



**«Προσδιορισμός του επιπέδου επιβάρυνσης των υδατικών πόρων
στον κάμπο Χανίων. Μελέτη των γεωτρήσεων Μονής Χρυσοπηγής,
Μονής Αγίας Λαύρας, ξενοδοχείου Όαση και Μονή Αγίας Τριάδας»**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ευριδίκη Μπίρη»



« Προσδιορισμός του επιπέδου επιβάρυνσης των υδατικών πόρων στον κάμπο Χανίων. Μελέτη των γεωτρήσεων Μονής Χρυσοπηγής, Μονής Αγίας Λαύρας, ξενοδοχείου Όαση και Μονή Αγίας Τριάδας »

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ευριδίκη Μπίρη»

Επιβλέπων :

Δρ Γ Σταυρουλάκης
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης :

Δρ. Κώττη Μελίνα
Καθηγήτρια Εφαρμογών

Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 43

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής, δεν θα ήταν εφικτή χωρίς την βοήθεια και την υποστήριξη του επιβλέποντος καθηγητή μου κ. Γεώργιου Σταυρουλάκη.

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

Καθώς επίσης και την πολύτιμη βοήθεια στην καθοδήγηση μου στα σημεία των δειγματοληψιών και των εξωτερικών εργαστηριακών βοηθών κα. Ελένη Μαυροκεφαλίδου και κα. Ανδρονίκη Παπαφιλιππάκη.

Τέλος, ανεκτίμητης αξίας είναι η ηθική και συναισθηματική στήριξη της οικογένειας μου στις επιλογές μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 Γενικά	3
1.2 Σύσταση	3
1.3 Δομή του μορίου	3
1.4 Φυσικές ιδιότητες	4
1.5 Χημικές ιδιότητες	5
1.6 Βαρύ και υπερβαρύ ύδωρ	5
1.7 Φυσικό νερό	5
1.8 Άλατα στο νερό και αποσκλήρυνση	5
1.9 Βιολογικός ρόλος	6
1.10 Ιαματικές πηγές	7
1.11 Πόσιμο νερό	7
1.12 Έλεγχος του πόσιμου νερού	7
1.13 Γλυκό νερό	7
1.14 Το πρόβλημα της λειψυδρίας	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ	
2.1 Γεωτρήσεις	9
2.2 Γενικές αρχές γεωτρήσεων	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ	
3.1 Γενικά	12
3.2 Νομοθεσία	12
3.3 Παράμετροι και παραμετρικές τιμές	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	
Γενικά	18
4.1 Ιερά Μονή Χρυσοπηγής	21
4.1.1 Ιστορία της Μονής Χρυσοπηγής	21
4.2 Σημείο δειγματοληψίας ξενοδοχείο Όαση	26
4.3 Σημείο δειγματοληψίας Μονή Αγίας Λαύρας	31
4.3.1 Η ιστορική πορεία της Αγίας Μονής	31
4.4 Σημείο δειγματοληψίας Μονή Αγίας Τριάδας	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	
5.1 Γενικά	37
5.2 Βασικοί κανόνες δειγματοληψίας	37
5.3 Συχνότητα δειγματοληψιών	37
5.4 Στιγμαιαία δείγματα	38
5.5 Δειγματοληψίες περιοχής μελέτης και παράμετροι μέτρησης	38

5.6 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά	38
5.6.1 Θερμοκρασία	38
5.6.2 Θολερότητα	39
5.6.3 pH	41
5.6.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα	42
5.6.5 Διαλυμένο οξυγόνο	44
5.7 Χημικά χαρακτηριστικά	45
5.7.1 Σκληρότητα	45
5.7.2 Ολικά στερεά	46
5.7.3 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο-COD	51
5.7.4 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο - B.O.D	51
5.7.5 NO ₃ -N	53
5.7.6 NH ₄ ⁺ -N	54
5.7.7 PO ₄ -P	55
5.7.8 SO ₄ ²⁻	56
5.7.9 Χλωριόντα Cl ⁻	57
5.8 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά	59
5.8.1 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου	59
5.9 Προσδιορισμός Καλίου, Νατρίου και Ασβεστίου (Φλογοφωτομετρική μέθοδος)	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 Σημείο δειγματοληψίας Μονή Χρυσοπηγής.	65
6.2 Σημείο δειγματοληψίας ξενοδοχείο Όαση	72
6.3 Σημείο δειγματοληψίας Μονή Αγίας Λαύρας	78
6.4 Σημείο δειγματοληψίας Μονή Αγίας Τριάδας	84
6.5 Συγκριτική παρουσίαση αποτελεσμάτων δειγματοληψίας στις 23/07/2008	90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα	96
Βιβλιογραφία	97

Determination of the water pollution level in the suburban area of Chania. The case of monastery of Chrysopigis, monastery of Agia Lavra, Hotel Oasis and monastery of Agia Triada

The aim of the study was the water quality control in water samples for the determination of the pollution level of the underground water in the suburban area of Chania. The selected wells were located in Monastery Chrysopigis, Monastery Agias Lauras, Hotel Oasis and Monastery Agias Triadas and the sampling period was from July 2008 to June 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 γεωτρήσεις προκειμένου να αναδειχθεί ο βαθμός ρύπανσης στον υδροφόρο του κάμπου Χανίων. Οι περιοχές οι οποίες πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες ήταν στις γεωτρήσεις της Μονής Χρυσοπηγής, της Μονής Αγίας Λαύρας, του ξενοδοχείου Όαση και της Μονής Αγίας Τριάδας. Οι εργαστηριακές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών & Εδαφικών Πόρων-ΤΕΙ Κρήτης. Η χρονική περίοδος των δειγματοληψιών νερού για την μελέτη των γεωτρήσεων ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2008 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2010 έτσι ώστε ελεγχθεί η τυχόν εποχική διακύμανση των φυσικών, χημικών και μικροβιολογικών χαρακτηριστικών του νερού. Οι τιμές των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών ήταν σε ικανοποιητικό επίπεδο και το νερό κρίνεται κατάλληλο για την ήδη χρήση του, για άρδευση των καλλιεργειών. Δεν θα μπορούσαμε να το χαρακτηρίσουμε κατάλληλο για πόση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 [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 του τύπος του νερού είναι H_2O 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 H_2O , αλλά $H_{180}O_{90}$.

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' ό τι 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 στα καλοριφέρ.

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 απορροπτική 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 βαθμών Κελσίου). 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 γλυκού 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 – ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ [2]

2.1 ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Η γεωλογική επιστήμη προσπαθεί να μελετήσει και να αντιληφθεί τη δομή της γης και την εξέλιξή της. Οι παρατηρήσεις ξεκινούν με συνεχή προσπάθεια επέκτασης της γνώσης προς το εσωτερικό της γης. Χρησιμοποιούνται γι' αυτό η γεωλογική μελέτη και χαρτογράφηση, η τεκτονική, η πετρολογία, η γεωχημεία ρευστών και πετρωμάτων, οι γεωφυσικές διασκοπήσεις, που είναι τα κυριότερα «εργαλεία» της γεωλογικής έρευνας από την επιφάνεια. Δε φτάνουν όμως αυτά, γιατί δίνουν μόνο έμμεσες πληροφορίες για την κατάσταση στο εσωτερικό.

Η γεωλογία, ως θετική επιστήμη, χρειάζεται επιβεβαίωση της σκέψης και των υποθέσεων που προκύπτουν από την επιφανειακή έρευνα. Πρέπει να προσεγγίσει άμεσα και όσο γίνεται το υπέδαφος, παίρνοντας φυσικά υπόψη τις τεχνικές και οικονομικές δυσκολίες ή περιορισμούς, για να δει την πραγματική κατάσταση.

Ένας απλοϊκός τρόπος είναι το «σκάψιμο», όπως έκανε και ο πρωτόγονος άνθρωπος, με τα ξύλινα ή μεταλλικά χειρονακτικά εργαλεία του ή με τη βοήθεια των κατοικίδιων ζώων ή (αργότερα) με τις λιγοστές «εφευρέσεις» του.

Ένας πιο αποτελεσματικός τρόπος είναι βέβαια οι γεωτρήσεις, οι οποίες ξεκίνησαν στον αιώνα μας δειλά-δειλά, σχεδόν χειροκίνητα με απλοϊκή τεχνολογία, για να φτάσουν στα μοντέρνα και μεγάλων δυνατοτήτων μέσα, που σήμερα επιτρέπουν την προσέγγιση αλλά και το ξεπέρασμα πολλών χιλιομέτρων βάθους.

