Κώππη Μελίνα
Καθηγήτρια Εφαρμογών

Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία παρουσίασης : 21/12/2012

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 46

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής, δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την βοήθεια και την υποστήριξη του επιβλέποντος καθηγητή μου κ. Γεώργιου Σταυρουλάκη. Θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τον χρόνο που διέθεσε και για την καθοδήγηση του κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Σημαντική ακόμα ήταν και η συνεισφορά των συμφοιτητών μου Κατερίνας Βόλη, Βασίλη Πυλιώτη, Ευρυδίκη Μπίρη, Θωμαΐς Τσιανάκα και Αμαλίας Κύρκου στο πειραματικό μέρος της εργασίας.

Επίσης ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω και στην κα. Ανδρονίκη Παπαφιλιππάκη για την πολύτιμη βοήθεια για την καθοδήγηση του εργαστηριακού μέρους αυτής της εργασίας. Τέλος, ανεκτίμητης αξίας είναι η ηθική και συναισθηματική στήριξη της οικογένειας μου στις επιλογές μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 Γενικά	8
1.2 Σύσταση	8
1.3 Δομή του μορίου	8
1.4 Φυσικές ιδιότητες	9
1.5 Χημικές ιδιότητες	10
1.6 Βαρύ και υπερβαρύ ύδωρ	10
1.7 Φυσικό νερό	10
1.8 Άλατα στο νερό και αποσκλήρυνση	10
1.9 Βιολογικός ρόλος	11
1.10 Ιαματικές πηγές	12
1.11 Πόσιμο νερό	12
1.12 Έλεγχος του πόσιμου νερού	12
1.13 Γλυκό νερό	12
1.14 Το πρόβλημα της λειψυδρίας	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ	
2.1 Γενικά	14
2.2 Νομοθεσία	14
2.3 Παράμετροι και παραμετρικές τιμές	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΣΤΥΛΟΥ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ	
3.1 Εισαγωγή	21
Κλίμα , τοπογραφική κλίση και ποιοτικά χαρακτηριστικά	21
Υδρολογική λεκάνη ποταμού Κοιλιάρη	24
Πηγές και ποιοτικά χαρακτηριστικά	25
3.2 Δειγματοληψίες	27
3.3 Βασικοί κανόνες δειγματοληψίας	28
3.4 Συχνότητα δειγματοληψιών	28
3.5 Στιγμαιαία δείγματα	28
3.6 Δειγματοληψίες περιοχής μελέτης και παράμετροι μέτρησης	28
3.7 Εποχιακή διακύμανση του νερού στα σημεία δειγματοληψίας	32
3.8 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	52
3.9 Χημικά χαρακτηριστικά	58
3.10 Προσδιορισμός Καλίου, Νατρίου και Ασβεστίου (Φλογοφωτομετρική μέθοδος)	73
3.11 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά	74
3.12 Αποτελέσματα & Συζήτηση	80
3.13 Συμπεράσματα	143

STUDY OF SURFACE WATERS IN THE AREA OF STYLOS APOKORONOU

The aim of the study was the water quality control in water samples for the determination of the pollution level of the surface water in the area Stylos Apokoronou. The sampling were performed Sfakoperasma bridge, Sfakoperasma, Xaritokosta, blend well hare – Xaritokosta, well Koukoutsodimitras, Kavousi and Karava. The sampling period was from April 2009 and it was completed in March 2010. Water samples were collected for the analysis of chemical and microbiological quality parameters. Based on the results of the present study it is concluded that the water can be used for irrigation but not for human consumption.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν ο συστηματικός έλεγχος σε δείγματα νερού από τις επιλεγμένες πηγές προκειμένου να αναδειχθεί ο βαθμός ρύπανσης από επιφανειακά νερα του Στύλου Αποκωρόνου. Η περιοχή στην οποία πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες ήταν ο Στύλος Αποκωρόνου. Με τις έξι πηγές 1^η Σφακοπέρασμα γέφυρα, 2^η Σφακοπέρασμα, 3^η Χαριτόκωστα, 4^η μείγμα Πηγάδι λαγού – Χαριτόκωστα, 5^η Καβούσι, 6^η Πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας, 7^η Καραβά. Οι εργαστηριακές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών & Εδαφικών Πόρων-ΤΕΙ Κρήτης. Η χρονική περίοδος των δειγματοληψιών νερού για την μελέτη των πηγών ξεκίνησε τον Απρίλιο του 2009 και ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2010 έτσι ώστε ελεγχθεί η τυχόν εποχική διακύμανση των φυσικών, χημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών του νερού. Οι τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών ορισμένων δειγμάτων αναδεικνύουν την ύπαρξη ανθρωπογενούς μόλυνσης και επιβάλλεται να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία των υδατικών πόρων τις περιοχής μελέτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Νερό (στην καθαρεύουσα ύδωρ), λέξη από την οποία και πολλοί παράγωγοι όροι (υδατικό, ένυδρο κλπ.), είναι η περισσότερο διαδεδομένη χημική ένωση και είναι απαραίτητη σε όλες τις γνωστές μορφές ζωής στον πλανήτη. Οι άνθρωποι και τα ζώα έχουν στο σώμα τους 60-70% κατά βάρος νερό, ενώ φτάνει μέχρι και το 90% εκείνου των κυττάρων. Το νερό αποτελείται από υδρογόνο και οξυγόνο.

Απαντάται και στις τρεις μορφές: στερεή (πάγος, χιόνι), υγρή (νερό πηγών, ποταμών, θαλασσών, λιμνών, γεωτρήσεων) και αέρια (υδρατμοί στην ατμόσφαιρα). Το νερό υπάρχει σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς (ζωικούς και φυτικούς). Στις τροφές υπάρχει σε μεγάλο ποσοστό. Το γάλα περιέχει 87%, οι πατάτες 78%, τα αυγά 74%, τα λαχανικά και τα φρούτα μέχρι 93% με νερό. Στο ανθρώπινο σώμα το νερό περιέχεται σε ποσότητα 70% και στο αίμα 90%. Μερικές φορές προσκολλάται σε διάφορες χημικές ουσίες και σχηματίζει με αυτές ένυδρες ενώσεις, συνήθως κρυσταλλικές, όπως είναι ο ένυδρος θειικός χαλκός, το θειικό ασβέστιο κ.α. το νερό αυτό ονομάζεται «κρυσταλλικό νερό». Άλλοτε πάλι το νερό ενώνεται σταθερά με τα μόρια των χημικών ενώσεων και σχηματίζεται νέα χημική ένωση. Έτσι π.χ. το τριοξειδίο του θείου και το πεντοξειδίο του φωσφόρου ενώνονται με το νερό και δίνουν νέες χημικές ενώσεις, το θειικό οξύ και το φωσφορικό οξύ. Το νερό αυτό ονομάζεται «χημικό» και δεν είναι δυνατό να απομακρυνθεί με θέρμανση όπως το κρυσταλλικό νερό.

1.2 Σύσταση

Το νερό μέχρι το 18^ο αιώνα θεωρούνταν ως στοιχείο. Πρώτος ο πατέρας της νεότερης χημείας Λαβουαζιέ απέδειξε ότι είναι ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου. Κάθε μόριο νερού περιέχει δύο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου. Έτσι ο χημικός τύπος του νερού είναι H₂O και η σχετική αναλογία βαρών του υδρογόνου και του οξυγόνου είναι 2,016: 16,000.

1.3 Δομή του μορίου

Το μόριο του νερού δεν είναι γραμμικό, δηλαδή οι δεσμοί O-H δε βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία, αλλά σχηματίζουν γωνία 104,5 μοιρών. Το μήκος του δεσμού O-H είναι 0,96 Å (Άγκστρεμ, 1 Å = 10⁻⁸ cm). Λόγω της γωνιακής διάταξης του δεσμού O - H, το μόριο του νερού είναι ασύμμετρο και έχει υψηλή διπολική ροπή. Το κέντρο του θετικού φορτίου βρίσκεται προς την πλευρά του υδρογόνου και του αρνητικού προς την πλευρά του οξυγόνου. Ο υψηλός πολικός χαρακτήρας του μορίου εξηγεί τη μεγάλη του διηλεκτρική σταθερά (78 στους 25°C) και άλλες ιδιότητες αυτού, όπως είναι η διάλυση ετεροπολικών ενώσεων στο νερό, ιδιότητα που το καθιστά ένα από τα καλύτερα διαλυτικά μέσα. Το νερό παρουσιάζει έντονα το φαινόμενο της σύζευξης, με τη δημιουργία δεσμών διά γέφυρας υδρογόνου. Τα μόρια δηλαδή του νερού σχηματίζουν δεσμούς μεταξύ του ηλεκτροθετικού υδρογόνου του ενός μορίου και του ηλεκτροαρνητικού οξυγόνου του άλλου μορίου. Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού εξακολουθούν να υπάρχουν και σε υψηλή σχετικά θερμοκρασία. Έτσι, στους 25°C ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού έχει τέτοια τιμή, ώστε ο στοιχειομετρικός τύπος του, στους 25°C, δεν είναι ο γνωστός H₂O, αλλά H₁₈₀O₉₀.

1.4 Φυσικές ιδιότητες

Το νερό είναι υγρό, διαυγές, άχρωμο σε λεπτά στρώματα, κυανίζον σε μεγάλους όγκους. Η καθαρή ουσία είναι άγευστη, ενώ το καλό πόσιμο νερό έχει ευχάριστη γεύση, που οφείλεται στα διαλυμένα άλατα και αέρια. Η πυκνότητα του νερού είναι διαφορετική σε διάφορες θερμοκρασίες, με μέγιστη στους 4°C. Στον πίνακα 1 δίνονται οι τιμές της πυκνότητας του νερού σε διάφορες θερμοκρασίες.

Πίνακας 1. Πυκνότητα νερού σε διάφορες θερμοκρασίες

ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΠΑΓΟΥ	
Θερμοκρασία σε °C	Πυκνότητα (gr/cm ³)
100	0.9586
80	0.9719
60	0.9833
40	0.9923
20	0.9982
10	0.9997
5	0.9999
3.98	1.0000
0 (νερό)	0.9998
0 (πάγος)	0.9170

Από τον πίνακα 1 φαίνεται πως το νερό σε στερεή κατάσταση έχει μικρότερη πυκνότητα απ' ότι στην υγρή. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την οικονομία της φύσης: Οι πάγοι επιπλέουν στο νερό και δρουν ως μονωτικά, εμποδίζοντας το νερό που βρίσκεται από κάτω να παγώσει, μ' όλες τις ευεργετικές συνέπειες στη ζωή του υδρόβιου κόσμου. Χωρίς την "ανωμαλία" αυτή της πυκνότητας του νερού, η ζωή στον πλανήτη μας δε θα υπήρχε, τουλάχιστον με τη σημερινή της μορφή, εξαιτίας της βαθμιαίας ψύξης του νερού της επιφάνειας της Γης. Η ιδιορρυθμία της πυκνότητας του νερού είναι η αιτία της αποσάθρωσης των βράχων. Το νερό που εισέρχεται στις ρωγμές των βράχων στερεοποιείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προκαλεί την αποσάθρωσή τους. Ακόμα, το σπάσιμο των σωλήνων διανομής του νερού κατά το χειμώνα οφείλεται στην αύξηση του όγκου του νερού κατά τη μετάβαση από την υγρή στη στερεή κατάσταση. Το νερό έχει ειδική θερμότητα (θερμοχωρητικότητα) πολύ μεγάλη (1cal/gr x deg). Χρησιμοποιείται ευρύτατα ως ψυκτικό μέσο και ως φορέας θερμότητας στην κεντρική θέρμανση κτιρίων.

1.5 Χημικές ιδιότητες

Το νερό έχει ποικίλη χημική δράση. Σχηματίζει "ενώσεις διά προσθήκης" με πολλά άλατα, καθώς και με πολλά μόρια άλλων ουσιών. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται υδρίτες ή ένυδρες ενώσεις. Οι δυνάμεις που ενώνουν τα μόρια των ουσιών και του νερού είναι:

1. Ελκτικές δυνάμεις μεταξύ του θετικού ιόντος του μετάλλου και του αρνητικού οξυγόνου του πεπολωμένου μορίου του νερού
2. Σχηματισμός ημιπολικού δεσμού μεταξύ του ατόμου του οξυγόνου και του ιόντος του μετάλλου με ένα ζεύγος ηλεκτρονίων.
3. Σχηματισμός γέφυρας υδρογόνου μεταξύ του μορίου του νερού και της ουσίας.

Άλλος σημαντικός τύπος αντίδρασης του νερού είναι η υδρόλυση. Το νερό επιτελεί αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, όπου δρα άλλοτε ως οξειδωτικό και άλλοτε ως αναγωγικό μέσο.

1.6 Βαρύ και υπερβαρύ ύδωρ

Εκτός από το συνηθισμένο νερό (H_2O), που είναι το οξείδιο του πρωτίου (H), έχουμε και το βαρύ ύδωρ, που είναι το οξείδιο του δευτερίου (D_2O), καθώς και το υπερβαρύ ύδωρ, που είναι το οξείδιο του τριτίου (T_2O). Βρέθηκε ότι στο φυσικό νερό περιέχεται το D_2O (βαρύ ύδωρ) σε ποσότητα 1:6.000 περίπου. Καθαρό D_2O παρασκευάζεται με εξαντλητική ηλεκτρόλυση υδατικών διαλυμάτων αλκαλίων, γιατί ηλεκτρολύεται κατά προτίμηση το κοινό νερό και συνεπώς, τα υπολείμματα της ηλεκτρόλυσης του νερού εμπλουτίζονται σε βαρύ νερό.

1.7 Φυσικό νερό

Το φυσικό νερό (πηγών, ποταμών κλπ.) δεν είναι καθαρή χημική ένωση. Περιέχει σχεδόν πάντοτε διαλυμένα ανόργανα άλατα, αέρια και άλλες ουσίες, πολλές φορές και οργανικές. Σχηματίζεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών που παράγονται από την εξάτμιση του νερού των ποταμών, των λιμνών και των θαλασσών που πέφτει ως βροχή, χιόνι ή χαλάζι. Η ανακύκλωση του νερού του πλανήτη μέσω συνεχών μετατροπών στη φυσική του κατάσταση είναι γνωστή και ως *υδρολογικός κύκλος* ή *κύκλος του νερού*. Το νερό της βροχής διαλύει διάφορα συστατικά της ατμόσφαιρας, π.χ. διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), λίγο οξυγόνο και άζωτο, συμπαρασύρει σκόνη, αιθάλη και άλλες αιωρούμενες ουσίες. Φτάνει στη γη ως αραιότατο οξύ, λόγω του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα. Για το λόγο αυτόν, το φυσικό νερό διαλύει τα δυσδιάλυτα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου και τα μετατρέπει σε ευδιάλυτα όξινα ανθρακικά άλατα των στοιχείων.

1.8 Άλατα στο νερό και αποσκλήρυνση

Όλα σχεδόν τα πόσιμα νερά περιέχουν, εκτός από τα όξινα ανθρακικά άλατα, και άλλα που διαλύονται στο νερό, όταν αυτό τα συναντά στο έδαφος, όπως χλωριούχο νάτριο ($NaCl$), θειικό ασβέστιο ($CaSO_4$), θειικό μαγνήσιο ($MgSO_4$) κ.λ.π. Όταν το νερό περιέχει μεγάλη ποσότητα διαλυμένων αλάτων, λέγεται σκληρό νερό. Το σκληρό νερό είναι ακατάλληλο για την πλύση με σαπούνι, γιατί σχηματίζονται σ' αυτό αδιάλυτοι σάπωνες ασβεστίου και μαγνησίου, δηλ. ελαϊκά, παλμιτικά και στεατικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου που δεν έχουν καμία απορρυπαντική

ικανότητα και επιπλέον δε σχηματίζεται καθόλου αφρός σαπουνιού. Το σκληρό νερό προκαλεί διάφορες σοβαρές βιομηχανικές ενοχλήσεις στους ατμολέβητες και αφήνει μετά την εξάτμιση σημαντικές ποσότητες στερεών αποθεμάτων (πουρί). Παλαιότερα, η αποσκλήρυνση του νερού, η αφαίρεση δηλαδή των όξινων ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου, γινόταν χημικώς, αναμειγνύοντας και αναταράζοντας το νερό με *γάλα ασβέστου*. Μετά την ανατάραξη κατακαθόταν το ευδιάλυτο όξινο ανθρακικό ασβέστιο ως αδιάλυτο ανθρακικό ασβέστιο. Αφηνόταν να καταπέσει το στερεό ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$) και λαμβανόταν το διαυγές νερό, που ήταν σχεδόν χωρίς σκληρότητα. Με βρασμό το νερό χάνει τη σκληρότητά του. Άλλωστε στην αντίδραση αυτή οφείλεται ο σχηματισμός των σταλακτιτών (από την οροφή του σπηλαίου) και των σταλαγμιτών (από το δάπεδο). Οι μεγάλες όμως βιομηχανίες δεν μπορούσαν να καλυφτούν με τις μεθόδους αυτές αποσκλήρυνσης του νερού. Εδώ και πολλά χρόνια χρησιμοποιείται η μέθοδος αποσκλήρυνσης με *περμουτίτες*. Οι περμουτίτες είναι τεχνητοί ζεόλιθοι (ένυδρα πολυπυριτικό - αργιλικά άλατα αλκαλίων, όπως π.χ. ο νατρόλιθος). Το σκληρό νερό αφήνεται να κατέλθει από ένα στενό πύργο γεμάτο με κόκκους περμουτίτη, οπότε τα κατιόντα του ασβεστίου και του μαγνησίου που περιέχονται στο σκληρό νερό ανταλλάσσονται με ισοδύναμη ποσότητα κατιόντων νατρίου από το ζεόλιθο, ενώ τα ανιόντα παραμένουν στο νερό. Η ανταλλαγή αυτή είναι αμφίδρομη, και όταν εξαντληθεί ο ζεόλιθος, δηλ. όταν όλο το νάτριο αντικατασταθεί από ασβέστιο και μαγνήσιο, τότε διαβιβάζεται από τον πύργο διάλυμα χλωριούχου νατρίου, το οποίο εκτοπίζει το ασβέστιο ή το μαγνήσιο που είναι ενωμένο με το ζεόλιθο και έτσι "αναγεννιέται" ο ζεόλιθος. Πιο σύγχρονη μέθοδος αποσκλήρυνσης του νερού είναι η μέθοδος με ανταλλαγή ιόντων. Κατά τη μέθοδο αυτή είναι δυνατό να αφαιρούνται και τα θετικά και τα αρνητικά ιόντα με χρησιμοποίηση κατάλληλων συνθετικών ρητινών από γιγαντιαία οργανικά μόρια. Το νερό αυτό χρησιμοποιείται ως απεσταγμένο.

1.9 Βιολογικός ρόλος

Η σημαντικότητα του βιολογικού ρόλου του νερού καθίσταται εμφανής αν υπολογίσει κανείς ότι στο εσωτερικό περιβάλλον των κυττάρων το νερό καταλαμβάνει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της κατά βάρος σύστασής των, που μπορεί να μην είναι το ίδιο σε όλα τα κύτταρα, και που κυμαίνεται μεταξύ 70 και 90%. Και ακόμη ότι το μεσοκυττάριο υγρό αποτελεί το υδατικό περιβάλλον που αναπτύσσονται τα κύτταρα των πολυκυττάρων οργανισμών. Οι περισσότερες χημικές ουσίες που παρατηρούνται στο εσωτερικό των κυττάρων είναι "ευδιάλυτες" στο νερό. Το γεγονός αυτό επιτρέπει στις διαλυμένες ουσίες την εύκολη μετακίνησή τους από το ένα σημείο του κυττάρου σε άλλο και κατά συνέπεια την επαφή τους και την εξ αυτής πραγματοποίηση των χημικών αντιδράσεων μέσα στο κύτταρο. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η υδρόλυση των μακρομορίων κατά την οποία μάλιστα το νερό συμμετέχει ως αντιδρών σώμα. Σημαντικότεροι λόγοι που καθιστούν το νερό τόσο απαραίτητο στοιχείο της ζωής είναι ακριβώς οι φυσικοχημικές του ιδιότητες που αποτελούν απόρροια της πολικότητας και της ικανότητας των μορίων του να συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς υδρογόνου.

Αναλυτικότερα οι φυσικοχημικές του αυτές ιδιότητες είναι:

1. Η μεγάλη διαλυτική ικανότητα.
2. Η μεγάλη αντίσταση σε θερμικές μεταβολές, (μεγαλύτερη από κάθε υγρό).
3. Η ανάπτυξη ισχυρών δυνάμεων συνοχής και συνάφειας.
4. Η μεγάλη πυκνότητα σε υγρή μορφή απ'ότι σε στερεή.

5. Η αντιστρεπτή διάσταση του νερού σε κατιόντα υδρογόνου και ανιόντα υδροξυλίου.

1.10 Ιαματικές πηγές

Το νερό της βροχής μερικές φορές διεισδύει μέσα στο έδαφος και γίνεται θερμότερο, γι' αυτόν το λόγο διαλύει περισσότερες στερεές ουσίες με τις οποίες έρχεται σε επαφή. Το νερό αυτό βγαίνει στην επιφάνεια και σχηματίζει πηγές που λέγονται "θερμές πηγές" ή "μεταλλικές" ή "ιαματικές". Ανάλογα με τις ουσίες που είναι διαλυμένες στο νερό, οι θερμές πηγές διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, όπως σε "οξυανθρακικές" (Νιγρίτα, Σουρωτή), που περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα, "θειούχες" (Λαγκαδάς, Σέδες, Σιδηρόκαστρο), που περιέχουν υδρόθειο και άλλα θειούχα άλατα, "αλκαλικές" (Λουτράκι, Αιδηψός), που περιέχουν όξινο ανθρακικό νάτριο ή λίθιο, "πικρές", που περιέχουν θειϊκό μαγνήσιο, θειϊκό νάτριο, "σιδηρούχες" και τέλος "ραδιενεργές", λόγω των ραδιενεργών αερίων που περιέχουν. Οι Ιαματικές πηγές εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην πόλη Σπα του Βελγίου.

1.11 Πόσιμο νερό

Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι διαυγές, άχρωμο, άοσμο, δροσερό (θερμοκρασίας 7-11 °C). Πρέπει να περιέχει μικρή ποσότητα ανόργανων αλάτων (0,5 γραμ. στο λίτρο), γιατί το καθαρό νερό χωρίς διαλυμένα άλατα είναι βλαβερό για τον οργανισμό, εξαιτίας της μεγάλης διαπιδυτότητας των κυττάρων. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο τα θαλασσινά ψάρια πεθαίνουν όταν μεταφερθούν σε γλυκό νερό και ψάρια του γλυκού νερού πεθαίνουν αμέσως μόλις τοποθετηθούν μέσα σε απεσταγμένο νερό, γιατί καταστρέφονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια (αιμόλυση). Το πόσιμο νερό περιέχει διαλυμένο οξυγόνο, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, ελάχιστα ίχνη οργανικών ουσιών, καθώς και ίχνη φυτικών μικροοργανισμών.

1.12 Έλεγχος του πόσιμου νερού

Το πόσιμο νερό πρέπει να εξετάζεται φυσικώς (θερμοκρασία, διαύγεια, γεύση, οσμή), χημικώς (ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος ουσιών, σκληρομετρία), μικροσκοπικώς (έρευνα μικροοργανισμών), βακτηριολογικώς (καλλιέργεια των μικροβίων του νερού) και τοπογραφικώς (θέση πηγής, διαδρομής του νερού).

1.13 Γλυκό νερό

Με τον όρο **γλυκό ύδωρ** χαρακτηρίζεται σε αντίθεση προς τη θάλασσα κάθε υδάτινη έκταση με γλυκό νερό π.χ. λίμνες, ποταμοί. Για την περίπτωση αυτή έχει ορισθεί ειδική γραμμή φόρτωσης πλοίου (μέγιστου δυνατού φορτίου) που ονομάζεται **γραμμή φόρτωσης γλυκών υδάτων** (fresh water line). Επίσης στα πλοία, χαρακτηρίζεται γλυκό νερό το νερό που τοποθετείται στις δεξαμενές γκυκέου ύδατος (fresh water tanks) για διάφορες χρήσεις.

1.14 Το πρόβλημα της λειψυδρίας

Εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού της γης, της μαζικής κατανάλωσης, της κατάχρησης των φυσικών πόρων και της μόλυνσης του νερού η διαθεσιμότητα του πόσιμου νερού δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της σύγχρονης εποχής και

διαρκώς μειώνεται . Για αυτό το λόγο , το νερό αποτελεί στρατηγικής σημασίας αγαθό σε όλη την υφήλιο και αιτία για πολλές πολιτικές διενέξεις. Πολλοί έχουν προβλέψει ότι το καθαρό νερό θα γίνει το **πετρέλαιο του μέλλοντος** καθιστώντας τον Καναδά με τα πλεονάζοντα αποθέματα νερού την πιο πλούσια χώρα του πλανήτη. Σύμφωνα με την έρευνα της UNESCO που πραγματοποιήθηκε το 2003 για τα παγκόσμια αποθέματα νερού , στα επόμενα 20 χρόνια η ποσότητα του νερού που αναλογεί στον καθένα προβλέπεται να μειωθεί κατά 30% . 40% από τους ανθρώπους που ζουν στη γη δεν έχουν επαρκές νερό ακόμα και για υποτυπώδη υγιεινή. Περισσότεροι από 2,2 εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν το 2000 από ασθένειες που σχετίζονται με την κατανάλωση μολυσμένου νερού ή με ξηρασία. Το 2004, σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τη φιλανθρωπική οργάνωση WaterAid αναφέρεται ότι στη Βρετανία ένα παιδί πεθαίνει κάθε 15 δευτερόλεπτα από ασθένειες που σχετίζονται με το νερό. Το πόσιμο νερό - τώρα πολυτιμότερο από κάθε άλλη φορά στην ιστορία λόγω της εντατικής χρησιμοποίησης του στη γεωργία, στη σύγχρονη βιομηχανία και στην παραγωγή ενέργειας - χρειάζεται καλύτερη διαχείριση και λογική χρήση εάν δεν επιθυμούμε να ζήσουμε τραγικές καταστάσεις στο μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

2.1 Γενικά

Ποιότητα νερού είναι τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του ύδατος σε σχέση σε ένα σύνολο προτύπων. Τα πρότυπα ποιότητας νερού δημιουργούνται για τους διαφορετικούς τύπους θέσεων οργανισμών ύδατος και σωμάτων ύδατος ανά επιθυμητές χρήσεις. Οι αρχικές χρήσεις που εξετάζονται για τέτοιο χαρακτηρισμό είναι παράμετροι που αφορούν το πόσιμο νερό, ασφάλεια της ανθρώπινης επαφής, και για την υγεία των οικοσυστημάτων.

Στον καθορισμό των προτύπων, οι πολιτικές αποφάσεις λαμβάνονται για το πώς το ύδωρ θα χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση των φυσικών οργανισμών ύδατος. Οι διαφορετικές χρήσεις έχουν τις και διαφορετικές ανησυχίες επομένως διαφορετικά πρότυπα. Οι φυσικοί οργανισμοί ύδατος θα ποικίλουν αναλόγως με τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι περιβαλλοντικοί επιστήμονες εργάζονται για να καταλάβουν τη λειτουργία αυτών των συστημάτων, η οποία καθορίζει τις πηγές και τα ποσοστά των μολυσματικών παραγόντων. Περιβαλλοντικοί δικηγόροι και οι φορείς χάραξης πολιτικής εργάζονται για να καθορίσουν τους νόμους ύδατος που υποδεικνύουν τις εκ των προτέρων αναφερθείσες χρήσεις και τους φυσικούς όρους.

Η μεγάλη πλειοψηφία ύδωρ επιφάνειας στον πλανήτη δεν είναι ούτε πόσιμη ούτε τοξική. Αυτό παραμένει αληθινό ακόμα κι αν το θαλασσινό νερό στους ωκεανούς (που είναι πάρα πολύ αλμυρό για πόση) δεν μετριάται. Μια άλλη γενική αντίληψη για την ποιότητα νερού είναι αυτή μιας απλής ιδιοκτησίας που λέει εάν το ύδωρ είναι μολυσμένο ή όχι. Στην πραγματικότητα, η ποιότητα νερού είναι ένα πολύ σύνθετο θέμα, εν μέρει επειδή το ύδωρ είναι ένα σύνθετο μέσο που σχετίζεται με την οικολογία της γης. Η βιομηχανική ρύπανση είναι μια σημαντική αιτία ρύπανσης των υδάτων, καθώς επίσης και η απορροή από τις γεωργικές περιοχές, η αστικές απορροές και η απαλλαγή των μη επεξεργασμένων λυμάτων (ιδιαίτερα μέσα αναπτυσσόμενες χώρες).

2.2 Νομοθεσία

Η ισχύουσα νομοθεσία αναφέρεται στο ΦΕΚ 892/τ.β/11.7.2001 σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998.(Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001). Σκοπός της Απόφασης ήταν η προσαρμογή της Ελληνικής Νομοθεσίας προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που δημοσιεύθηκε στην επίσημη εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 3ης Νοεμβρίου 1998, με στόχο την προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στη ρύπανση ή και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, διασφαλίζοντας ότι είναι υγιεινό και καθαρό.(ΕΕ L330/98).

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

Η ισχύουσα Νομοθεσία χωρίζει το νερό σε 4 κατηγορίες:

1. Πόσιμο νερό δικτύου ύδρευσης.
2. Εμφιαλωμένο νερό, το οποίο νομοθετικά διαχωρίζεται σε φυσικό μεταλλικό νερό και σε επιτραπέζιο νερό.

3. Νερό κολυμβητηρίων
4. Επιφανειακό νερό αναψυχής.

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

Με την απόφαση αυτή, καθοριζόντουσαν οι επιτρεπόμενες τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών, που χαρακτήριζαν το νερό ως κατάλληλο για πόση. Οι τιμές των ποιοτικών χαρακτηριστικών του πόσιμου νερού έπρεπε να είναι κατώτερες ή ίσες με τις τιμές, που προσδιορίζονταν από τον τίτλο ως “Ανώτατη Παραδεκτή Συγκέντρωση” και να προσέγγιζαν τις τιμές που προσδιορίζονταν με τον τίτλο “Ενδεικτικό επίπεδο”. Παρεκκλίσεις από τις τιμές αυτές επιτρέπονταν, προκειμένου να αντιμετωπιζαν:

α) συνθήκες που είχαν σχέση με την φύση και τη σύσταση του εδάφους στην περιοχή, η οποία τροφοδοτούσε την υπό εξέταση πηγή,

β) συνθήκες που είχαν σχέση με εξαιρετικά μετεωρολογικά φαινόμενα ή πρόσκαιρες τεχνικές δυσχέρειες. Οι παρεκκλίσεις δεν αφορούσαν σε καμία περίπτωση, τους τοξικούς ή μικροβιολογικούς παράγοντες, και σε κάθε περίπτωση, έπρεπε να αποκλείουν τους κινδύνους για τη Δημόσια υγεία.

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

Α. Οργανοληπτικές παράμετροι

Β. Φυσικοχημικές παράμετροι

Γ. Παράμετροι που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες

Δ. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

Ε. Μικροβιολογικές παράμετροι

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

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

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

Οι απόλυτα απαραίτητοι προσδιορισμοί αφορούσαν τις εξής παραμέτρους:

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

Οι τακτικοί έλεγχοι αφορούσαν:

- Οσμή
- Γεύση
- Θολερότητα
- Θερμοκρασία
- Ηλεκτρική Αγωγιμότητα
- pH
- Υπολειμματικό χλώριο

- Νιτρικά
- Νιτρώδη
- Αμμωνία
- Ολικά κολοβακτηριοειδή
- Κολοβακτηριοειδή
- Ολικός αριθμός βακτηρίων, στους 22°C και 37°C

Οι περιοδικοί έλεγχοι περιλαμβάνουν, εκτός από τους προσδιορισμούς που γίνονταν στους τακτικούς ελέγχους και άλλες παραμέτρους που καθορίζονταν κατά περίπτωση. Σε ειδικές περιπτώσεις ή σε ατυχήματα, γίνονταν έκτακτοι έλεγχοι. Η αρμόδια αρχή καθόριζε τις παραμέτρους που έπρεπε, εκτάκτως, να ελεγχθούν, ανάλογα με τις συνθήκες. Οι έλεγχοι του νερού διενεργούνταν από τα Δημόσια Κεντρικά και Περιφερειακά Εργαστήρια, τα οποία καθορίζονται με απόφαση του Υπουργού Υγείας και Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων. Έλεγχοι γίνονταν ακόμα και από οργανωμένα εργαστήρια Δημοτικών Επιχειρήσεων ή Ο.Τ.Α., εφόσον έχουν την απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή. Με κοινή Απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών και Δημόσιας Τάξης και Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, συντάσσονταν πρόσθετες προδιαγραφές, εφόσον απαιτούνταν, που αφορούσαν επιφανειακά και υπόγεια νερά (ζώνες προστασίας, φυσικοχημικές παράμετροι, κτλ.) για διασφάλιση της ποιότητας του πόσιμου νερού. Αρμόδια Αρχή για την εφαρμογή των υγειονομικών διατάξεων ήταν οι Υγειονομικές Υπηρεσίες του Υπουργείου Υγείας, Πρόνοιας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων. Υπεύθυνοι για την εφαρμογή των όρων των Υγειονομικών Διατάξεων για το πόσιμο νερό, δηλαδή:

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

ύδρευσης.

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

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

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

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

- για τις βιομηχανίες που βρίσκονταν μέσα σε βιομηχανικές περιοχές οι οποίες διέθεταν

κεντρικό δίκτυο ύδρευσης, η ΕΤΒΑ.

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

Σύμφωνα με τη Διυπουργική Απόφαση περί πόσιμων νερών, ο ολικός αριθμός κολοβακτηριοειδών, έπρεπε να είναι μηδέν στα 100 mL δείγματος, όταν ο προσδιορισμός γινόταν με τη μέθοδο των μεμβρανών και μικρότερος από 1 στα 100 ml δείγματος, όταν γινόταν με τη μέθοδο των πολλαπλών σωλήνων.

Μηδενικός έπρεπε να είναι και ο αριθμός των κοπρικών κολοβακτηρίων και κοπρικών στρεπτόκοκκων όταν οι προσδιορισμοί γίνονταν με τη μέθοδο των μεμβρανών και μικρότερος από ένα με τη μέθοδο των πολλαπλών σωλήνων.

Ακόμα, τα νερά που προορίζονταν για ανθρώπινη κατανάλωση δεν έπρεπε να περιέχουν παθογόνους οργανισμούς. Προκειμένου να ήταν πλήρης μια μικροβιολογική εξέταση πόσιμου νερού προτεινόταν από τη Διυπουργική Απόφαση

να εξετάζονταν, ανάλογα με τις ανάγκες, και τους εξής παθογόνους μικροοργανισμούς:

- Σαλμονέλες
- Παθογόνοι Σταφυλόκοκκοι
- Βακτηριοφάγοι κοπράνων
- Εντερικοί ιοί

Εξάλλου, στα πόσιμα νερά δεν πρέπει να περιέχονται:

- Παρασιτικούς οργανισμούς
- Φύκη

Άλλα μορφοποιημένα στοιχεία (ζωάρια)

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

2.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ

Πίνακας 2.Μικροβιολογικές παράμετροι πόσιμου νερού

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

Πίνακας 3.Χημικές παράμετροι πόσιμου νερού

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Ακρυλαμίδιο	0,10	µg/l
Αντιμόνιο	5,0	µg/l
Αρσενικό	10	µg/l
Βενζόλιο	1,0	µg/l
Βενζο-α-πυρένιο	0,01	µg/l
Βόριο	1,0	mg/l
Βρώμικα	10	µg/l
Κάδμιο	5,0	µg/l
Χρόμιο	50	µg/l
Χαλκός	2,0	mg/l
Κυανιούχα	50	µg/l
1,2 -γ	3,0	µg/l
Επιχλωρυδρίνη	0,10	µg/l
Φθοριούχα	1,5	mg/l
Μόλυβδος	10	µg/l
Υδράργυρος	1,0	µg/l
Νικέλιο	20	µg/l
Νιτρικά	50	mg/l
Νιτρώδη	0,50	mg/l
Παρασιτοκτόνα	0,10	µg/l
Σύνολο παρασιτοκτόνων	0,50	µg/l
Πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες	0,10	µg/l

Σελήνιο	10	μg/l
Τetraχλωροαιθέριο και Τριχλωροαιθέριο	10	μg/l
Ολικά τριαλογονομεθάνια	100	μg/l
Βινυλοχλωρίδιο	0,50	μg/l

Πίνακας 4. Ενδεικτικές παράμετροι πόσιμου νερού

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδα
Αργίλιο	200	μg/l
Αμμώνιο	0,50	mg/l
Χλωριούχα	250	mg/l
Clostridium perfringens (συμπεριλαμβανομένων των σπόρων)	0	Αριθμός/100 ml
Χρώμα	Αποδεκτό για τους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Αγωγιμότητα	2500	cm-1 στους 20°C
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	≥ 6,5 και ≤ 9,5	Μονάδες pH
Σίδηρος	200	μg/l
Μαγγάνιο	50	μg/l
Οσμή	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Οξειδωσιμότητα	5	mg/IO ₂
Θειικά	250	mg/l
Νάτριο	200	mg/l
Γεύση	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Αριθμός αποικιών σε 22° C και 37° C	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Κολοβακτηριοειδή	0	Αριθμός/100 ml
Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	
Υπολειμματικό χλώριο		mg/l
Θολότητα	Αποδεκτή στους καταναλωτές και άνευ ασυνήθους μεταβολής	

Πίνακας 5. ΦΥΣΙΚΟ-ΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Παράμετροι	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
Θερμοκρασία	°C	12	25
Χλώριο	mg/l Cl ⁻	25	200
Πυρίτιο	mg/l SiO ₂		
Ασβέστιο	mg/l Ca ₂ ⁺	100	

Μαγνήσιο	mg/l Mg ²⁺	30	50
Κάλιο	mg/l K ⁺	10	12
Ξηρό υπόλειμμα	mg/l, 180 °C		1500
Διαλυμένο οξυγόνο	% O ₂		
Ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα	mg/l CO ₂		

Πίνακας 6.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Παράμετρος	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
Άζωτο	μg/l		1
Υδρόθειο	μg/l		
Ύλες που εκχυλίζονται με χλωροφόρμιο	mg/l	0,1	
Φαινόλαι	μg/l		0,5
Ψευδάργυρος	μg/l Zn	100	
Φώσφορος	μg/l P ₂ O ₅	400	5000
Φθόριο	μg/l F ⁻ 8-12°C 25-30°C		1500 700
κοβάλτιο	μg/l Co		

Πίνακας 7.ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟΞΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Παράμετρος	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
Βηρύλλιο	μg/l Be		
Βανάδιο	μg/l V		

Πίνακας 8.ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Παράμετρος	Αποτελέσματα όγκος του δείγματος (σε ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση (Μέθοδος διηθητικών μεμβρανών)	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση (Μέθοδος πολλαπλών σωλήνων)NPP
Στρεπτόκοκκοι κοπράνων	100	-	0	NPP<1
Κλωστρίδια Αναγωγικά θειωδων αλάτων		-	-	NPP<1
Παράμετρος	Θερμοκρασία επώασης	Αποτελέσματα Όγκος του δείγματος (σε ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
Καταμέτρηση Συνολικών βακτηρίων για το	37°C 22°C	1 1	10 100	- -

πόσιμο νερό				
-------------	--	--	--	--

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΟΥ ΣΤΥΛΟΥ ΑΠΟΚΟΡΩΝΟΥ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κλίμα, τοπογραφική κλίση και γεωλογικά χαρακτηριστικά

Το κλίμα της περιοχής μελέτης είναι ημί-ξηρο και χαρακτηρίζεται από βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις (σε μεγάλα υψόμετρα) τους χειμώνες και θερμά και ξηρά καλοκαίρια. Η μέση ετήσια βροχόπτωση στο βόρειο τμήμα της λεκάνης είναι 705 mm (χαμηλά υψόμετρα), ενώ στο νότιο τμήμα είναι 2125 mm (ορεινή ζώνη). Η τοπογραφική κλίση στην λεκάνη απορροής κυμαίνεται μεταξύ 43% στους πρόποδες των Λευκών Ορέων και 5% στις εκβολές του ποταμού Κοιλιάρη. Το μεγαλύτερο υψόμετρο της λεκάνης είναι τα 2041 m στα Λευκά Όρη. Η γεωλογία της περιοχής αποτελείται κυρίως από το ασβεστολιθικό καρστικό σύστημα των Λευκών Ορέων, στο νότιο τμήμα της λεκάνης, το οποίο προς τα βόρεια επικαλύπτεται από μάργες και σχιστόλιθους. Τέλος, το βόρειο τμήμα της λεκάνης αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις.