Οι γεωτρήσεις είναι ως γνωστό κυλινδρικές οπές, που ξεκινούν από την επιφάνεια και εισέρχονται στο υπέδαφος, συνήθως κατακόρυφα. Η διάτρηση γίνεται με πολύπλοκα μηχανικά συγκροτήματα. Τα οποία επιτρέπουν τη διάνοιξη οπών μικρής σχετικά διαμέτρου (συνήθως λίγων έως μερικών δεκάδων cm) σε οποιοδήποτε γεωλογικό σχηματισμό και σε βάθος εκατοντάδων έως και μερικών χιλιάδων μέτρων. Η βαθύτερη γεώτρηση που έγινε μέχρι σήμερα ήταν για ερευνητικούς μόνο λόγους και ξεπέρασε τα 12 χιλιόμετρα.

Μέσω των γεωτρήσεων μελετούνται τα χαρακτηριστικά των διατρυνόμενων πετρωμάτων, σχηματισμών, κοιτασμάτων. Τα τοιχώματα τους προφυλάσσονται κατά τη διάρκεια και κυρίως μετά τη διάτρηση, όταν χρησιμοποιούνται για παραγωγικούς σκοπούς, οπότε εφοδιάζονται με κατάλληλα συστήματα άντλησης.

Οι γεωτρήσεις αποτελούν ένα πολύ σημαντικό «μέσο» στη γεωλογική έρευνα, αλλά και στην εκμετάλλευση κοιτασμάτων και την εκτέλεση των μεγάλων έργων έχουν βέβαια κάποιους περιορισμούς : στοιχίζουν πολύ, δε μπορεί να γίνουν σε απεριόριστο βάθος, «ελέγχουν» μικρό χώρο γύρο από τον άξονά τους.

Ως πολύ ακριβό «εργαλείο» που είναι, χρησιμοποιούνται με φειδώ και σύνεση, με κατάλληλες προδιαγραφές, και μόνο εκεί όπου χρειάζεται να λυθούν συγκεκριμένα γεωλογικά και τεχνικά προβλήματα. Επίσης, σε επιλεγμένα και μάλιστα στα πιο κατάλληλα σημεία, στο μικρότερο δυνατό (όσο χρειάζεται) βάθος, για να αντληθούν μέσω αυτών χρήσιμα ρευστά.

2.2 Γενικές αρχές γεωτρήσεων

Με τον όρο «διάτρηση» εννοούμε τη διάνοιξη κυλινδρικής οπής στο υπέδαφος, ξεκινώντας συνήθως από την επιφάνεια, και φθάνοντας σε ένα επιθυμητό βάθος

Η οπή, με τον κατάλληλο εξοπλισμό της, που τη διατηρεί και της επιτρέπει να επιτελέσει το σκοπό για τον οποίο έγινε, αποτελεί αυτό που λέγεται «γεώτρηση». Η διάμετρος της οπής είναι σχετικά μικρή, ανάλογα με το σκοπό, το βάθος, τον τρόπο και την κατασκευή της γεώτρησης.

Η διάνοιξη της οπής της γεώτρησης γίνεται με κατάλληλο μηχανικό συγκρότημα, το «γεωτρύπανο» με την ευρύτερη έννοια, και τη χρήση διαφόρων υλικών και βοηθητικών μηχανημάτων και εργαλείων, κατά περίπτωση. Το γεωτρύπανο τοποθετείται συνήθως στην επιφάνεια του εδάφους και σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο, για να εξασφαλισθούν καταρχήν οι εργαζόμενοι, και να δοθεί η δυνατότητα σ'αυτούς που το υπηρετούν να κάνουν όλους τους χειρισμούς και να δίνουν τις κατάλληλες εντολές στα τμήματα εκείνα του γεωτρύπανου που βρίσκονται στο εσωτερικό της γεώτρησης, και μάλιστα σε σημαντικό πολλές φορές βάθος. Οι τεχνικοί πρέπει να ελέγχουν τις διάφορες παραμέτρους από μακριά και να επεμβαίνουν έγκαιρα, όταν χρειάζεται, προλαβαίνοντας δυσάρεστες ή ανεπιθύμητες εξελίξεις.

Το γεωτρύπανο είναι στις μέρες μας ένα βαρύ μεταλλικό «μηχάνημα» και αποτελείται βασικά από τα μηχανολογικά τμήματα, που εξασφαλίζουν την κίνηση, τα κοπτικά όργανα και τον φέροντα εξοπλισμό. Όλα μαζί επιτρέπουν τη διάτρηση και τη λήψη των κατάλληλων δειγμάτων από τους γεωλογικούς σχηματισμούς και τα χρήσιμα μερικές φορές στοιχεία ή προϊόντα που συναντούν. Το συγκρότημα περιλαμβάνει επίσης τις συνοδεύουσες συσκευές- μηχανές, που εξασφαλίζουν τις άλλες απαραίτητες εργασίες (τσιμέντωση, κυκλοφορία λάσπης μέσα στη γεώτρηση κλπ.). το γεωτρύπανο διαθέτει συνήθως αυτοδυναμία στη λειτουργία του, τη μετακίνηση (εισκόμιση, τοποθέτηση και αλλαγή θέσης) και την ενέργεια.

Κάθε γεωτρύπανο έχει τα δικά του τεχνικά χαρακτηριστικά, ανάλογα με το είδος και το βάθος των γεωτρήσεων που προορίζεται να κάνει, και υπηρετείται από ειδικευμένους τεχνικούς. Ένα μεγάλο γεωτρύπανο αποτελεί ουσιαστικά ένα κινητό «εργοστάσιο», ένα εργοστάσιο τριπλής βάρδιας, με δεκάδες τεχνικούς διαφόρων ειδικοτήτων και επικεφαλής ένα μηχανικό γεωτρήσεων, καθώς και ένα βασικό του συνεργάτη, το γεωλόγο γεωτρήσεων. Ένα μικρότερο γεωτρύπανο έχει συνήθως ένα γεωτρυπανιστή και μερικούς βοηθούς- εργάτες, με επιβλέποντα μηχανικό ή γεωλόγο.

Οι γεωτρήσεις πρέπει να προγραμματίζονται έγκαιρα και σωστά, και να προσδιορίζονται οι σκοποί και οι στόχοι που καλούνται να πραγματοποιήσουν. Η διαφοροποίηση στις φυσικές συνθήκες, τις τεχνικές παραμέτρους και το σκοπό της κάθε γεώτρησης είναι αρκετά μεγάλη. Γι'αυτό και το εύρος των επιλογών είναι σημαντικό. Χρειάζεται λοιπόν συγκεκριμένο πρόγραμμα (βάθος, διάμετρος, σωληνώσεις, δειγματοληψία κλπ.) και επιλογή κατάλληλου γεωτρύπανου (και των παρελκόμενων υλικών και μηχανημάτων), που θα τις πραγματοποιήσει με το αρτιότερο και συγχρόνως λιγότερο δαπανηρό τρόπο. Επιβάλλεται να συνυπολογιστούν όλοι εκείνοι οι παράγοντες που θα επηρεάσουν τη σωστή τελική επιλογή.

Η διάνοιξη κάθε γεωτρητικής οπής γίνεται με δύο βασικούς τρόπους : είτε με επαναλαμβανόμενη μηχανική κρούση στον πυθμένα της οπής, χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο βαρύ μεταλλικό «κρουστήρα», είτε με περιστρεφόμενο μεταλλικό κοπτικό όργανο, που προχωρεί προς τα κάτω χάρη στην κινητική ενέργεια της περιστροφής αλλά και την υδραυλική πίεση από την επιφάνεια, τις διαδοχικές «κρούσεις» προς τα κάτω, το βάρος της μεταλλικής στήλης που συγκρατεί το κοπτικό άκρο και τη διατρητική ικανότητα του.

Η «κρουστική» τεχνική χρησιμοποιείται ελάχιστα και συνήθως στις υδρογεωτρήσεις και τις γεωτρήσεις τεχνικών έργων, γιατί και στις δύο αυτές κατηγορίες αρκεί συνήθως η οπή για να αντληθεί το νερό ή να θεμελιωθούν έργα, αντίστοιχα.