Τέσσερις γεωλογικοί σχηματισμοί αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη οι οποίοι κατατάσσονται με σειρά αυξανόμενης γεωλογικής ηλικίας ως εξής:

- Αλλουβιακές προσχώσεις
- Τριτογενείς σχηματισμοί (μάργες, κροκαλοπαγή, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι),
- Κάλυμμα της Τρίπολης, Προνεογενείς (ασβεστόλιθοι, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι, δολομίτες),
- Σχιστόλιθοι – Φυλλίτες,
- Κρυσταλλικοί πλακώδεις ασβεστόλιθοι Plattenkalk του σχηματισμού του γεωλογικού υπόβαθρου της Κρήτης.[5]

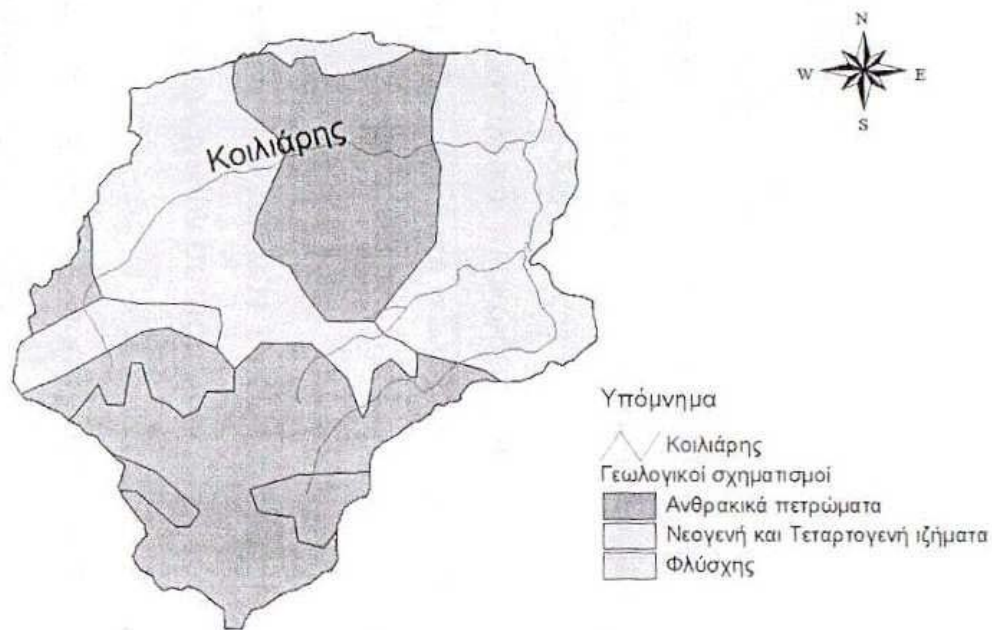
Στα δυτικά της λεκάνης απορροής αναπτύσσονται σχηματισμοί που ανήκουν στην Ζώνη της Τρίπολης, η οποία αποτελείται κυρίως από ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες. Στα ανατολικά συναντώνται τριτογενείς σχηματισμοί όπως μάργες και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι που επεκτείνονται και στα νότια της περιοχής μελέτης. Στα νότια της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται επίσης μικρής έκτασης παλαιότεροι σχηματισμοί, όπως πλακώδεις ασβεστόλιθοι και κρυσταλλικοί σχιστόλιθοι.

Αλλουβιακές προσχώσεις αναπτύσσονται ανατολικά των πηγών, που τροφοδοτούν τον ποταμό Κοιλιάρη (Πηγές Στύλου) και επεκτείνονται μέχρι τη θάλασσα. Οι αλλουβιακοί σχηματισμοί αποτελούνται από χάλικα, άμμο και άργιλο. Το πάχος των γεωλογικών σχηματισμών δεν είναι γνωστό με ακρίβεια όμως σύμφωνα με εκτιμήσεις γεωλογικών μελετών είναι σημαντικό. Οι νεογενείς σχηματισμοί έχουν γενικά μεγαλύτερη έκταση από τις αλλουβιακές προσχώσεις και επικαλύπτονται πάνω σε μεσοζωικούς ασβεστόλιθους και κατά περίπτωση πάνω στους σχιστόλιθους – χαλαζίτες και στους κρυσταλλικούς πλακώδεις ασβεστόλιθους. Το

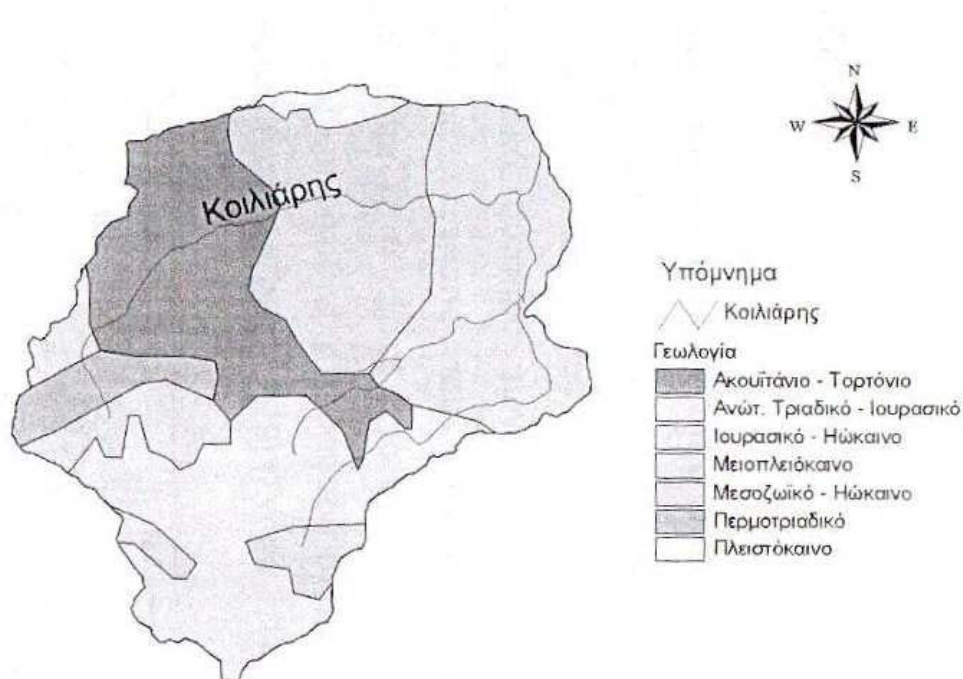
πάχος τους είναι σχετικά μεγάλο και αποτελούνται από κροκαλοπαγή, μάργες και μαρμαϊκούς ασβεστόλιθους.

Οι προτριτογενείς σχηματισμοί του τεκτονικού καλύμματος της Τρίπολης αποτελούνται από ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες. Τα ανθρακικά αυτά πετρώματα αναπτύσσονται στα δυτικά των πηγών και επεκτείνονται προς τον κύριο όγκο των Λευκών Ορέων. Στο σύνολο τους οι προτριτογενείς σχηματισμοί υπέρκεινται των φυλλιτών- χαλαζιτών είτε απ' ευθείας των πλακωδών ασβεστόλιθων του υποβάθρου.

Όπως παρατηρείται στον Χάρτη 1 στα μεγαλύτερα υψόμετρα (νότια) στην λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη εμφανίζονται ανθρακικά πετρώματα σε αντίθεση με τον κάτω ρου του ποταμού όπου παρατηρούνται νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα.[8]



(α)



(β)

Χάρτης 1. Γεωλογικοί σχηματισμοί (α) και γεωλογία (β) της λεκάνης απορροής του ποταμού Κοιλιάρη[8]

Υδρολογική Λεκάνη Ποταμού Κοιλιάρη

Ο ποταμός Κοιλιαρής βρίσκεται περίπου 15 km ανατολικά της πόλης των Χανίων και εκτείνεται από τους πρόποδες των Λευκών Ορέων μέχρι την παράκτια ζώνη του πρώην Δήμου Αρμένων. Το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης ανήκει στον πρώην Δήμο Αρμένων και στον πρώην Δήμο Κεραμιών, αλλά συνολικά σε όλη της την έκταση περιλαμβάνει 17 Δημοτικά Διαμερίσματα εκ των οποίων τα 8 είναι πεδινά, 2 ημιορεινά και 7 ορεινά. Η συνολική έκτασή της ανέρχεται στα 130 Km² και το συνολικό μήκος του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Κοιλιάρη είναι 36 Km. Σε αυτόν συμβάλλουν τέσσερις παραπόταμοι, εκ των οποίων δύο χαρακτηρίζονται ως προσωρινά υδατορέματα (Κεραμιώτης και Αναβρετή), δεδομένου ότι κατά τη θερινή περίοδο παρατηρείται ξήρανση της κοίτης τους. Οι άλλοι δύο παραπόταμοι είναι ο Μυλαύλακας και ο Μανταμάς και έχουν μόνιμη ροή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και για αυτό χαρακτηρίζονται ως μόνιμα υδατορέματα. Από το σημείο συμβολής των παραποτάμων και μέχρι τις εκβολές το μήκος του κυρίου τμήματος του ποταμού Κοιλιάρη είναι 3.3 km. Στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κοιλιάρη υπάρχουν πηγές (Στύλου, Αρμένων και Ζούρμπου) που τροφοδοτούνται από ποσότητες υδάτων που προέρχονται από το καρστικό ασβεστολιθικό σύστημα των Λευκών Ορέων. Η πηγή του Στύλου θεωρείται το βασικότερο σημείο εκφόρτισης του εν λόγω καρστικού συστήματος και μια από τις κυριότερες πηγές τροφοδοσίας του ποταμού Κοιλιάρη.



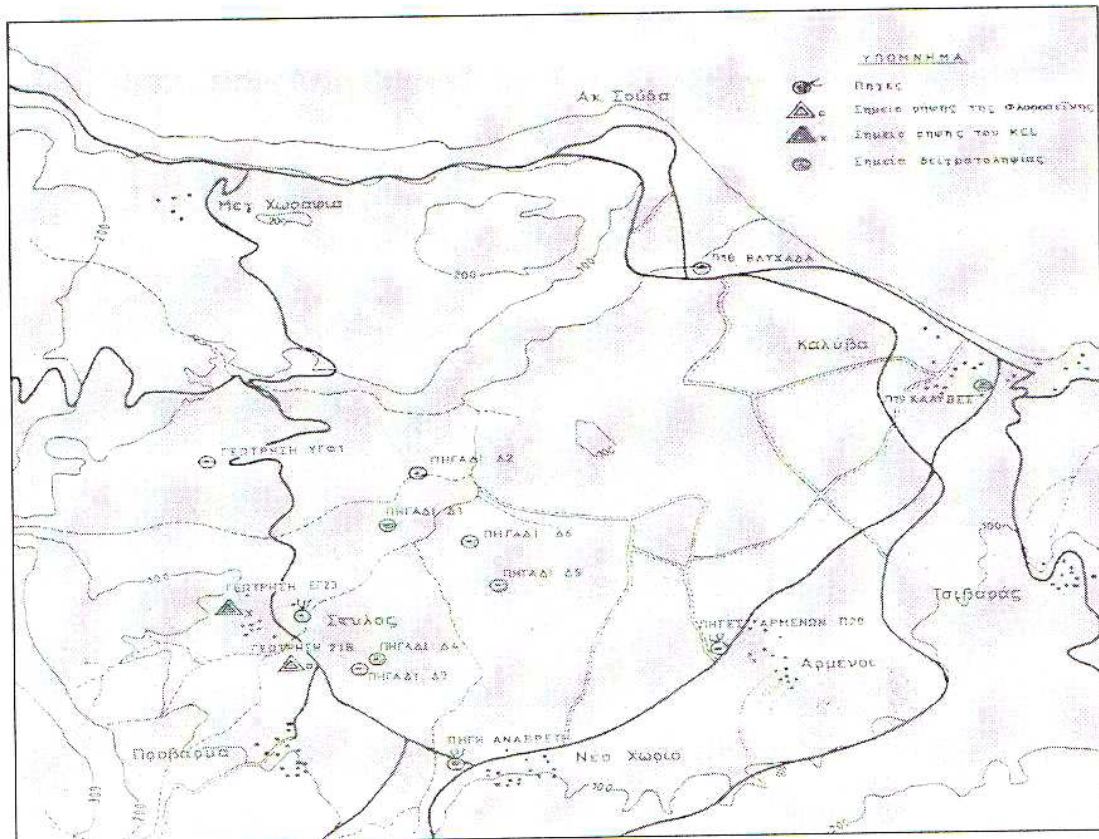
Χάρτης 2. Χάρτης ενός τμήματος του νομού Χανίων που δείχνει τον ποταμό Κοιλιάρη

Πηγές και ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού

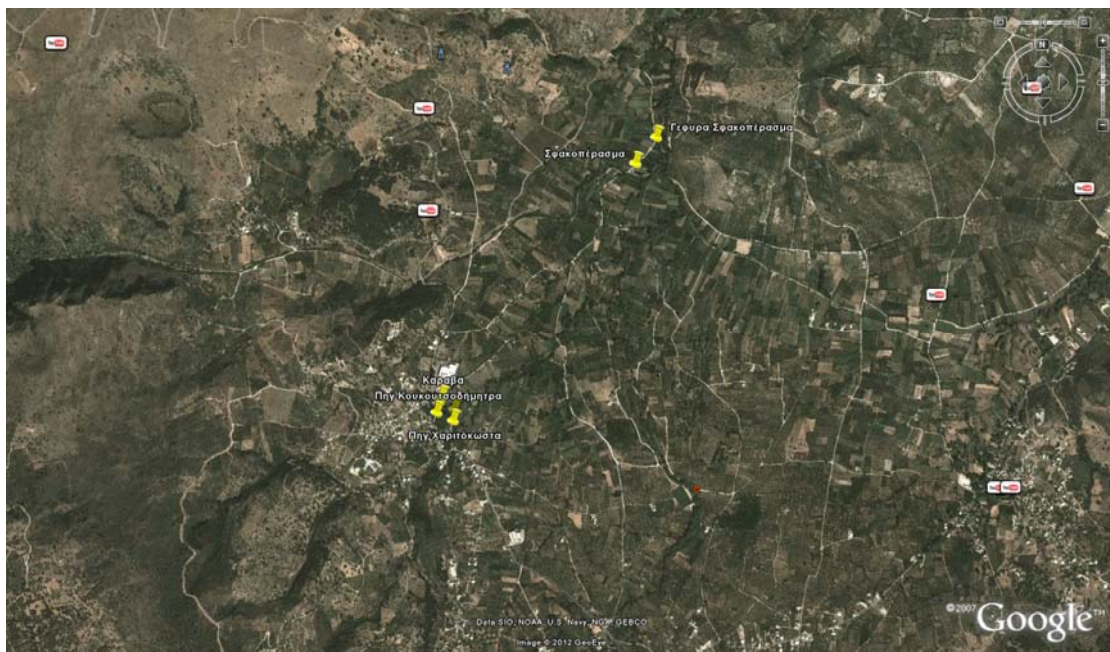
Οι πηγές που τροφοδοτούν τον ποταμό Κοιλιάρη είναι αυτές του Στύλου και κατά δευτερεύοντα λόγο η πηγή Αναβρετή, η πηγή της Βλυχάδας και η πηγή Κολιακών. Σημειώνεται ότι οι πηγές Αρμένων και Ζούρμπου δεν τροφοδοτούν τον Κοιλιάρη. Οι πηγές Αρμένων και Στύλου παρουσιάζουν μεγάλες εποχικές διακυμάνσεις στην παροχή τους και έχουν μέση ετήσια παροχή 769 L/s και 2654 L/s αντίστοιχα. Οι πηγές των Καλυβών (Ζούρμπος) παρουσιάζουν μέση ετήσια παροχή 978 L/s και μικρές εποχικές διακυμάνσεις.

Η ποιότητα των υδάτων των υδροφορέων που τροφοδοτούνται από τα Λευκά Όρη χαρακτηρίζεται γενικά καλή, με μόνη εξαίρεση περιοχές όπου τα ανθρακικά πετρώματα επικοινωνούν με τη θάλασσα και τα νερά παρουσιάζουν αυξημένα χλωριόντα (π.χ πηγή Ζούρμπου)[8]. Το νερό των πηγών Στύλου και Αρμένων πληρεί τις προϋποθέσεις του πόσιμου νερού. Αντίθετα, το νερό της πηγής Ζούρμπου δεν είναι κατάλληλο εξαιτίας της μεγάλης σκληρότητας που εμφανίζει. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας έχει εκτιμηθεί ότι το 58% (101 km²) της συνολικής έκτασης της λεκάνης απορροής χαρακτηρίζεται ως βοσκότοποι (δημόσιοι ή ιδιωτικοί), το 29,4% (51km²) ως καλλιεργούμενες εκτάσεις, το 2,8% (5 km²) οικιστικές περιοχές και δρόμοι, το 8,5% (14,8 km²) δάση και το 0,6% (1km²) υδάτινες επιφάνειες. Στην λεκάνη δεν λειτουργούν μεγάλες βιομηχανίες ενώ υπάρχει ένας μικρός αριθμός βιοτεχνιών. Οι περισσότεροι κάτοικοι ασχολούνται με την γεωργία (ελιές, πορτοκάλια, αμπέλια) και τον τουρισμό.

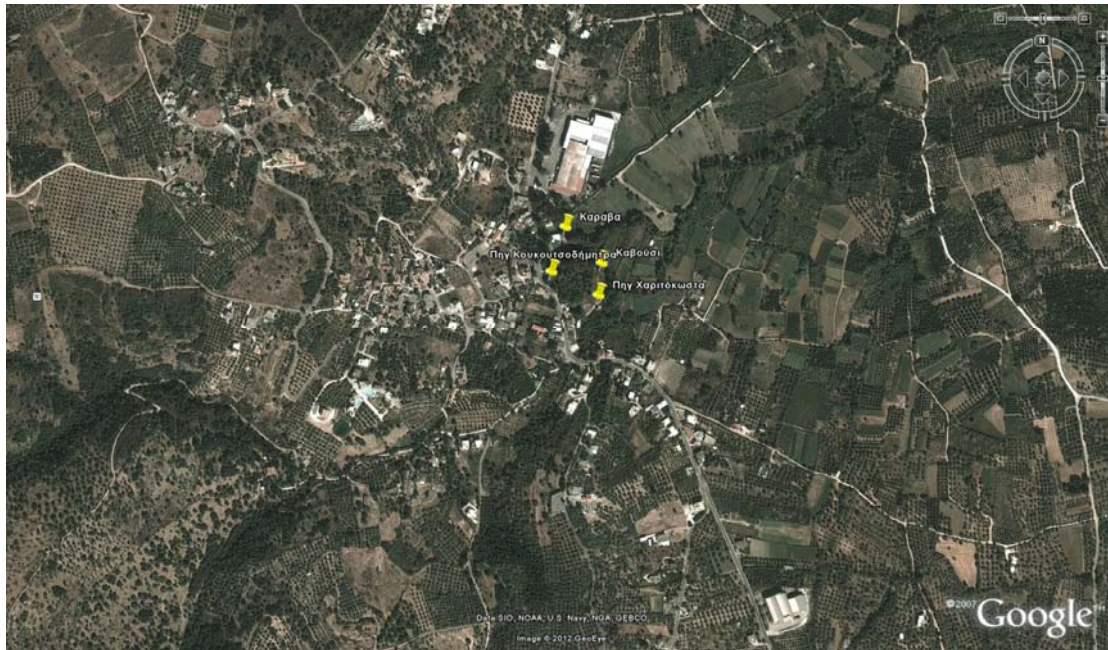
Ο ποταμός Κοιλιάρης διασχίζει ένα κομμάτι (154500 στρέμματα) της πεδιάδας του πρώην Δήμου Αρμένων, όπου υπάρχει πληθώρα οικοσυστημάτων. Στους πρόποδες των Λευκών Ορέων υπάρχουν δάση από έλατα σε περιορισμένη έκταση, αλλά κυρίως επικρατούν θαμνώδεις εκτάσεις. Επίσης, στην περιοχή υπάρχουν διάφορα είδη δέντρων όπως συκιές, πλατάνια και καστανιές και μεγάλες εκτάσεις με ελαιόδεντρα. Νοτιοδυτικά του ποταμού υπάρχει μια λίμνη (διαμέτρου 20 m), κοντά στην έξοδο του φαραγγιού του Δικτάμου. Το φαράγγι διατρέχει ο Κεραμιώτης, ο οποίος είναι εποχιακός παραπόταμος του Κοιλιάρη. Οι πηγές του Κεραμιώτη βρίσκονται στο χωριό Κατοχώρι πριν την είσοδο του φαραγγιού. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι πηγές του Στύλου αναβλύζουν σε διαφορά σημεία, χωρίζονται σε κυρίες και δευτερεύουσες αναβλύσεις. Οι κυρίες αναβλύσεις που είναι το Καβούσι και η Καραάβα έχουν σε ετησία βάση συνεχή ροή ενώ οι δευτερεύουσες που είναι το Πηγάδι του λαγού και το Πηγάδι του Χαριτόκωστα παρουσιάζουν διακοπές στην παροχή τους η οποία μηδενίζεται κατά την θερινή περίοδο δηλαδή έχουμε ένα μέτωπο σχετικά ταχείας εκφόρτωσης κατά την περίοδο των βροχοπτώσεων[5]. Περιστοιχίζονται από αιωνόβια πλατάνια με πλούσια βλάστηση γύρω-γύρω και δημιουργούν ένα όμορφο φυσικό περιβάλλον. Τέλος όλες η πηγές καταλήγουν στον ποταμό Κοιλιάρη.



Χάρτης 3. Τοπογραφικός χάρτης της περιοχής των πηγών του Στύλου Χανίων



Εικόνα Α. Δορυφορική απεικόνιση με τα σημεία δειγματοληψίας της περιοχής των πηγών του Στύλου Χανίων



Εικόνα Β. Δορυφορική απεικόνιση με τέσσερα από τα σημεία δειγματοληψίας της περιοχής των πηγών του Στύλου Χανίων

3.2 Δειγματοληψίες

Προκειμένου να αξιολογηθεί η ποιοτική κατάσταση των πηγών του Στύλου Αποκορώνου που τροφοδοτούν τον Ποταμό Κοιλιάρη, πραγματοποιήθηκαν τακτικές δειγματοληψίες στα σημεία Σφακοπέρασμα γέφυρα, Σφακοπέρασμα, Πηγάδι Χαριτόκωστα, μείγμα Πηγάδι λαγού – Χαριτόκωστα, Καβούσι, Πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας και Καράβα στις ημερομηνίες 9/4/09, 29/4/09, 13/5/09, 27/5/09, 29/6/09, 27/7/09, 28/8/09, 30/9/09, 7/11/09, 18/12/09 και 5/3/10. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων.

Ως δειγματοληψία νοούνται όλες οι διαδικασίες επιλογής, συλλογής, διατήρησης και μεταφοράς προς ανάλυση μιας ενδεικτικής ποσότητας ενός υλικού. Η ποσότητα αυτή (δείγμα) πρέπει να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά του προς ανάλυση υλικού και να επιτρέπει την αναγωγή των παραμέτρων που θα προσδιοριστούν στο δείγμα. Πριν την δειγματοληψία μελετάται το υλικό που πρόκειται να αναλυθεί, καθορίζονται οι απαιτούμενοι προσδιορισμοί που επιλέγονται οι ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν ως δείγμα. Η αντιπροσωπευτικότητα εξασφαλίζεται με επιλογή των κατάλληλων σημείων και του χρόνου δειγματοληψίας και της συχνότητας συλλογής δειγμάτων. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων πρέπει να είναι κατά το δυνατόν επαναλήψιμα, για αυτό το σημείο δειγματοληψίας σε υδάτινους αποδέκτες πρέπει να ορίζονται σε σχέση με σταθερά σημεία ή να προσδιορίζονται και να σημειώνονται. Η συλλογή δειγμάτων από λίμνες παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, κατά τη διάρκεια της ημέρας και του έτους, απαιτεί συνήθως ειδική μελέτη για τον καθορισμό σημείων δειγματοληψίας και τη συχνότητα συλλογής δειγμάτων. Βασική αρχή για την συλλογή δειγμάτων από επιφανειακούς αποδέκτες, είναι η δειγματοληψία από σημεία όπου το νερό του αποδέκτη έχει πλήρως αναμιχθεί με νερό πλευρικών εκβολών ή παραπόταμων, εκτός αν ο σκοπός της δειγματοληψίας είναι να προσδιοριστεί η τοπική επίδραση μιας εκβολής στο κυρίως υδατόρευμα. Η συλλογή

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

3.3 Βασικοί κανόνες δειματοληψίας

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

3.4 Συχνότητα δειματοληψιών

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

3.5 Στιγμαϊά δείγματα

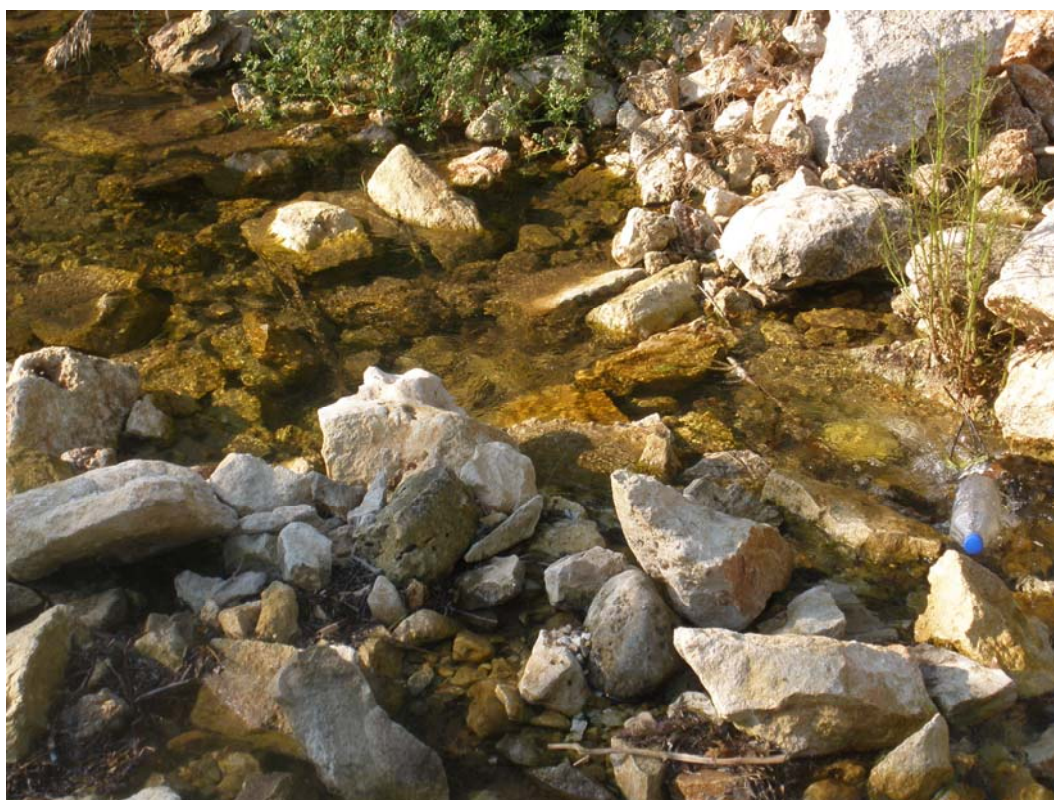
Με τον όρο “στιγμαϊά δείγματα” νοούνται τα δείγματα που συλλέγονται σε μια ορισμένη ώρα και θέση και αντιπροσωπεύουν τη συγκεκριμένη σύνθεση της πηγής, τη στιγμή της δειματοληψίας. Αν η πηγή θεωρείται ότι έχει συγκεκριμένα και αμετάβλητα χαρακτηριστικά στη διάρκεια του χρόνου τότε μπορούμε να θεωρήσουμε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

3.6 Δειματοληψίες περιοχής μελέτης και παράμετροι μέτρησης

Οι δειματοληψίες του πόσιμου νερού από τις πηγές Σφακοπέρασμα γέφυρα, Σφακοπέρασμα, μείγμα πηγάδι λαγού- Χαριτόκωστα, Χαριτόκωστα, Καβούσι, Πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας και Καράβα πραγματοποιήθηκαν στις 9/4/09, 29/4/09, 13/5/09, 27/5/09, 29/6/09, 27/7/09, 28/8/09, 30/9/09, 7/11/09, 18/12/09, 5/3/10 το χρονικό διάστημα 2009-2010. Οι πηγές μείγμα πηγάδι λαγού- Χαριτόκωστα, Χαριτόκωστα, Καβούσι, Πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας και Καράβα απέχουν μεταξύ τους 100m ενώ οι πηγές Σφακοπέρασμα γέφυρα και Σφακοπέρασμα βρίσκονται 1500m πιο μακριά. Οι δειματοληψίες νερού έγιναν σε χρονικά διαστήματα ανάλογα με το ενδιαφέρον των αποτελεσμάτων και τις εποχικές αλλαγές. Τα δείγματα νερού μεταφέρονται με φορητό ψυγείο στο εργαστήριο όπου μετρήθηκαν οι φυσικοχημικές παράμετροι (θερμοκρασία, θολερότητα, pH, αγωγιμότητα, διαλυμένο οξυγόνο), οι χημικές παράμετροι (σκληρότητα, ολικά στερεά, COD, BOD₅, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, SO₄⁻, χλωριόντα) και τις μικροβιολογικές παραμέτρους (total coliforms, E.coli, εντερόκοκκοι)



Εικόνα 1. Σημείο δειγματοληψίας πηγή ‘Σφακοπέρασμα γέφυρα’ (29/4/09)



Εικόνα 2. Σημείο δειγματοληψίας πηγή ‘Σφακοπέρασμα’ (29/4/09)



Εικόνα 3. Σημείο δειγματοληψίας πηγή ‘‘μείγμα πηγάδι λαγού-Χαριτόκωστα’’ (29/4/09)



Εικόνα 4. Σημείο δειγματοληψίας πηγή ‘‘Χαριτόκωστα’’ (29/4/09)



Εικόνα 5. Σημείο δειγματοληψίας πηγή “Καβούσι” (29/4/09)



Εικόνα 6. Σημείο δειγματοληψίας πηγή “πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας” (29/4/09)



Εικόνα 7. Σημείο δειγματοληψίας πηγή ‘‘Καράβα’’ (29/4/09)

3.7 Εποχιακή διακύμανση του νερού στα σημεία δειγματοληψίας

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζεται η πτώση στάθμης του νερού ανάλογα με την εποχή. Είναι φανερό ότι τους θερινούς μήνες η ροή του νερού ελαττώνεται αισθητά και αυξάνεται προς τους χειμερινούς μήνες. Στις 29/4/09 στην πηγή Σφακοπέρασμα γέφυρα η στάθμη του νερού ήταν περίπου 75 cm στις 27/5/09 62 cm περίπου στις 29/6/09 περίπου 43 cm στις 27/7/09 περίπου 38 cm στις 28/8/09 περίπου 95 cm στις 30/9/09 είχε ξεπεράσει τα 110 cm και στις 5/3/10 η στάθμη ήταν περίπου 80 cm. Στις 7/11/09 παρατηρείται έντονα η θολότητα του νερού σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας αυτό συμβαίνει λόγω των βροχοπτώσεων. Τέλος, συγκρίνοντας τις εικόνες που ακολουθούν διαπιστώνουμε μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις στην στάθμη του νερού.



Εικόνα 8. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (29/4/09)



Εικόνα 9α. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (27/5/09)



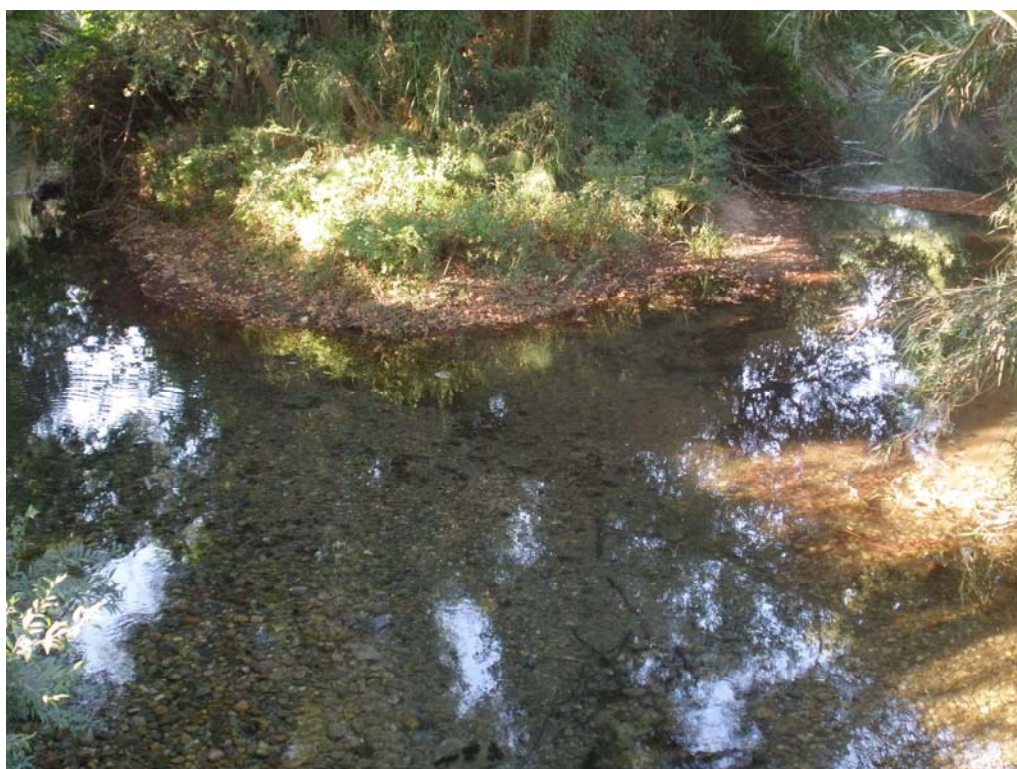
Εικόνα 9β. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (27/5/09)



Εικόνα 10α. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (29/6/09)



Εικόνα 10β. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (29/6/09)



Εικόνα 11α. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (27/7/09)



Εικόνα 11β. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (27/7/09)



Εικόνα 12α. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (28/8/09)



Εικόνα 12β. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (28/8/09)



Εικόνα 12α. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (30/9/09)



Εικόνα 12β. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (30/9/09)



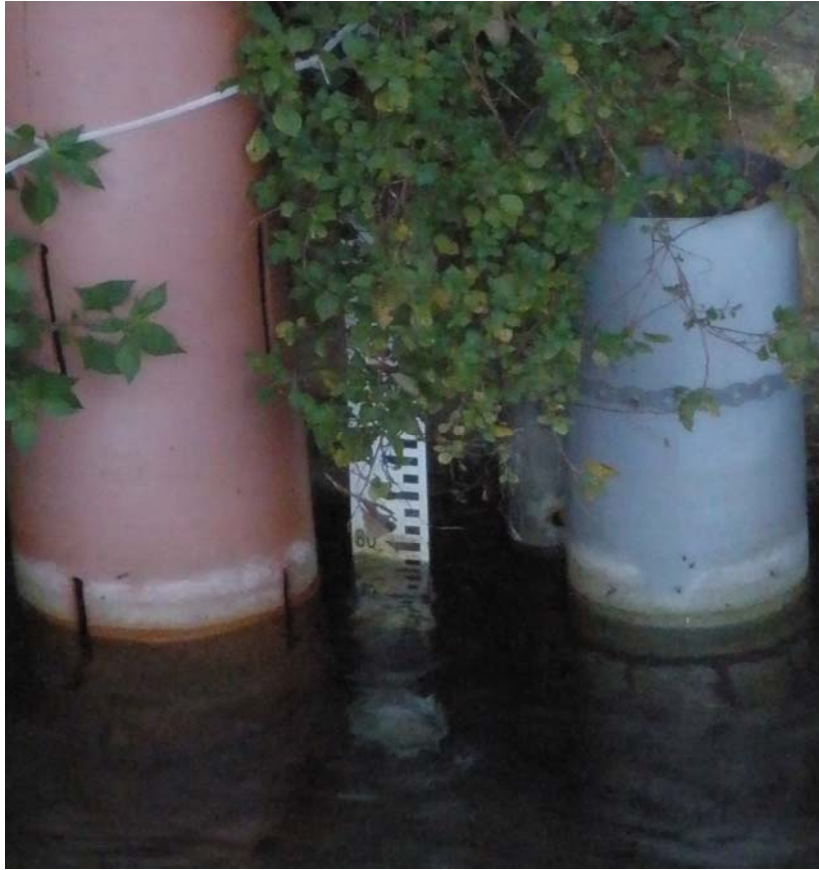
Εικόνα 13. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (7/11/09)