Η «περιστροφική» διάτρηση είναι πιο διαδεδομένη, και έχει ένα τεράστιο εύρος εφαρμογών, αφού επιτρέπει τη διάνοιξη οπών ποικίλης διαμέτρου και σημαντικού βάθους.

Υπάρχει βέβαια και ο συνδυασμός των δύο τύπων διάτρησης, της κρουστικής και της περιστροφικής, σε πολύ ειδικές περιπτώσεις. Ένα γεωτρήσιμο με περιστροφική διάτρηση έχει συνήθως τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί το μηχανισμό του βαρούλκου, που έτσι κι αλλιώς διαθέτει, για να κάνει (μερικώς) κρουστική διάτρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

3.1 Γενικά [3]

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 μετριέται. 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).

3.2 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. [4]

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 αντιμετωπίζαν:

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:

A. Οργανοληπτικές παράμετροι

B. Φυσικοχημικές παράμετροι

Γ. Παράμετροι που αφορούν τις ανεπιθύμητες ουσίες

Δ. Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

E. 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. [5]

3.3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ [4], [5]

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
Χρώμιο	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
Τετραχλωροαιθέριο 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
<i>Clostridium perfringens</i> (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
Υδροθείο	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		

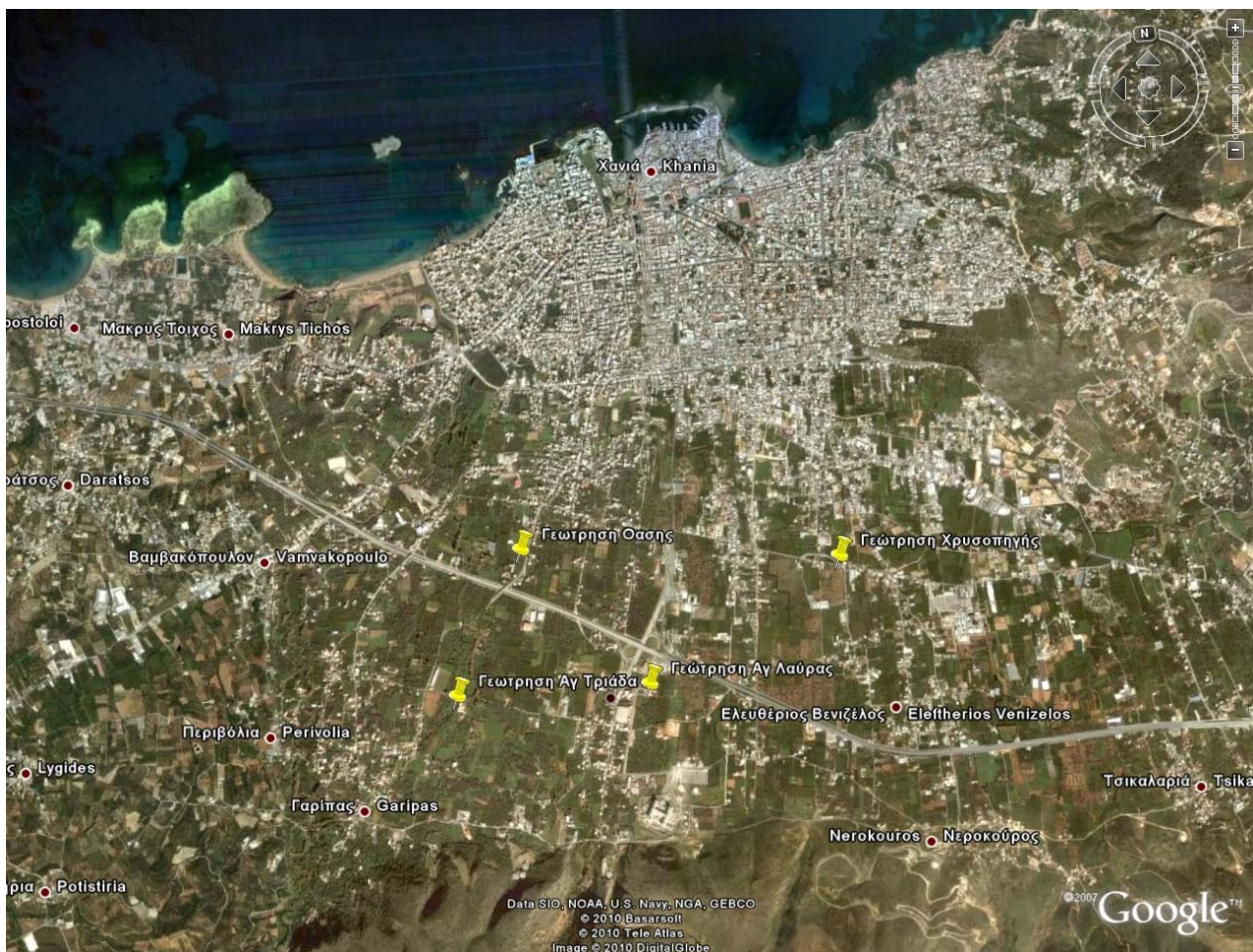
Πίνακας 8.ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

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		-	-	NPP<1

θειωδων αλάτων				
Παράμετρος	Θερμοκρασία επώασης	Αποτελέσματα Όγκος του δείγματος (σε ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση
Καταμέτρηση Συνολικών βακτηρίων για το πόσιμο νερό	37°C 22°C	1 1	10 100	- -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης απλώνεται από Ανατολικά προς Δυτικά στο κάμπο των Χανίων και περιλαμβάνει τις τρεις γεωτρήσεις στα δημοτικά διαμερίσματα Μουρνιών και Νεροκούρου του Δήμου Ελ. Βενιζέλου και μία γεώτρηση στο δημοτικό διαμέρισμα Περιβολίων του Δήμου Θερίσσου (Εικόνα 1 και Πίνακας 9). Τα σημεία δειγματοληψίας επιλέχθηκαν έτσι ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί η κατάσταση των υπόγειων νερών του κάμπου αφού έχουν δεχτεί όλες τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες ανάντη των γεωτρήσεων. Η επιλογή των γεωτρήσεων κυρίως στις μονές της περιοχής βασίστηκε στην διαβεβαίωση των υπευθύνων ότι θα υπάρχει συνεχής πρόσβαση. Αυτό όμως δεν ήταν τελικά εφικτό για την μονή Αγίας Τριάδας όπου τελικά έγιναν μόνο δύο δειγματοληψίες καθώς δεν υπήρχε απάντηση στις επόμενες τηλεφωνικές κλήσεις. Οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών παρουσιάζονται στον πίνακα 10 και διήρκησαν ένα χρόνο προκειμένου να εκτιμηθεί η εποχική μεταβολή των παραμέτρων που μετρήθηκαν.



Εικόνα 1. Δορυφορική εικόνα του Δήμου Ελευθερίου Βενιζέλου και του Δήμου Θερίσσου με τα σημεία δειγματοληψίας (γεωτρήσεις)

Πίνακας 9.Περιοχές μελέτης-Σημεία GPS

ΔΗΜΟΣ	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΟΝΟΜΑ ΣΗΜΕΙΟΥ	GPS
ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	ΜΟΥΡΝΙΩΝ	ΑΓΙΑ ΛΑΥΡΑ	W MONAGLAVRA N35,485467 E024,015315 Church I E 33,8
ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	ΜΟΥΡΝΙΩΝ	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΟΑΣΗ	W MATH-STAMT N35,498686 E024,021401 Building I E 14,1
ΕΛ. ΒΕΝΙΖΕΛΟΥ	ΝΕΡΟΚΟΥΡΟΥ	ΧΡΥΣΟΠΗΓΗ	W MONXRISOP N35,491858 E024,029624 Church I E 21,0
ΘΕΡΙΣΣΟΥ	ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ	ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ	W MONAGTRIAD N35,485915 E024,001708 Church I E 35,9

Πίνακας 10.Ημερομηνίες δειγματοληψιών

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ	ΜΟΝΗ ΧΡΥΣΟΠΗΓΗΣ	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΟΑΣΗ	ΜΟΝΗ ΑΓΙΑΣ ΛΑΥΡΑΣ	ΜΟΝΗ ΑΓΙΑΣ ΤΡΙΑΔΑΣ
23/07/2008	+	+	+	+
24/10/2008	+	+	+	+
14/05/2009	+		+	
18/05/2009		+		
27/07/2009		+	+	
08/09/2009	+	+		
17/10/2009	+	+	+	
19/12/2009		+		
19/01/2010	+			
05/03/2010	+		+	
03/06/2010	+	+	+	