Εικόνα 14. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (18/12/09)



Εικόνα 15α. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα γέφυρα (5/3/10)



Εικόνα 15β. Στάθμη νερού Σφακοπέραςμα γέφυρα (5/3/10)



Εικόνα 16. Στάθμη νερού Σφακοπέραςμα (27/7/09)



Εικόνα 17. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα (30/9/09)



Εικόνα 18. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα (7/11/09)



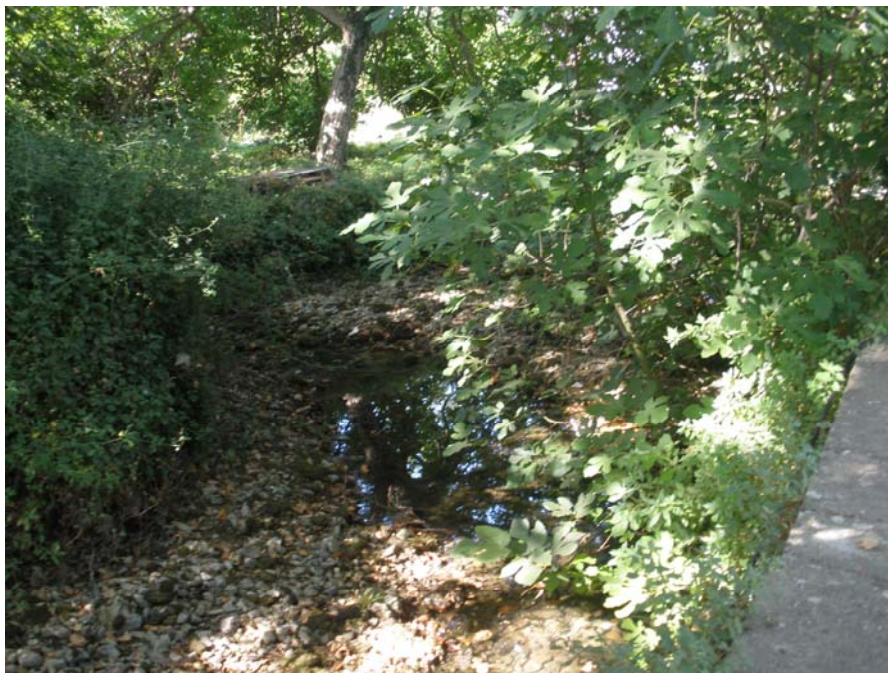
Εικόνα 20. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα (18/12/09)



Εικόνα 21. Στάθμη νερού Σφακοπέρασμα (5/3/10)



Εικόνα 22. Στάθμη νερού μείγμα πηγάδι λαγού –Χαριτόκωστα (27/5/09)



Εικόνα 23. Στάθμη νερού μείγμα πηγάδι λαγού –Χαριτόκωστα (29/6/09)



Εικόνα 24. Στάθμη νερού μείγμα πηγάδι λαγού –Χαριτόκωστα (7/11/09)



Εικόνα 25. Στάθμη νερού μείγμα πηγάδι λαγού –Χαριτόκωστα (18/12/09)



Εικόνα 26. Στάθμη νερού μείγμα πηγάδι λαγού –Χαριτόκωστα (5/3/10)



Εικόνα 28. Στάθμη νερού Καβούσι (29/6/09)



Εικόνα 29. Στάθμη νερού Καβούσι (30/9/09)



Εικόνα 30. Στάθμη νερού Καβούσι (7/11/09)



Εικόνα 30. Στάθμη νερού Καβούσι (18/12/09)



Εικόνα 32. Στάθμη νερού Καβούσι (5/3/10)



Εικόνα 33. Στάθμη νερού πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας (29/6/09)



Εικόνα 33. Στάθμη νερού πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας (28/8/09)



Εικόνα 34. Στάθμη νερού πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας (18/12/09)



Εικόνα 35. Στάθμη νερού πηγάδι Κουκουτσοδήμητρας (5/3/10)



Εικόνα 36. Στάθμη νερού Καράβα(29/6/09)



Εικόνα 37. Στάθμη νερού Καράβα (30/9/09)



Εικόνα 38. Στάθμη νερού Καράβα (7/11/09)



Εικόνα 39. Στάθμη νερού Καράβα (18/12/09)



Εικόνα 40. Στάθμη νερού Καράβα (5/3/10)

3.8 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

3.8.1 Θερμοκρασία

Γενικά

Η θερμοκρασία μαζί με το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο αποτελούν τις βασικότερες ίσως παραμέτρους που επηρεάζουν τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Γι' αυτό, η μέτρηση της θερμοκρασίας πρέπει να συνοδεύει κάθε δειγματοληψία. Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι ακόμα απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως αλκαλικότητα, αλατότητα, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, κλπ.

Μέθοδος μέτρησης

Η μέτρηση της θερμοκρασίας δείγματος νερού όταν αυτή γίνεται λίγο κάτω από την επιφάνεια του νερού ή στο εργαστήριο μπορεί να γίνει με οποιοδήποτε καλό υδραργυρικό θερμόμετρο Κελσίου. Το θερμόμετρο πρέπει να είναι βαθμονομημένο, τουλάχιστον, ανά 0,1 °C και να έχει μικρή θερμοχωρητικότητα για να γίνεται γρήγορα η εξισορρόπηση της θερμοκρασίας. Η ακρίβεια των θερμομέτρων πρέπει να συγκρίνεται

με Πρότυπα θερμόμετρα Διεθνούς Γραφείου Προτύπων και να χρησιμοποιούνται πάντοτε θερμόμετρα εφοδιασμένα με το σχετικό πιστοποιητικό και διάγραμμα διορθώσεων. Για επιτόπιες μετρήσεις το θερμόμετρο καλό είναι να προστατεύεται με μεταλλική θήκη.

Μέτρηση θερμοκρασίας

Το θερμόμετρο βυθίζεται στο νερό που πρόκειται να εξετασθεί όση ώρα χρειάζεται για να γίνει θερμική εξισορρόπηση. Η μέτρηση της θερμοκρασίας στα δείγματα έγινε επιτόπου στις γεωτρήσεις με φορητό θερμόμετρο. Τα αποτελέσματα, εκφράζονται με προσέγγιση 0,1 °C ή 1 °C ανάλογα με τις απαιτήσεις.

3.8.2 Θολερότητα

Θολερότητα είναι μια έκφραση οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό και να μη μεταδίδει το φως σε ευθεία γραμμή. Η μέτρηση της θολερότητας είναι μια σημαντική μέτρηση στην εξέταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, γιατί η διαύγεια του νερού επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς και τις χρήσεις των νερών. Η θολερότητα στα επιφανειακά νερά προέρχεται από αιωρούμενα σωματίδια, ανόργανης ή οργανικής φύσης (όπως χρώμα, πηλός, βακτήρια). Συσχέτιση της θολερότητας με το περιεχόμενο του δείγματος σε βάρος εναιωρούμενων στερεών είναι δύσκολη διότι το διαφορετικό μέγεθος, σχήμα και σύσταση των στερεών επηρεάζουν τη σκέδαση του φωτός. Ο προσδιορισμός της θολερότητας αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού των λιμνών. Η μέτρηση της θολερότητας επιτρέπει τον έλεγχο και αυτοματοποίηση των μονάδων καθαρισμού του νερού και αποβλήτων διότι μπορεί να μετρηθεί με όργανα συνεχούς καταγραφής.

Μέθοδος μέτρησης

Η νεφελομετρική μέθοδος αυτή βασίζεται στη σύγκριση της έντασης σκεδασμού του φωτός από το δείγμα σε σχέση με ένα πρότυπο αιώρημα αναφοράς. Όσο μεγαλύτερη είναι η σκέδαση του φωτός από το δείγμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η θολερότητα. Τα αποτελέσματα της μέτρησης εκφράζονται με Νεφελομετρικές Μεθόδους Θολερότητας (N.T.U). Η θολερότητα με αυτή τη μέθοδο, μπορεί να προσδιοριστεί σε οποιοδήποτε δείγμα που δεν περιέχει ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα. Επίσης, στο δείγμα δεν πρέπει να περιέχουν φυσαλίδες αερίων ή να είναι έγχρωμο.

Θολερόμετρο ή νεφελόμετρο

Το θολερόμετρο (Lovibond CR3210, εικόνα 19) αποτελείται από μια πηγή φωτός, ένα ή δύο φωτοηλεκτρικούς ανιχνευτές και διάταξη άμεσης ανάγνωσης της έντασης του φωτός. Η ευαισθησία του οργάνου πρέπει να είναι τέτοια που να ανιχνεύει διαφορές θολερότητας 0,02 μονάδων N.T.U, σε νερά με θολερότητα μικρότερη από 1 N.T.U. Το εύρος μέτρησης κυμαίνεται από 0-40 N.T.U. Διαφορές στο σχεδιασμό των οργάνων δημιουργούν, συνήθως διαφορετικές τιμές θολερότητας γι' αυτό στην επιλογή του οργάνου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- α) η πηγή φωτός από λάμπα βολφραμίου λειτουργεί σε θερμοκρασία 2200-3000 °C.
- β) η οπτική διαδρομή του φωτός από την φωτεινή πηγή ως το φωτοκύτταρο, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10 cm.
- γ) το φωτοκύτταρο πρέπει να εστιάζεται σε 900 από την προσπίπτουσα ακτίνα και να μη διαφέρει περισσότερο από ± 300 από την διεύθυνση της ακτίνας που σκεδάζεται. Το σύστημα των φίλτρων αν χρησιμοποιείται, πρέπει να προκαλεί στο φωτοκύτταρο τη μέγιστη απόκριση στην περιοχή από 400-600 nm.
- δ) η μέγιστη τιμή θολερότητας του οργάνου είναι 40 N.T.U.



Εικόνα 19. Φορητό θολερόμετρο (Lovibond CR3210).

Περιγραφή διαδικασίας

Το θολερόμετρο ρυθμίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Μετρούνται

στο θολερόμετρο πρότυπα αιωρήματα που να καλύπτουν την περιοχή, η οποία ελέγχεται η αντιστοιχία των ενδείξεων του οργάνου με σειρά προτύπων διαλυμάτων.

Για τη ρύθμιση του οργάνου (Φορητό θολερόμετρο (Lovibond CR3210)), χρησιμοποιείται πρότυπο αιώρημα φορμαζίνης, που παρασκευάζεται από πολυμερές της φορμαζίνης που αναπαράγει αρκετά πιστά την θολερότητα των φυσικών νερών. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στα πόσιμα, επιφανειακά και θαλασσινά νερά, στην περιοχή από 0 ως 40 νεφελομετρικές μονάδες (N.T.U).

Για την μέτρηση θολερότητας, μικρότερης από 40 N.T.U. το δείγμα αναδεύεται, ώστε να γίνει τέλεια διασπορά των αιωρούμενων στερεών και αφού εξαφανιστούν οι μικρές φυσαλίδες αέρα, μεταφέρεται ορισμένη ποσότητα δείγματος στο σωλήνα του θολομέτρου. Διαβάζουμε κατευθείαν τη ένδειξη του οργάνου.

Για την μέτρηση θολότητας, μεγαλύτερης από 40 N.T.U. το δείγμα ανακινείται και αραιώνεται με νερό χωρίς θολερότητα δύο ή περισσότερες φορές ώστε η θολερότητα του διαλύματος να είναι μικρότερη από 30-40 N.T.U. υπολογίζουμε τη θολερότητα του δείγματος από την τιμή της θολερότητας του διαλύματος επί τον συντελεστή αραιώσης.

3.8.3 pH

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

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

Όπου $[\text{H}^+]$ = η συγκέντρωση υδρογονιόντων, σε moles/L
 $[\text{OH}^-]$ = η συγκέντρωση υδροξυλιόντων, σε moles/L

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

Μέθοδος μέτρησης

Το pH μετράτε ηλεκτρομετρικά με τη χρήση ειδικών οργάνων, γνωστών ως πεχάμετρα. Τα όργανα αυτά είναι συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων με αισθητήριο αποτελούμενο από ηλεκτρόδιο υάλου συνδεδεμένο με ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Στο εμπόριο, κυκλοφορούν έτοιμα ρυθμιστικά διαλύματα, σε διάφορα πεδία pH, για τη ρύθμιση του πεχάμετρου πριν από κάθε μέτρηση pH. Τα πεχάμετρα μετρούν απευθείας σε μονάδες pH. Το pH εκφράζεται με προσέγγιση 0,1 μονάδες pH και η θερμοκρασία με προσέγγιση 1 °C. Προσδιορισμοί στο ύπαιθρο, μπορούν να γίνουν και χρωματομετρικά με τη χρησιμοποίηση δεικτών που αλλάζουν χρώμα σε διαφορετικά πεδία pH. Η σύγκριση του δημιουργούμενου χρώματος με πρότυπη χρωματική κλίμακα δίνει την τιμή του pH.

Δειγματοληψία και συντήρηση δείγματος

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

Παρεμποδιστικές ουσίες και περιορισμοί μεθόδου

Το ηλεκτρόδιο υάλου δεν επηρεάζεται από το χρώμα, τη θολερότητα, τα κολλοειδή διαλύματα, τις αναγωγικές και οξειδωτικές ουσίες, που υπάρχουν στα διαλύματα και την αλατότητα. Η επικάλυψη του ηλεκτροδίου με ελαιώδεις ουσίες ή αιωρούμενα στερεά μπορεί να επηρεάσει την τιμή μέτρησης του pH. Αυτή η επικάλυψη μπορεί να απομακρυνθεί με ελαφρό στέγνωμα ή πλύσιμο με απορρυπαντικό και ξέβγαλμα του ηλεκτροδίου με αποσταγμένο νερό. Εφόσον απαιτείται, γίνεται πρόσθετη κατεργασία με έκπλυση του ηλεκτροδίου με διάλυμα HCl (1+9). Η θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του pH, για αυτό πρέπει να αναφέρεται, πάντα, μαζί με την τιμή του pH και η θερμοκρασία του δείγματος τη στιγμή της μέτρησης. Επειδή η ακρίβεια του οργάνου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του δείγματος, τα πεχάμετρα σκόπιμο είναι να

διαθέτουν αντισταθμική διάταξη θερμοκρασίας. Αλλιώς το όργανο θα πρέπει να ρυθμίζεται στη θερμοκρασία του δείγματος.

Διαδικασία μέτρησης

Πριν από κάθε μέτρηση, γίνεται βαθμονόμηση του πεχαμέτρου (HACH PHC10103), σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η βαθμονόμηση γίνεται σε δύο τουλάχιστον τιμές, μεταξύ των οποίων βρίσκεται το pH του δείγματος οι οποίες απέχουν τρεις ή περισσότερες μονάδες pH μεταξύ τους. Στη συνέχεια τοποθετείται σε μαγνητικό αναδευτήρα το ποτήρι ζέσεως, που περιέχει τόση ποσότητα από το δείγμα ή το ρυθμιστικό διάλυμα, ώστε να καλύπτονται τα ευαίσθητα μέρη του ηλεκτροδίου και να είναι δυνατή η κίνηση της μαγνητικής ράβδου. Αν πρόκειται να γίνουν επιτόπιες μετρήσεις, τα ηλεκτρόδια πρέπει να βυθίζονται απευθείας στο νερό σε κατάλληλο βάθος και να κινούνται στο νερό με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται αρκετή κίνηση του υγρού ανάμεσα από τα ευαίσθητα στοιχεία του ηλεκτροδίου. Οι ικανοποιητικές συνθήκες ανάδευσης φαίνονται από τη σταθερότητα της ένδειξης του οργάνου. Αν η θερμοκρασία διαφέρει περισσότερο από 2 °C από την θερμοκρασία των ρυθμιστικών διαλυμάτων, οι τιμές του pH που διαβάζονται στο όργανο πρέπει να διορθωθούν. Τα περισσότερα σύγχρονα όργανα είναι εφοδιασμένα με αυτόματους εξισοροπητές της θερμοκρασίας. Πριν από κάθε μέτρηση τα ηλεκτρόδια ξεπλένονται με απεσταγμένο νερό και σκουπίζονται μαλακά απορροφητικό χαρτί. Στη συνέχεια, βυθίζονται σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει το δείγμα και τίθεται σε λειτουργία ο μαγνητικός αναδευτήρας. Ο ρυθμός ανάδευσης πρέπει να μην επιτρέπει τη μεταφορά αέρα από την ατμόσφαιρα στο δείγμα (σπηλαιώση). Σημειώνουμε και καταγράφουμε την τιμή του pH και της θερμοκρασίας του δείγματος. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση διαδοχικά, με νέες ποσότητες δείγματος ωσότου η διαφορά των τιμών να είναι μικρότερη από 0,1 μονάδες pH. Στη συνέχεια το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται με απεσταγμένο νερό, σκουπίζεται μαλακά με απορροφητικό πανί και το ηλεκτρόδιο βυθίζεται σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει ρυθμιστικό διάλυμα 0,7 μονάδων ή σε απεσταγμένο νερό.

3.8.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Γενικά

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα. Η αγωγιμότητα ενός δείγματος νερού εξαρτάται, κυρίως, από την ολική συγκέντρωση των ιονιζόμενων ουσιών, που περιέχονται στο δείγμα και τη θερμοκρασία, στην οποία έγινε η μέτρηση. Τα περισσότερα ανόργανα οξέα, βάσεις και άλατα π.χ. (HCl, NaCO₃, NaCl κλπ.) που διίστανται στο νερό έχουν μεγάλη αγωγιμότητα ενώ αντίθετα τα οργανικά μόρια έχουν πολύ μικρή αγωγιμότητα. Μονάδα μέτρησης είναι μmhos/cm ή mS/m (1mS/m=10μmhos/cm). Νερό πρόσφατα απεσταγμένο έχει αγωγιμότητα 0,5-2 μmhos/cm, ενώ μετά από μερικές βδομάδες παραμονής, λόγω απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, η αγωγιμότητα του φθάνει τα 2-4 μmhos/cm. Στα πόσιμα νερά η αγωγιμότητα, συνήθως κυμαίνεται από 500-1500 μmhos/cm ενώ σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα η αγωγιμότητα φθάνει πάνω από 10,000 μmhos/cm. Η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο για την επίδραση των διαφόρων ιόντων στις χημικές ισορροπίες, τον ρυθμό διάβρωσης των μετάλλων, την ανάπτυξη φυτών και ζώων, κλπ. Επίσης, ως κριτήριο για την Απόδοση των

ιοντοανταλλακτικών ρητινών ή άλλων συσκευών αποσκλήρυνσης του νερού. Ακόμη η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να γίνει μια γρήγορη εκτίμηση των ημερήσιων διακυμάνσεων των διαλυμένων μεταλλοιδίων στα απόβλητα των βιομηχανιών. Με ανάλογο τρόπο μπορεί να συσχετιστεί η απαιτούμενη ποσότητα χημικών ουσιών που απαιτείται για την εξουδετέρωση, την κροκίδωση ορισμένων αποβλήτων ή για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των ολικών διαλυμένων στερεών σε ένα δείγμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των συνηθέστερα απαντωμένων ιόντων στο νερό φαίνεται στον πίνακα 12.

Πίνακας 12. Ηλεκτρική αγωγιμότητα ορισμένων ιόντων

ION	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΣΕ $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ανά mg/L)
ΧΛΩΡΙΟ (Cl^-)	2,14
ΝΙΤΡΙΚΑ (NO_3^-)	1,15
ΔΙΣΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (HCO_3^-)	0,715
ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (CO_3^{2-})	2,82
ΘΕΪΚΑ (SO_4^{2-})	1,54
ΝΑΤΡΙΟ (Na^+)	2,13
ΚΑΛΙΟ (K^+)	1,84
ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca^{++})	2,60
ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg^{++})	3,82

Μέθοδος μέτρησης

Μετράτε η ειδική αντίσταση ή η ειδική αγωγιμότητα ενός κύβου νερού, ίσου με 1 cm^3 , που βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων πλατίνας ή (καλυμένων με μαύρο πλατίνας). Ο βαθμός αντίστασης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά αγωγιμων συστατικών του εξεταζόμενου δείγματος. Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικά όργανα γνωστά ως αγωγιμόμετρα. Τα όργανα αυτά μετρούν την αντίσταση του διαλύματος ή την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα αγωγιμόμετρα, συνήθως αποτελούνται από μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος γέφυρα Wheatstone και κύτταρο αγωγιμότητας και δίνουν κατευθείαν τιμή της αγωγιμότητας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αντίθεση με την αγωγιμότητα των μετάλλων αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, με ρυθμό περίπου $1,9\%/^{\circ}\text{C}$. Σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις προέρχονται συνήθως, από τη διαφορετική θερμοκρασία μέτρησης, για αυτό, η μέτρηση της αγωγιμότητας πρέπει πάντα να πραγματοποιείται σε σταθερή

θερμοκρασία συνήθως (20,0 °C) η οποία και να αναγράφεται δίπλα στο αποτέλεσμα της μέτρησης.

Διαδικασία μέτρησης

Σε ποτηράκια ζέσεως των 100 ml λαμβάνονταν ικανοποιητική ποσότητα δείγματος ώστε να καλύπτει τον αισθητήρα του ηλεκτροδίου του οργάνου (HACH CDC401) και αναδευόταν συνεχώς με τη βοήθεια του μαγνητικού αναδευτήρα. Στη συνέχεια σημειώνεται η ένδειξη του οργάνου. Το στοιχείο μέτρησης ξεπλένεται, πολλές φορές με απιονισμένο νερό και μετά τουλάχιστον δύο φορές με το δείγμα που πρόκειται να εξεταστεί.

Απιονισμένο νερό

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

Αγωγιμόμετρο

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλοί τύποι αγωγιμόμετρων τα περισσότερα είναι εφοδιασμένα με διάταξη αυτόματης αντιστάθμισης της θερμοκρασίας, η οποία επιτρέπει την άμεση ανάγνωση, με πολύ καλή προσέγγιση, της ειδικής αντίστασης στη θερμοκρασία αναφοράς. Η περιοχή της θερμοκρασίας για τη οποία η αντιστάθμιση γίνεται αυτόματα. Το στοιχείο μέτρησης της αγωγιμότητας αποτελείται από δυο ηλεκτρόδια καλυμμένα με πλατίνα, που απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση και βρίσκονται μέσα σε γυάλινη θήκη.

3.8.5 Διαλυμένο οξυγόνο

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.α. Η ηλεκτροχημική μέθοδος προσδιορισμού του βασίζεται στην μέτρηση του ρυθμού διάχυσης του μοριακού οξυγόνου διαμέσου μεμβράνης. Η μέτρηση γίνεται με την χρήση κατάλληλου ηλεκτροδίου συνδεδεμένου με την συσκευή που μετατρέπει τα προσλαβόμενα ηλεκτροχημικά σήματα σε αριθμητική ένδειξη. Το όργανο μέτρησης του οξυγόνου (ηλεκτρόδιο και ηλεκτρική συσκευή) είναι γνωστό ως οξυγονόμετρο (HACH LDO10103). Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε περιεκτικότητα τοις 100 (%) και σε mg/l.

3.9 Χημικά χαρακτηριστικά

3.9.1 Σκληρότητα

Γενικά

Η σκληρότητα του νερού είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του νερού που οφείλεται στην παρουσία διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου

δεσμευμένων με ανθρακικά και δισανθρακικά ιόντα σχηματίζοντας τις ενώσεις CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ κλπ. Η σκληρότητα μπορεί να προέλθει και από άλλα κατιόντα, συνήθως όμως, η συμμετοχή τους στη σκληρότητα είναι μικρή και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Όταν αναφερόμαστε στη σκληρότητα τη διακρίνουμε σε ολική, ανθρακική και μη ανθρακική. Η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, ίση με το άθροισμα της ανθρακικής και μη ανθρακικής σκληρότητας. Η ανθρακική σκληρότητα αντιστοιχεί στον παλιότερο όρο “παροδική σκληρότητα” και μη ανθρακική σκληρότητα στον όρο “μόνιμη” ή “παραμένουσα σκληρότητα”. Ο προσδιορισμός της ανθρακικής σκληρότητας γίνεται με τον προσδιορισμό της αλκαλικότητας. Στην περίπτωση που η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, μεγαλύτερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε η αλκαλικότητα εκφράζει την ανθρακική ή παροδική σκληρότητα. Η διαφορά της αλκαλικότητας από την ολική σκληρότητα, εκφράζει τη μη ανθρακική ή μόνιμη σκληρότητα. Στην περίπτωση που η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή ίση ή μικρότερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε όλη η ολική σκληρότητα αναφέρεται ως ανθρακική σκληρότητα και δεν υπάρχει μη ανθρακική σκληρότητα. Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι: mg/L CaCO_3 , mmole/L και meq/L αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί.

Η σκληρότητα του νερού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, από μηδενική ως αρκετές εκατοντάδες mg/L CaCO_3 , ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που έχει υποστεί. Η σκληρότητα των φυσικών νερών οφείλεται στη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό.

Μέθοδοι προσδιορισμού

Δύο μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό της σκληρότητας στοιχειομετρικά, αφού προσδιοριστούν ξεχωριστά οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου. Η δεύτερη μέθοδος είναι ογκομετρική και βασίζεται στην από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από τη χημική ένωση E.D.T.A. Ο προσδιορισμός της σκληρότητας με την δεύτερη μέθοδο βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από το δινάτριο άλας του αιθυλενο-διαμινο- τετραοξικού οξέος (EDTA) σε αλκαλικό περιβάλλον (pH:10± 0,1), παρουσία δείκτη Eriochrome Black T.

Πειραματική διαδικασία

Βάζουμε σε μία κωνική φιάλη των 250 ml, 25 ml από το δείγμα μας και προσθέτουμε μία ταμπλέτα δείκτη EBT (Eriochrome Black T) και 1 ml NH_3 . Και ογκομετρούμε με EDTA μέχρι την αλλαγή του χρώματος από ιώδες σε κυπαρισσί. Η σκληρότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$(A * B * 1000) / \text{ml δείγματος}$$

όπου : A είναι τα ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν

B είναι τα mg του CaCO_3 που περιέχονται σε 1ml διαλύματος EDTA

Παρεμποδιστικές ουσίες στη μέτρηση

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

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

Επίσης, τα φωσφορικά και ανθρακικά ιόντα, σε αλκαλικό περιβάλλον, μπορεί να καταβυθίζουν το ασβέστιο και έτσι επηρεάζουν το αποτέλεσμα με αρνητικό σφάλμα. Αντίθετα, τα πολυφωσφορικά ιόντα, σε συγκέντρωση ως 5 mg/L, δεν επηρεάζουν την μέτρηση. Με την προσθήκη, περίπου 250 mg κυανούχου νατρίου, στην ογκομετρική ποσότητα του δείγματος, ο επηρεασμός από ιόντα σιδήρου σε συγκεντρώσεις ως 30 mg/L μπορεί να αποκλειστεί. Σε δείγματα που περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις από μεταλλοϊόντα, συνιστάται να μην χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος και να χρησιμοποιείται η υπολογιστική μέθοδος για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Κατά την εκτέλεση της ανάλυσης, το pH δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή, γιατί επηρεάζεται το χρώμα του δείκτη και εμποδίζεται η μέτρηση.

3.9.2 Ολικά στερεά στους 105 °C

Γενικά

Ο όρος «στερεά» ή «στερεό υπόλειμμα» αναφέρεται στην περιεκτικότητα ενός δείγματος νερού σε σωματίδια. Η παρουσία στερεών στο νερό επηρεάζει την ποιότητα του. Στο πόσιμο νερό, αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, (θολρότητα, γεύση) ενώ νερά με υψηλή συγκέντρωση στερεών είναι ακατάλληλα για βιομηχανική χρήση, κολύμβηση, κτλ. Τα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν συνήθως μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών, με οργανική ή ανόργανη σύσταση, γι'αυτό και είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός τους για τον σχεδιασμό συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και τον έλεγχο της καλής λειτουργίας τους. Τα στερεά ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τα φυσικά, κυρίως, χαρακτηριστικά, όπως το ειδικό βάρος, το μέγεθος κλπ. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ακόλουθες:

-Ολικά στερεά ή ολικό στερεό υπόλειμμα: όλα τα στερεά που παραμένουν μετά από ξήρανση δείγματος νερού, σε θερμοκρασία 105 °C ή 108 °C.

-Καθιζάνοντα στερεά: τα σωματίδια που καθιζάνουν, σε μία ώρα, σε κώνο Imhoff.

-Εναιωρούμενα στερεά: όλα τα σωματίδια που κρατούνται σε φίλτρο, με διάμετρο πόρων 1μ και παραμένουν μετά από ξήρανση του φίλτρου, στους 103-105 °C, για μία ώρα.

-Διαλυμένα στερεά: όλα τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 1μ και 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.

Παράγοντες σφάλματος στους προσδιορισμούς

α) Η θερμοκρασία στην οποία γίνεται η ξήρανση ή καύση των στερεών και η διάρκεια της θέρμανσης επηρεάζουν ουσιαστικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

β) Η παρουσία λιπών και ελαίων εμποδίζει την εξάτμιση και επομένως επηρεάζει την αριθμητική τιμή της μέτρησης.

γ) Όταν η ξήρανση των στερεών γίνεται στους 103-105 °C το κρυσταλλοποιημένο νερό ορισμένων ανόργανων ενώσεων δεν εξατμίζεται και δίνει θετικό σφάλμα.

δ) Όταν η ξήρανση των στερεών γίνεται στους 180±2 °C ένα μέρος του κρυσταλλοποιημένου νερού δεν εξατμίζεται ενώ υπάρχει πιθανότητα μέρος των εξατμιζομένων στερεών να διαφύγει.

Δειγματοληψία και διατήρηση δείγματος

Οι αναλύσεις πρέπει να γίνονται όσο το δυνατόν πιο γρήγορα γιατί δεν υπάρχει τρόπος διατήρησης των δειγμάτων. Αν στο δείγμα περιέχονται φύλλα, ξύλα, κτλ., θα πρέπει να αφαιρούνται πριν τη μέτρηση. Τα δείγματα συλλέγονται και διατηρούνται σε πλαστικές ή γυάλινες φιάλες από βόριο-πυριτικό υλικό.

Αρχή μεθόδου

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 108 °C. Η διαφορά του απόβαρου του ποτηριού από το μικτό βάρος του ποτηριού και στερεού υπολείμματος, μας δίνουν το βάρος του στερεού υπολείμματος.

Στα ολικά στερεά περιλαμβάνονται τα εναιωρούμενα και διαλυμένα στερεά, που περιέχονται στο δείγμα.

Σε ορισμένου είδους βιομηχανικά απόβλητα που έχουν pH μικρότερο από 4,3, προστίθεται διάλυμα NaOH 1N, έτσι ώστε το pH του δείγματος να διατηρείται στο 4,3, κατά τη διάρκεια της εξάτμισης. Σ' αυτή την περίπτωση, στο τελικό υπολογισμό, γίνεται διόρθωση της τιμής, παίρνοντας υπόψη την προσθήκη NaOH.

Παρεμποδιστικές ουσίες

Πριν τη μέτρηση πρέπει να αφαιρεθούν τυχόν ευδιάκριτα αδρομερή στερεά, επιπλέοντα ή καθιζάνοντα. Αν στο δείγμα υπάρχουν ευκρινή λίπη και έλαια, πριν τη μέτρηση, πρέπει να γίνεται γαλακτοματοποίησή τους, με αναδευτήρα ή blender. Όταν η ξήρανση γίνεται σε θερμοκρασία 103-105 °C, ενδέχεται το υπόλειμμα να συγκράτηση κρυσταλλικό νερό, με αποτέλεσμα να υπάρχει θετικό σφάλμα κατά τη μέτρηση. Στη θερμοκρασία των 103-105 °C, συνήθως τα όξινα ανθρακικά άλατα μετατρέπονται σε ουδέτερα ανθρακικά και αποβάλλονται ως διοξείδιο του άνθρακα, με αποτέλεσμα να δημιουργείται αρνητικό σφάλμα κατά τη μέτρηση, αντίθετα, η απώλεια οργανικής ύλης στη θερμοκρασία αυτή, είναι συνήθως ασήμαντη. Όταν η ξήρανση γίνεται σε θερμοκρασία 180 °C, το υπόλειμμα χάνει όλο το νερό που έχει απορροφήσει μηχανικά, αλλά μπορεί να διατηρηθεί το κρυσταλλικό νερό, ιδιαίτερα

παρουσία θεικών αλάτων. Στη θερμοκρασία αυτή, η οργανική ύλη καίγεται και εξατμίζεται ως διοξείδιο του άνθρακα αλλά δεν καταστρέφεται εντελώς. Τα όξινα ανθρακικά μετατρέπονται σε ανθρακικά και γίνεται μερική διάσπαση των ανθρακικών σε οξείδια ή βασικά άλατα. Επίσης, ενδέχεται να χαθούν τα χλωριούχα και νιτρικά άλατα. Γενικά η τιμή των ολικών στερεών στους 180 °C, είναι πλησιέστερη στην τιμή του αθροίσματος των αλάτων απ' ότι η τιμή των ολικών στερεών στους 105 °C. Για κάθε δείγμα πρέπει να επιλέγεται η καταλληλότερη θερμοκρασία ξήρανσης. Νερά με μικρή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, μπορούν να ξηραθούν σε οποιαδήποτε θερμοκρασία, αλλά εκείνα που περιέχουν σημαντικά ποσά οργανικής ύλης και ανόργανων συστατικών πρέπει να ξηραίνονται στους 180 °C. Στα αποτελέσματα πρέπει πάντα να αναγράφεται η θερμοκρασία στην οποία έγινε η ξήρανση.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

- ποτήρια ζέσεως
- αναλυτική ζυγαριά, ικανότητας ζύγισης ως 200g, ακριβείας $\pm 0,1$ mg
- ξηραντήριο εφοδιασμένο με χρωματικό δείκτη υγρασίας (silica gel)

Πειραματική διαδικασία

Αρχικά, το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στον φούρνο ξήρανσης σε θερμοκρασία 105 °C για περίπου μια ώρα (εικόνα 20), προκειμένου να εξατμιστεί η πιθανή υγρασία που μπορεί να έχει το ποτήρι. Στην συνέχεια, το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στο ξηραντήριο στον οποίο υπάρχει silica gel (με μπλε χρώμα) έως ότου φτάσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (εικόνα 21) . Το βάρος του ποτηριού ζέσεως καταγράφεται ως «αρχικό βάρος» σε γραμμάρια. Στην συνέχεια, προστίθενται 100 ml του δείγματος στο προ-ζυγισμένο ποτήρι ζέσεως (το ποτήρι δεν είναι στον ζυγό επάνω). Το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στον φούρνο ξήρανσης σε θερμοκρασία 105 °C για 24 ώρες έως ότου το περιεχόμενό του να εξατμισθεί και να μείνει το στερεό υπόλειμμα (ίζημα) στον πυθμένα.

Ακολούθως, το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στο ξηραντήριο έως ότου επανέλθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τέλος, το ζυγίζουμε και καταγράφουμε το βάρος ως «βάρος μετά την ξήρανση» σε γραμμάρια. Υπολογίζουμε τα ολικά στερεά χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\text{Ολικά στερεά} = (B-A) \cdot 10.000 \text{ mg/l}$$

Όπου:

A: αρχικό βάρος (gr)

B: βάρος μετά την ξήρανση (gr)



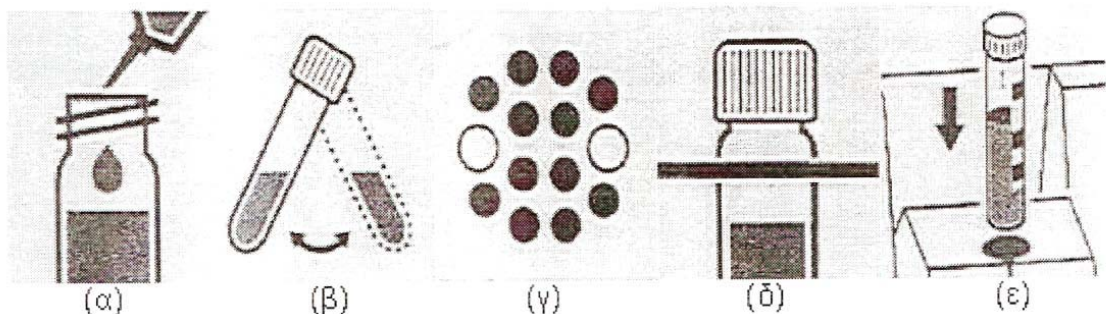
Εικόνα 20. Ποτήρια ζέσεως στον φούρνο ξήρανσης κατά τον προσδιορισμό ολικών στερεών.



Εικόνα 21. Ξηραντήρας με Silica Gel και ποτήρια ζέσεως κατά την διαδικασία προσδιορισμού των ολικών στερεών.

3.9.3 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο-COD (Chemical Oxygen Demand)

Για τη μέτρηση του COD χρησιμοποιήθηκε ημιοσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit. Στις δειγματοληψίες χρησιμοποιήθηκε το COD Cell Test MERCK 14540. Κατά τη διαδικασία μέτρησης του COD ακολουθείται η εξής διαδικασία: Προστίθεται στο τυποποιημένο φιαλίδιο, προσεκτικά, με πιπέτα, 3ml δείγματος, βιδώνεται το καπάκι και αναδεύεται καλά (εικόνα 22). (Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο γεγονός ότι το φιαλίδιο ζεσταίνεται πολύ κατά την ανάδευση και γι 'αυτό το λόγο θα πρέπει να μην έρθει σε επαφή με το δέρμα).



Εικόνα 22. Διαδικασία προετοιμασίας για την μέτρηση του COD.

Στη συνέχεια, το φιαλίδιο τοποθετείται στους 148 °C, σε ειδικό θερμοριάκτορα (εικόνα 23) για 120 min. Αφού περάσει η προκαθορισμένη ώρα, βγαίνει από τον θερμοριάκτορα και τοποθετείται στο πλέγμα στήριξης για να κρυώσει.



Εικόνα 23.Θερμοαντιδραστήρας

Αφού περάσουν 10 min και το φιαλίδιο είναι χλιαρό, ανακινείται και τοποθετείται ξανά στη πλέγμα στήριξης έως ότου κρυώσει καλά. Για να μετρηθεί το COD χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο MERCK Spectroquant® NOVA 60 (εικόνα 25). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο και τοποθετούμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή μετά από λίγα δευτερόλεπτα εμφανίζετε στην οθόνη το αποτέλεσμα .