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων δείχνουν το βάθος και την διάμετρο της σωλήνωσης που είχε γίνει σε κάθε γεώτρηση. Η γεώτρηση στη Μονή Αγίας Τριάδας είχε το μικρότερο βάθος στη σωλήνωσή της 80 μέτρα, οι υπόλοιπες γεωτρήσεις είχαν 112-138 μέτρα. Σε όλες τις γεωτρήσεις υπήρχε η ίδια διάμετρος σωλήνωσης, είχαν όλες αντλία με πομωνα και ήταν ηλεκτροκίνητες. Επίσης οι γεωτρήσεις δεν είχαν δυνατότητα μέτρησης στάθμης εκτός από την γεώτρηση της Αγίας Τριάδας. (Πίνακας 11)

Πίνακας 11.Τεχνικά χαρακτηριστικά γεωτρήσεων

ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΒΑΘΟΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΝΤΛΙΑ	ΠΟΜΩΝ	ΗΛΕΚΤΡΟ/ΚΙΝΗΤΗ	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ
ΜΟΝΗ ΧΡΥΣΟΠΗΓΗΣ	112 m	8''	ΝΑΙ	+	+	ΟΧΙ
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΟΑΣΗ	138 m	8''	ΝΑΙ	+	+	ΟΧΙ
ΜΟΝΗ ΑΓΙΑΣ ΛΑΥΡΑΣ	119m	8''	ΝΑΙ	+	+	ΟΧΙ
ΜΟΝΗ ΑΓΙΑΣ ΤΡΙΑΔΑΣ	80m	8''	ΝΑΙ	+	+	ΝΑΙ

4.1 Ιερά Μονή Χρυσοπηγής [6]

4.1.1 Ιστορία της Μονής Χρυσοπηγής

Η Μονή Χρυσοπηγής (εικόνα 2 και εικόνα 3) είναι κτισμένη τρία χιλιόμετρα έξω από τα Χανιά, στην πεδιάδα νοτιοανατολικά της οδού που οδηγεί από την πόλη στο λιμάνι της Σούδας. Την εποχή που ιδρύθηκε η Μονή, η περιοχή είχε πυκνή βλάστηση σπάνιας ομορφιάς. Η ίδρυση της Μονής τοποθετείται στα μέσα του 16^{ου} αιώνα στη δεκαετία 1550-60. αφιερώθηκε στην Παναγία την Ζωοδόχο Πηγή και επονομάστηκε εξαρχής Χρυσοπηγή, επωνυμία της Παναγίας που ως ζωοδόχος, χρυσή πηγή παρέχει πλούσιες δωρεές και χαρίσματα σε εκείνους που την επικαλούνται με πίστη.

Πρώτη αδιαμφισβήτητη μαρτυρία για την ύπαρξη της Μονής αποτελεί επιστολή του Κρητός Πατριάρχη Αλεξάνδρειας Μελετίου Πηγά, η οποία απευθύνεται στον ιερομόναχο Διονύσιο «της αγίας Χρυσοπηγής» και έχει χρονολογία 1584. Η μονή από την ίδρυσή της μέχρι το έτος 1976 υπήρξε ανδρική.

Μια από τις κύριες δραστηριότητες της αδελφότητας της Χρυσοπηγής είναι η καλλιέργεια των κτημάτων της Μονής με τις μεθόδους της βιολογικής γεωργίας. Η βιολογική γεωργία συνίσταται στην παραγωγή φυσικών και ποιοτικών γεωργικών προϊόντων χωρίς την χρήση χημικών λιπασμάτων και φαρμάκων, τα οποία επιβαρύνουν απειλητικά το περιβάλλον, αλλά με αποκλειστική χρήση οργανικών προϊόντων φυτοπροστασίας και λίπανσης.

Σε καθεστώς βιολογικής γεωργίας βρίσκεται όλη η έκταση που ανήκει στο Μοναστήρι, περίπου 350 στρέμματα γης. Σε αυτήν περιλαμβάνονται, ως επί το πλείστον, ελαιόδεντρα και μανταρινιές, καθώς και πορτοκαλιές, αβοκάντο, χαρουπιές, συκιές, λαχανόκηποι, αλλά και δασική έκταση.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς της βιολογικής γεωργίας σε όλα τα στάδια της καλλιέργειας των δέντρων, των κήπων και των λουλουδιών δε γίνεται χρήση χημικών ουσιών. Η λίπανση γίνεται με οργανικό υλικό (κομπόστ), η καταπολέμηση των βλαβερών εντόμων με ειδικές παγίδες και με άλλα ωφέλιμα έντομα, ενώ η εξουδετέρωση των ζιζανίων στο έδαφος με μηχανικά μέσα.

Μέσα στον χώρο της Μονής Χρυσοπηγής βρίσκεται και η γεώτρηση (εικόνα 4 και εικόνα 5) από την οποία πάρθηκαν τα δείγματα νερού. Στην εικόνα 6 στο δελτίο απογραφής της γεώτρησης, παρατηρούνται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα στοιχεία χρήσης της γεώτρησης.



Εικόνα 2.Μονή Χρυσοπηγής



Εικόνα 3.Είσοδος της Μονής Χρυσοπηγής



Εικόνα 4.Γεώτρηση Μονής Χρυσοπηγής



Εικόνα 5. Γεώτρηση Μονής Χρυσοπηγής, σημείο δειγματοληψίας

4.2 Σημείο δειγματοληψίας ξενοδοχείο Όαση [7]

Το ξενοδοχείο ΟΑΣΗ (εικόνα 7 και εικόνα 8) βρίσκεται 2,5 km από το κέντρο των Χανίων μέσα σε ένα πολύ όμορφο κήπο με φοίνικες, πορτοκαλιές και μανταρινιές συνθέτοντας κυριολεκτικά μια όαση απόλαυσης και ξεκούρασης.

Η ιστορία του ξενοδοχείου μας είναι μακραίωνη και μας πηγαίνει πίσω στο 16ο αιώνα. Χτίστηκε από τους Βενετούς και αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα και ομορφότερα αρχοντικά της εποχής του. Αργότερα, τον 17ο αιώνα τροποποιήθηκε για να αποτελέσει την κατοικία ενός Τούρκου Πασά.

Με την πάροδο του χρόνου το ιστορικό αυτό αρχοντικό σπίτι πέρασε σε ελληνικά χέρια, και στην Οικ. Στρατουδάκη η οποία το μετέτρεψε σε ξενοδοχείο το 1988.

Σήμερα στο χώρο της Όασης υπάρχουν τρία κτήρια, το αυθεντικό, το οποίο έχει αναπαλαιωθεί, και δύο ακόμη κτισμένα σε μοντέρνο στυλ.

Η γεώτρηση (εικόνα 9 και εικόνα 10) από την οποία πάρθηκαν τα δείγματα βρίσκεται δίπλα από τα κτήρια του ξενοδοχείου. Στην εικόνα 11 παρατηρείται το σκαρίφημα της γεώτρησης ενώ στην εικόνα 12 υπάρχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά της γεώτρησης καθώς και τα στοιχεία χρήσης της.



Εικόνα 7. Ξενοδοχείο Όαση



Εικόνα 8. Ξενοδοχείο Όαση



Εικόνα 9. Γεώτρηση ξενοδοχείου Όαση, σημείο δειγματοληψίας

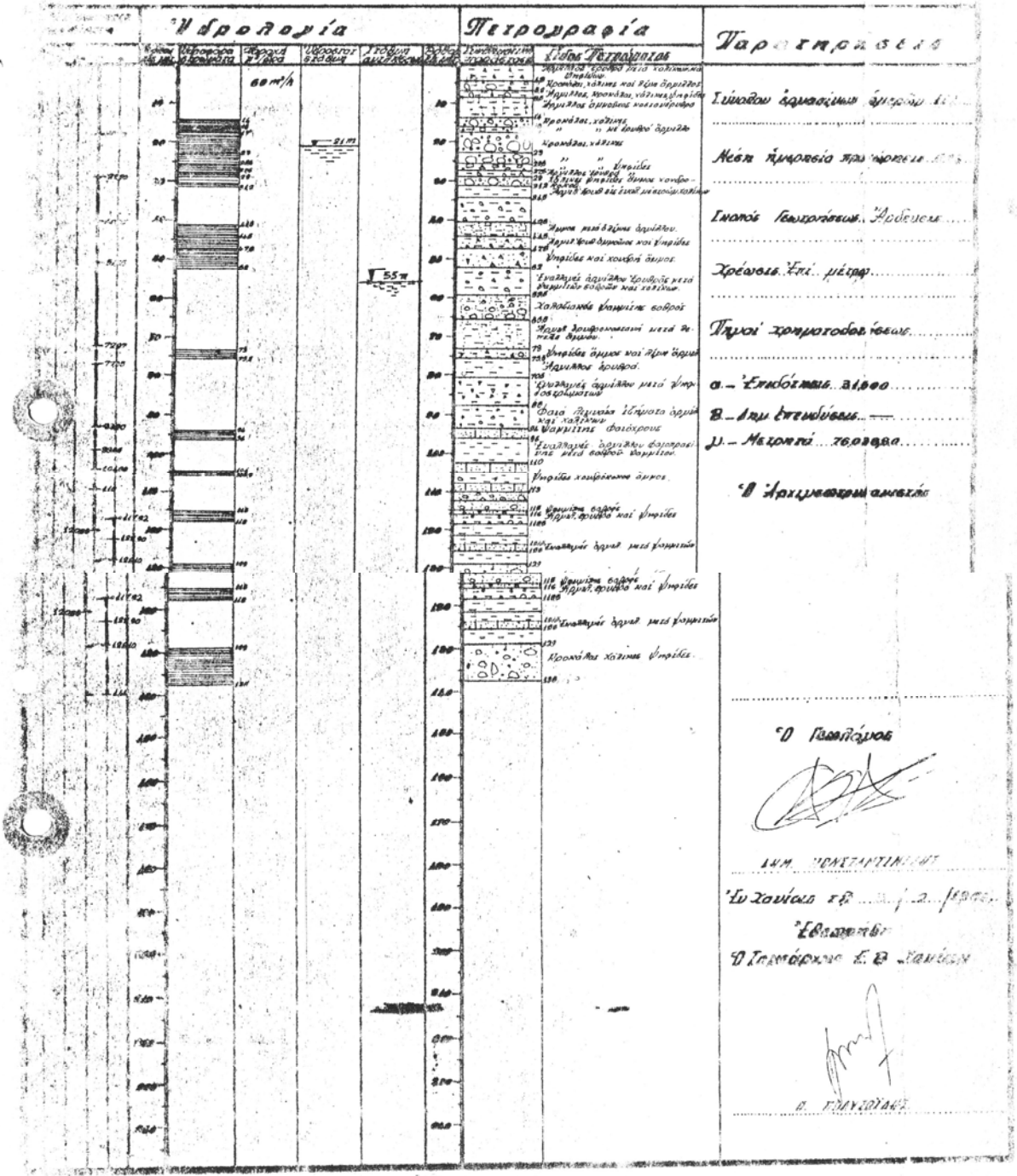


Εικόνα 10.Γεώτρηση ξενοδοχείου Όαση

ΜΑΡΜΑΡΩΝΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ ΟΑΣΗ ΣΤΡΑΤΟΝΟΜΑΧΗ

135
5224?

Γεωτεχνικός: *Νίκος Τσαβίαν* Όνομα: *Νικόλαος*
 Βασική κλίμακα: *RUSTON 1:3* Έναρξη: *29-5-1968*
 Έναρξη: *29-5-1968* Ημερομηνία: *16-1-1969*
 Λόγος: *16-1-1969* Τελεσίκοπος: *Μεγάλη Τανάου*



Ο Γεωλόγος
[Signature]
 14 Μ. ΠΑΡΕΣΤΑΤΗΝΤ
 Ένταξια Ε.Β. 1/2/1969
 Έθνος
 Ο Γεωλόγος Ε. Β. Τανάου
[Signature]
 Ε. ΤΑΝΑΟΥ

Εικόνα 11. Σκαρίφημα γεωτρύσης του ξενοδοχείου Οάση (29/05/1968 έως 16/01/1969)

4.3 Σημείο δειγματοληψίας Μονή Αγίας Λαύρας [8]

4.3.1 Η ιστορική πορεία της Αγίας Μονής

Η Μονή της Αγίας Λαύρας βρίσκεται 3,5 χιλιόμετρα έξω από το κέντρο των Χανίων, στο δημοτικό διαμέρισμα Μουρνιών στο Δήμο Ελευθερίου Βενιζέλου. Η ζωή της Αγίας Μονής αριθμεί μέχρι σήμερα δέκα αιώνες, 1000-2010, που σημαίνει μια μεγάλη πορεία στην οποία διακρίνουμε δύο μεγάλες περιόδους. Η πρώτη περίοδος αρχίζει με την ίδρυση της και τελειώνει με την Ενετοκρατία υποδιαιρούμενη σε δύο μικρότερες, της ιδρύσεως της 1000-1211 και της Ενετοκρατίας 1211-1645, και η δεύτερη με την Τουρκοκρατία και φθάνει μέχρι σήμερα, υποδιαιρούμενη και αυτή σε δύο μικρότερες, της Τουρκοκρατίας 1645-1898, και των νεώτερων χρόνων 1898-2010.

Η γεώτρηση (εικόνα 13) της Μονής βρίσκεται στον προαύλιο χώρο της, μπροστά από την είσοδο του μοναστηριού. Στην εικόνα 14 παρατηρείται το σκαρίφημα της γεώτρησης ενώ στην εικόνα 15 παρατηρούνται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα στοιχεία χρήσης της γεώτρησης.



Εικόνα 13.Γεώτρηση Μονής Αγίας Λαύρας, σημείο δειγματοληψίας

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ
 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗ
 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΧΑΝΙΩΝ

119

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ ΜΟΝΗΣ ΑΓΙΑΣ ΛΑΥΡΑΣ ΓΡΟ

ΝΟΜΟΣ: Χανίων ΠΕΡΙΟΧΗ: Μορφές ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Βαλιόλι

ΕΝΑΡΞΙΣ: 23-8-58 ΛΗΞΙΣ: 13-10-58

ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΝ: FAIRING 1500 ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΙΣΤΗΣ: Στεφ. Γεράνης

ΓΕΩΤΡΗΣΙΣ	ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ		ΠΕΤΡΟΓΡΑΦΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ	ΣΤΟΙΧΙΑ ΥΔΑΤΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	
<p>48,10</p>		ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΣΤΛΩΜΗ 33- ΣΤΛΩΜΗ ΑΝΤΑΛΣΕΩΣ 31- 31-	Άργιλος 6- 21.8.58	
			52- 27.8.58 Κρυσταλλίνοι	
<p>21,45</p>		ΠΑΡΟΧΗ 40 μ ³ /R	64- 9.9.58 Μάρμαρο	εν Χανίοις από 15-10-58 Γεωγράφος Ο. Γεωργίου Μ.Κ. Χανίων Γ. ΠΑΛΑΝΤΖΟΓΛΟΥ
			82- 11.9.58 Άργιλος	
<p>6,59</p>			90- 11.9.58 Κρυσταλλίνοι	
			93- 12.9.58 Κρυσταλλίνοι	
<p>12,68</p>			103- Άργιλος	

Εικόνα 14. Σκαρίφημα γεωτρήσεως της Μονής Αγίας Λαύρας (23/08/1958 έως 13/10/1958)

4.4 Σημείο δειγματοληψίας Μονή Αγίας Τριάδας

Η Μονή Αγίας Τριάδας βρίσκεται στο δημοτικό διαμέρισμα Περιβολίων στο δήμο Θερίσσου, τέσσερα χιλιόμετρα έξω από το κέντρο των Χανίων.

Η γεώτρηση (εικόνα 16 και εικόνα 17) της Μονής Αγίας Τριάδας βρίσκεται στο δίπλα από το μοναστήρι, εκεί όπου βρίσκονται και οι καλλιέργειες της Μονής. Στην εικόνα 18 υπάρχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα στοιχεία χρήσης της γεώτρησης της Μονής.



Εικόνα 16.Γεώτρηση Μονής Αγίας Τριάδας



Εικόνα 17.Γεώτρηση Μονής Αγίας Τριάδας, σημείο δειγματοληψίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5- ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

5.1 Γενικά [5]

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.