3.9.4 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο - B.O.D (Biochemical Oxygen Demand)

Αρχή μεθόδου

Η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς του δείγματος για να καταναλώσουν αερόβια την περιεχομένη οργανική ουσία που περιέχεται στο δείγμα. Η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου ή βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο BOD εκφράζεται σε χιλιοστογραμμάρια απαιτούμενου οξυγόνου ανά λίτρο αποβλήτου (mg/l) ή σε ισοδύναμες μονάδες: γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (g/m³). Συγκεκριμένος όγκος δείγματος με ρυθμισμένο pH τοποθετείτε σε σφραγισμένο δοχείο μέσα σε θερμοθάλαμο στους 20 °C για 5 ημέρες. Η κατανάλωση του περιεχομένου οξυγόνου στο δοχείο κατά την διάσπαση του οργανικού φορτίου του δείγματος από τους μικροοργανισμούς, υπολογίζεται ως από τι μεταβολή της πίεσεως στο δοχείο και μετράτε μανόμετρα.

Η διεργασία περιγράφεται στην παρακάτω εξίσωση:

Μικροοργανισμοί

Οργανική ύλη + O₂ —————> CO₂ + H₂O + νέα κύτταρα + Προϊόντα

Το παραγόμενο CO₂ για να μην επηρεάζει την μεταβολή της πίεσεως στο δοχείο, δεσμεύεται από φίλτρο στερεού NaOH που βρίσκεται μέσα στην φιάλη.

Προετοιμασία δείγματος :

- 1.Θέτεται σε λειτουργία ο θερμοθάλαμος σε θερμοκρασία 20 °C.
2. Στο δείγμα μετράτε το pH και ρυθμίζεται από 6 έως 7,5 (για την ρύθμιση του pH προτείνεται η χρήση διαλύματος HCl 0,01 M).

3. Σε ειδική σκουρόχρωμη φιάλη των 500 ml τοποθετείται ποσότητα 428 ml δείγματος αν το BOD του δείγματος αναμένεται υψηλό τότε προτείνεται αραιώση. Η αραιώση του δείγματος μπορεί να επιτευχθεί με την μείωση της ποσότητας του δείγματος που τοποθετείται στο δοχείο συμφωνά με το πινάκα παρακάτω.
4. Τοποθετούμε μαγνητικό αναδευτήρα μέσα στην φιάλη.
5. Τοποθετούμε την λαστιχένια βάση για το αλκαλικό αντιδραστήριο στο λαιμό της φιάλης.
6. Τοποθετούμε μερικούς κρυστάλλους στέρεου NaOH στην λαστιχένια βάση προσέχοντας να μην έρθουν σε επαφή με το δείγμα μας.
7. Τοποθετούμε την ειδική μανομετρική συσκευή μέτρησης του BOD στην κορυφή της φιάλης χωρίς όμως να την κλείσουμε αεροστεγώς.
8. Τοποθετούμε την φιάλη στο αεροθάλαμο πάνω στους μαγνητικούς αναδευτήρες ώστε να υπάρχει συνεχής ανάδευση (εικόνα 24).
9. Αφήνουμε στους 20 °C για 15 λεπτά για να γίνει εξισορρόπηση της θερμοκρασίας της φιάλης και του δείγματος με αυτήν του θερμοθαλάμου.
10. Όταν η θερμοκρασία σταθεροποιηθεί, σφραγίζουμε την φιάλη βιδώνοντας την ειδική μανομετρική συσκευή μέτρησης του BOD.
11. Μηδενίζουμε την συσκευή πατώντας τα πλήκτρα «>>» και «<<» ταυτόχρονα έως οι ενδείξεις του οργάνου να μηδενιστούν.
12. Αφήνουμε στο θερμοθάλαμο για 5 ημέρες την φιάλη με διαρκή ανάδευση και σταθερή θερμοκρασία 20 °C.
13. Μετά το πέρας των 5 ημερών λαμβάνουμε την τιμή που αναγράφεται στην συσκευή του BOD και την καταγράφουμε ως “ ένδειξη οργάνου ”.

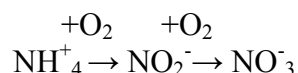


Εικόνα 24. Φιάλες B.O.D. τοποθετημένες στον θάλαμο επώασης.

3.9.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO₃-N)

Γενικά

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



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

Πειραματική διαδικασία

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε νιτρικά ιόντα, χρησιμοποιήθηκε το spectroquant Nitrate test (1.09713.0001) της Merck με εύρος μέτρησης 0,10-25,0 mg/l NO_3^- -N. Με την πλαστική σύριγγα, που περιέχεται μέσα στο test, μεταφέρονται 4 ml από το αντιδραστήριο NO_3 -1 μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολούθως, προστίθενται στο δοκιμαστικό σωλήνα 0,5 ml δείγματος και 0,5 ml από το αντιδραστήριο NO_3 -2 με πιπέτα ακριβείας. Βιδώνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας και ανακινείται με προσοχή γιατί το περιεχόμενο του ζεσταίνεται αρκετά. Αφήνουμε το δοκιμαστικό σωλήνα για 10 λεπτά σε ηρεμία ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση.

Μετά το πέρας των 10 λεπτών, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (εικόνα 25), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

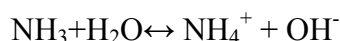
Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Επιπροσθέτως, τυχόν αιωρούμενα που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο δείγμα πρέπει να διαλύονται ή να απομακρύνονται με κατάλληλη μέθοδο. Κατά τη μέτρηση, τα φιαλίδια πρέπει να είναι καθαρά ή να καθαρίζονται με στεγνό, καθαρό πανί. Δείγματα στα οποία διακρίνεται θολερότητα, τα αποτελέσματα της μέτρησης δεν είναι αξιόπιστα. Ο χρωματισμός στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης παραμένει σταθερός για 30 λεπτά αλλά η μέτρηση πρέπει να γίνεται αυστηρά στα 10 λεπτά.

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων, μετατράπηκε το ανώτερο όριο των 50 mg/l νιτρικά (NO_3^-) σε 11,3 mg/l νιτρικό άζωτο (NO_3 -N) διότι τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/l νιτρικού αζώτου από το φωτόμετρο.

3.9.6 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΜΜΩΝΙΑΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NH_4^+ -N)

Γενικά

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



Σε αλκαλικό περιβάλλον, η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά, ενώ σε όξινο περιβάλλον προς τα δεξιά. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία, η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά και αντίστροφα. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση ιόντων αμμωνίου, είναι 0,5 mg/L ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα γλυκά νερά για την διαβίωση της πέστροφας και ειδών της οικογένειας των Σαλμονίδων και Κυπρινίδων, είναι 0,025 mg/L. Στα απόβλητα που εκβάλλουν στα επιφανειακά νερά, η τιμή της ολικής αμμωνίας, δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 15 mg/L.

Πειραματική διαδικασία

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

Κατόπιν προστίθεται 4 δόσεις(σταγόνες) του αντιδραστήριου NH₄-3B και ακολουθεί ανάδευση. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για ακόμη 5 λεπτά. Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου MERCK Spectroquant NOVA 60 (εικόνα 25), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητος να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές. Το εύρος του test είναι 0,05-3,00mg/L NH₄⁺-N. Ο χρωματισμός στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης παραμένει σταθερός για 60 λεπτά αλλά η μέτρηση πρέπει να γίνεται αυστηρά στα 15 λεπτά.

Επίσης για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μετατράπηκε το όριο των 0,5 mg/l αμμωνιακών (NH₄) σε 0,39 mg/l αμμωνιακό άζωτο (NH₄-N).



Εικόνα 25. Φωτόμετρο MERCK Spectroquant NOVA 60.

3.9.7 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ (PO₄-P)

Γενικά

Στα επιφανειακά νερά και απόβλητα απαντάται σε πολλές μορφές, πιο συχνά με τη μορφή ορθοφωσφορικών και πολυφωσφορικών ιόντων, ως οργανικός φώσφορος, δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις. Η παρουσία του φωσφόρου στα επιφανειακά νερά, οφείλεται σε πολλές πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρημένα σε σημαντικές ποσότητες φωσφόρου. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, δεν δεσμεύονται ποσοτικά από τα φυτά ή το έδαφος και έτσι οι εκπλύσεις εδαφών περιέχουν και αυτές σημαντικά φορτία φωσφόρου. Ο οργανικός φώσφορος δημιουργείται κυρίως από βιολογικές διαδικασίες. Ο οργανικός φώσφορος περιέχεται στα περιττώματα και υπολείμματα τροφών και συνεπώς και σε λύματα. Φώσφορος υπάρχει ακόμα, στα ιζήματα λιμνών λιμνοθαλασσών και κλειστών κόλπων και στη βιολογική ιλύ. Ο φώσφορος είναι το βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των οργανισμών και η έλλειψη του μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής, σε μια υδατική μάζα. Σε περιπτώσεις όπου 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 φυκιών ή μακρόφυτων που με τη σειρά του προκαλούν ευτροφισμό. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο των φωσφορικών στο επιφανειακό νερό σύμφωνα με τη νομοθεσία είναι 0,4-0,7 mg/l.

Πειραματική διαδικασία

Κατά τη διαδικασία μέτρησης χρησιμοποιήθηκε το kit test Phosphate Reagent Test MERCK 14848. Προστίθεται 5,0 ml δείγμα, με τη χρήση πιπέτας, σε κάθε φιαλίδιο και στη συνέχεια 5 σταγόνες του αντιδραστηρίου P-1A σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολουθεί ανάδευση σε αναδευτήρα (Minishaker MS2, IKA WORKS). Κατόπιν προστίθεται 1 δόση του αντιδραστηρίου P-2A με μικροκουταλάκι. Ακολουθεί έντονη ανάδευση έως ότου διαλυθεί το ίζημα. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 5 λεπτά.

Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (εικόνα 25), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση.

Δείγματα που περιέχουν $Cl^- > 1000 \text{ mg/l}$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό. Το εύρος του test είναι 0,05-3,00mg/L $PO_4\text{-P}$. Για την διασφάλιση της ποσότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 0,80 mg/l $PO_4\text{-P}$ (Spectroquant Combicheck 10) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης, χειρισμός) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων μετατράπηκε το όριο των 0,7 mg/l φωσφορικών (PO_4) σε 1,63 mg/l ($PO_4\text{-P}$).

3.9.8 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΘΕΪΚΩΝ (SO_4^{2-})

Γενικά

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

Πειραματική διαδικασία

Κατά την διαδικασία μέτρησης χρησιμοποιήθηκε το kit test Sulfates MERCK 1.14791.0001. Παίρνεται από το δείγμα όγκος 2,5 ml με ένα σιφόνι και το αδειάζετε σε ένα κενό φιαλίδιο. Στη συνέχεια προστίθεται 2 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO₄-1 και ανακινείται το φιαλίδιο. Μετά μπαίνει 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο SO₄-2 και αφού αναδευτεί, αφήνεται στο υδατόλουτρο για 5 min στους 40 °C. Μετά το τέλος των 5 min προστίθεται 2,5 ml από το αντιδραστήριο SO₄-3 και αναδεύεται. Στη συνέχεια φιλτράρεται όλο το περιεχόμενο του φιαλιδίου με απλό ηθμό σε άλλο φιαλίδιο. Προστίθεται 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO₄-4 και το αναδεύεται. Αφήνεται το φιαλίδιο στο υδατόλουτρο για άλλα 7 min στους 40 °C.

Μετά το πέρας του χρόνου επώασης μετρίεται το δείγμα στο φωτόμετρο με τη βοήθεια κυψελίδας. Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου MERCK Spectroquant NOVA 60 (εικόνα 25), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (auto selector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του auto selector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος του test είναι 25-300 mg/l SO₄. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

3.9.9 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΧΛΩΡΙΟΝΤΩΝ (Cl⁻)

Γενικά

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

Μέθοδος νιτρικού αργύρου

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

Παρεμποδιστικές ουσίες

Τα ιόντα βρωμίου, ιωδίου και τα θειώδη ιόντα τιτλοδοτούνται σαν ισοδύναμες ποσότητες ιόντων χλωρίου. Το χρώμα και η θολερότητα θα πρέπει να απομακρύνονται πριν τον προσδιορισμό των χλωριόντων. Τα ορθοφωσφορικά ιόντα, όταν είναι περισσότερα από 25 mg/L, καθιζάνουν σαν φωσφορικός άργυρος. Ο σίδηρος, σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 10 mg/L, παρεμποδίζει τη σωστή αναγνώριση αλλαγής του χρώματος του δείκτη στο τέλος της ογκομέτρησης.

Αντιδραστήρια

Νερό απαλλαγμένο ιόντων χλωρίου, δισαποσταγμένο ή απιονισμένο

Πρότυπο διάλυμα νιτρικού αργύρου AgNO_3 0.0141N

Διαλύονται 2,395 AgNO_3 σε αποσταγμένο νερό και αραιώνονται σε 1000 mL. Το διάλυμα τιτλοδοτείται με διάλυμα NaCl 0.0141 N. Το διάλυμα του νιτρικού αργύρου φυλάσσεται σε γυάλινη σκουρόχρωμη φιάλη.

Πρότυπο διάλυμα χλωριούχου νατρίου NaCl 0.0141N

Διαλύονται 824,1 mg NaCl σε απεσταγμένο νερό και το διάλυμα αραιώνεται μέχρι 1000 mL.

Δείκτη χρωμικού καλίου

Διαλύονται 50 g K_2CrO_4 σε 100 mL απεσταγμένο νερό. Προσθέτουμε μερικές σταγόνες

διαλύματος νιτρικού αργύρου μέχρι να σχηματιστεί κόκκινο ίζημα. Το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία, προστατευόμενο από φως για 12 ώρες. Διηθείται από σκληρό ηθμό πορώδους πορσελάνης, για απομάκρυνση του ιζήματος και αραιώνεται μέχρι 1 λίτρο με απεσταγμένο νερό.

Αρχή της μεθόδου ανάλυσης

Ο προσδιορισμός των χλωριόντων έγινε με τη μέθοδο του νιτρικού αργύρου. Σε ουδέτερο ή ελαφρά αλκαλικό περιβάλλον και παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου, γίνεται ποσοτική καταβύθιση των χλωριόντων, με σχηματισμό χλωριούχου αργύρου και χρωμικού αργύρου. Ο χλωριούχος άργυρος έχει καταβυθιστεί ποσοτικά όταν αρχίζει να εμφανίζεται το κόκκινο χρώμα του χρωμικού αργύρου

Πειραματική διαδικασία

Βάζουμε σε μια κωνική φιάλη των 250 ml, 25 ml από το δείγμα μας και προσθέτουμε 2 ml K_2CrO_4 . Στη συνέχεια ογκομετρούμε με AgNO_3 έως ότου το αρχικό κίτρινο χρώμα να αλλάξει σε μια ελαφριά απόχρωση προς το κεραμιδί. Η συγκέντρωση των χλωριόντων υπολογίζεται από τη σχέση :

$$[(A - B) * N * 35450] / \text{ml δείγματος}$$

όπου : A είναι τα ml του διαλύματος AgNO_3 που καταναλώθηκαν στο δείγμα

B είναι τα ml του διαλύματος AgNO_3 που καταναλώθηκαν στο τυφλό

N είναι η κανονικότητα του διαλύματος AgNO_3

3.10 Προσδιορισμός Καλίου, Νατρίου και Ασβεστίου (Φλογοφωτομετρική μέθοδος)

Η παρουσία ασβεστίου, νατρίου και καλίου, είναι φυσικής προέλευσης λόγω της σύστασης των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό. Όταν διάλυμα που περιέχει μόρια της ένωσης, μπαίνει στην φλόγα, τότε αυτά διασπώνται σε άτομα. Τα άτομα διεγείρονται και κατά την αποδιέγερση τους παρατηρείται εκπομπή της ακτινοβολίας. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται, δηλαδή το χρώμα της φλόγας, εξαρτάται από την φύση του στοιχείου που εισέρχεται στο χώρο της φλόγας. Αυτή η εκπομπή σε συγκεκριμένο μήκος κύματος μπορεί να απομονωθεί με την χρήση κατάλληλων οπτικών φίλτρων και να ανιχνευθεί από ένα Φωτο-ανιχνευτή. Η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του στοιχείου στο δείγμα που εισάγεται στην φλόγα. Αρχικά μετρούνται στον φωτοανιχνευτή Sherwood flame Photometer 410 (εικόνα 29) τα πρότυπα διαλύματα καθώς και το τυφλό, και οι ενδείξεις του οργάνου καταγράφονται για κάθε ένα από αυτά.

Για τα ιόντα του ασβεστίου χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα Ca διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 100,00 ppm, για τα ιόντα του καλίου χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα K διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 10,00 ppm ενώ για τα ιόντα νατρίου χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα Na διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 10,00 ppm. Από τις παραπάνω μετρήσεις χαράσσεται καμπύλη αναφοράς για κάθε ένα από αυτά. Στην συνέχεια μετρούνται τα δείγματα και από τις ενδείξεις του οργάνου και την καμπύλη προτυποποίησης, η οποία και στις δύο περιπτώσεις είναι ευθεία γραμμή που περνάει από την αρχή των αξόνων, υπολογίζεται η αντίστοιχη συγκέντρωση του κάθε δείγματος.



Εικόνα 26. Φώτο-ανιχνευτής Sherwood flame Photometer 410 που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση συγκέντρωσης νατρίου, καλίου και ασβεστίου.

3.11 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

3.11.1 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου

Μετά από διήθηση του δείγματος υπό κενό, το φίλτρο που χρησιμοποιήθηκε στη διήθηση τοποθετείται σε θρεπτικό υλικό και επώάζεται σε θάλαμο επώασης σταθερής θερμοκρασίας. (εικόνα 26)

Απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα:

Κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανώδων κολοβακτηριδίων και ολικών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιήθηκε αντλία κενού, αποστειρωμένα τρυβλία με υπόστρωμα, αποστειρωμένα φίλτρα 47mm - 0,45 μm (Pall GN-6 mertica/® Grid), μαγνητική χοάνη διήθησης 300ml, μεταλλική λαβίδα με στρογγυλεμένα άκρα, πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου 1 - 10 ml, ογκομετρικοί κύλινδροι, θάλαμοι επώασης (G®-Cell 075) και (Heraeus kentro UB6) ρυθμισμένοι σε θερμοκρασία 44 °C και 37 °C αντίστοιχα. Για τα ολικά και κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκε Agar και Membrane Lauryl Sulphate Broth (Lab M 82). Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκε το S/anetz & Bartley Medium (Lab M 166).

Προετοιμασία θρεπτικού υλικού

Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των ολικών και κοπρανωδών κολοβακτηριδίων ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Σε φιάλη Boro, κατάλληλη για υγρή αποστείρωση, τοποθετείται η ποσότητα του Agar και του Membrane Lauryl Sulphate Broth (Lab 82), ανάλογα με τον αριθμό τριβλίων υπολογίζεται ο συνολικός όγκος υποστρώματος (4ml x αριθμός τριβλίων). Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Το καπάκι του μπουκαλιού τοποθετείται και βιδώνεται μισή στροφή μόνο και το μπουκάλι τοποθετείται στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης για 10 λεπτά, για την διαδικασία υγρής αποστείρωσης ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες χρήσεως του κλιβάνου. Όταν τελειώσει η λειτουργία του κλιβάνου, το θρεπτικό υλικό μοιράζεται στα αποστειρωμένα τρυβλία. Αφού κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του.

Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των εντερόκοκκων ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Σε ειδικό μπουκάλι που αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, τοποθετείται ποσότητα του S/anzet & Bart/ey Medium (Lab 166) ανάλογα με τον αριθμό των τριβλίων που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Βιδώνεται μισή στροφή το καπάκι του μπουκαλιού και τοποθετείται στην θερμομαντική πλάκα με ανάδευση έως ότου αρχίσει ο βρασμός και γίνει διαυγές. Στην συνέχεια μοιράζετε στα τρυβλία. Αφού κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του.

Διήθηση δείγματος

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



Εικόνα 27. Αντλία κενού και αποστειρωμένα μαγνητικά φίλτρα Gelman.

Επώαση

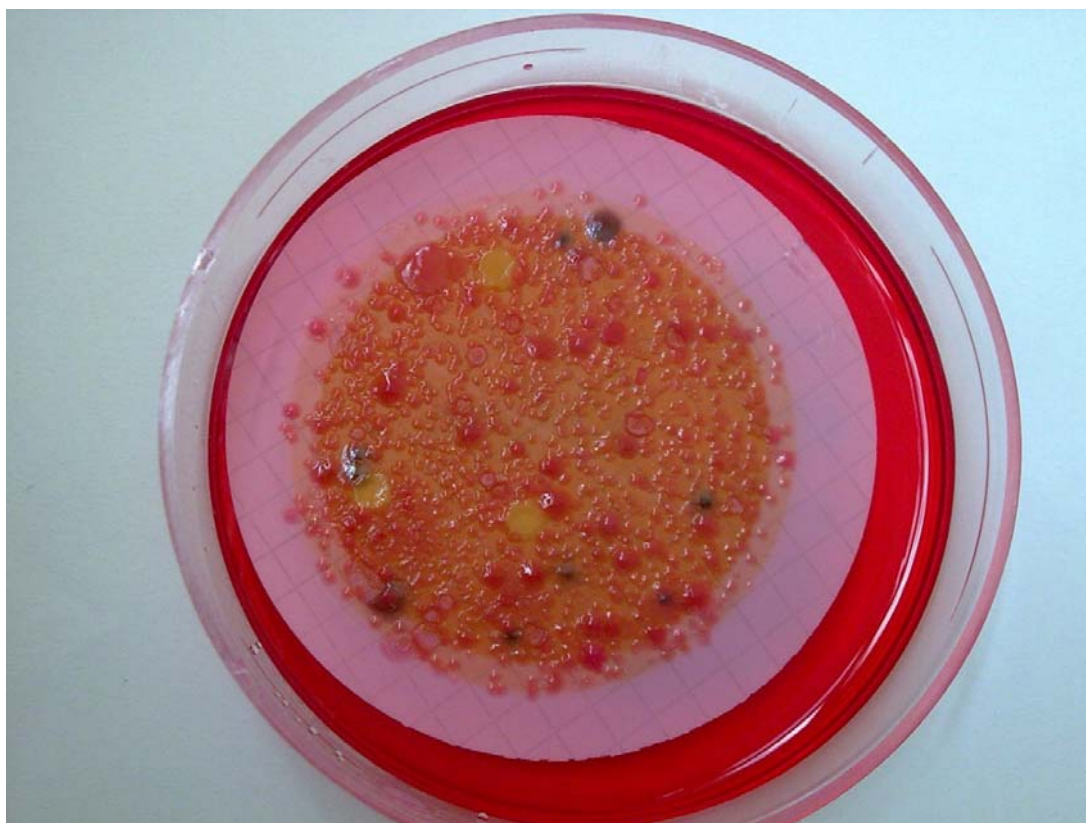
Τα τρυβλία των ολικών κολοβακτηριδίων (Total Coliforms) τοποθετούνται για 22 – 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37 °C. Τα τρυβλία των κοπρανώδων κολοβακτηριδίων (Faecal Coliforms) τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44 °C. Τέλος, τα τρυβλία των εντερόκοκκων τοποθετούνται για 48 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37 °C.(εικόνα 27)



Εικόνα 28. Petri στον θάλαμο επώασης.

Καταμέτρηση αποικιών

Τα ολικά κολοβακτήρια καθώς και τα κοπρανώδη κολοβακτήρια δημιουργούν αποικίες κίτρινου χρώματος, ενώ οι εντερόκοκκοι εμφανίζουν μωβ χρώματος. Εάν δεν έχει γίνει καμία αραίωση στα δείγματα το αποτέλεσμα εκφράζεται σε αριθμό αποικιών /100ml (ποσότητα δείγματος που διηθούνταν κάθε φορά).



Εικόνα 29.Petri-Total coliforms

Δείκτες ρύπανσης του πόσιμου νερού

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

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

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

C. Οι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι (faecal streptococci) είναι Gram-θετικοί, καταλάση- αρνητικοί κόκκοι που απαντούν ανά ζεύγη ή μικρές αλύσους. Από τη σχέση των κοπρανωδών στρεπτοκόκκων προς τα κολοβακτηριοειδή κοπράνων δυνατόν να ληφθούν πολύτιμες πληροφορίες για την πηγή ρύπανσης. Επειδή ορισμένοι κοπρανώδεις στρεπτόκοκκοι προσβάλλουν συγκεκριμένους ξενιστές, για

αυτό δεν πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο εντερικός δείκτης για τον έλεγχο της ρύπανσης του νερού αλλά τουλάχιστον 2. Εκτός των ανωτέρων δεικτών, ο συστηματικός προσδιορισμός των αερόβιων και προαιρετικώς αναερόβιων ετερότροφων βακτηρίων στο νερό δίνει σημαντικές πληροφορίες ως προς την σταθερότητα της ποιότητας του.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

**ΔΙΑΘΕΣΙΜΑ ΜΟΝΟ ΣΤΗΝ ΕΝΤΥΠΗ ΜΟΡΦΗ ΣΤΗΝ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ**

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αρχικά η θερμοκρασία ήταν σταθερή στους 14 °C σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας. Οι τιμές του pH σε όλα τα δείγματα ήταν περίπου στα ίδια επίπεδα από 7,27-8,14 και βρίσκονταν πάντα μέσα στα επιτρεπόμενα όρια. Οι τιμές της θολρότητας είχαν μικρή διακύμανση κυμαίνονταν από 0-8,3 NTU εκτός από τις 7/11/09 οπότε οι τιμές είχαν μια άνοδο κυμαίνονταν από 21-40 NTU σε όλα τα δείγματα αυτή η αύξηση οφείλεται στο γεγονός ότι είχαν ξεκινήσει οι βροχοπτώσεις .

Στην ηλεκτρική αγωγιμότητα οι τιμές σε όλα τα δείγματα κυμανθήκαν από 168,7-261 $\mu\text{S}/\text{cm}$ είναι κάτω από τα επιτρεπτά όρια για το νερό (400- 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Τα χλωριόντα είχαν κάποιες μεταβολές ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες, οι τιμές ήταν βεβαία κάτω από τα επιθυμητά όρια του χλωρίου (25-200 mg/l) για το νερό. Τα ολικά διαλυμένα στερεά και τα ιόντα χλωρίου ακολουθούν παράλληλη εποχιακή μεταβολή με σταδιακή αύξηση από Ιούνιο έως Σεπτέμβριο και μείωση από Νοέμβριο. Αυτή η απότομη αύξηση στα ιόντα χλωρίου δεν οφείλεται στην είσοδο θαλασσινού νερού αλλά μας δείχνει πιθανή ρύπανση από λύματα. Στα ολικά διαλυμένα στερεά αυτή αύξηση οφείλεται στην αλατότητα του νερού, εξάλλου το καλοκαίρι λόγω των υψηλών θερμοκρασιών το νερό εξατμίζεται πιο γρήγορα με αποτέλεσμα να υπάρχουν περισσότερα άλατα στον πυθμένα του ποταμού.

Το κάλιο σε όλα τα δείγματα ήταν κάτω από το επιθυμητό όριο (10 mg/l), αλλά και το ασβέστιο είχε και αυτό τις τιμές κάτω από το επιθυμητό όριο (100 mg/l). Στην σκληρότητα οι τιμές σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας κυμανθήκαν από 88-134 mg/L CaCO_3 βρίσκονται βεβαία κάτω από το επιθυμητά επιτρεπόμενα όρια της ολικής σκληρότητας (150 mg/L CaCO_3). Το νάτριο είχε μεταβολές αλλά όχι ιδιαίτερα σημαντικές οι τιμές ήταν κάτω από τα επιτρεπτά όρια. Στο νιτρικό άζωτο οι τιμές κυμαίνονται από (0-1,7 mg/l) ενώ βρίσκονται κάτω από τα επιθυμητά όρια του νιτρικού αζώτου 11,3 mg/l για το νερό. Επίσης και το αμμωνιακό άζωτο βρίσκεται κάτω από τα επιτρεπτά όρια. Στα θειικά ιόντα οι τιμές σε όλα τα δείγματα βρίσκονται κάτω από τα επιθυμητά όρια (25-250 mg/l) εκτός από τις 18/12/09 (34 mg/l) στην πηγή Καβούσι οπότε τιμή είναι εντός των επιθυμητών ορίων. Στα φωσφορικά επίσης οι τιμές ήταν κάτω από τα ανώτατα επιτρεπτά όρια.

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου κυμαίνονταν από 8,86-13,41 mg/L σε όλα τα δείγματα ενώ παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση κατά την θερινή περίοδο και αύξηση κατά την φθινοπωρινή. Αυτή η μείωση συμβαίνει επειδή αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού. Οι τιμές των δεικτών οργανικής ρύπανσης για το COD (χημικά απαιτούμενο οξυγόνο) ήταν σε φυσιολογικά επίπεδα κυμαίνονταν από 0-4,2 mg/l ,το όριο που ορίζει η Ελληνική νομοθεσία είναι 5 mg/l [10]. Ορισμένες από τις τιμές των δεικτών οργανικής ρύπανσης του BOD₅ (βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο), ήταν σε φυσιολογικά επίπεδα, οι τιμές του BOD₅ κυμαίνονταν από 0-6 mg/l, τα όρια του BOD₅ βάσει της Ελληνικής νομοθεσίας για τα νερά ποταμών χωρίς ρύπανση πρέπει να είναι < 1 mg/l σε περιοχές με μικρή επίδραση από ανθρωπογενείς δραστηριότητες παρατηρείται BOD₅ > 2 mg/l ενώ όταν οι τιμές

κυμαίνονται μεταξύ 3 - 5 mg/l το νερό χαρακτηρίζεται ύποπτο και οι χρήσεις του περιορίζονται [10]. Νερό με BOD₅ > 5 mg/l θεωρείται ακατάλληλο για πολλές χρήσεις καθώς αποτελεί σαφή ένδειξη ρύπανσης [10]. Σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας παρουσιάζεται αυξημένο μικροβιολογικό φορτίο λόγω διαρροής λυμάτων και ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν παρουσιάζονται βροχοπτώσεις τους θερινούς μήνες και έτσι παρατηρείται πτώση της στάθμης του υπογείου υδροφορέα με αποτέλεσμα την εποχιακή μείωση της παροχής. Έτσι λοιπόν έχουμε περισσότερη επιβάρυνση του μικροβιολογικού φορτίου.

Το μεγαλύτερο μικροβιολογικό φορτίο εμφανίζεται στις πηγές Σφακοπερασμα γέφυρα και Σφακοπέρασμα, σε σημείο όπου ο αριθμός αποικιών των ολικών κολοβακτηριδίων να ξεπερνά τις 4500 αποικίες των E.coli τις 5200 αποικίες και τον εντερόκοκκο τις 1700 αποικίες. Ο λόγος ύπαρξης του μικροβιολογικού φορτίου πολύ πιθανόν να είναι η διείσδυση λυμάτων από κάποιον βόθρο. Η διείσδυση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα να μολύνει το νερό και να το καθιστά ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση. Άρα σύμφωνα με τα παραπάνω δεν μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το νερό κατάλληλο για πόση.

Παρατηρώντας λοιπόν συγκριτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε όλα τα σημεία δειγματοληψιών καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο μικροβιολογικό φορτίο εμφανίζεται στις πηγές Σφακοπέρασμα γέφυρα και Σφακοπέρασμα. Η πηγή Σφακοπέρασμα γέφυρα η οποία βρίσκεται στον Ποταμό Κοιλιάρη είναι το κομβικό σημείο στο οποίο καταλήγουν όλες οι πηγές του Στύλου Αποκορώνου και όχι μονό. Έτσι λοιπόν είναι φανερό ότι ο Ποταμός Κοιλιάρης δέχεται έντονη μικροβιολογική δραστηριότητα κατά τους θερινούς μήνες. Ως γνωστό τα ύδατα του Ποταμού Κοιλιάρη καταλήγουν σε παραλία κολύμβησης προφανώς αυτή η μικροβιολογική δραστηριότητα να δημιουργεί σοβαρές επιπτώσεις και στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχει κάποιος βιολογικός καθαρισμός αστικών αποβλήτων. Οι μικροί οικισμοί και η εποχιακή αύξηση του πληθυσμού που είναι χαρακτηριστικό της περιοχής μελέτης δημιουργούν συχνά τοπικά προβλήματα από την παραγωγή και διάθεση των λυμάτων. Λόγω του ότι δεν υπάρχει δίκτυο αποχετεύσεις αυτό έχει σαν συνέπεια ότι ένα μεγάλο μέρος των οικισμών έχει εγκαταστήσει στεγανούς βόθρους αλλά παράλα αυτά ακόμα και σήμερα μια μεγάλη πλειοψηφία των κατοίκων που βρίσκονται στη λεκάνη απορροής του Ποταμού Κοιλιάρη διαθέτουν απορροφητικούς βόθρους.

Είδαμε λοιπόν ότι παράλληλα με την αύξηση του μικροβιολογικού φορτίου παρατηρείται μείωση του διαλυμένου οξυγόνου κατά την θερινή περίοδο. Η καθαρότητα του νερού είναι σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένη από τη συνεχή οξυγόνωση του η οποία ευνοείται σε συνθήκες υψηλής ροής που βελτιώνουν τον επιφανειακό αερισμό. Αντίθετα σε χαμηλές ροές που παρατηρούνται κατά την διάρκεια της ξηρής περιόδου ευνοείται η συσσωμάτωση των ρύπων που μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά προβλήματα ποιότητας νερού. Κατά τους θερινούς μήνες όπως είδαμε λόγω των

υψηλών θερμοκρασιών και της χαμηλής ροής των νερών ευνοούνται φαινόμενα ρύπανσης.

Επιπλέον, η μόλυνση μπορεί να προκληθεί από την εδάφια διάθεση των λυμάτων των σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων και σηπτικών δεξαμενών, τις εκπλύσεις από τους σκουπιδότοπους και τις ποικίλες γεωργικές πρακτικές όπως διάθεση στο έδαφος ζωικής κόπρου για οργανική λίπανση. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητο να ληφθούν μέτρα όπως π.χ. ενημέρωση των κατοίκων προκειμένου να γίνεται σωστή διαχείριση των λυμάτων των τοπικών οικισμών και μονάδων αναψυχής (π.χ. εστιατόρια) για να αποφεύγεται η περαιτέρω επιβάρυνση του υδατίνου οικοσυστήματος.

Εν κατακλείδι, παρατηρούμε ότι σε σύγκριση με άλλους ποταμούς η μέγιστη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου του ποταμού Κοιλιάρη (13,41 mg/l) είναι περίπου 3 φορές μεγαλύτερη από τον ποταμό Αλφειό[10]. Η μέγιστη συγκέντρωση στο COD του ποταμού Κοιλιάρη(4,2 mg/l) είναι περίπου 10 φορές πιο χαμηλή από τον ποταμό Αλφειό[10]. Η μέγιστη συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων του ποταμού Κοιλιάρη είναι 15 φορές χαμηλότερη από τον ποταμό Πηνειό και τον ποταμό Αλφειό[10]. Όσον αφορά τα αμμωνιακά ιόντα η μέγιστη συγκέντρωση του ποταμού Κοιλιάρη (0,22mg/l) είναι περίπου στα ίδια επίπεδα με τους ποταμούς Αχελώο (0,42 mg/l) και Πηνειό(0,71 mg/l). Η μέγιστη συγκέντρωση των θειικών ιόντων του ποταμού Κοιλιάρη (34 mg/l) είναι πιο χαμηλή σε σύγκριση με τον ποταμό Αλφειό (45 mg/l) ενώ τα θειικά ιόντα του ποταμού Πηνειού είναι 6 φορές πιο χαμηλά από του Κοιλιάρη[10]. Η μέγιστη συγκέντρωση των φωσφορικών ιόντων του ποταμού Κοιλιάρη είναι περίπου 12 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τους ποταμούς Πηνειό και Νέστο[10]. Το pH του ποταμού Κοιλιάρη (7,2-8,14) είναι περίπου στα ίδια επίπεδα με τους ποταμούς Ευρώτα και Έβρου[10]. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ολικά διαλυμένα στερεά του ποταμού Κοιλιάρη είναι πιο χαμηλά από τους ποταμούς Αλφειό και Πηνειό[9]. Το μικροβιολογικό φορτίο του ποταμού Κοιλιάρη είναι μεγαλύτερο κατά την θερινή περίοδο λόγω της χαμηλής ροής του ποταμού αλλά το ίδιο ισχύει και για τους ποταμούς Ευρώτα και Νέστο.

Βιβλιογραφία

1. **ΕΦΗΜΕΡΗΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ** (ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ, ά φυλλου 892, 11 Ιουλίου 2001).
2. **ΖΑΝΑΚΗ Κ. (2001)**, “ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ” ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ, 508 ΣΕΛΙΔΕΣ.
3. **ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ Γ. (2007)**, “ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ.
4. http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Water_quality
5. **Ι.Γ.Μ.Ε.**, “ΕΚΘΕΣΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΙΧΝΗΘΕΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΤΟΥ ΣΤΥΛΟΥ ΧΑΝΙΩΝ”, ΚΝΙΘΑΚΗΣ ΜΑΝ. ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1993. ΡΕΘΥΜΝΟ.
6. **ΖΕΡΒΟΓΙΑΝΝΗΣ Γ., ΧΑΤΖΗΑΓΟΡΑΚΗ Δ. (1969)**, “ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΤΥΛΟΥ – ΑΡΜΕΝΩΝ - ΚΑΛΥΒΩΝ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ ΚΡΗΤΗΣ”., ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ. ΑΘΗΝΑ.
7. **Ο.Α.Δ.Υ.Κ., Κ. ΔΕΜΙΡΗΣ, Ι. ΜΕΛΑΔΙΩΤΗΣ, Π. ΠΑΥΛΑΚΗΣ (1992)** “ΤΗΛΕΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΡΗΤΗΣ “
8. **ΚΑΛΛΙΑΝΗΣ Γ., ΧΑΤΖΗΘΕΟΧΑΡΟΥΣ Κ. (2003)**, ”ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΟΙΛΙΑΡΗ – ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΘΡΕΠΤΙΚΑ”, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ , ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.
9. **ΚΑΛΗΜΕΡΗ ΜΑΡΙΑ (2004)**, “ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΚΟΙΛΙΑΡΗ ΚΑΙ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗ., ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.
10. **ΚΑΚΟΥΛΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ (2007)**, “ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΕ GIS ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΡΣΤΙΚΩΝ ΑΓΥΙΑΣ”., ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.