5.2 Βασικοί κανόνες δειγματοληψίας [5]

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

5.3 Συχνότητα δειγματοληψιών [5]

Η συχνότητα των δειγματοληψιών σε ένα δίκτυο ύδρευσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η αρχική ποιότητα του νερού στη πηγή, ο τρόπος απολύμανσης, ο όγκος του παρεχόμενου νερού, η ηλικία του δικτύου και το μέγεθος του πληθυσμού που υδρεύεται. Ειδικά εκπαιδευμένο υγειονομικό προσωπικό θα αποφασίσει κατά περίπτωση. Σε δίκτυα χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα ο αριθμός των δειγματοληψιών νερού ανά έτος εξαρτάται από τον πληθυσμό που αυτό τροφοδοτεί.

5.4 Στιγμαιαία δείγματα [5]

Με τον όρο “στιγμαιαία δείγματα” νοούνται τα δείγματα που συλλέγονται σε μια ορισμένη ώρα και θέση και αντιπροσωπεύουν τη συγκεκριμένη σύνθεση της πηγής, τη στιγμή της δειγματοληψίας. Αν η πηγή θεωρείται ότι έχει συγκεκριμένα και αμετάβλητα χαρακτηριστικά στη διάρκεια του χρόνου τότε μπορούμε να θεωρήσουμε το δείγμα αντιπροσωπευτικό. Αν η πηγή παρουσιάζει διακυμάνσεις στο χρόνο απαιτείται να συλλέγονται στιγμαιαία 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.

5.5 Δειγματοληψίες περιοχής μελέτης και παράμετροι μέτρησης

Οι δειγματοληψίες του πόσιμου νερού από τις γεωτρήσεις της Μονής Χρυσοπηγής, της Μονής Αγίας Λαύρας, του ξενοδοχείου Όαση και της Μονής Αγίας Τριάδας πραγματοποιήθηκαν τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο, Δεκέμβριο, Μάρτιος, Μάιος, Ιούνιος και Ιούλιος το χρονικό διάστημα 2008-2010. Οι δειγματοληψίες 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)

5.6 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

5.6.1 Θερμοκρασία [5]

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

Μέτρηση θερμοκρασίας

Το θερμομέτρο 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 θερμομέτρο. Τα αποτελέσματα, εκφράζονται με προσέγγιση 0,1 °C ή 1 °C ανάλογα με τις απαιτήσεις.

5.6.2 Θολερότητα [5]

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 χώμα, 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.

5.6.3 pH [5]

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 υδροξυλιόντων διέπεται από τη σχέση:

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

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

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

Μέθοδος μέτρησης

Το pH μετράται 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 κolloειδή 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 απεσταγμένο 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 (σπηλαίωση). Σημειώνουμε και καταγράφουμε την τιμή του pH και της θερμοκρασίας του δείγματος. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση διαδοχικά, με νέες ποσότητες δείγματος ωστόσο 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.

5.6.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα [5]

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 μμhos/cm ή mS/m (1mS/m=10μμhos/cm). Νερό πρόσφατα απεσταγμένο έχει αγωγιμότητα 0,5-2 μμhos/cm, ενώ μετά από μερικές βδομάδες παραμονής, λόγω απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, η αγωγιμότητα του φθάνει τα 2-4 μμhos/cm. Στα πόσιμα νερά η αγωγιμότητα, συνήθως κυμαίνεται από 500-1500 μμhos/cm ενώ σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα η αγωγιμότητα φθάνει πάνω από 10,000 μμhos/cm. Η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο για την επίδραση των διαφόρων ιόντων στις χημικές ισορροπίες, τον ρυθμό διάβρωσης των μετάλλων, την ανάπτυξη φυτών και ζώων, κλπ. Επίσης, ως κριτήριο για την Απόδοση των ιοντοανταλλακτικών ρητινών ή άλλων συσκευών αποσκλήρυνσης του νερού. Ακόμη η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να γίνει μια γρήγορη εκτίμηση των ημερήσιων διακυμάνσεων των διαλυμένων μεταλλοϊόντων στα απόβλητα των βιομηχανιών. Με ανάλογο τρόπο μπορεί να συσχετιστεί η απαιτούμενη ποσότητα χημικών ουσιών που απαιτείται για την εξουδετέρωση, την κροκίδωση ορισμένων αποβλήτων ή για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των ολικών διαλυμένων στερεών σε ένα δείγμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των συνηθέστερα απαντωμένων ιόντων στο νερό φαίνεται στον πίνακα 12.

Πίνακας 12. Ηλεκτρική αγωγιμότητα ορισμένων ιόντων

ION	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΣΕ μS/cm(ανά mg/L)
ΧΛΩΡΙΟ (Cl ⁻)	2,14
ΝΙΤΡΙΚΑ (NO ₃ ⁻)	1,15
ΔΙΣΣΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (HCO ₃ ⁻)	0,715
ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ (CO ₃ ⁻)	2,82
ΘΕΙΪΚΑ (SO ₄ ⁻)	1,54
ΝΑΤΡΙΟ (Na ⁺)	2,13
ΚΑΛΙΟ (K ⁺)	1,84
ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Ca ⁺⁺)	2,60
ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Mg ⁺⁺)	3,82

Μεθόδος μέτρησης

Μετράται η ειδική αντίσταση ή η ειδική αγωγιμότητα ενός κύβου νερού, ίσου με 1 cm³, που βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων πλατίνας ή (καλυμμένων με μαύρο πλατίνας). Ο βαθμός αντίστασης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά αγωγιμων συστατικών του εξεταζόμενου δείγματος. Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικά όργανα γνωστά ως αγωγιμόμετρα. Τα όργανα αυτά μετρούν την αντίσταση του διαλύματος ή την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα αγωγιμόμετρα, συνήθως αποτελούνται από μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος γέφυρα Wheatstone και κύτταρο αγωγιμότητας και δίνουν κατευθείαν τιμή της αγωγιμότητας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αντίθεση με την αγωγιμότητα των μετάλλων αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, με ρυθμό περίπου 1,9%/°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 αναδεύονταν 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.

5.6.5 Διαλυμένο οξυγόνο [5]

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.

5.7 Χημικά χαρακτηριστικά

5.7.1 Σκληρότητα [5]

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: $10 \pm 0,1$), 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 NH₃. Και ογκομετρούμε με EDTA μέχρι την αλλαγή του χρώματος από ιώδες σε κυπαρισσί. Η σκληρότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

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

όπου : A είναι τα ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν

B είναι τα mg του CaCO₃ που περιέχονται σε 1ml διαλύματος EDTA

Παρεμποδιστικές ουσίες στη μέτρηση

Ιόντα αργιλίου, χαλκού, σιδήρου, μολύβδου, μαγγανίου και ψευδαργύρου μπορεί να επηρεάσουν το αποτέλεσμα δίνοντας θετικό σφάλμα στη μέτρηση ή καθιστώντας δυσδιάκριτο το τελικό σημείο στην τιτλοδότηση. 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.

5.7.2 Ολικά στερεά στους 105 °C [5]

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, (θολερότητα, γεύση) ενώ νερά με υψηλή συγκέντρωση στερεών είναι ακατάλληλα για βιομηχανική χρήση, κολύμβηση, κτλ. Τα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν

συνήθως μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών, με οργανική ή ανόργανη σύσταση, γι' αυτό και είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός τους για τον σχεδιασμό συστημάτων 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 εξατμιζόμενων 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 συγκρατήσει 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 θειικών 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 οξειδία 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 ξηρανθούν 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 περιεχόμενο 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:

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

Όπου:

A: αρχικό βάρος (gr)

B: βάρος μετά την ξήρανση (gr)



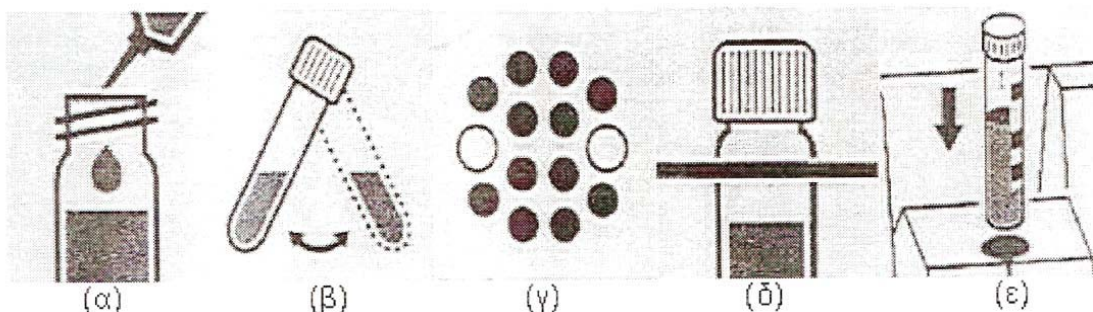
Εικόνα 20. Ποτήρια ζέσεως στον φούρνο ξήρανσης κατά τον προσδιορισμό ολικών στερεών.



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

5.7.3 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο-COD (Chemical Oxygen Demand) [9]

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 .

5.7.4 Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο - B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) [5]

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 ήμερες. 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. Θέεται 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 αραίωση. Η αραίωση του δείγματος μπορεί να επιτηδευθεί 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* ".

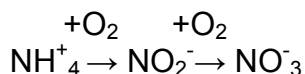


Εικόνα 24. Φιάλες B.O.D. τοποθετημένες στον θάλαμο επώασης.

5.7.5 NO₃-N [9]

Γενικά

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



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

Πειραματική διαδικασία

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

Μετά το πέρας των 10 λεπτών, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (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.

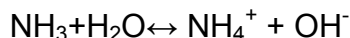
Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Επιπροσθέτως, τυχόν αιωρούμενα που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο δείγμα πρέπει να διαλύονται ή να απομακρύνονται με κατάλληλη μέθοδο. 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 (NO₃) σε 11,3 mg/l νιτρικό άζωτο (NO₃-N) διότι τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/l νιτρικού αζώτου από το φωτόμετρο.

5.7.6 NH₄⁺-N [9]

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 απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές. Το εύρος του test είναι 0,05-3,00mg/L NH₄⁺-

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

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.

5.7.7 PO₄-P [9]

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 οι φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας η διοχέτευση επεξεργασμένων ή ανεπεξεργαστων λυμάτων, κτηνοτροφικών αποβλήτων, εκπλύσεων γεωργικών εδαφών ή ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει την υπέρμετρη ανάπτυξη φωτοσυνθετικών, υδρόβιων φυκιών ή

μακρόφυτων που με τη σειρά του προκαλούν ευτροφισμό. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο των φωσφορικών στο επιφανειακό νερό σύμφωνα με τη νομοθεσία είναι 0,4-0,7 mg/l.

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 αντιδραστήριου P-1A σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολουθεί ανάδευση σε αναδευτήρα (Minishaker MS2, IKA WORKS). Κατόπιν προστίθεται 1 δόση του αντιδραστήριου P-2A με μικροκουταλάκι. Ακολουθεί έντονη ανάδευση έως ότου διαλυθεί το ίζημα. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 5 λεπτά.

Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (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 $Cl^- > 1000$ mg/l πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό. Το εύρος του test είναι 0,05-3,00mg/L PO_4-P . Για την διασφάλιση της ποσότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 0,80 mg/l PO_4-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-P).

5.7.8 SO_4^{2-} [9]

Γενικά

Η παρουσία θειικών 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 θειικών 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 θειικών ιόντων στο νερό έχει μεγάλη σημασία γιατί έχει βρεθεί ότι τα θειικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν καθαριστική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, γι' αυτό και το ανώτερο επιτρεπτό όριο θειικών 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 αναδευτεί. Στη συνέχεια φιλτράρεται όλο το περιεχόμενο του φιαλιδίου με απλό ηθμό σε άλλο φιαλίδιο. Προστίθεται 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO₄-4 και το αναδευτεί. Αφήνεται το φιαλίδιο στο υδατόλουτρο για άλλα 7 min στους 40 °C.

Μετά το πέρασμα 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.

5.7.9 Χλωρίοντα Cl⁻ [5]

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

5.8 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

5.8.1 Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου [5]

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

Απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα:

Κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων και ολικών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιήθηκε αντλία κενού, αποστειρωμένα τρυβλία με υπόστρωμα, αποστειρωμένα φίλτρα 47mm - 0,45 μm (Pall GN-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/anetz & 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 θερμαντική πλάκα με ανάδευση έως ότου αρχίσει ο βρασμός και γίνει διαυγές. Στην συνέχεια μοιράζετε στα τρυβλία. Αφού κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του.

Διήθηση 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 26. Αντλία κενού και αποστειρωμένα μαγνητικά φίλτρα Gelman.

Επώαση

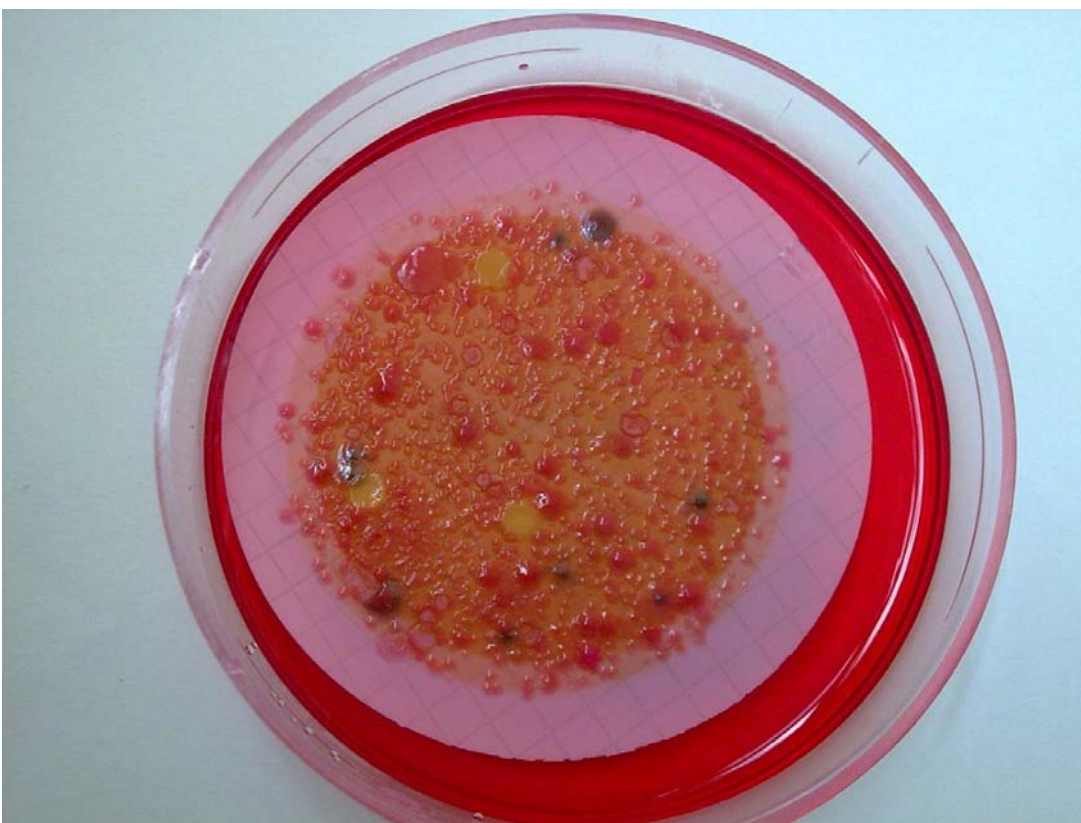
Τα τρυβλία των ολικών κολοβακτηριδίων (Total Coliforms) τοποθετούνται για 22 – 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37 °C. Τα τρυβλία των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (Faecal Coliforms) τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44 °C. Τέλος, τα τρυβλία των εντερόκοκκων τοποθετούνται για 48 ώρες σε θάλαμο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



Εικόνα 27. 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 28.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 κοπρανώδης στρεπτόκοκκοι.

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

B. Τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή (faecal coliforms) έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα κολοβακτηριοειδή αλλά μπορούν να πολλαπλασιαστούν στους $44,5 \pm 0,2$ °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.

5.9 Προσδιορισμός Καλίου, Νατρίου και Ασβεστίου (Φλογοφωτομετρική μέθοδος) [9]

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 Φώτο-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 διαφόρων 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 29. Φώτο-ανιχνευτής Sherwood flame Photometer 410 που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση συγκέντρωσης νατρίου, καλίου και ασβεστίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Συμπεράσματα

Παρατηρούμε ότι σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας η θερμοκρασία είχε παρόμοιες τιμές μεταξύ των δειγμάτων. Αυτό οφείλεται στο ότι τα δείγματα μας ήταν από τον υπόγειο υδροφορέα και έτσι η θερμοκρασία είναι η ίδια με απόκλιση 1-2 °C ανεξάρτητα από την εποχή (χειμώνας- καλοκαίρι).Ενώ από τα αποτελέσματα την περίοδο 26/05/2008-22/10/2008 σε γεώτρηση στην Χαλέπα [10] η θερμοκρασία είχε αρκετά πιο χαμηλή τιμή την χειμερινή περίοδο σε σύγκριση με την καλοκαιρινή περίοδο. Η θολερότητα στα δείγματα ήταν μέσα στα επιτρεπτά όρια, εκτός από τις ημερομηνίες στις οποίες υπήρξε τεχνικό πρόβλημα στις γεωτρήσεις και υπήρχε αρκετό ίζημα στα δείγματα. Στις γεωτρήσεις υπήρξαν καθιζήσεις των τοιχωμάτων τους, στις οποίες οφείλονται οι υψηλές τιμές της θολερότητας, των ολικών στερεών και των ολικών διαλυμένων στερεών, υπήρξε αρκετό ίζημα στα δείγματα νερού και χρειάστηκε να γίνουν αρκετές διηθήσεις. Το κάλιο σε όλα τα δείγματα ήταν κάτω από το επιθυμητό όριο (10 mg/l). Το ασβέστιο είχε και αυτό τις τιμές κάτω από το επιθυμητό όριο (100 mg/l). Στην μέτρηση του μικροβιολογικού φορτίου δεν υπήρξε κάτι ανησυχητικό στα αποτελέσματα, εκτός από το δείγμα στη Μονή Αγίας Λαύρας μετά την καθίζηση που υπέστη η γεώτρηση, οι μετρήσεις στο μικροβιολογικό φορτίο που έγιναν έδειξαν ότι υπήρχε κάποιο πρόβλημα, βέβαια στις επόμενες ημερομηνίες οι τιμές είχαν μια κάθοδο, το πρόβλημα που υπήρξε επομένως ήταν παροδικό. Αντίθετα στην γεώτρηση στην Χαλέπα υπήρξε μικροβιολογικό φορτίο που οφειλόταν πιθανός σε διείσδυση λυμάτων στον υδροφορέα.[10] Το pH βρισκόταν μέσα στα επιτρεπόμενα όρια και παρέμεινε στα ίδια επίπεδα για τα δείγματά. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είχε μεταβολές στις τιμές της αυτό μπορεί να οφείλεται στην υπερβολική χρήση της γεώτρησης σε ορισμένες ημερομηνίες αλλά πάντα βρισκόταν μέσα στα επιτρεπτά όρια για το νερό (400- 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Τα χλωριόντα είχαν μικρές μεταβολές που οφείλονταν στην μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Το νάτριο είχε και αυτό μεταβολές αλλά παρέμενε εντός των επιθυμητών ορίων (20-175 mg/l). Οι καμπύλες της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, των χλωριόντων και του νατρίου ακολουθούσαν την ίδια σχεδόν πορεία για όλα τα δείγματα. Οι τιμές τους βρισκόνταν μέσα στα επιθυμητά όρια και σε σύγκριση με τα αποτελέσματα την περίοδο 09/06/2004-05/10/2006 σε γεώτρηση στην Κάινα όπου αυξάνονταν λόγω υπεράντλησης, τα αποτελέσματα ήταν σχεδόν στα ίδια επίπεδα με μικρές μεταβολές.[11] Η σκληρότητα ήταν πάνω από το επιθυμητό όριο των 150 mg/l. Στο νιτρικό άζωτο οι τιμές ήταν αρκετά υψηλές, αυτό οφείλεται πιθανώς σε ρύπανση του υπόγειου υδροφορέα στον κάμπο των Χανίων. Στο αμμωνιακό άζωτο, εκτός από την ημερομηνία 23/07/2008 σε όλες τις περιοχές δειγματοληψίας που ήταν υψηλές τιμές, ήταν κάτω από το ανώτερο επιθυμητό όριο για το νερό. Στα θειικά ιόντα οι τιμές ήταν μέσα στα επιθυμητά όρια. Στα φωσφορικά επίσης οι τιμές ήταν κάτω από τα επιτρεπτά όρια. Οι τιμές των δεικτών οργανικής ρύπανσης BOD₅ (βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο), COD (χημικά απαιτούμενο οξυγόνο) ήταν σε φυσιολογικά επίπεδα.

Γενικά παρατηρούμε ότι οι τιμές των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών ήταν σε ικανοποιητικό επίπεδο και το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ήδη χρήση του, για άρδευση των καλλιεργειών.

Οι τιμές στη θολερότητα, τα ολικά στερεά και τα ολικά διαλυμένα στερεά δεν είχαν σταθερότητα τα αποτελέσματά τους, οι τιμές τους εξαρτώνται από τον καθαρισμό και την συντήρηση της γεώτρησης. Όσον αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα χλωριόντα

εάν η χρήση της γεώτρησης γίνεται σε φυσιολογικά επίπεδα και δεν αντλούν περισσότερο από αυτό που είναι αναγκαίο, δεν θα υπάρξει εισροή αλμυρού νερού στον υπόγειο υδροφόρα και οι τιμές θα παραμείνουν στα φυσιολογικά επίπεδα. Επίσης οι παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων του νιτρικού αζώτου σε όλες τις περιοχές και τις ημερομηνίες δειγματοληψίας είναι δείκτης ρύπανσης στον υπόγειο υδροφόρα του κάμπου από λιπάσματα ή λύματα και απόβλητα. Τέλος για το μικροβιολογικό φορτίο γνωρίζουμε ότι για να χαρακτηριστεί πόσιμο το νερό δεν θα πρέπει να υπάρχει καμία αποικία ολικών κολοβακτηριδίων, E.coli και εντερόκοκκων στα δείγματα, στα αποτελέσματα είχαμε σε κάποιες ημερομηνίες αριθμό αποικιών. Λόγο όλων των παραπάνω παραμέτρων δεν μπορούμε να το χαρακτηρίσουμε κατάλληλο για πόση.

Βιβλιογραφία

1. ΣΕΡΒΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ (2009), "ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ" ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΛΕΥΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ, ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.
2. ΣΟΥΠΙΟΣ ΠΑΝΤΕΛΗΣ (2006), "ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ" ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΘΕΩΡΙΑΣ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ.
3. http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/el/Water_quality
4. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ, αρ.Φύλλου 892, 11 Ιουλίου 2001).
5. ΖΑΝΑΚΗ Κ. (2001), "ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ" ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ, 508 ΣΕΛΙΔΕΣ.
6. ΙΕΡΑ ΜΟΝΗ ΧΡΥΣΟΠΗΓΗΣ (2006), "ΠΡΟΣΚΥΝΗΤΑΡΙΟ ΙΕΡΑΣ ΣΤΑΥΡΟΠΗΓΙΑΚΗΣ ΜΟΝΗΣ ΖΩΟΔΟΧΟΥ ΠΗΓΗΣ-ΧΡΥΣΟΠΗΓΗΣ".
7. <http://www.oasis-guesthouse.com/index-el.html>
8. ΜΑΡΕΝΤΑΚΗΣ Π. (2005), "Η ΑΓΙΑ ΜΟΝΗ ΤΟΥ ΣΑΡΑΚΗΝΟΥ-ΤΟ ΜΕΤΟΧΙ ΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΛΑΥΡΑΣ ΣΤΙΣ ΜΟΥΡΝΙΕΣ ΧΑΝΙΩΝ".
9. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ Γ. (2007), "ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ.
10. ΔΡΑΓΑΖΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ (2010), "ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΧΑΛΕΠΑΣ" ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΛΕΥΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ, ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.
11. ΤΡΟΥΣΣΑ-ΜΑΡΤΗ ΣΟΦΙΑ (2009), "ΥΦΑΛΜΥΡΩΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΕΩΝ ΝΟΜΟΥ ΧΑΝΙΩΝ" ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ, ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Δρ. ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ.