



**«Χωροχρονική διερεύνηση των μεταβολών των ποιοτικών
παραμέτρων των επιφανειακών νερών της υδρολογικής
λεκάνης του ποταμού Κερίτη»**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***Βλάχου Αγορία
Κατσιμεντέ Ελένη***

ΧΑΝΙΑ 2008



**«Χωροχρονική διερεύνηση των μεταβολών των ποιοτικών
παραμέτρων των επιφανειακών νερών της υδρολογικής
λεκάνης του ποταμού Κερίτη»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***Βλάχου Αγορία
Κατσιμεντέ Ελένη***

Επιβλέπων :

**Δρ Γ Σταυρουλάκης
Καθηγητής**

Επιτροπή Αξιολόγησης :

**Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης**

**Καπουρνιώτου Σοφία (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης**

Ημερομηνία παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 26

Ευρετήριο	Σελ.
Πρόλογος.....	6
Κεφάλαιο 1	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.2 ΠΟΛΥΤΙΜΟ ΝΕΡΟ.....	7
1.2.1 Τι είναι το νερό - Κατανομή του πάνω στον πλανήτη.....	7
1.2.2 Κατηγορίες υδατικών πόρων.....	8
1.2.3 Σημασία του νερού.....	8
1.2.4 Σημασία του νερού στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού...	8
1.2.5 Ο πλανήτης μας διψάει	8
Κεφάλαιο 2	
ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	10
Κεφάλαιο 3 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	
3.1	
Γενικά.....	12
3.1.1 Θολότητα.....	12
3.1.2 Οσμή.....	13
3.1.3 Χρώμα.....	14
3.2 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	14
3.2.1 Ph.....	14
3.2.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα	15
3.2.3 Ολικά στερεά.....	15
3.2.4 Σκληρότητα.....	16
3.3 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	16
3.3.1 Αμμωνιακά ιόντα.....	16
3.3.2 Νιτρικά ιόντα.....	17
3.3.3 Φώσφορος.....	17
3.3.4 Διαλυμένο οξυγόνο	18
3.3.4.1 Γενικά.....	18
3.3.4.2 Επιλογή μεθόδου.....	19
3.3.5 Χλωριόντα.....	19
3.3.6 Θειϊκά ιόντα.....	20
3.4 ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	20
3.4.1 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο - B.O.D.....	20
3.4.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	21
3.4.3 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά	21
3.4.3.1 Ολικά κολοβακτηρίδια.....	22
3.4.3.2 E.coli.....	22
3.4.3.3 Εντερόκοκκοι.....	22
3.4.4 Θερμοκρασία.....	23
Κεφάλαιο 4	
4.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	25
4.1.1 Διαδικασία δειγματοληψίας.....	25

4.1.2 Ποσότητα δείγματος.....	25
4.1.3 Συντήρηση στο εργαστήριο.....	26
4.2 Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης	26
4.2.1 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.....	26
4.2.1.1 Θολρότητα.....	26
4.2.1.1.1 Νεφελομετρική μέθοδος.....	26
4.2.1.1.2 pH.....	27
4.2.1.2.1 Δειγματοληψία και συντήρηση δείγματος.....	27
4.2.1.2.2 Παρεμποδιστικές ουσίες και περιορισμοί μεθόδου.....	27
4.2.1.2.3 Τι πρέπει να γνωρίζουμε για το pH –μετρο.....	28
4.2.1.2.4 Αντιδραστήρια.....	29
4.2.1.2.5 Διαδικασία μέτρησης.....	29
4.2.1.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα	30
4.2.1.3.1 Γενικές πληροφορίες.....	30
4.2.1.3.2 Διαδικασία.....	30
4.2.1.4 Ολικά στερεά στους 105 ^o C.....	31
4.2.1.4.1 Περιγραφή διαδικασίας.....	31
4.2.1.5 Σκληρότητα (προσδιορισμός με τη μέθοδο EDTA)	31
4.2.1.5.1 Αρχή μεθόδου.....	31
4.2.1.5.2 Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	32
4.2.1.5.3 Αντιδραστήρια.....	32
4.2.1.5.4 Διάλυμα EDTA 0,01 M.....	32
4.2.1.5.5 Περιγραφή διαδικασίας.....	32
4.2.1.5.6 Υπολογισμός.....	33
4.2.1.6 αμμωνιακό άζωτο (NH ₄ ⁺ - N)	33
4.2.1.6.1 Πειραματική διαδικασία.....	33
4.2.1.7 Νιτρικό άζωτο (NO ₃ ⁻ -N)	34
4.2.1.8 Φωσφορικά ιόντα (PO ₄ ⁻³ -P)	35
4.2.1.8.1 Πειραματική διαδικασία.....	35
4.2.1.9 Διαλυμένο οξυγόνο	36
4.2.1.10 Χλωριόντα (Cl ⁻).....	36
4.2.1.10.1 Μέθοδος νιτρικού αργύρου.....	36
4.2.1.10.2 Γενικές πληροφορίες.....	36
4.2.1.10.3 Παρεμποδιστικές ουσίες.....	37
4.2.1.10.4 Εργαστηριακός εξοπλισμός.....	37
4.2.1.10.5 Αντιδραστήρια.....	38
4.2.1.10.6 Βασική αρχή μεθόδου ανάλυσης.....	38
4.2.1.10.7 Υπολογισμοί.....	39
4.2.1.11 Θειικά SO ₄	39
4.2.1.11.1 Πειραματική διαδικασία.....	39
4.2.1.12 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο - B.O.D.....	40
4.2.1.12.1 Αρχή της μεθόδου.....	40
4.2.1.12.2 Προετοιμασία δείγματος.....	40
4.2.1.13 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	41
4.2.1.14 Προσδιορισμός μικροβιακού φορτίου	42
4.2.1.14.1 Περιγραφή διαδικασίας ανάλυσης – μέτρησης.....	43
4.2.1.15 Θερμοκρασία.....	43
4.2.1.16 Προσδιορισμός καλίου (Φωτομετρική μέθοδος)	44
4.2.1.16.1 Αρχή της μεθόδου.....	44
4.2.1.16.2 Όργανα και σκευή.....	44
4.2.1.16.3 Αντιδραστήρια.....	44
4.2.1.16.4 Πειραματική διαδικασία.....	45

4.2.1.17 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (Φωτομετρική μέθοδος)	45
4.2.1.18 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (Φωτομετρική μέθοδος)	45
Κεφάλαιο 5	
5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	46
5.1 Εισαγωγή.....	46
5.1.1 Προσδιορισμός περιοχής μελέτης.....	47
5.1.2 Ιστορικά.....	48
5.2.2 Οικολογία.....	50
5.2.2.1 Ορνιθοπανίδα.....	50
5.2.2.2 Λοιπή Πανίδα	51
5.2.2.3 Χλωρίδα.....	51
5.2 Εξέλιξη της περιοχής	51
5.3 Γεωλογία της περιοχής.....	52
5.3.1 Υδρολογικές – Υδρογεωλογικές Συνθήκες.....	57
5.3.2 Κλιματολογικά στοιχεία.....	60
5.3.3 Υδρολογικά μετεωρολογικά δεδομένα.....	61
5.3.3.1 Θερμοκρασία.....	61
5.3.3.2 Υγρασία.....	62
5.3.3.3 Βροχόπτωση.....	62
5.3.3.4 Άνεμοι	63
5.3.3.5 Νέφωση-ηλιοφάνεια-ομίχλη.....	63
5.5 Υδατικό δυναμικό.....	63
Κεφάλαιο 6	
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ.....	65
Κεφάλαιο 7	
7. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	70
7.1 Υδατικό Δυναμικό Νομού Χανίων.....	70
7.2 Περιγραφή Περιοχής Μελέτης.....	71
7.3 Γεωλογική περιγραφή της ευρύτερης περιοχής των Χανίων	72
7.4 Γεωλογία Λεκάνης Απορροής Κερίτη.....	73
7.5 Λίμνη Αγιά.....	74
Κεφάλαιο 8	
8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	77
8.1 Αγιά σύνολο.....	77
8.2 Αγιά Υπερχείλιση.....	81
8.3 Αγιά Εισροή Πλατάνου.....	85
8.4 Αγιά Εισροή Γέφυρα.....	90
8.5 Πατελάρι.....	94
8.6 Ποταμός Πλατανιάς.....	98
8.7 Ποταμός Φουρνές.....	102
8.8 Αλικιανός ποταμός.	106
8.9 Ποταμός Σκινές.....	110
8.10 Ποταμός Μαυρωπηλιώτης.....	113
8.11 Πηγή Μεσκλά.....	116

8.12 Πηγή Κολύμπα.....	120
8.13 Πηγή Καλαμιώνας.....	124
8.14 Πηγή Πλάτανος.....	127
8.15 Πηγή Κουφός.....	131
8.16 Συγκριτικές γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης χλωριόντων και Na (mg/l) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη.....	134
8.17 Συγκριτικές γραφικές παραστάσεις της συγκέντρωσης της σκληρότητας με τη συγκέντρωση Ca mg/l και τη συγκέντρωση SO ₄ mg/l σε κάθε ποταμό και πηγή της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη.....	137
8.18 Χωρική μεταβολή των παραμέτρων ποιότητας νερού σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη στις 9-5-2007.....	140
8.19 Χωρική μεταβολή των παραμέτρων ποιότητας νερού σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος στις υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη στις 16-12-2007.....	146
8.20 Ετήσια μεταβολή των παραμέτρων ποιότητας νερού σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη κατά την περίοδο από 8/1/2007 ως 16/12/2007. MAX-MIN-M.O....	151
Κεφάλαιο 9	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	155
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	158

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας δε θα ήταν δυνατή χωρίς την συμβολή και συμπαράσταση του επιβλέπον καθηγητή κ. Σταυρουλάκη Γεώργιο. Θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε για την καθοδήγηση αλλά και την εμπιστοσύνη που μας έδειξε έτσι ώστε να υλοποιηθεί η παρούσα πτυχιακή εργασία. Την εργασία αυτή την αφιερώνουμε στους γονείς μας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την εκτίμηση της ποιότητας των επιφανειακών νερών της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Κερίτη του νομού Χανίων, μέσω της μέτρησης χημικών, φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη περιοχή λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος που παρουσιάζει όσον αφορά την πλούσια υδροφορία της. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες κατά την περίοδο 4/5/2004 ως και της 7/3/2008. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας και Ελέγχου Ποιότητας Νερού του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος του Παραρτήματος Χανίων του Τεχνολογικού εκπαιδευτικού ιδρύματος Κρήτης.

Στο πρώτο κεφάλαιο ορίζεται η έννοια της ποιότητας του νερού και γίνεται μια πολυ συνοπτική ανασκόπηση σε ότι αφορά την εξέλιξη της ποιότητας αυτής κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο για τα νερά ανθρώπινης κατανάλωσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται όλες οι παράμετροι ποιότητας που εξετάστηκαν στα συλλεγόμενα δείγματα νερού, καθώς και η σημασία και ρόλος της κάθε μιας σε μια υδάτινη μάζα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία δειγματοληψίας και γίνεται μια αναλυτική περιγραφή των μεθοδολογιών που ακολουθήθηκαν στο εργαστήριο για τον προσδιορισμό των παραμέτρων.

Στο πέμπτο, το έκτο και το έβδομο κεφάλαιο γίνεται μια συνοπτική περιγραφή της περιοχής που μελετήθηκε μέσω της παράθεσης γεωλογικών, μορφολογικών και άλλων χαρακτηριστικών των περιοχών της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη.

Στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη σε μορφή διαγραμμάτων, ενώ ταυτόχρονα επισημαίνονται οι γενικές τάσεις που χαρακτηρίζουν την ποιότητα του νερού σε κάθε σημείο δειγματοληψίας.

Στο ένατο κεφάλαιο επιχειρείται ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων με βάση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν.

Summary

This study is attempting to estimate the quality of Keritis river basin surface waters, which is at Chania prefecture, with the use of chemical, physical and microbiological parameters. During the period 04/05/2004 to 07/03/2008 four samplings were made. The study area was chosen because of its rich aquifer.

Pollution incidents took place during summer while the temperatures were high, the evaporation – transpiration levels were maximum and the river water level is descending. At the same time the water consumption and the population levels are increasing, due to the high touristic season.

Preparative to the pollution control of the Keritis basin, irrigation and fertilization techniques must be controlled, while informing farmers about the recommended ones is necessary.

In order to avoid the constant press on the Keritis basin aquatic system, measures like an integrated sewage disposal system and informing the residents must be taken.

Taking into account the previously mentioned, an integrated management plan is necessary for the pollution control of Keritis basin.

Κεφάλαιο 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό αποτελεί το βασικό στοιχείο που διατηρεί τη ζωή πάνω στη γη. Το νερό είναι αυτό που εξασφαλίζει την ζωή σε ανθρώπους, ζώα και φυτά. Η σωστή διαχείριση του νερού, έχει μείζον σημασία στην εποχή μας. Το νερό στον πλανήτη μας μπορεί να καλύπτει τα 2/3 της επιφάνειας της γης, αλλά από αυτό μόνο το 2,5% είναι πόσιμο και το 0,08% του πόσιμου είναι κατάλληλο για κατανάλωση. Έτσι η επεξεργασία του πόσιμου νερού είναι σημαντική για τις αυξημένες χρήσεις που έχει επιβάλει η σημερινή άνοδος του βιοτικού επιπέδου.

Με την αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών και τις παρατεταμένες περιόδους υγρασίας, ιδιαίτερα στις Μεσογειακές χώρες, παρατηρείται συνεχώς μια ελάττωση των αποθεμάτων νερού που προορίζεται για πόσιμο.

Μια ελάττωση 15% που αναμένεται στις βροχοπτώσεις κατά τους καλοκαιρινούς μήνες θα έχει άμεσες συνέπειες στα αποθέματα τόσο των επιφανειακών, όσο και των υπόγειων νερών. Το πόσιμο νερό θα κοστίζει όλο και πιο ακριβά λόγω της αυξανόμενης βελτίωσης της ποιότητας του πόσιμου νερού που απαιτείται συνεχώς, της κατασκευής νέων αποθηκευτικών χώρων και της αναζήτησης νέων πηγών.

Το νερό είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες αποσάθρωσης πετρωμάτων και σχηματισμού ιζημάτων.

Ιδιότητες νερού: Βράζει στους 100 °C και πήζει στους 0 °C, εφόσον είναι χημικώς καθαρό. Στη φύση βρίσκεται σε τρεις μορφές, υγρή, στερεά και αέρια. Η πυκνότητα του νερού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και η μεγαλύτερη πυκνότητα είναι στη θερμοκρασία των 3,94 °C. Αυτό έχει μεγάλη σημασία διότι έχει σαν αποτέλεσμα να επιπλέουν οι πάγοι πάνω στο νερό και έτσι μπορούν και λιώνουν.

Επίσης οι χημικές ιδιότητες και ιδιαίτερα οι διαλυτικές είναι πολύ σημαντικές για το οικοσύστημα. Το νερό έχει την ικανότητα να διαλύει μεγάλη ποικιλία ουσιών. Πολλά χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις διαλύονται στο νερό και ορισμένες από αυτές μεταφέρονται με την επίγεια και υπόγεια κίνηση του νερού σε διάφορα σημεία της επιφάνειας της γης. Με παρόμοιο τρόπο οι θρεπτικές ουσίες διαλυμένες μέσα στο νερό προσροφούνται από τις ρίζες και διαχέονται σε ολόκληρο τον ιστό του φυτού. Δυστυχώς όμως με τη διάλυση αυτή μεταφέρονται και βλαβερές ουσίες.

Η σημασία του νερού είναι τεράστια. Το νερό είναι το βασικό στοιχείο ανάπτυξης και διατήρησης της ζωής στον πλανήτη μας αλλά και το βασικό υλικό για τη σύγχρονη βιομηχανική ανάπτυξη. Με τους φυσικούς του χαρακτήρες ως διαλυτικό, έχει οδηγήσει στη σύγχρονη ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας και της μεταλλουργίας, ενώ οι φυσικές και χημικές του ιδιότητες αποτελούν την βάση των βιολογικών κύκλων και οι θερμικές του ιδιότητες ελέγχουν τις κλιματολογικές συνθήκες και στηρίζουν το μέγιστο των δραστηριοτήτων του ανθρώπου.

1.2 ΠΟΛΥΤΙΜΟ ΝΕΡΟ

1.2.1 Τι είναι το νερό - Κατανομή του πάνω στον πλανήτη

Νερό είναι το φυσικό στοιχείο το οποίο προκύπτει από την χημική ένωση των μορίων υδρογόνου και οξυγόνου.

- Τα 7/10 της γήινης επιφάνειας καλύπτονται από νερό.
- Το 53% των χερσαίων εκτάσεων του πλανήτη είναι αρδευόμενες περιοχές ενώ το υπόλοιπο 47% των χερσαίων εκτάσεων είναι άνυδρο.

Η χώρα μας ανήκει στις ημιάνυδρες περιοχές της νότιας Ευρώπης, που δέχονται έντονη πίεση από το ερημικό κλίμα της Βόρειας Αφρικής.

1.2.2 Κατηγορίες υδατικών πόρων

Από τους υδατικούς πόρους οι επιφανειακή είναι απολύτως διακριτοί, μιας και συγκεντρώνονται στις λεκάνες απορροής. Τα όριά τους είναι τοπογραφικά και μπορούν να χαραχτούν με τη βοήθεια τοπογραφικών χαρτών. Το νερό ρέει προς την κατεύθυνση που κλίνει τοπογραφικά η μορφολογία. Τα επιφανειακά νερά δεν μπορούν να διασχίσουν τους τοπογραφικούς υδροκρίτες (εκτός περιπτώσεων μεγάλων πλημμυρών) και οι θέσεις των υδροκριτών αυτών είναι σταθερές.

Από την άλλη μεριά, οι υπόγειοι υδατικού πόροι(υδροφόροι) δεν είναι ευδιάκριτοι και συχνά ούτε διακριτοί ανάμεσα τους. Τα όρια των υδροφόρων είναι φυσικά και όχι τοπογραφικά. Σε δοσμένο σημείο μπορεί να υπόκεινται της επιφάνειας του εδάφους περισσότεροι υδροφόροι. Καθένας υδροφόρος μπορεί να έχει διαφορετικά χημικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά, να έχει διαφορετική πηγή ή περιοχή εμπλουτισμού και διαφορετική περιοχή εκφόρτισης. Επιπλέον, οι υπόγειοι υδροκρίτες δεν συμπίπτουν κατά κανόνα με τους επιφανειακούς υδροκρίτες.

Κάτω από φυσικές συνθήκες, ένα υδροφόρο σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση δυναμικής ισορροπίας. Ένας μεταβλητός όγκος νερού εμπλουτίζει τον υδροφόρο και ένας ομοίως μεταβλητός όγκος νερού εκφορτίζεται από το υδροφόρο σύστημα. Ο ρυθμός εμπλουτισμού καθορίζεται από το ποσοστό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που δεν χάνονται με την εξαμισοδιαπνοή, και την απορροή (ελεύθεροι υδροφόροι), την κατακόρυφη υδροπερατότητα και τις λιθοφάσεις της ακόρεστης ζώνης και τέλος από τη μεταβατικότητα και την πιεζομετρία στο υδροφόρο σύστημα.

1.2.3 Σημασία του νερού

Το νερό μαζί με το έδαφος και τον αέρα αποτελούν τις τρεις πλέον σημαντικές πηγές απ' όπου αντλούνται αγαθά για τη διατήρηση και βελτίωση της ζωής αλλά και του περιβάλλοντος γενικότερα. Οι υδατικοί πόροι παίζουν σημαντικό ρόλο για την ισορροπία στη φύση αλλά και την οικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής. Οποιαδήποτε αλλαγή στο φυσικό υδατικό ισοζύγιο επιδρά στο περιβάλλον και στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Το νερό είναι ένα στοιχείο απολύτως απαραίτητο για κάθε μορφή ζωής και το συνειδητοποιεί κανείς αυτό αν σκεφτεί πρώτο απ' όλα το ανθρώπινο σώμα, το 70% του οποίου αποτελείται από νερό.

1.2.4 Σημασία του νερού στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού

Η ιστορία του νερού συμβαδίζει με την ιστορία του ανθρώπου. Ο πρωτόγονος άνθρωπος φρόντιζε να κατοικεί και να ζει κοντά στις πηγές, τους ποταμούς και τις λίμνες. Οι πρώτες του μετακινήσεις συνδέονταν άμεσα με την αναζήτηση του νερού.

Όλοι οι μεγάλοι αρχαίοι πολιτισμοί άνθισαν γενικώς κατά μήκος των μεγάλων ποταμών, όπως ο Αιγυπτιακός πολιτισμός στην κοιλάδα του Νείλου, Ο Ασσυριακός στη Μεσοποταμία κλπ.

1.2.5 Ο πλανήτης μας διψάει

Πόσο νερό έχει ο πλανήτης; Αν λειάναμε το φλοιό, ρίχνοντας στον ωκεάνιο πυθμένα τα ηπειρωτικά εδάφη, όλη η επιφάνεια της γης θα καλυπτόταν με θαλάσσιο νερό ύψους 2700μ.

Πως μπορεί λοιπόν σε έναν τέτοιο υγρό πλανήτη να γίνεται λόγος για έλλειψη νερού; Το νερό προκαλεί ένα από τα μεγαλύτερα παράδοξα της εποχής μας: τα ποτάμι, οι λίμνες, οι πηγές, τα γιγαντιαία φράγματα δημιουργούν την εντύπωση της αφθονίας ενώ ταυτόχρονα ποτέ δεν ήταν πιο απειλητικός ο λόγος περί λειψυδρίας.

Μια κρίση σε σχέση με την ποιότητα και την ποσότητα του νερού, είναι πιθανή στο άμεσο μέλλον. Θα μπορούσε να επηρεάσει κάθε παράμετρο της ζωής μας, από τα οικοσυστήματα και το φυσικό περιβάλλον, μέχρι την υγεία, τα δικαιώματα των ανθρώπων και την πολιτιστική κληρονομιά. Μια τέτοια κρίση θα μπορούσε να διαμορφώσει με τρόπο καθοριστικό τις τομεακές πολιτικές και τους πολιτικούς συσχετισμούς μέσα σε μια χώρα, αλλά και μεταξύ χωρών και να προκαλέσει συγκρούσεις σε διάφορα επίπεδα. Στην περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης και στη Μεσόγειο, τόσο οι επιφανειακοί όσο και οι υπόγειοι υδατικοί πόροι είναι περιορισμένοι, είναι ζωτικής σημασίας και υπόκεινται σε διάφορες φυσικές και ανθρωπογενείς πιέσεις. Δεδομένου ότι τους πόρους αυτούς μοιράζονται συχνά πολλοί χρήστες, υπάρχει κίνδυνος τα κοινά ύδατα να αποτελέσουν είτε αφορμή προστριβών, είτε ευκαιρία συνεργασίας μεταξύ τους.

Ο πλανήτη μας διψάει όλο και περισσότερο και η αντιμετώπιση του προβλήματος της δίψας θα είναι γιγαντιαίο εγχείρημα, Καθώς εμπειρογνώμονες προειδοποιούν ότι ολόκληρες περιφέρειες κινδυνεύουν να στερέψουν με καταστροφικές συνέπειες για τους πληθυσμούς τους.

Στα χρόνια που έρχονται η έλλειψη νερού και η αύξηση της θερμοκρασίας στον πλανήτη θα προκαλέσουν ανυπολόγιστη, ίσως μη αναστρέψιμη οικολογική καταστροφή και κοινωνική αναταραχή με τεράστιες συνέπειες στην διεθνή οικονομία και πολιτική.

Τα στοιχεία που δίνουν στην δημοσιότητα οι διεθνείς οργανισμοί είναι εφιαλτικά: **Το νερό είναι ήδη δυσεύρετο αγαθό** αν και καλύπτει το 70% της επιφάνειας της Γης. Από τους υδάτινους πόρους μόνο το 2,5% είναι γλυκό νερό και από αυτό μόνο το 1% είναι διαθέσιμο στον άνθρωπο.

Κεφάλαιο 2

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, κατανοώντας τη σημασία της προστασίας και διατήρησης του υδάτινου περιβάλλοντος στην Κοινότητα, προχώρησε με την εκπόνηση μιας νέας Οδηγίας Πλαισίου που θα θεσπίζει τις βασικές αρχές μιας βιώσιμης πολιτικής των υδάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η νέα Οδηγία Πλαίσιο, μετά από μια μακρόχρονη περίοδο συζητήσεων και διαπραγματεύσεων μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τέθηκε σε ισχύ στις 22 Δεκεμβρίου 2000.⁶

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων ή αλλιώς Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά αναμορφώνει την υφιστάμενη Ευρωπαϊκή Νομοθεσία και θέτει το νομοθετικό πλαίσιο για την ορθή διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων. Ο βασικός στόχος της Οδηγίας είναι η αποτροπή της περαιτέρω υποβάθμισης όλων των υδάτων και η επίτευξη μιας «καλής κατάστασης» μέχρι το 2015.

Η νέα Οδηγία-Πλαίσιο, μεταξύ άλλων:

- Εξισορροπεί τα συμφέροντα του περιβάλλοντος με τα συμφέροντα αυτών που εξαρτώνται από αυτό.
- Εξασφαλίζει ενεργό συμμετοχή όλων των φορέων, συμπεριλαμβανομένων των μη κυβερνητικών οργανισμών και των τοπικών αρχών, στις δραστηριότητες της διαχείρισης των υδάτων.
- Θέτει φιλόδοξους στόχους για να εξασφαλιστεί ότι όλα τα ύδατα θα ανταποκρίνονται στην «καλή κατάσταση» μέχρι το 2015.
- Εξασφαλίζει μείωση και έλεγχο της ρύπανσης από όλες τις πηγές, όπως η γεωργία, η βιομηχανική δραστηριότητα, οι αστικές περιοχές, κτλ.
- Δημιουργεί σύστημα διαχείρισης σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού.
- Προστατεύει όλα τα ύδατα - ποταμούς, λίμνες, παράκτια και υπόγεια.
- Απαιτεί διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ χωρών και όλων των εμπλεκόμενων μερών, (στην περίπτωση των διεθνών περιοχών λεκάνης απορροής ποταμού).
- Απαιτεί πολιτικές τιμολόγησης του νερού και εξασφαλίζει ότι ο ρυπαίνων πληρώνει

Η Οδηγία καθιερώνει ως μοντέλο διαχείρισης των υδατικών πόρων, την ολοκληρωμένη διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού καθορίζει, μια σειρά από απαραίτητες ενέργειες που θα πρέπει να υλοποιηθούν εντός των καθορισμένων προθεσμιών, ώστε ο βασικός στόχος της Οδηγίας που είναι η αποτροπή της περαιτέρω υποβάθμισης όλων των υδάτων και η επίτευξη μιας «καλής κατάστασης» να επιτευχθεί μέχρι το 2015. Ωστόσο για συγκεκριμένα υδατικά συστήματα, εφόσον πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις, η διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων. Ο βασικός στόχος της Οδηγίας είναι η αποτροπή της περαιτέρω υποβάθμισης όλων των υδάτων και η επίτευξη μιας «καλής κατάστασης» μέχρι το 2015.

Ωστόσο για συγκεκριμένα υδατικά συστήματα, εφόσον πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις, η Οδηγία προβλέπει παράταση της προθεσμίας αυτής ή και επιδίωξη περιβαλλοντικών στόχων λιγότερο αυστηρών από αυτούς που απαιτούνται κανονικά. Όσον αφορά τα επιφανειακά νερά «καλή κατάσταση» θεωρείται η «καλή οικολογική» και η «καλή χημική κατάσταση» ενώ, όσον αφορά τα υπόγεια νερά, «καλή κατάσταση» θεωρείται η «καλή ποσοτική» και η «καλή χημική κατάσταση».⁶

Σκοπός της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών, επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων

υδάτων. Το πλαίσιο αυτό θα πρέπει να μπορεί να αποτρέπει την περαιτέρω επιδείνωση, να προστατεύει και να βελτιώνει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων, να προωθεί τη βιώσιμη χρήση του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδάτινων πόρων, να αποσκοπεί στην ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος με μέτρα μείωσης απορρίψεων επικίνδυνων ουσιών, να διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων, να αποτρέπει την επιπλέον μόλυνσή τους και να συμβάλλει στον μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες.¹

Πίνακας 2.1 : Πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών νερών για υδροληψία πόσιμου νερού σύμφωνα με την υπουργική απόφαση με αριθμό 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438/τ.β/3. 7 .86)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
pH	<9,5	6,5 < pH < 8,5
Θερμοκρασία	25 ⁰ C	12 ⁰ C
Αγωγιμότητα	2500 μs/ cm	400 μs/ cm
Θολερότητα	Αποδεκτή από τους καταναλωτές	
Νιτρικά ιόντα	50 mg/L	25 mg/L
Αμμωνιακά	0,5 mg/L	0,05 mg/L
Χλώριο	200 mg/L	25 mg/L
Θειικά ιόντα	250 mg/L	25 mg/L
Φωσφορικά	5000 μg/L	400 μg/L
Ολική σκληρότητα	Ελάχιστη συγκέντρωση 30 mg/L Ca ή 150 mg/L CaCO ₃	

Πίνακας 2.2 : Πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών νερών για υδροληψία πόσιμου νερού σύμφωνα με την υπουργική απόφαση με αριθμό 46399/1352/86 (ΦΕΚ 438/τ.β/3.7.86)

Παράμετρος	Όγκος δείγματος (ml)	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση με μέθοδο διηθητικών μεμβρανών
Ολικά κολοβακτήρια	100	-	0
E-Coli	100	-	0
Εντερόκοκκοι	100	-	0

Κεφάλαιο 3

3. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

3.1 Γενικά

Στα πλαίσια της εργασίας, μέσω της μέτρησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού που παρουσιάζονται σε αυτό το κεφάλαιο, έγινε μία εκτίμηση για την υφιστάμενη ποιοτική κατάσταση των υδάτων. Για το σκοπό αυτό τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες τιμές που ορίζονται ως επιτρεπτές από την ισχύουσα νομοθεσία για την ποιότητα των υδάτων. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν τόσο με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001, η οποία αποτελεί εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 98/83/ΕΚ για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης, όσο και με την Υπουργική Απόφαση 46399/1352/86, η οποία αφορά την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων και αποτελεί εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με τις οδηγίες του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/4401ΕΟΚ, 76/1601ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ.

Η κύρια χρήση του νερού στις περιοχές που μελετήθηκαν είναι η άρδευση. Συνεπώς η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις τιμές των αντίστοιχων επιτρεπτών ορίων που έχουν τεθεί για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης δεν έχει κάποια πρακτική σημασία. Τα πρότυπα που καθορίζονται για την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ως σημείο αναφοράς, προκειμένου να αξιολογηθεί η ποιότητα του νερού της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη σε σχέση με τα πρότυπα αυτά. Επιπλέον γίνεται σύγκριση με την οδηγία 75/4401ΕΟΚ, η οποία εναρμονίζεται στην ελληνική νομοθεσία μέσω της Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86 και αφορά τα επιφανειακά νερά που προορίζονται για ύδρευση. Η σύγκριση αυτή θα ήταν δυνατόν να φανεί χρήσιμη στην κατηγοριοποίηση των υδάτων της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη σε μία από τις τρεις κατηγορίες που ορίζει η οδηγία. Οι κατηγορίες αυτές ορίζονται ως Α1, Α2 και Α3 και διαφοροποιούνται, όπως αναφέρεται ανάλογα με την επεξεργασία η οποία πρέπει να προηγηθεί στο νερό προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς ύδρευσης. Τέλος γίνεται σύγκριση με τα πρότυπα για τα νερά κολύμβησης που ορίζονται στην οδηγία 76/1601ΕΟΚ, η οποία εναρμονίζεται και αυτή στην ελληνική νομοθεσία μέσω της Υπουργικής Απόφασης 46399/1352/86. Ο σκοπός της σύγκρισης αυτής είναι να αξιολογηθεί η ποιότητα του νερού της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη σε σχέση με τα επιθυμητά όρια που ορίζονται από τη νομοθεσία για τα νερά κολύμβησης.

3.1.1 Θολότητα

Η θολότητα αποτελεί μία έκφραση της οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και να απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό και να μη μεταδίδει το φως σε ευθεία γραμμή. Συσχέτιση της θολότητας με το περιεχόμενο του δείγματος σε βάρος αιωρούμενων στερεών είναι δύσκολη, διότι το διαφορετικό μέγεθος, σχήμα και σύσταση των στερεών επηρεάζουν το βαθμό σκέδασης του φωτός.

Η θολότητα είναι μία σημαντική παράμετρος αισθητικής αποδοχής από τους καταναλωτές, αλλά και λειτουργικής καταλληλότητας στο βαθμό που επηρεάζεται αρνητικά η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Οι καταναλωτές πρέπει να αποφεύγουν την κατανάλωση νερού που είναι ορατά θολό. Η θολότητα αυτή καθ' αυτή δεν έχει κάποιο άμεσο αποτέλεσμα στην υγεία. Συνήθως οφείλεται στην

παρουσία αργίλου, κολλοειδούς ύλης σε αιώρηση και μικροοργανισμούς (κυρίως φύκη). Ωστόσο ορισμένα ορυκτά υλικά (όπως βαρέα μέταλλα) ή οργανικές ενώσεις (φυτοφάρμακα κλπ.) ή βακτήρια έχουν την τάση να προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια.

Τα αιωρούμενα στερεά προκαλούν αύξηση της θολότητας και βοηθούν την ανάπτυξη βακτηρίων.

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα συσχέτισης θολότητας και χαμηλής ποιότητας νερού. Η υψηλή θολότητα μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης.

Η θολότητα του νερού είναι μία καθοριστική παράμετρος που περιορίζει τις χρήσεις του. Αντίθετα η διαύγεια είναι απαραίτητη τόσο για το πόσιμο νερό όσο για τις περισσότερες βιομηχανικές χρήσεις Π.χ. στη βιομηχανία ποτών, αναψυκτικών, τροφίμων, κ.ά. Για τους λόγους αυτούς η θολότητα είναι μία βασική παράμετρος ελέγχου της ποιότητας και του βαθμού ρύπανσης των νερών.

3.1.2 Οσμή

Η οσμή όπως και το χρώμα είναι ένα οργανοληπτικό χαρακτηριστικό και γι' αυτό υποκειμενικό, που μπορεί ωστόσο να αποτελέσει κριτήριο για την ταξινόμηση των νερών σε κατηγορίες χρήσεων (πόση, αναψυχή, διαβίωση ψαριών κ.λπ.). Η οσμή των νερών στη λίμνη μπορεί να οφείλεται σε φυσικά ή ανθρωπογενή αίτια. Σε μία ευτροφική λίμνη, όταν επικρατούν αναερόβιες συνθήκες, τα προϊόντα της διάσπασης της οργανικής ύλης είναι το υδρόθειο, η αμμωνία, το μεθάνιο, αέρια δύσοσμα, τοξικά και εκρηκτικά.

Επίσης η χημική κατεργασία λυμάτων και αποβλήτων με χλώριο δίνει στο νερό χαρακτηριστική οσμή χλωρίου ή χλωροφαινόλης. Βέβαια η ένταση των οσμών δεν εξαρτάται πάντα από τη συγκέντρωση των ουσιών που την προκαλούν. Αν και το όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της οσμής είναι η ανθρώπινη μύτη, υπάρχουν συγκεκριμένες τεχνικές με τις οποίες προσδιορίζεται ποιοτικά και ποσοτικά. Η ποιοτική κατάταξη γίνεται με βάση κατηγορίες αντιπροσωπευτικών ουσιών με χαρακτηριστική οσμή π.χ. τα βιομηχανικά απόβλητα, το χλώριο, τα απόβλητα διυλιστηρίων, το υδρόθειο, η αμμωνία αντιστοιχίζονται στην κατηγορία της οσμής φαρμάκων,

<i>ΕΙΔΟΣ ΟΣΜΗΣ</i>	<i>ΟΣΜΗ ΟΜΟΙΑ ΜΕ</i>
οσμή αρώματος	καμπορά, γαρύφαλλα, λεβάντα, λεμόνι
οσμή φαρμάκων	βιομηχανικά απόβλητα, χλώριο, απόβλητα διυλιστηρίων, υδρόθειο, αμμωνία
οσμή μούχλας	φυτά σε αποσύνθεση
οσμή χώματος	λάσπη, βρεγμένο χώμα

φυτά σε αποσύνθεση στην κατηγορία της οσμής μούχλας κ.λπ. Ποσοτικά η οσμή προσδιορίζεται με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων. Το δείγμα αραιώνεται

σταδιακά και κρατάμε αυτό στο οποίο η οσμή είναι ελάχιστα αντιληπτή. Στο δείγμα αυτό η αραίωση χαρακτηρίζεται ως "κατώφλι οσμής" .

3.1.3 Χρώμα

Το χρώμα που βλέπουμε σε μια λίμνη καθορίζεται από το μήκος κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο νερό, από το είδος των σωματιδίων που αιωρούνται, από το χρώμα του ιζήματος, από την παρουσία ανόργανων ή οργανικών ουσιών, από το είδος των πλαγκτονικών οργανισμών και τη βιολογική τους δραστηριότητα, ακόμη και από το γεωλογικό υπόστρωμα της περιοχής. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την απορρόφηση του φωτός στο νερό και του προσδίδουν συγκεκριμένο χρώμα που μπορεί να είναι από πράσινο - γαλάζιο έως σκούρο καφετί. Η απορρόφηση του φωτός υπολογίζεται με το συντελεστή απορρόφησης, ο οποίος είναι διαφορετικός για κάθε λίμνη αλλά και για κάθε μήκος κύματος του φωτός. Έτσι οι διαφανείς λίμνες έχουν μικρό συντελεστή απορρόφησης.

Η διέλευση μιας μονοχρωματικής ακτινοβολίας στο νερό (οπτικό μέσο) εξαρτάται από το μήκος κύματος της και όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος κύματος τόσο μικρότερη είναι η γωνία εκτροπής. Η ακτινοβολία του ορατού φωτός στην περιοχή του πράσινου-μπλε είναι αυτή που διεισδύει βαθύτερα στη λίμνη, ενώ του κόκκινου-βιολετί απορροφάται ταχύτερα. Το μπλε φως είναι αυτό που υφίσταται εντονότερο διασκεδασμό (διάχυση και ανάκλαση) από τα μόρια του νερού με αποτέλεσμα να δίνει το χαρακτηριστικό μπλε χρώμα στις διαφανείς ορεινές λίμνες. Παράλληλα τα αιωρούμενα σωματίδια και οι διαλυμένες ουσίες αντανακλούν μια ποικιλία χρωμάτων, προσδίδοντας έτσι τις ιδιαίτερες αποχρώσεις της λίμνης.

Σύμφωνα με το Forel ο σημαντικότερος παράγοντας προσδιορισμού του χρώματος είναι η παρουσία διαλυμένου οργανικού υλικού. Λίμνες με έντονη βιολογική δραστηριότητα έχουν χρώμα πράσινο, ενώ λίμνες με ασθενέστερη βιολογική δραστηριότητα έχουν χρώμα πράσινο - γαλάζιο. Ο χρωματισμός πάλι αποτελεί ένδειξη για την παρουσία συγκεκριμένων χημικών ουσιών π.χ η παρουσία θείου (S) προσδίδει στο νερό κιτρινωπό χρώμα ενώ η παρουσία ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) πράσινο χρώμα.

Το χρώμα του νερού της λίμνης μπορεί ν' αλλάζει εποχιακά, όταν εξαιτίας της διάχυσης του ιζήματος κατά τη φθινοπωρινή και εαρινή αναστροφή αναπτύσσεται υπερβολικά το φυτοπλαγκτόν εντείνοντας το πράσινο χρώμα ή με τη μεταφορά φερτών υλών από τη λεκάνη απορροής που προσδίδουν στη λίμνη φαιό χρώμα.

3.2 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

3.2.1 pH

Το pH του νερού αποτελεί ένα μέτρο της ισορροπίας όξινων και βασικών ενώσεων που βρίσκονται σε διάλυση. Υπάρχει μια κλίμακα μέτρησης του pH με εύρος από 0 - 14. Στην κλίμακα αυτή το 7 σημαίνει ουδέτερο διάλυμα από 7 και κάτω το διάλυμα γίνεται όξινο ενώ πάνω από το 7 το διάλυμα γίνεται αλκαλικό.

Το pH των φυσικών νερών έχει ιδιαίτερη σημασία για τους ζωντανούς οργανισμούς οι οποίοι παρουσιάζουν μικρή αντοχή στις μεταβολές του. Κάποια είδη σαύρας και βατράχων είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις μεταβολές του κυρίως στο χαμηλό pH.

Μελέτες έχουν δείξει ότι νερά με pH μεταξύ 6,7 και 8,6 βοηθούν την ανάπτυξη των ψαριών με άριστες τιμές 7,5 έως 8,5. Όσο οι τιμές του pH βρίσκονται μέσα σε

αυτά τα όρια δεν υπάρχει δυσμενής επίπτωση για την ανάπτυξη της ζωής και για την αναπαραγωγή. Πολλά είδη ψαριών βέβαια μπορούν να ζήσουν και σε νερά με τιμές υψηλότερες ή χαμηλότερε.

Αν διαπιστώσουμε ότι μια υδάτινη μάζα έχει pH έξω από τα όρια 7 - 8,5 τότε πρέπει να υποπτευθούμε ότι υπάρχει μόλυνση και ρύπανση του νερού.

Οι υψηλές τιμές pH μπορούν να έχουν έμμεσες επιπτώσεις στην υγεία, αφού μειώνουν την απολυμαντική ικανότητα της χλωρίωσης και συντελούν στην αύξηση της διάβρωσης των σωλήνων, αυξάνοντας έτσι τις συγκεντρώσεις των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Υψηλές τιμές, pH μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα αισθητικής, όπως έντονο χρωματισμό και πικρή γεύση.

3.2.2 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η αγωγιμότητα ορίζεται ως το αντίστροφο της αντίστασης R ($L=1/R$) και εκφράζει την ευκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται μέσα από τους διάφορους αγωγούς η μονάδα μέτρησης είναι $\mu\text{hos/cm}$ ή mS/cm , $1 \mu\text{S/cm} = 1 \mu\text{hos/cm}$. Η ειδική αγωγιμότητα του νερού επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία.

Είναι μία πολύ χρήσιμη παράμετρος στον έλεγχο της ποιότητας και του βαθμού ρύπανσης των νερών. Η παράμετρος αυτή δίνει ένα μέτρο της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων στο νερό. Ως εκ τούτου δε μπορεί να συνδεθεί άμεσα με την υγεία. Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί μόνο σαν μία σημαντική λειτουργική παράμετρος.

Το, νερό που διέρχεται μέσα από ασβεστόλιθους, που αποτελούν την πλειοψηφία των ελληνικών βουνών, διαλύει σημαντική ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) που συντελεί στην αύξηση της αγωγιμότητας. Έτσι το νερό των γεωτρήσεων και των χειμάρρων είναι συνήθως πάνω από $250 \mu\text{S/cm}$.

Επίσης η τιμή της ειδικής αγωγιμότητας μας πληροφορεί για:

1. Το βαθμό καθαρότητας του απιονισμένου νερού και
2. Το βαθμό επιβάρυνσης του νερού της βροχής με διάφορα ιόντα.

Οι καθαρές βροχές έχουν κατά κανόνα τιμές αγωγιμότητας που κυμαίνονται από $20\text{-}50 \mu\text{S/cm}$. Βροχές που σχηματίζονται ή περνούν από περιοχές με αυξημένη ρύπανση εμφανίζουν αυξημένες τιμές οι οποίες ορισμένες φορές φθάνουν και τα $500 \mu\text{S/cm}$.

3.2.3 Ολικά στερεά

Μία από τις πιο σημαντικές παραμέτρους του νερού και των υγρών αποβλήτων είναι η συγκέντρωση των ολικών στερεών σωματιδίων που συνίσταται από αιωρούμενη, καθιζούμενη, κολλοειδή και διαλυμένη μάζα. Ως ολικά στερεά σωματίδια ορίζεται όλη εκείνη η μάζα που παραμένει ως στερεό υπόλειμμα, όταν ένα δείγμα νερού ή υγρών αποβλήτων υποστεί εξάτμιση στους 105°C .

Από άποψη ρύπανσης του υδάτινου περιβάλλοντος μεγάλη σημασία έχουν τα αιωρούμενα στερεά, γιατί κατά τη διοχέτευση των απόβλητων σε έναν υδάτινο φορέα συσσωρεύονται στον πυθμένα δημιουργώντας στρώμα λάσπης και ανεπιθύμητες αναερόβιες συνθήκες για το οικοσύστημα του φορέα.

Μία αναλυτική έκφραση που συνδέει με ικανοποιητική ακρίβεια (της τάξης του 10%) την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) με τα TDS (Total Dissolved Solids - TDS) είναι η ακόλουθη:

$$\text{TDS (mg/l)} = 640 \times \text{EC (mmhos ή dS/m)}$$

Όσον αφορά το πόσιμο νερό, η παράμετρος των TDS χρησιμοποιείται, κυρίως, στην αξιολόγηση της ποιότητάς του με ανώτατη επιτρεπτή τιμή 1500 mg/L. Συνήθως, όμως, οι τιμές του πόσιμου νερού κυμαίνονται στα 300-400 mg/L.

3.2.4 Σκληρότητα

Η σκληρότητα του νερού είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του νερού που οφείλεται στην παρουσία διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου δεσμευμένων με ανθρακικά και δισανθρακικά ιόντα σχηματίζοντας τις ενώσεις $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 κτλ. Η σκληρότητα μπορεί να προέλθει και από άλλα κατιόντα, συνήθως όμως, η συμμετοχή τους στη σκληρότητα είναι μικρή και είναι δύσκολο να προσδιορισθεί.

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 η 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 (ανθρακική και δισανθρακική), τότε η αλκαλικότητα εκφράζει την ανθρακική ή παροδική σκληρότητα. Η διαφορά της αλκαλικότητας από την ολική σκληρότητα, εκφράζει την 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.

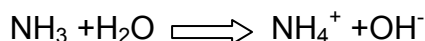
Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι: mg/l CaCO_3 , mmole/l και meq/l αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί.

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

3.3 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

3.3.1 Αμμωνιακά ιόντα

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό την μορφή αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+) ή ελεύθερης αμμωνίας (NH_3), ανάλογα με το pH του διαλύματος, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση ισορροπίας:



Η αμμωνία είναι προϊόν αποσύνθεσης των φυτικών και ζωικών πρωτεϊνών και απορριμμάτων. Σχηματίζεται ακόμα από την διάσπαση της ουρίας και του ουρικού οξέος. Με δεδομένο ότι πολλά λιπάσματα περιέχουν αμμωνία και ενώσεις αμμωνίας, η έκπλυση των χωραφιών μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης της αμμωνίας στο νερό. Μελετώντας κάποιος τον κύκλο του αζώτου σε ένα φυσικό οικοσύστημα καταλαβαίνει και τον ρόλο της αμμωνίας.

Το αμμώνιο δεν επηρεάζει την υγεία στις συνήθεις συγκεντρώσεις που απαντάται στο πόσιμο νερό (συνήθως κάτω από 0,5 mg/L) αλλά ούτε και σε υψηλότερες. Συνήθως αυξημένες συγκεντρώσεις γίνονται αντιληπτές με την οσμή. Εν τούτοις, είναι ιδιαίτερης σημασίας για το πόσιμο νερό επειδή είναι δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης και αντιδρά με το χλώριο που τυχόν προστίθεται για απολύμανση και μειώνει την αποτελεσματικότητά του. Η ύπαρξη αυξημένων συγκεντρώσεων αμμωνίου ευνοεί την ανάπτυξη αυτοχθόνων βακτηρίων και φυκών στο νερό επειδή αποτελεί βασικό θρεπτικό συστατικών αυτών. Επίσης το αμμώνιο συμβάλλει σημαντικά στη διάβρωση του χαλκού και των κραμάτων αυτού.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση αμμωνιακών στο πόσιμο νερό είναι 0,50 mg/L.

3.3.2 Νιτρικά ιόντα

Το νιτρικό ιόν είναι η σταθερή μορφή του οξειδωμένου αζώτου. Στη φύση μπορεί να υποστεί αναγωγή και μετατροπή του σε νιτρώδες μέσω βακτηριακής δράσης.

Τα νιτρικά άλατα χρησιμοποιούνται κυρίως στην παρασκευή λιπασμάτων. Η εντατικοποίηση της αγροτικής παραγωγής οδήγησε στη χρήση, μετά το 1950, τεράστιων ποσοτήτων λιπασμάτων που περιείχαν άζωτο με την μορφή των νιτρικών ιόντων. Τα νιτρικά ιόντα είναι προϊόν της αποικοδόμησης των πρωτεϊνών στο νερό. Τα φυτά δεν αξιοποιούν το σύνολο του προστιθέμενου αζώτου και σε συνδυασμό με την μεγάλη διαλυτότητα των νιτρικών ιόντων στο νερό αυτά παρασύρονται προς τα βαθύτερα υδροφόρα στρώματα. Εκεί αν επικρατούν αερόβιες συνθήκες παραμένουν σαν νιτρικά ενώ αν επικρατούν αναερόβιες συνθήκες ανάγονται σε νιτρώδη ιόντα αλλά η διαδικασία αυτή μπορεί να φθάσει και μέχρι πλήρους μετατροπής σε μοριακό άζωτο.

Ο κίνδυνος είναι ιδιαίτερα μεγάλος για τα νεογνά μέχρι ηλικίας 3 μηνών τα οποία μπορούν να πάθουν ένα είδος αναιμίας, τη μεθαιμογλοβιναιμία, γνωστή και ως κυάνωση του βρέφους. Η αιμογλοβίνη των νεογνών είναι πιο επιρρεπής σε μετατροπή σε μεθαιμογλοβίνη σε σχέση με τα μεγαλύτερα παιδιά και τους ενήλικες.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι 50 mg/L

3.3.3 Φώσφορος

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

Όταν τα νερά είναι καθαρά, τα ορθοφωσφορικά ιόντα ανιχνεύονται σε μικρές μόνο ποσότητες. Τα ιόντα αυτά προέρχονται κατά το πλείστον από τις βροχές και από τη διάβρωση ορθοφωσφορικών πετρωμάτων. Η παρουσία τους οφείλεται και σε πολλές άλλες πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρημένα με σημαντικές ποσότητες φωσφόρου. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, δε δεσμεύονται ποσοτικά από τα φυτά ή το έδαφος και έτσι οι εκπλήσσεις εδαφών περιέχουν και αυτές σημαντικά φορτία φωσφόρου.

Ο φώσφορος είναι το βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των οργανισμών και η έλλειψή του μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής σε μια υδατική μάζα. Σε περιπτώσεις όπου ο φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας, η διοχέτευση επεξεργασμένων ή ανεπεξέργαστων λυμάτων, κτηνοτροφικών

αποβλήτων, εκπλύσεων γεωργικών εδαφών ή ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει την υπέρμετρη ανάπτυξη φωτοσυνθετικών, υδρόβιων φυτών ή μακρόφυτων που με τη σειρά τους προκαλούν ευτροφισμό. Ο ευτροφισμός αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο πρόβλημα σε ποταμούς, λίμνες, εκβολές ποταμών και παράκτιες περιοχές.

Μία από τις μεγαλύτερες πηγές ορθοφωσφορικών ως ρυπαντές των νερών είναι τα απορρυπαντικά. Η αντίδραση συνθετικών απορρυπαντικών με ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου για να σχηματίσουν σύμπλοκα ιόντα, ελαττώνει την ικανότητα καθαρισμού των απορρυπαντικών. Τα πολυφωσφορικά ιόντα, τα οποία είναι ανιόντα που περιέχουν διάφορες φωσφορικές ομάδες ενωμένες με κοινό άτομο οξυγόνου, προστίθενται στα απορρυπαντικά ως πρόσθετα, σχηματίζοντας έτσι ευδιάλυτα σύμπλοκα με τα μέταλλα αυτά. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπουν τα μόρια του απορρυπαντικού να δράσουν ως παράγοντες καθαρισμού, παρά να είναι δεσμευμένα ως σύμπλοκα με τα ιόντα Ca^{2+} και Mg^{2+} . Ένας άλλος ρόλος των προσθέτων είναι ότι μετατρέπουν το νερό πλυσίματος σε αλκαλικό, γεγονός που βοηθάει στην απομάκρυνση των ρύπων από διάφορους τύπους υφασμάτων.

Σύμφωνα με την νομοθεσία το επιθυμητό όριο ορθοφωσφορικών στο πόσιμο νερό είναι 0,4 mg/L P_2O_5 ενώ το ανώτατο όριο είναι 0,7 mg/L.

3.3.4 Διαλυμένο οξυγόνο

3.3.4.1 Γενικά

Η συγκέντρωση του 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, περιεχόμενο σε μικροοργανισμούς κ.α. Από τους παράγοντες αυτούς, εκείνοι που επηρεάζουν περισσότερο τη διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό, είναι η θερμοκρασία (αυξανόμενης της θερμοκρασίας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως), η αλατότητα (αυξανόμενης της αλατότητας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως) και η πίεση (αυξανόμενης της πίεσης μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως). Έτσι κάτω από δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας, αλατότητας και πίεσης η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι συγκεκριμένη και εφόσον δεν υπάρχουν άλλοι παράγοντες μπορεί να υπολογιστεί ή να βρεθεί από πίνακες. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην τιμή κορεσμού του νερού σε οξυγόνο και αποτελεί μέτρο για την κατάσταση των επιφανειακών υδάτων. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να μειώσουν την περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο (σε σχέση με την τιμή κορεσμού), όπως οι οργανικές ουσίες από λύματα ή απόβλητα που για την αποσύνθεσή τους (από αερόβιους μικροοργανισμούς) απαιτούν την κατανάλωση οξυγόνου. Αντίθετα πρόσδοση οξυγόνου στο νερό γίνεται από τους φωτοσυνθέτοντες οργανισμούς, όπως είναι τα μικροφύκη και τα υδρόβια φυτά. Πολλές φορές μάλιστα σε συνθήκες ευτροφισμού, παρατηρείται το φαινόμενο, την ημέρα να υπάρχει υπερκορεσμός σε οξυγόνο ενώ την νύχτα και ιδιαίτερα τις πρώτες πρωινές ώρες να παρατηρείται σημαντική μείωση του οξυγόνου (σε σχέση με την τιμή κορεσμού) που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει το επίπεδο ανοξίας. Το φαινόμενο αυτό συναντάται ιδιαίτερα σε λίμνες και σε κλειστούς κόλπους.

Συνεπώς από μόνη της η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, δεν μπορεί να αξιολογηθεί, παρά μόνο εφόσον συνοδεύεται από τη μέτρηση της θερμοκρασίας και της αλατότητας (στα θαλασσινά νερά).

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

3.3.4.2 Επιλογή μεθόδου

Η ηλεκτροχημική μέθοδος βασίζεται στη μέτρηση του ρυθμού διάχυσης του μοριακού οξυγόνου δια μέσου μεμβράνης. Η μέτρηση γίνεται με τη χρήση κατάλληλου ηλεκτροδίου, συνδεδεμένου με συσκευή που μετατρέπει τα προσλαμβανόμενα ηλεκτροχημικά σήματα σε αριθμητική ένδειξη. Το όργανο μέτρησης του οξυγόνου (ηλεκτρόδιο και ηλεκτρική συσκευή) είναι γνωστό ως οξυγονόμετρο. Στο εμπόριο κυκλοφορούν οξυγονόμετρα εργαστηριακού τύπου, φορητά για επιτόπου μετρήσεις στην ύπαιθρο και βιομηχανικού τύπου για μόνιμη εγκατάσταση τους σε δεξαμενές, υδροστάσια και όπου απαιτείται συνεχής μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου.

Η ηλεκτροχημική μέθοδος είναι κατάλληλη για τους επιτόπου προσδιορισμούς (σε λίμνες, ποταμούς κλπ) και σε περιπτώσεις εξέτασης μεγάλου αριθμού δειγμάτων. Τα οξυγονόμετρα, παρότι είναι εύχρηστα, υστερούν στην ακρίβεια ενώ απαιτούν συχνή ρύθμιση, που είναι δύσκολη μερικές φορές στην ύπαιθρο.

Το οξυγονόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δείγματα που περιέχουν αιωρούμενα στερεά, οργανικές ουσίες που οξειδώνονται σε αλκαλικό ή όξινο περιβάλλον (παρουσία I_2), θειώδη ή ελεύθερο χλώριο.

Το ηλεκτρόδιο είναι ευαίσθητο σε υψηλές συγκεντρώσεις ανόργανων αλάτων και εφόσον ο χρόνος επαφής με το χλώριο, είναι μεγάλος, η άνοδος επικαλύπτεται με χλωρίδια του αργύρου, που απορροθμίζουν μόνιμα το ηλεκτρόδιο. Ανάλογο πρόβλημα δημιουργείται με την παρουσία υψηλής συγκέντρωσης υδρόθειου.

Για ερευνητικούς σκοπούς, εξέταση μεγάλου αριθμού δειγμάτων και επιτόπου προσδιορισμούς, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε οξυγονόμετρα.

3.3.5 Χλωριόντα

Το χλώριο υπό τη μορφή χλωριόντων αποτελεί ένα από τα βασικά ανόργανα ιόντα των υδάτων και αποβλήτων. Στα επιφανειακά και υπόγεια νερά η συγκέντρωση των χλωριόντων διαφέρει και εξαρτάται κυρίως από τη χημική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό. Στη χώρα μας, σε πολλές περιοχές, παρατηρούνται υψηλές τιμές χλωριόντων στα υπόγεια νερά. Υψηλές τιμές χλωριόντων παρατηρούνται και σε όλα σχεδόν τα υπόγεια νερά των παράκτιων περιοχών λόγω των υπεραντλήσεων και της προέλασης του θαλάσσιου μετώπου.

Υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού, αυξάνουν το ρυθμό διάβρωσης των μεταλλικών επιφανειών και έχουν βλαβερές συνέπειες στην ανάπτυξη των περισσότερων φυτών. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό των χλωριόντων. Η μέθοδος νιτρικού αργύρου είναι η παλαιότερη και συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος, κατάλληλη για σχετικά καθαρά νερά με συγκέντρωση χλωριόντων από 1,5 έως 100 mg/L. Πρόκειται για ογκομετρική μέθοδο που στηρίζεται στη δέσμευση των χλωριόντων υπό τη μορφή $AgCl_2$, παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου κατά την ογκομέτρηση ορισμένης ποσότητας δείγματος με διάλυμα νιτρικού αργύρου ($AgNO_3$).

3.3.6 Θεϊικά Ιόντα

Παρουσία των θειικών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά μπορεί να προέρχεται από την γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό ή από ορισμένες χρήσεις του νερού 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 ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

Ο έλεγχος των θειικών ιόντων στο νερό έχει μεγάλη σημασία γιατί έχει βρεθεί ότι τα θειικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν καθαρική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, γι' αυτό και το ανώτερο επιτρεπτό όριο θειικών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 250mg/L.

3.4 ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

3.4.1 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο - B.O.D (Biochemical Oxygen Demand)

Το οργανικό φορτίο που βρίσκεται σ' ένα φυσικό υδάτινο οικοσύστημα, μαζί με ορισμένα ανόργανα συστατικά αποτελεί κατάλληλο θρεπτικό υλικό για μια ποικιλία μικροοργανισμών. Οι μικροοργανισμοί αυτοί για να εξασφαλίσουν την ενέργεια που τους χρειάζεται, αφομοιώνουν τις οργανικές αυτές ουσίες μ' έναν πολύπλοκο μηχανισμό.

Ο μηχανισμός αυτός καταλήγει τελικά στη διάσπαση των οργανικών ουσιών και στη μετατροπή τους στην πιο σταθερή μορφή που είναι ανόργανα άλατα, ενώ ταυτόχρονα εκλύονται διάφορα αέρια. Η αποικοδόμηση είναι αερόβια όταν υπάρχει διαλυμένο στο νερό οξυγόνο και γίνεται από αερόβιους μικροοργανισμούς με τελικά προϊόντα NO_3^- , CO_2 , SO_3^- , SO_4^- , H_2O και αναερόβια όταν δεν υπάρχει διαλυμένο ελεύθερο οξυγόνο και γίνεται από αναερόβιους οργανισμούς με τελικά προϊόντα H_2S , NH_3 , CH_4 , που είναι δύσοσμα, τοξικά κι εκρηκτικά κι επηρεάζουν την υγεία φυτών και ζώων. Γι' αυτό μας ενδιαφέρει να επικρατούν στο περιβάλλον αερόβιες συνθήκες αποδόμησης.

Το οξυγόνο που χρειάζεται για τη βιοχημική αποδόμηση των οργανικών ουσιών του υδάτινου αποδέκτη από αερόβιους μικροοργανισμούς ονομάζεται βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (Biochemical Oxygen Demand).

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο αποτελεί σήμερα μια σημαντική παράμετρο όσον αφορά την ποιότητα του νερού. Αποτελεί ένδειξη για το βαθμό της οργανικής ρύπανσης που προκαλεί το αποσυντιθέμενο οργανικό υλικό.

Το B.O.D. μετρά το ποσό του οξυγόνου που καταναλώνουν οι μικροοργανισμοί όχι μόνο για την αποικοδόμηση μιας ρυπαντικής ουσίας αλλά όλου του υπάρχοντος οργανικού υλικού.

Το οργανικό υλικό στα νερά προέρχεται από αστικά λύματα, γεωργοκτηνοτροφικά και βιομηχανικά απόβλητα, καθώς και υπολείμματα σοδειάς, λιπάσματα, φυτοφάρμακα, όπως επίσης και από τη φυσική βλάστηση της περιοχής που όταν αποξηραίνεται εμπλουτίζει τους αποδέκτες. Επειδή η αποσύνθεση του οργανικού αυτού υλικού απαιτεί οξυγόνο, η μέτρηση του B.O.D. μας διευκολύνει να εκτιμήσουμε τα επίπεδα της ρύπανσης.

Τα ρυπασμένα νερά αυτοκαθαρίζονται βιολογικά με τους αερόβιους αποικοδομητές - βακτήρια χρησιμοποιώντας το διαλυμένο οξυγόνο. B.O.D 20mg/l σημαίνει ότι 20 mg οξυγόνου καταναλώνονται σε ένα λίτρο ακάθαρτων νερών σε 5 ημέρες και στους 20°C. Ο χρόνος των 5 ημερών είναι συμβατικός και χρησιμοποιείται διεθνώς γιατί μετρήθηκε ότι οι οργανικές ουσίες που υπάρχουν στα αστικά λύματα

διασπώνται κατά 70 - 80% μέσα σε 5 ημέρες. Υδάτινες περιοχές με μικρή επιβάρυνση από τον άνθρωπο έχουν γενικά B.O.D. > 2 mg/l ενώ όταν είναι πάνω από 5 mg/l θα πρέπει να αναζητηθεί η πηγή ρύπανσης.

Υπάρχει και το C.O.D. (χημικά απαιτούμενο οξυγόνο) σε περιπτώσεις που η βιολογική διάσπαση είναι βραδεία (π.χ. ξερά καλάμια αργούν να αποικοδομηθούν βιολογικά), οπότε το B.O.D. σε 5 ημέρες δεν μπορεί να δείξει το πραγματικό οργανικό φορτίο. Στις παραπάνω περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ισχυρά οξειδωτικά μέσα όπου οξειδώνεται ολόκληρο το οργανικό περιεχόμενο του νερού. Ανάμεσα σε C.O.D. και B.O.D. δεν υπάρχει υποχρεωτικά συσχέτιση.

Υποστηρίζεται ότι ο προσδιορισμός του B.O.D. είναι σημαντικότερος ακόμη και από τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου επειδή, μειωμένη κατανάλωση οξυγόνου μπορεί να σημαίνει ότι το νερό είναι απαλλαγμένο από μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών ή ότι οι υπάρχοντες μικροοργανισμοί δεν "ενδιαφέρονται" για τη διάσπαση της οργανικής ύλης ή ακόμα ότι ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών από εκείνους που αρχικά υπήρχαν έχει αποβιώσει.

3.4.2 Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

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

Σε ορισμένα δείγματα το COD μπορεί να συσχετιστεί με το BOD, τον Οργανικό Άνθρακα (TOC, TOD) ή το περιεχόμενο σε οργανικές ουσίες. Ο βαθμός συσχέτισης του COD με το θεωρητικά απαιτούμενο οξυγόνο, για τη πλήρη οξείδωση των οργανικών ενώσεων του δείγματος, εξαρτάται από τη δυνατότητα πλήρους οξείδωσης των ουσιών που περιέχονται σ' αυτό. Πολλές οργανικές ενώσεις οξειδώνονται σε ποσοστό 90 - 100% και σε νερά που περιέχουν κυρίως τέτοιες ενώσεις, όπως τα αστικά λύματα, η τιμή του COD είναι ένα αρκετά καλό μέτρο του θεωρητικά απαιτούμενου οξυγόνου.

Η οξείδωση ανόργανων συστατικών, κυρίως των χλωριόντων, των νιτρικών, του δισθενούς σιδήρου και των θειούχων είναι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη τιμή του COD, επομένως, η σημασία της τιμής του COD εξαρτάται από τη σύσταση του νερού που εξετάζεται. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν με τη μέθοδο αυτή.

3.4.3 Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά

Όπως είναι γνωστό η εκτίμηση της ποιότητας του νερού, από μικροβιολογική άποψη, βασίζεται στην αναζήτηση μικροβίων δεικτών, κυρίως παρουσίας περιπτωματικών ουσιών στο νερό. Οι δείκτες αυτοί είναι αλλόχθονοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι περνούν παροδικά μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα, προερχόμενοι κυρίως από το γαστρεντερικό σωλήνα του ανθρώπου και των θερμοαίμων ζώων. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, αν υπάρχουν στο νερό, υπάρχουν σε πολύ χαμηλότερο αριθμό από την κοινή φυσιολογική χλωρίδα του εντέρου, για δε την απομόνωση τους απαιτούνται πολύπλοκες, χρονοβόρες και δαπανηρές εξετάσεις. Η αναζήτηση παθογόνων μικροοργανισμών δεν είναι κατάλληλη για έλεγχο ρουτίνας, δεδομένου ότι από άποψη Δημόσιας Υγείας μας ενδιαφέρει όχι τόσο εάν το νερό περιέχει πράγματι παθογόνους μικροοργανισμούς, όσο το αν μπορεί να περιέχει.

Η αναζήτηση της φυσιολογικής εντερικής χλωρίδας παρέχει πολύ μεγαλύτερο όριο ασφαλείας.

Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι δείκτες είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή, η *E.coli*, οι Εντερόκοκκοι, το *Cl. perfringens*, οι κοινοί μεσόφιλοι μικροοργανισμοί, η *Ps. aeruginosa*.

3.4.3.1 Ολικά κολοβακτηριοειδή

Ανήκουν στην οικογένεια των Εντεροβακτηριακών. Τυπικά γένη συναντώμενα στα δίκτυα νερού είναι τα *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Klebsiella*. Δεν θεωρούνται σαν ειδικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης του νερού, δεδομένου ότι πολλά είδη είναι περιβαλλοντικής προέλευσης (έδαφος, φύλλα κ.λ.π.) Παρέχουν ενδείξεις για άλλης προέλευσης μικροβιακής μόλυνσης του νερού, συμπληρώνοντας έτσι τα στοιχεία που παρέχονται από άλλες παραμέτρους. Αποτελούν ενδεικτική παράμετρο.

3.4.3.2 *E.coli*

Ανήκει στα κολοβακτηριοειδή, συνεπώς είναι μέλος της οικογένειας των Εντεροβακτηριακών και θεωρείται ο βασικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης, τόσο του πρωτογενούς, όσο και του κατεργασμένου νερού. Η *E.coli* αποτελεί μόνιμο ξενιστή του εντέρου των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων, όπου μπορεί να υπάρχει σε μεγάλους αριθμούς (μέχρι και 10^9 /gr κοπράνων) και μπορεί να αντιπροσωπεύει το 95% των Εντεροβακτηριακών που ανευρίσκονται στα κόπρανα. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης και η ευαισθησία της στα απολυμαντικά είναι όμοια με εκείνα πολλών παθογόνων μικροβίων, ιδιαίτερα δε με την *Salmonella* και την *Shigella*. Λόγω των ιδιοτήτων αυτών, η *E.coli* είναι ο καλλίτερος βιολογικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης του νερού. Η απομόνωση της από δείγματα νερού, αποδεικνύει πέρα από κάθε αμφιβολία την πρόσμιξη του νερού με περιττωματικές ουσίες, υποδηλώνοντας ότι και οποιοσδήποτε άλλος μικροοργανισμός που τυχόν βρίσκεται στο έντερο των ανθρώπων και των ζώων μπορεί να εισχωρήσει στο νερό και κατ' επέκταση και παθογόνοι μικροοργανισμοί, επισημαίνοντας τους δυνητικούς κινδύνους μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων.

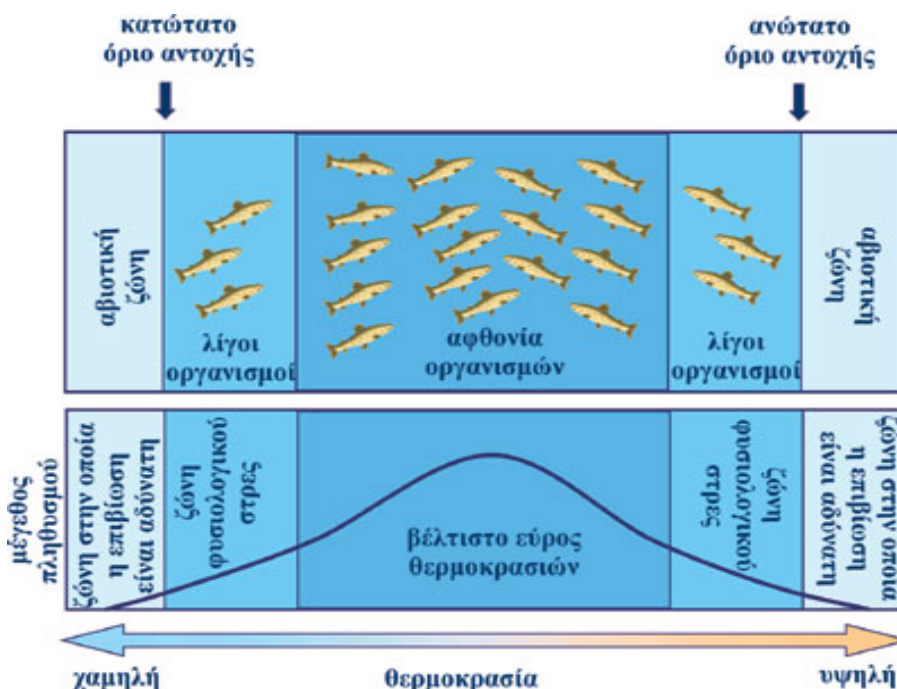
3.4.3.3 Εντερόκοκκοι

Ανήκουν στην οικογένεια των Στρεπτοκόκκων, στην ομάδα των D κατά Lancefield. Αποτελούνται από διάφορα είδη που υπάρχουν στα κόπρανα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων. Στα κόπρανα ανθρώπων οι εντερόκοκκοι σπανίως υπερβαίνουν τους 10^6 /gr, ενώ στα κόπρανα των ζώων υπάρχουν σε μεγαλύτερο αριθμό από την *E.coli*. Σπανίως πολλαπλασιάζονται στο νερό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα περιβαλλοντικά stress και στην χλωρίωση από την *E.coli*. Η παρουσία τους αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του ύδατος με περιττωματικές ουσίες και δη παλαιότερης μόλυνσης. Ο κύριος λόγος αναζήτησης τους είναι η εκτίμηση της σημασίας της παρουσίας Ολικών Κολοβακτηριοειδών επί απουσίας *E.coli* καθώς και η παροχή συμπληρωματικών πληροφοριών για την εκτίμηση της έκτασης πιθανής κοπρανώδους μόλυνσης.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΤΙΜΗ
<i>E.coli</i>	0/100 ml
Εντερόκοκκοι	0/100 ml
Ολικά κολοβακτηρίδια	0/100 ml

3.4.4 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι καθοριστικός παράγοντας στη λειτουργία του οικοσυστήματος της λίμνης επειδή επηρεάζει τη διαλυτότητα του οξυγόνου και άλλων συστατικών, το μεταβολισμό των υδρόβιων οργανισμών αλλά και τη διαδικασία διάσπασης των οργανικών ουσιών που υπάρχουν. Οι τιμές των βέλτιστων θερμοκρασιών για τους υδρόβιους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς ποικίλουν.



Εικόνα 3.1 Η θερμοκρασία επηρεάζει τους υδρόβιους πληθυσμούς.

Οι υδρόβιοι πληθυσμοί μπορούν να διακριθούν γενικά σε θερμοανθεκτικούς με αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και σε ψυχοανθεκτικούς με αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Όσον αφορά το εύρος των θερμοκρασιών μέσα στο οποίο είναι δυνατή η επιβίωση των υδρόβιων πληθυσμών, οι διάφοροι οργανισμοί μπορούν να διακριθούν σε ευρύθερμους, με ανθεκτικότητα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και σε στενόθερμους, με ανθεκτικότητα σε μικρές μόνο μεταβολές της θερμοκρασίας.

Όσο η θερμοκρασία του νερού πλησιάζει τη βέλτιστη τιμή για κάποιους υδρόβιους οργανισμούς, τόσο οι οργανισμοί αυτοί γίνονται περισσότερο δραστήριοι, καταναλώνουν περισσότερη τροφή και χρησιμοποιούν περισσότερο οξυγόνο.

Συνεπώς, η θερμοκρασία του νερού όχι μόνο διαμορφώνει τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων, αλλά επιδρά και στη συμπεριφορά τους και στο μέγεθος κατ' επέκταση των πληθυσμών τους.

Η θερμοκρασία μαζί με το διαλυμένο οξυγόνο αποτελούν τις σημαντικότερες ίσως παραμέτρους που επηρεάζουν τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί μπορούν να ζήσουν σε πολύ συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών, το ξεπέρασμα του οποίου επιφέρει, αρχικά «στρες» και στη συνέχεια το θάνατο. Γι' αυτό η μέτρηση της θερμοκρασίας πρέπει να συνοδεύει κάθε δειγματοληψία.

Η θερμοκρασίας είναι ακόμη απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως το pH, η αγωγιμότητα, η αλατότητα, το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο κλπ.

Επίσης, σε ωκεανογραφικές και λιμνολογικές έρευνες, η μέτρηση της θερμοκρασίας μαζί με εκείνη του βάθους, του διαλυμένου οξυγόνου και της αλατότητας είναι βασική προϋπόθεση προκειμένου να υπολογιστεί το επίπεδο κορεσμού του νερού σε οξυγόνο.

Η θερμοκρασία των επεξεργασμένων αποβλήτων που αποχετεύονται στη θάλασσα ή άλλα επιφανειακά νερά επίσης, πρέπει να βρίσκεται σε ορισμένα όρια (25-40 °C) και πρέπει να ελέγχεται τακτικά σύμφωνα με τη νομοθεσία μας.

Κεφάλαιο 4

4.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1.1 Διαδικασία δειγματοληψίας

1. Ο δειγματολήπτης και το δοχείο δειγματοληψίας έχουν πλυθεί και εκ πλυθεί με αποιονισμένο νερό και είναι στεγνά

2. Τόσο ο δειγματολήπτης, το δοχείο και τα πώματα των δοχείων δειγματοληψίας ξεπλένονται με έντονη ανακίνηση των δοχείων τρεις φορές το λιγότερο με νερό από το σημείο δειγματοληψίας. Τα εκπλύματα δεν επιστρέφονται στο σημείο δειγματοληψίας αλλά χύνονται σε σημείο που δεν θα επιτρέψει την ανάμιξη τους με το προς ανάλυση δείγμα.

3. Οι φιάλες γεμίζονται προσέχοντας το δείγμα κατά την διάρκεια της λήψης και της έκχυσης του στο δοχείο να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες αναταράξεις.

4. Αν είναι δυνατό λαμβάνεται θερμοκρασία από το σημείο δειγματοληψίας, αλλιώς η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται αμέσως από την πληρωμένη φιάλη με δείγμα (το θερμόμετρο έχει ξεπλυθεί προηγούμενος και με το νερό από το ίδιο το δείγμα)

5. Οι φιάλες γεμίζουν έως ότου να υπερχειλίσουν και πωματίζονται αεροστεγώς, προσέχοντας να μην εγκλωβιστεί αέρας στο δοχείο.

6. Συμπληρώνουμε τα απαραίτητα αναγνωρίσθηκα στοιχεία πάνω στις φιάλες και στην συνέχεια τις τοποθετούμε σε φορητό ψυγείο με παγοκύστες για να μεταφερθούν στο εργαστήριο εντός τεσσάρων ωρών.

4.1.2 Ποσότητα δείγματος

Για της περισσότερες φυσικές και χημικές αναλύσεις δείγμα όγκου δυο λίτρων είναι αρκετό. Για ορισμένους προσδιορισμούς μπορεί να χρειαστούν μεγαλύτερες ποσότητες ο πίνακας δίνει τους όγκους που συνήθως απαιτούνται για ανάλυσης.

Πίνακας 4.1 Ποσότητα και συνθήκες μεταφοράς και διατήρησης δειγμάτων

Παράμετρος που θα προσδιοριστεί	Υλικό της φιάλης δειγματοληψίας	Ποσότητα δείγματος (ml)	Συντήρηση δείγματος	Μέγιστος χρόνος συντήρησης
Χρώμα	Γ	500	Ψύξη(4° C)	-
Οσμή	Γ	500	Άμεση ανάλυση	-
Θολερότητα	Γ,Π	-	Ανάλυση την ίδια μέρα	24 ώρες (σε σκοτάδι)
Θερμοκρασία	Γ,Π	-	Άμεση μέτρηση	-
pH	Π,Γ(B)	-	Άμεση μέτρηση	-
Αλατότητα	Γ	240	Άμεση μέτρηση	-
Αγωγιμότητα	Γ,Π	500	Ψύξη(4° C)	28 ημέρες
Σκληρότητα	Γ,Π	100	Προσθήκη	6 μήνες

			HNO ₃	
Στερεά	Γ(Β),Π	-		-
Αμμωνία	Γ,Π	500	Άμεση ανάλυση ή Προσθήκη H ₂ SO ₄ και ψύξη	7 ημέρες
Νιτρικά	Γ,Π	100	Προσθήκη H ₂ SO ₄ και ψύξη	-
Φώσφορος	Γ(Α)	100	Άμεση διήθηση και ψύξη σε - 10°C	½
Διαλυμένο Οξυγόνο	Γ	300	Άμεση ανάλυση	ώρα
BOD	Γ,Π	1000	Ψύξη(4° C)	6 ώρες
COD	Γ,Π	100	Προσθήκη H ₂ SO ₄ pH<2	7 ημέρες

Όπου:

Γ: γυάλινη φιάλη

Π: πλαστική φιάλη (από πολυαιθυλένιο ή ισοδύναμο υλικό)

Γ(Β): γυάλινη από βοροπυρίτιο

Γ(Α): γυάλινη φιάλη ξεβγαλμένη με HNO₃, 1 + 1

4.1.3 Συντήρηση στο εργαστήριο

1. Τα δείγματα με την άφιξη τους στο εργαστήριο αποπρωματίζονται και παραλαμβάνονται οι απαραίτητες ποσότητες για την κάθε ανάλυση.
2. Ποσότητα 250- 500 ml λαμβάνεται και αφού διέλθουν από φίλτρο υπό κενό αποθηκεύονται σε δοχεία συντήρησης.
3. Στο φιλτραρισμένο δείγμα προστίθεται ποσότητα π. HNO₃, ώστε η τελική περιεκτικότητα του δείγματος να είναι 1% σε HNO₃.
4. Τα δοχεία φυλάσσονται σε θερμοκρασία 4° C

4.2 Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης

4.2.1 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

4.2.1.1 Θολερότητα

4.2.1.1.1 Νεφελομετρική μέθοδος

Η θολερότητα με αυτή τη μέθοδο, μπορεί να προσδιοριστεί σε οποιοδήποτε δείγμα που δεν περιέχει ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα. Επίσης, το δείγμα δεν πρέπει να περιέχει φυσαλίδες αερίων ή να είναι έγχρωμο.

Το δείγμα πρέπει να αναλύεται όσο το δυνατόν συντομότερα. Αν αυτά δεν είναι δυνατόν, το δείγμα πρέπει να καταψύχεται ή να συντηρείται στους 4⁰C για να περιοριστεί η μικροβιακή αποσύνθεση των στερεών.

Οι μετρήσεις της θολότητας πραγματοποιήθηκε με φορητό θολερόμετρο (Lovibond CR3210). αρχικά πρέπει να γίνει η βαθμονόμηση του οργάνου τα πρότυπα είναι τέσσερα 1 ,10 ,100 ,1000 NTU κατόπιν παίρνουμε την κυψελίδα όπου περιέχεται στο κουτί του οργάνου και την γεμίζουμε με το δείγμα μας στην συνέχεια τοποθετείτε στον υποδοχέα του οργάνου και έτσι μετράμε την θολότητα του δείγματος θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι σωλήνες πρέπει να είναι καθαροί και πριν την μέτρηση τους στο θολερόμετρο σκουπίζονται με χαρτί εμποτισμένο σε αιθυλική αλκοόλη. Κατά τη διάρκεια των διαφόρων χειρισμών οι σωλήνες πρέπει να πιάνονται μόνο από το πάνω μέρος τους.



Εικ. 4.1 φορητό θολερόμετρο Lovibond

4.2.1.3 pH

4.2.1.2.1 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 πάνω και διατηρούνται σφραγισμένα μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού.

4.2.1.2.2 Παρεμποδιστικές ουσίες και περιορισμοί μεθόδου

Το ηλεκτρόδιο υαλού δεν επηρεάζεται από το χρώμα, τη θολότητα, τα κολλοειδή διαλύματα, τις αναγωγικές και οξειδωτικές ουσίες, που υπάρχουν στα διαλύματα και την αλατότητα.

Η επικάλυψη του ηλεκτροδίου με ελαιώδεις ουσίες ή αιωρούμενα στερεά μπορεί να επηρεάσει την τιμή μέτρησης του pH. Αυτή η επικάλυψη μπορεί να απομακρυνθεί με ελαφρό στέγνωμα ή πλύσιμο με απορρυπαντικό και ξέβγαλμα του ηλεκτροδίου με αποσταγμένο νερό. Εφόσον απαιτείται, γίνεται πρόσθετη κατεργασία με έκπλυση του ηλεκτροδίου με διάλυμα HCl.

Η θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του pH, γι' 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 αντισταθμιστική διάταξη θερμοκρασίας. Αλλιώς, το όργανο θα πρέπει να ρυθμίζεται στη θερμοκρασία του δείγματος.

4.2.1.2.3 Τι πρέπει να γνωρίζουμε για το pH –μετρο

1. Τα ηλεκτρόδια της υαλού ή τα συνδυασμένα ηλεκτρόδια, πριν χρησιμοποιηθούν για πρώτη φορά, πρέπει να ενεργοποιηθούν σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

2. Στο χρόνο μεταξύ των χρήσεων των ηλεκτροδίων πρέπει ν' αποφεύγεται η ξήρανσή τους. γι' αυτό διατηρούνται πάντα βυθισμένα σε νερό ή κορεσμένο διάλυμα KCl.

3. Το ελαστικό πώμα με το οποίο φράσσεται η οπή πλήρωσης με KCl του ηλεκτροδίου του καλομέλανος, αφαιρείται κατά τη μέτρηση και επαναφέρεται στη θέση του μετά τη μέτρηση.

4. Η παρατεταμένη χρήση των ηλεκτροδίων για μετρήσεις σε εδάφη αλκαλικής αντίδρασης και μάλιστα πλουσίων σε ανθρακικό ασβέστιο, μπορεί να δημιουργήσει λεπτό στρώμα CaCO_3 στην εξωτερική επιφάνεια της γυάλινης μεμβράνης του ηλεκτροδίου με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η καλή λειτουργία του. Στην περίπτωση αυτή τα ηλεκτρόδια βυθίζονται για ένα περίπου λεπτό σε αραιό διάλυμα HCl.

5. Όταν το συνδυασμένο ηλεκτρόδιο χρησιμοποιείται συχνά για μετρήσεις pH σε πάστα εδάφους, συνήθως, αποφράσσεται η οπή εκροής του ηλεκτρολυτικού συνδέσμου (κάτω μέρος του ηλεκτροδίου). Σε αυτές τις περιπτώσεις γίνεται έλεγχος της κανονικής εκροής, κάθε 20-30 μετρήσεις, βυθίζοντας το ηλεκτρόδιο σε διάλυμα AgNO_3 0,1 N. Αν αναπτυχθεί λευκό νεφέλωμα γύρω από την οπή εκροής σημαίνει ότι το ηλεκτρόδιο έχει καλή λειτουργία, αν όχι, προσπαθούμε ν' αποκαταστήσουμε την εκροή σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

6. Η ανταπόκριση του ηλεκτροδίου της υαλού δεν είναι ακαριαία και η ανάγνωση της τιμής του pH γίνεται συνήθως 30 δευτερόλεπτα περίπου μετά τη βύθιση του ηλεκτροδίου στο αναλυόμενο διάλυμα. Σε αραιά διαλύματα στα οποία έχουν προστεθεί ρυθμιστικές ουσίες και έχουν pH γύρω από το 7 η ισορροπία αργεί ν' αποκατασταθεί και πολλές φορές απαιτείται έντονη ανάδευση. Η λήψη της ανάγνωσης γίνεται 5-10 λεπτά μετά τη βύθιση του ηλεκτροδίου στο διάλυμα.

Ο όρος pH, εκφράζει την συγκέντρωση υδρογονωμένων, που περιέχει ένα δείγμα και ορίζεται ως η αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση υδρογονιόντων, που περιέχει ένα διάλυμα ($-\log[\text{H}^+]$) ή ως η αρνητική δύναμη, στην οποία πρέπει να υψωθεί ο αριθμός 10 για να ληφθεί η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, εκφρασμένη σε γραμμάρια ή γραμμοϊόντα ανά λίτρο διαλύματος.

Τιμές του pH πάνω από 10 προκαλούν ερεθισμό ή ακόμα βλάβη στο δέρμα. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του pH τόσο εντονότερος είναι ο ερεθισμός που μπορεί να προκληθεί στα μάτια.

Υψηλές τιμές pH μπορούν επίσης να έχουν εμμέσως επιπτώσεις στην υγεία αφού μειώνουν την απολυμαντική ικανότητα της χλωρίωσης και συντελούν στην αύξηση της διάβρωσης των σιδηρών σωλήνων, αυξάνοντας έτσι τις συγκεντρώσεις των διαλυμένων μετάλλων στο νερό. Υψηλές τιμές pH μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα αισθητικής, όπως έντονος χρωματισμός και πικρή γεύση.

Το καθαρό νερό είναι ελάχιστα ιονισμένο και σε κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση υδρογονιόντων και υδροξυλιόντων διέπεται από τη σχέση:

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

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

Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 ως 14. Η ουδετερότητα αντιστοιχεί σε pH = 7. Τιμές μικρότερες δείχνουν όξινο περιβάλλον (υπεροχή υδρογονιόντων) ενώ τιμές μεγαλύτερες αλκαλικό περιβάλλον (υπεροχή υδροξυλιόντων).

Η μέτρηση του pH, είναι μία από τις σημαντικότερες και βασικότερες μετρήσεις κατά την εξέταση των υδάτων και αποβλήτων. Σε δεδομένη θερμοκρασία, το pH δείχνει πόσο όξινο ή αλκαλικό είναι ένα διάλυμα, ή τον βαθμό ιονισμού του διαλύματος. Με το pH δεν μετράται η οξύτητα ή ανηλικότητα του δείγματος, όμως τιμές pH μικρότερες από 7, δείχνουν μια τάση του δείγματος προς την οξύτητα και τιμές pH μεγαλύτερες από 7 δείχνουν μία τάση προς την αλκαλικότητα.

Στα νερά φυσικής προέλευσης, το pH κυμαίνεται συνήθως από 6,5 ως 8,5 (χωρίς να αποκλείονται ακραίες τιμές). Σ' αυτά τα όρια, πρέπει να βρίσκεται και το pH των λυμάτων και αποβλήτων πριν τη διάθεσή τους στη θάλασσα, τα ρέματα και τους υπονόμους.

4.2.1.2.4 Αντιδραστήρια

- **Ρυθμιστικά διαλύματα:** Στο εμπόριο, κυκλοφορούν έτοιμα ρυθμιστικά διαλύματα, σε διάφορα πεδία pH (4.01, 7 και 10), για τη ρύθμιση του πεχάμετρου πριν από κάθε μέτρηση pH.
- **Δείγματα νερού** (από την υδρολογική λεκάνη του Κερίτη)
- **Απιονισμένο νερό**

4.2.1.2.5 Διαδικασία μέτρησης

Πριν από κάθε μέτρηση, κάναμε βαθμονόμηση του πεχάμετρου (pH-μέτρο HACH sension™156), σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η βαθμονόμηση γινόταν σε δύο τουλάχιστον τιμές, μεταξύ των οποίων βρίσκεται το pH του δείγματος και οι οποίες απέχουν τρεις ή περισσότερες μονάδες pH μεταξύ τους. Στη συνέχεια, τοποθετούσαμε σε μαγνητικό αναδευτήρα στο ποτήρι ζέσεως, που περιέχει τόση ποσότητα από το δείγμα ή το ρυθμιστικό διάλυμα, ώστε να καλύπτονται τα ευαίσθητα μέρη των ηλεκτροδίων και να είναι δυνατή η κίνηση της μαγνητικής ράβδου.

Τα ηλεκτρόδια βυθιζόντουσαν απευθείας στο νερό σε κατάλληλο βάθος ώστε να κινούνται -στο νερό- με τέτοιο τρόπο, και να εξασφαλίζουν την κίνηση του υγρού ανάμεσα από τα ευαίσθητα στοιχεία των ηλεκτροδίων. Οι ικανοποιητικές συνθήκες ανάδευσης φαίνονταν από τη σταθερότητα των ενδείξεων του οργάνου.

Πριν από κάθε μέτρηση, ξεπλέναμε τα ηλεκτρόδια με απιονισμένο νερό και τα σκουπίζαμε μαλακά με απορροφητικό χαρτί. Στη συνέχεια, τα βυθίζαμε σε ένα ποτήρι ζέσεως που περιέχει το δείγμα και έβαζα σε λειτουργία το μαγνητικό αναδευτήρα. Ο ρυθμός ανάδευσης δεν έπρεπε να επιτρέπει την μεταφορά αέρα από την ατμόσφαιρα στο δείγμα. Τέλος σημειώναμε την τιμή του pH και της θερμοκρασίας των διαφόρων δειγμάτων. Επαναλαμβάναμε τη μέτρηση, διαδοχικά, με νέες ποσότητες από τα δείγματα, ωστόσο η διαφορά των τιμών να είναι μικρότερη από 0,1 μονάδες pH, αυτό συνήθως γινόταν για να έχουμε σωστά και ακριβείς αποτελέσματα.

Στη συνέχεια, ξεπλέναμε και πάλι τα ηλεκτρόδια με απιονισμένο νερό, τα σκουπίζαμε μαλακά με απορροφητικό πανί και τα βυθίζαμε σε ποτήρι ζέσεως που περιείχε απιονισμένο νερό.

Χρησιμοποιήθηκε το pH-μέτρο της φωτογραφίας, HACH (session™156), κατά τη μέτρηση του pH κρίνεται απαραίτητη η συνεχής ανάδευση του δείγματος για να επιτευχθεί η ομοιογένειά του.



Εικ. 4.2: pH-μέτρο HACH session™156

4.2.1.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

4.2.1.3.1 Γενικές πληροφορίες

Το νερό που διέρχεται μέσα από τους ασβεστόλιθους, διαλύει σημαντική ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) που συντελεί στην αύξηση της αγωγιμότητας. Έτσι το νερό των γεωτρήσεων ή και των χειμάρρων είναι συνήθως πάνω από $250 \frac{\mu\text{S}}{\text{cm}}$.

4.2.1.3.2 Διαδικασία

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

Το αγωγιμόμετρο που χρησιμοποιήσαμε κατά την διεξαγωγή της πτυχιακής άσκησης ήταν εφοδιασμένο με διάταξη αυτόματης αντιστάθμισης της θερμοκρασίας, η οποία επέτρεπε την άμεση ανάγνωση, με πολύ καλή προσέγγιση, της ειδικής αντίστασης στη θερμοκρασία αναφοράς. Η περιοχή της θερμοκρασίας για την οποία η αντιστάθμιση γινόταν αυτόματα, συνήθως καθορίζεται από τον κατασκευαστή.

Αφού πετάμε το αγωγιμόμετρο σε λειτουργία (σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή). Ξεπλέναμε αρκετές φορές τα ηλεκτρόδια του αγωγιμόμετρου με απιονισμένο νερό και στη συνέχεια τουλάχιστον δύο φορές με το δείγμα που επρόκειτο να εξεταστεί. Το όργανο διέθετε αυτόματη διάταξη αντιστάθμισης της θερμοκρασίας (με αποτέλεσμα να μη χρειαζόταν να ρυθμίζουμε κάθε φορά τη θερμοκρασία για τα διάφορα δείγματα) και έτσι βυθίζαμε τα ηλεκτρόδια του οργάνου στο δείγμα και καταγράφαμε τις αντίστοιχες μετρήσεις για την αγωγιμότητα και τη θερμοκρασία.

Χρησιμοποιήθηκε το αγωγιμόμετρο *HACH (session™156)* το οποίο αποτελείται από την ίδια ακριβώς συσκευή με τη μόνη διαφορά ότι το ηλεκτρόδιο είναι διαφορετικό και ειδικό για τη μέτρηση της αγωγιμότητας.

Κατά τη μέτρηση της αγωγιμότητας κρίνεται απαραίτητη η συνεχής ανάδευση του δείγματος για να επιτευχθεί η ομοιογένειά του. Σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή μετά τη χρήση του αγωγιμόμετρου το ηλεκτρόδιο του, το τοποθετούσαμε σ' ένα ποτήρι ζέσεως.



Εικ. 4.3 Αγωγιμόμετρο HACH session™ 156

4.2.1.4 ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΣΤΟΥΣ 105°C

4.2.1.4.1 Περιγραφή διαδικασίας

1) Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως στον φούρνο ξήρανσης σε θερμοκρασία 105 °C για περίπου μια ώρα, προκειμένου να εξατμιστεί η πιθανή υγρασία που μπορεί να έχει το ποτήρι μας.

2) Στην συνέχεια τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως στο ξηραντήρα στον οποίο υπάρχει silica gel (με μπλε χρώμα) έως ότου φτάσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

3) Ζυγίζουμε το ποτήρι ζέσεως και καταγράφουμε το βάρος ως «αρχικό βάρος» σε γραμμάρια.

4) Προσθέτουμε 100 ml από το δείγμα μας στο προ-ζυγισμένο ποτήρι ζέσεως (το ποτήρι δεν είναι στον ζυγό επάνω).

5) Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως 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.

6) Τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως στο ξηραντήρα και αφήνουμε να επανέλθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

7) Στην συνέχεια το ζυγίζουμε και καταγράφουμε το βάρος ως «βάρος μετά την ξήρανση» σε γραμμάρια.

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

Όπου:

A: αρχικό βάρος (gr)

B: βάρος μετά την ξήρανση (gr)

4.2.1.5 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (προσδιορισμός με τη μέθοδο EDTA)

4.2.1.5.1 Αρχή μεθόδου

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

4.2.1.5.2 Εργαστηριακός εξοπλισμός

Τα όργανα τα οποία χρησιμοποιήσαμε είναι:

- Κωνική φιάλη 250 ml
- ποτήρι ζέσεως
- Προχοίδα
- Ογκομετρικός κύλινδρος 25 ml
- Χωνί
- Θάλαμος εξαερισμού και
- Σιφώνιο πληρώσεως 1 ml

4.2.1.5.3 Αντιδραστήρια

Τα δείγματα μας για την για την σκληρότητα:

- Δείγματα νερού της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη επίσης
- EDTA
- Χρησιμοποιήσαμε 1 ταμπλέτα ERIOT (γενικά ο δείκτης *Eriochrome Black T* :μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αλκοολούχο διάλυμα ή σε ξηρή μορφή ή σε μείγμα με χλωριούχο νάτριο) και
- 1 ml NH₃.

Το διάλυμα EDTA φτιάχνεται με τον παρακάτω τρόπο, ωστόσο κατά την διάρκεια της εξαμήνης πρακτικής μου το χρησιμοποιούσα έτοιμο.

4.2.1.5.4 Διάλυμα EDTA 0,01 M.

Διαλύονται 3,7g Na₂ EDTA σε αποσταγμένο νερό και αραιώνονται σε ογκομετρική φιάλη του λίτρου μέχρι χαραγής. Το διάλυμα διατηρείται σε φιάλη πολυαιθυλαινίου (το EDTA έχει την τάση να δεσμεύει κατιόντα από τα απλά γυάλινα δοχεία). Το διάλυμα EDTA ελέγχεται με το πρότυπο διάλυμα ασβεστίου. Για την τιτλοδότηση, χρησιμοποιούνται 20 ml πρότυπο διάλυμα ασβεστίου και αραιώνονται σε 50 ml αποσταγμένο νερό. Η συγκέντρωση του διαλύματος EDTA υπολογίζεται από τον τύπο:

$$C = 0,01 \times \frac{V_1}{V_2}$$

όπου:

C: η συγκέντρωση του διαλύματος EDTA mol/l

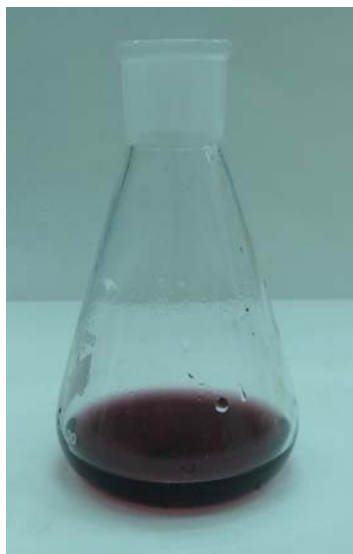
V₁: ο όγκος του πρότυπου διαλύματος ασβεστίου ml

V₂: ο όγκος του διαλύματος EDTA ml

4.2.1.5.5 Περιγραφή διαδικασίας

Σε μια κωνική φιάλη των 250 ml τοποθετούσαμε 25 ml δείγματος νερού, προσθέσαμε μια ταμπλέτα ERIOT και 1 ml NH₃ και τότε το διάλυμα χρωματίζονταν κόκκινο (Εικόνα.4.4). Στην συνέχεια ογκομετρούσαμε αμέσως με διάλυμα EDTA το οποίο είχαμε ήδη τοποθετήσει στην προχοίδα, με ταυτόχρονη ανάδευση. Η ογκομέτρηση έχει ολοκληρωθεί όταν το διάλυμα είχε γίνει πράσινο (Εικόνα.4.5) και

αυτό διότι η ταμπλέτα ERIOT περιείχε δείκτη ο οποίος χρωμάτιζε το διάλυμα στην αρχή κόκκινο και στην συνέχεια πράσινο με την προσθήκη EDTA.



Εικ. 4.4 Πριν την ογκομέτρηση EDTA



Εικ. 4.5 Μετά την ογκομέτρηση με EDTA

4.2.1.5.6 Υπολογισμός

Για τον υπολογισμό της σκληρότητας χρησιμοποιήσαμε τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Σκληρότητα (EDTA) σε } \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{ CaCO}_3 = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ml δείγματος}}$$

όπου:

A: ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν.

B: mg του CaCO_3 που περιέχονται σε 1 ml διαλύματος EDTA.

Συνήθως όμως χρησιμοποιούσα και άλλες μονάδες μέτρησης για την σκληρότητα όπως: mg/l CaCO_3 , mmole/l και meq/l αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί.

4.2.1.6 ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ (NH_4^+ - N)

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό τη μορφή αμμωνιακών ιόντων ή ελεύθερης αμμωνίας, ανάλογα με το pH και τη θερμοκρασία του διαλύματος. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση ιόντων αμμωνίου στο πόσιμο νερό, είναι 0,5 ml/l ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα γλυκά νερά για τη διαβίωση της πέστροφας και ειδών της οικογένειας των Σαλμονίδων και Κυπρινίδων, είναι 0,025 mg/l. Στα απόβλητα που εκβάλλουν στα επιφανειακά νερά, η τιμή της ολικής αμμωνίας, δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 15 mg/l.

4.2.1.6.1 Πειραματική διαδικασία

Κατά τη διαδικασία μέτρησης με το Ammonium reagent test MERCK 14752, με χρήση σιφωνίου λαμβάνονται 5,0ml του εξεταζόμενου δείγματος σε δοκιμαστικό σωλήνα. Προστίθεται με τη βοήθεια ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας 0,6 ml του αντιδραστηρίου NH_4 -1B και ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδεύεται σε αναδευτήρα

(Minishaker MS2, IKA WORKS). Προστίθεται μια δόση του αντιδραστήριου $\text{NH}_4\text{-2B}$ και ακολουθεί ανάδευση για να διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο. Ο σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για 5 λεπτά. Κατόπιν προστίθεται 4 δόσεις (σταγόνες) του αντιδραστήριου $\text{NH}_4\text{-3B}$ και ακολουθεί ανάδευση. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για ακόμη 5 λεπτά.

Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως 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 0,05-3,00 mg/l $\text{NH}_4^+ \text{- N}$.

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

4.2.1.7 ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΖΩΤΟ ($\text{NO}_3^- \text{-N}$)

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 $\text{NO}_3^- \text{-N}$. Με την πλαστική σύριγγα, που περιέχεται μέσα στο test, μεταφέρονται 4 ml από το αντιδραστήριο $\text{NO}_3\text{-1}$ μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολούθως, προστίθενται στο δοκιμαστικό σωλήνα 0,5 ml δείγματος και 0,5 ml από το αντιδραστήριο $\text{NO}_3\text{-2}$ με πιπέτα ακριβείας. Βιδώνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας και ανακινείται με προσοχή γιατί το περιεχόμενο του ζεσταίνεται αρκετά. Αφήνουμε το δοκιμαστικό σωλήνα για 10 λεπτά σε ηρεμία ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση.

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

Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει 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.

Προσοχή: μην ρίξετε στα φιαλίδια κρύο νερό.

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

4.2.1.8 ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ ΙΟΝΤΑ ($\text{PO}_4^{-3}\text{-P}$)

Στα επιφανειακά νερά και απόβλητα απαντάται σε πολλές μορφές, πιο συχνά με τη μορφή ορθοφωσφορικών και πολυφωσφορικών ιόντων, ως οργανικός φώσφορος, δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις. Η παρουσία του φωσφόρου στα επιφανειακά νερά, οφείλεται σε πολλές πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρημένα σε σημαντικές ποσότητες φωσφόρους. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, δεν δεσμεύονται ποσοτικά από τα φυτά ή το έδαφος και έτσι οι εκπλύσεις εδαφών περιέχουν και αυτές σημαντικά φορτία φωσφόρου.

Ο φώσφορος είναι το βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των οργανισμών και η έλλειψη του μπορεί να περιορίσει την ανάπτυξη της πρωτογενούς παραγωγής, σε μια υδατική μάζα. Σε περιπτώσεις όπου ο φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας η διοχέτευση επεξεργασμένων ή ανεπεξεργαστων λυμάτων, κτηνοτροφικών αποβλήτων, εκπλύσεων γεωργικών εδαφών ή ορισμένων βιομηχανικών αποβλήτων μπορεί να προκαλέσει την υπέρμετρη ανάπτυξη φωτοσυνθετικών, υδρόβιων φυκιών ή μακρόφυτων που με τη σειρά του προκαλούν ευτροφισμό.

Το ανώτατο επιτρεπτό όριο των φωσφορικών στο επιφανειακό νερό σύμφωνα με τη νομοθεσία είναι 0,4-0,7 mg/l.

4.2.1.8.1 Πειραματική διαδικασία

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

Ανοίγεται το καπάκι του φωτομέτρου (MERCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτομέτρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτομέτρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό

σφάλμα στη μέτρηση. Δείγματα που περιέχουν $Cl^- > 1000 \text{ mg/l}$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό.

Το εύρος του test είναι $0,05\text{-}5,00 \text{ mg/l PO}_4\text{-P}$.

Για την διασφάλιση της ποσότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με $0,80 \text{ mg/l PO}_4\text{-P}$ (Spectroquant Combicheck 10) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης, χειρισμός) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα.

Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

4.2.1.9 Διαλυμένο οξυγόνο

Το ηλεκτρόδιο οξυγόνου είναι ένας ηλεκτρικός αισθητήρας που χρησιμοποιείται στη μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου σε υδατικά διαλύματα. Αποτελείται από ένα σύστημα ηλεκτροδίου με άνοδο και κάθοδο, διαχωριζόμενο από το δείγμα με μια μεμβράνη, διαπερατή στο οξυγόνο.

Κατά τη μέτρηση είναι απαραίτητο το ηλεκτρόδιο να μη μένει ακίνητο αλλά να κινείται ελαφρώς μέσα στο νερό ώστε να λαμβάνεται πιο γρήγορα η μέτρηση.

Πριν από κάθε μέτρηση, κάναμε βαθμονόμηση του οργάνου (HACH sensionTM156), ώστε να δείχνει το 100% της τιμής κορεσμού.



Εικ. 4.6 HACH sensionTM156

4.2.1.10 ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ (Cl^-)

4.2.1.10.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥ

Υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων στο νερό προσδίδουν μια δυσάρεστη γεύση. Η επιθυμητή τιμή των 250 mg/l που έχει ορίσει η ΠΟΥ βασίζεται μόνο στην αρνητική επίπτωση στη γεύση του νερού. Νερό με συγκέντρωση μεγαλύτερη από $150 \text{ } \mu\text{S/cm}$ επιταχύνει την διαδικασία της διάβρωσης στους μεταλλικούς αγωγούς με αποτέλεσμα να εντείνονται τα φαινόμενα «καφετί» χρωματισμού του νερού λόγω σκουριάς.

4.2.1.10.2 Γενικές πληροφορίες

Το ποσό των χλωριόντων που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από το πόσιμο νερό είναι ελάχιστο σε σχέση με αυτό που προσλαμβάνει από την τροφή του. Με βάση αυτό που η ΠΟΥ δεν το θεωρεί σαν μια παράμετρο που σχετίζεται με την υγεία, αλλά

σαν μια παράμετρο που επηρεάζει την αισθητική του πόσιμου νερού και έτσι έχει προσδιορίσει την επιθυμητή τιμή. Τα χλωριόντα πρέπει επίσης να ελέγχονται και σαν λειτουργική παράμετρος στον βαθμό που επιταχύνουν την διαδικασία της διαβρώσεως.

Σε ουδέτερο ή ελαφρά αλκαλικό περιβάλλον (pH 8,3) 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. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε νερά και απόβλητα με συγκεντρώσεις χλωριόντων από 1,5 ως 100 mg/l.

4.2.1.10.3 Παρεμποδιστικές ουσίες

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

Ειδικά αντιδραστήρια για την απομάκρυνση παρεμποδιστικών ουσιών (Αιώρημα υδροξειδίου του αργιλίου)

Διαλύονται 125 g διπλού θειικού άλατος αργιλίου-καλίου ή αργιλίου-αμμωνίου (και $(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ ή $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$) σε 1 λίτρο αποσταγμένο νερό. Το διάλυμα θερμαίνεται στους 60 °C και προσθέτονται 55 ml πυκνής αμμωνίας, σιγά-σιγά, με σύγχρονη ανάδευση. Αφήνεται να παραμείνει για 1 ώρα περίπου, μεταφέρεται το μείγμα σε μεγάλη γυάλινη φιάλη και πλένεται το ίζημα με προσθήκη απιονισμένου νερού, γίνεται ανάδευση και απόχυση αρκετές φορές, ώσπου να απαλλαγεί τελείως από τα ιόντα χλωρίου. Όταν το αιώρημα είναι πρόσφατα παρασκευασμένο, καταλαμβάνει όγκο περίπου 1 λίτρο.

- Υδροξείδιο του νατρίου, NaOH 1N
- θειικό Οξύ, H₂SO₄ 1N
- Δείκτης φαινολοφθολείνης (10 g/l)
- Υπεροξείδιο του υδρογόνου (30 %)

4.2.1.10.4 Εργαστηριακός εξοπλισμός

Τα όργανα που χρησιμοποιήσαμε για τον προσδιορισμό των ιόντων χλωρίου στα διάφορα δείγματα νερού κατά την διάρκεια της πτυχιακής μας άσκησης ήταν τα εξής:

- ✓ Σιφώνι πληρώσεως 1 ml
- ✓ Προχοίδα
- ✓ Κωνική φιάλη των 250 ml
- ✓ Ογκομετρικός κύλινδρος των 25 ml
- ✓ Χωνί
- ✓ Σπάτουλα

- ✓ Ηλεκτρονικός ζυγός

4.2.1.10.5 Αντιδραστήρια

Ενώ τα υλικά ήταν:

- **Νερό απαλλαγμένο ιόντων χλωρίου, δισαποσταγμένο ή απιονισμένο**
- **Πρότυπο διάλυμα νιτρικού αργύρου $AgNO_3$ 0,014 N:** Διαλύονταν περίπου 2,4g $AgNO_3$ σε αποσταγμένο νερό και αραιώνονται σε 1000 ml. Το διάλυμα τιτλοδοτείται με διάλυμα $NaCl$ 0,014N. Το διάλυμα του νιτρικού αργύρου ($AgNO_3$) φυλάσσεται σε γυάλινη σκουρόχρωμη φιάλη. Εγώ το χρησιμοποιούσα έτοιμο κατά την διεξαγωγή της ανάλυσης.

- **Δείκτης χρωμικού καλίου (K_2CrO_4):** Διαλύονται 50 g K_2CrO_4 σε 100 ml αποσταγμένο νερό. Προσθέτουμε μερικές σταγόνες διαλύματος νιτρικού αργύρου μέχρι να σχηματιστεί κόκκινο ίζημα. Το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία ,προστατευμένο από φως, για 12 ώρες. Διηθείται από σκληρό ηθμό πορώδους πορσελάνης, για απομάκρυνση του ιζήματος και αραιώνεται μέχρι 1 λίτρο με αποσταγμένο νερό. Εγώ το χρησιμοποιούσα έτοιμο κατά την διεξαγωγή της ανάλυσης.

- **$CaCO_3$**
- **Δείγματα νερού** (από την υδρολογική λεκάνη του Κερίτη)

4.2.1.10.6 Βασική αρχή μεθόδου ανάλυσης

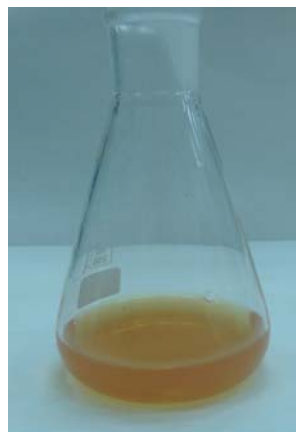
Όπως γνωρίζουμε υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό των χλωριόντων. Ωστόσο η μέθοδος του νιτρικού αργύρου είναι η παλαιότερη και η πιο πολυχρησιμοποιούμενη μέθοδος, κατάλληλη για σχετικά καθαρά νερά με συγκέντρωση των χλωριόντων απο 1,5 έως $100 \frac{mg}{l}$.

Μέσα σε κωνική φιάλη των 250 ml και με την βοήθεια του ογκομετρικού κυλίνδρου των 25 ml προσθέταμε 25 ml δείγματος και με το σιφώνι πληρώσεως 1ml δείκτη K_2CrO_4 ο οποίος έχει κίτρινο χρώμα και χρωματίζει το διάλυμα(Εικ.4.7). Έχοντας προετοιμάσει την προχοίδα με διάλυμα $AgNO_3$ ογκομετρούσαμε τα διαλύματα των δειγμάτων που είχαμε φτιάξει έως ότου αυτά αλλάζανε χρώμα και από κίτρινο γινόταν κεραμιδί (Εικ.4.8). Για να έχουμε ακριβείς αποτελέσματα, θα έπρεπε να επαναλαμβάναμε τη διαδικασία δύο φορές επιπλέον και να παίρναμε το μέσο όρο των τιμών αυτών.

Την ίδια διαδικασία ακολουθούσαμε και για το τυφλό διάλυμα. Συγκεκριμένα με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού ζυγού και της σπάτουλας, ζύγιζαμε περίπου 0,5gr $CaCO_3$ και σε κωνική φιάλη των 250 ml τοποθετούσαμε 1 ml δείκτη K_2CrO_4 και 25 ml απιονισμένου νερού και ογκομετρούσαμε με $AgNO_3$ διάλυμα.



Εικ. 4.7 Πριν την ογκομέτρηση $AgNO_3$



Εικ. 4.8 Μετά την ογκομέτρηση $AgNO_3$

4.2.1.10.7 Υπολογισμοί

Σύμφωνα με την διπλανή σχέση $mg/l Cl^- = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{C}$ βρίσκουμε τα
ιόντα χλωρίου σε mg/l .

Όπου:

A: Ο μέσος όρος των ογκομετρήσεων σε ml του διαλύματος $AgNO_3$ που καταναλώθηκαν για το δείγμα.

B: Τα ml του διαλύματος $AgNO_3$ που καταναλώθηκαν για το τυφλό.

C: Τα ml του δείγματος.

N: Η κανονικότητα του διαλύματος $AgNO_3$.

4.2.1.11 ΘΕΙΪΚΑ SO_4

Η παρουσία των θειικών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά μπορεί να προέρχεται από την γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό ή από ορισμένες χρήσεις του νερού 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 καθαρική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, γι' αυτό και το ανώτερο επιτρεπτό όριο θειικών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 250 mg/l.

4.2.1.11.1 Πειραματική διαδικασία

Παίρνουμε από το δείγμα όγκο 2,5 ml με ένα σιφόνι και το αδειάζουμε σε ένα κενό φιαλίδιο. Στη συνέχεια προσθέτουμε 2 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4-1 και ανακινούμε το φιαλίδιο. Μετά βάζουμε 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο SO_4-2 και αφού το αναδεύσουμε, το αφήνουμε στο υδατόλουτρο για 5 min στους 40 °C.

Μετά το τέλος των 5 min προσθέτουμε 2,5 ml από το αντιδραστήριο SO_4-3 και το αναδεύουμε. Στη συνέχεια φιλτράρουμε όλο το περιεχόμενο του φιαλιδίου με απλό ηθμό σε άλλο φιαλίδιο. Προσθέτουμε 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4-4 και το αναδεύουμε. Αφήνουμε το φιαλίδιο στο υδατόλουτρο για άλλα 7 min στους 40 °C.

Μετά το πέρας του χρόνου επώασης μετράμε το δείγμα στο φωτόμετρο με τη βοήθεια κυψελίδας.

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

Το εύρος του test είναι 25-300 mg/l SO₄.

Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

4.2.1.12 Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο - B.O.D (Biochemical Oxygen Demand)

4.2.1.12.1 Αρχή της 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 τοποθετείται σε σφραγισμένο δοχείο μέσα σε θερμοθάλαμο στους 20° C για 5 ημέρες. Η κατανάλωση του περιεχομένου οξυγόνου στο δοχείο κατά την διάσπαση του οργανικού φορτίου του δείγματος από τους μικροοργανισμούς, υπολογίζεται ως από τι μεταβολή της πίεσεως στο δοχείο και μετράτε μανόμετρα.

Η διεργασία περιγράφεται στην παρακάτω εξίσωση:

Μικροοργανισμοί

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

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

4.2.1.12.2 Προετοιμασία δείγματος:

1. Θέτουμε σε λειτουργία τον θερμοθάλαμο 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 μαγνητικός αναδευτήρας 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 συνεχείς ανάδευση.
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».

Μετρίσιμο εύρος BOD mg/l	Όγκος δείγματος	Πολλαπλασιαστικός παράγοντας
0 – 4	428	1
0 – 80	360	2
0 – 200	244	5
0 – 400	157	10
0 – 800	94	20
0 – 2000	56	50
0 - 4000	21,7	100

Πχ

Μετρήσιμο Εύρος: 0 – 400 ml

Όγκος δείγματος: 157 ml

Πολ. Παράγοντας: 10

Μετρήσιμη τιμή οργάνου: 18

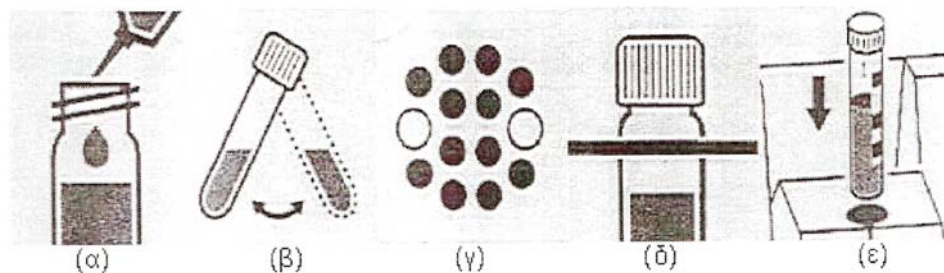
Αποτέλεσμα: (18 x 10) BOD mg/l

4.2.1.13 ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD)

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

Κατά τη διαδικασία μέτρησης του COD ακολουθείται η εξής διαδικασία:

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



Εικ. 4.9 Διαδικασία προετοιμασίας για την μέτρηση του COD.

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



Εικ. 4.10 Θερμοαντιδραστήρας

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

Για να μετρηθεί το COD χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60*. Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο και τοποθετούμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή μετά από λίγα δευτερόλεπτα εμφανίζεται στην οθόνη το αποτέλεσμα .

4.2.1.14 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

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

Απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα: Κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων και ολικών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιήθηκε αντλία κενού, με 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. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης, αποστειρωμένα τρυβλία *Petri*. Τα υλικά για την παρασκευή των θρεπτικών υλικών που χρειάστηκαν είναι: Για τα ολικά και κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκε *Agar* και *Membrane Laury/ Su/phate Broth (Lab 82)*. Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκε το *S/anetz & Bart/ey Medium (Lab 166)*.

4.2.1.14.1 Περιγραφή διαδικασίας ανάλυσης - μέτρησης:

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε σε αποστειρωμένες φιάλες όγκου 500ml.

Αραίωση δειγμάτων: Ανάλογα με το ιστορικό του κάθε δείγματος γίνεται η ανάλογη αραίωση.

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 ειδικό μπουκάλι που αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, τοποθετείται η ποσότητα του *Agar* και του *Membrane Lury/ Su/phate Broth (Lab 82)*, ανάλογα με την ποσότητα των τρυβλίων που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Το καπάκι του μπουκαλιού τοποθετείται χωρίς να βιδωθεί και στη συνέχεια, τοποθετείται το μπουκάλι στον κλίβανο αποστείρωσης για 10 λεπτά. Όταν τελειώσει η λειτουργία του κλιβάνου, το θρεπτικό υλικό μοιράζεται στα αποστειρωμένα τρυβλία και αφήνονται σε θερμοκρασία δωματίου για να έρθει το θρεπτικό υλικό σε μορφή ζελέ.

Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των εντερόκοκκων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Σε ειδικό μπουκάλι που αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, τοποθετείται ανάλογη ποσότητα του *S/anetz & Bart/ey Medium (Lab 166)* με τα τρυβλία που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Το καπάκι του μπουκαλιού τοποθετείται χωρίς να βιδωθεί. Τοποθετείται στην θερμαντική πλάκα και αφήνεται έως ότου να γίνει διαυγές. Στην συνέχεια μοιράζετε στα τρυβλία.

Διήθηση: Η μαγνητική χοάνη προσαρμόζεται στη συσκευή διήθησης. Παίρνουμε την λαβίδα και την αποστειρώνουμε με οινόπνευμα, χωρίς την παρέμβαση εξωγενών παραγόντων με την λαβίδα αυτή λαμβάνεται ένα αποστειρωμένο φίλτρο το οποίο τοποθετείται πάνω στη βάση της μαγνητικής χοάνης της συσκευής διήθησης, Κατόπιν ανοίγεται η αντλία κενού και διηθείται το δείγμα μας (100ml).

Και τοποθετείτε στα υποστρώματα πρέπει να αναφέρω ότι κάνουμε διήθηση για κάθε δέγμα 3 φορές όσα δηλαδή είναι και η παράμετροι που πρέπει να μετρήσουμε. Επώαση: Τα τρυβλία των ολικών κολοβακτηριδίων (*Tota/ Co/iforms*) αναποδογυρίζονται και τοποθετούνται για 22 - 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C.

Τα τρυβλία των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (*Faeca/ Co/iforms*) αναποδογυρίζονται και τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44 °C. Προτείνεται, πριν από την επώαση στους 44 °C

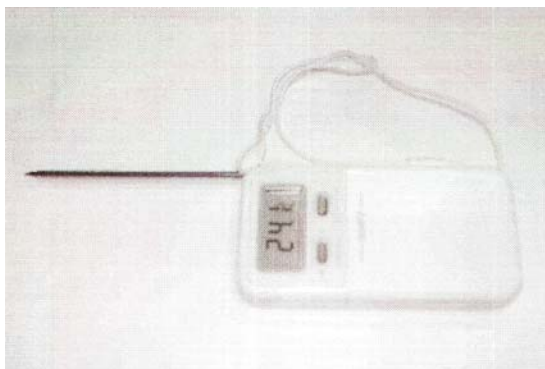
Τέλος, τα τρυβλία των εντερόκοκκων αναποδογυρίζονται και τοποθετούνται για 48 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C.

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

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

4.2.1.15 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού (0C) στα δείγματα μας έγινε με ψηφιακό θερμομέτρο ακίδος.



Εικ. 4.11 θερμόμετρο

4.2.1.16 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΛΙΟΥ (Φωτομετρική μέθοδος)

4.2.1.16.1 Αρχή της μεθόδου

Όταν διάλυμα που περιέχει ιόντα μετάλλων εκχέεται (ψεκάζεται) σε φλόγα χαμηλής θερμοκρασίας, τα ηλεκτρόνια των ιόντων διεγείρονται και μεταβαίνουν σε υψηλότερη ενεργειακή κατάσταση

Όταν τα ηλεκτρόνια από διεγείρονται επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση και εκπέμπουν σε συγκεκριμένο μήκος κύματος. Αυτή η εκπομπή σε συγκεκριμένο μήκος κύματος μπορεί να απομονωθεί με την χρήση καταλλήλων οπτικών φίλτρων και να ανιχνευθεί από έναν φώτο-ανιχνευτή. Η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων στην φλόγα και επακόλουθα, του διαλύματος (αυτό ισχύει για διαλύματα χαμηλών συγκεντρώσεων)

Το ηλεκτρικό σήμα από τον φώτο-ανιχνευτή, ενισχύεται και αναγράφεται σε ψηφιακή μορφή.

Για τα ιόντα του Καλίου ισχύει η παραπάνω διαδικασία για συγκεντρώσεις έως και 10,00 ppm, η καμπύλη προτυποποίησης είναι ευθεία γραμμή.

4.2.1.16.2 Όργανα και σκευή

- Φλογοφωτόμετρο με κατάλληλο οπτικό φίλτρο για των προσδιορισμό Καλίου.



Εικ. 4.12 φλογοφωτόμετρο

4.2.1.16.3 Αντιδραστήρια

- Πρότυπα διαλύματα Κ διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 10,00 ppm

4.2.1.16.4 Πειραματική διαδικασία

1. Αρχικά μετρούνται τα πρότυπα δείγματα καθώς και το τυφλό και οι ενδείξεις του οργάνου καταγράφονται για κάθε ένα από αυτά.
2. Από τις παραπάνω μετρήσεις χαράσσεται καμπύλη αναφοράς
3. Στην συνέχεια μετρούνται τα δείγματα και από τις ενδείξεις του οργάνου και την καμπύλη προτυποποίησης, υπολογίζεται η αντίστοιχη συγκέντρωση του κάθε δείγματος.

4.2.1.17 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (Φωτομετρική μέθοδος)

Όργανα και σκευή

- Φλογοφωτόμετρο με κατάλληλο οπτικό φίλτρο για των προσδιορισμό Νατρίου.

Αντιδραστήρια

- Πρότυπα διαλύματα Na διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 10,00 ppm

Πειραματική διαδικασία

1. Αρχικά μετρούνται τα πρότυπα δείγματα καθώς και το τυφλό και οι ενδείξεις του οργάνου καταγράφονται για κάθε ένα από αυτά.
2. Από τις παραπάνω μετρήσεις χαράσσεται καμπύλη αναφοράς
3. Στην συνέχεια μετρούνται τα δείγματα και από τις ενδείξεις του οργάνου και την καμπύλη προτυποποίησης, υπολογίζεται η αντίστοιχη συγκέντρωση του κάθε δείγματος.

4.2.1.18 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ (Φωτομετρική μέθοδος)

Όργανα και σκευή

- Φλογοφωτόμετρο με κατάλληλο οπτικό φίλτρο για των προσδιορισμό Ασβεστίου.

Αντιδραστήρια

- Πρότυπα διαλύματα Ca διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 100,00 ppm

Πειραματική διαδικασία

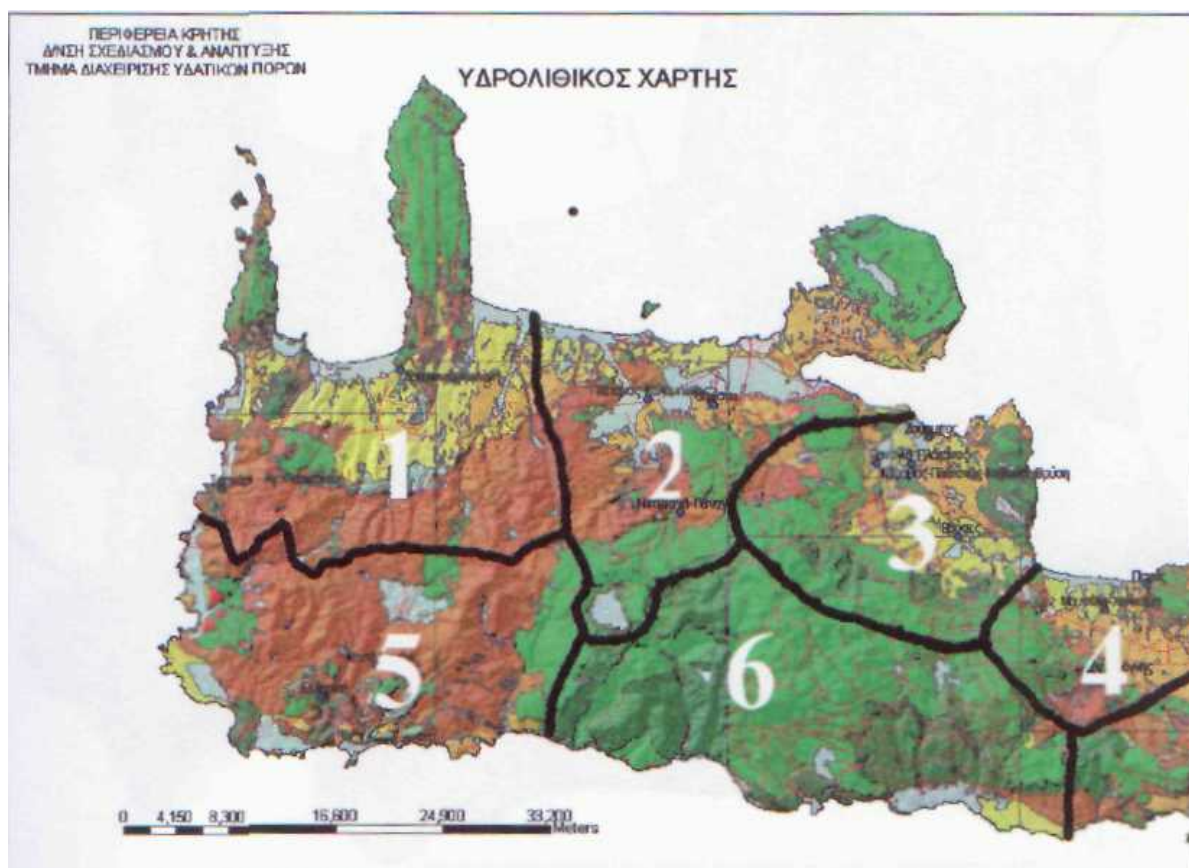
1. Αρχικά μετρούνται τα πρότυπα δείγματα καθώς και το τυφλό και οι ενδείξεις του οργάνου καταγράφονται για κάθε ένα από αυτά.
2. Από τις παραπάνω μετρήσεις χαράσσεται καμπύλη αναφοράς
3. Στην συνέχεια μετρούνται τα δείγματα και από τις ενδείξεις του οργάνου και την καμπύλη προτυποποίησης, υπολογίζεται η αντίστοιχη συγκέντρωση του κάθε δείγματος.

5. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Στο νομό Χανίων , υπάρχουν έξι λεκάνες απορροής ποταμού οι οποίες είναι:

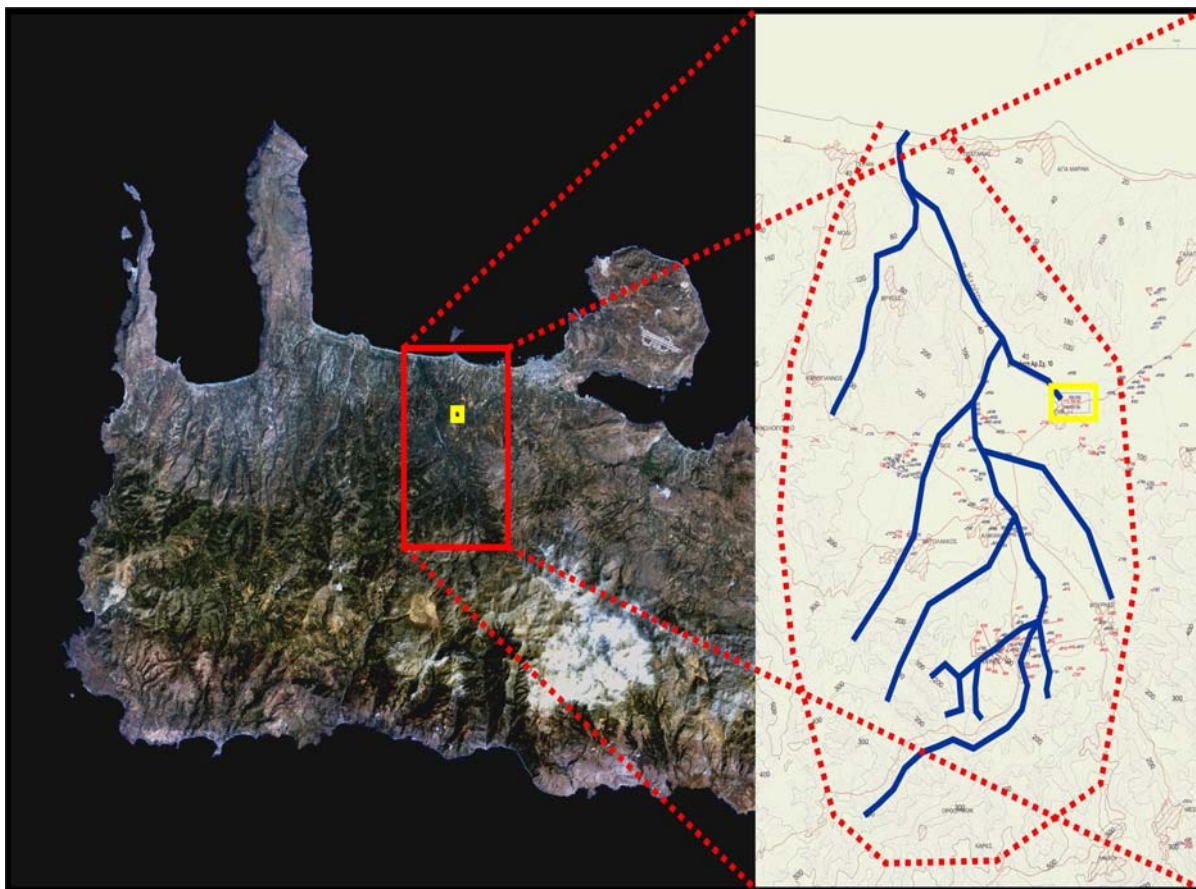
1. Λεκάνη Ταυρωνίτη Κολένη
2. Λεκάνη Κερίτη
3. Λεκάνη Στύλου, Αρμένων, Ζούρμπου, Βρύσσης
4. Λεκάνη Κουρνά, Γεωργιούπολης
5. Λεκάνη Πελεκανιώτη, Σαρακινιώτη, Κακοδικιανού, Χρυσосκαλλίτισας, Αγίας Ειρήνης.
6. Λεκάνη ορεινού όγκου Λευκών Ορέων, Φραγκοκαστέλλου.



Χάρτης 5.1. Υδρολιθικός χάρτης με τις λεκάνες απορροής ποταμού [43].

Στον παραπάνω χάρτη διαχωρίζονται οι έξι λεκάνες απορροής των ποταμών του νομού Χανίων. Στην παρούσα εργασία ασχοληθήκαμε με την υδρολογική λεκάνη του Κερίτη (Λεκάνη 2).

Παρακάτω απεικονίζεται η περιοχή ενδιαφέροντος, η υδρολογική λεκάνη του Κερίτη:

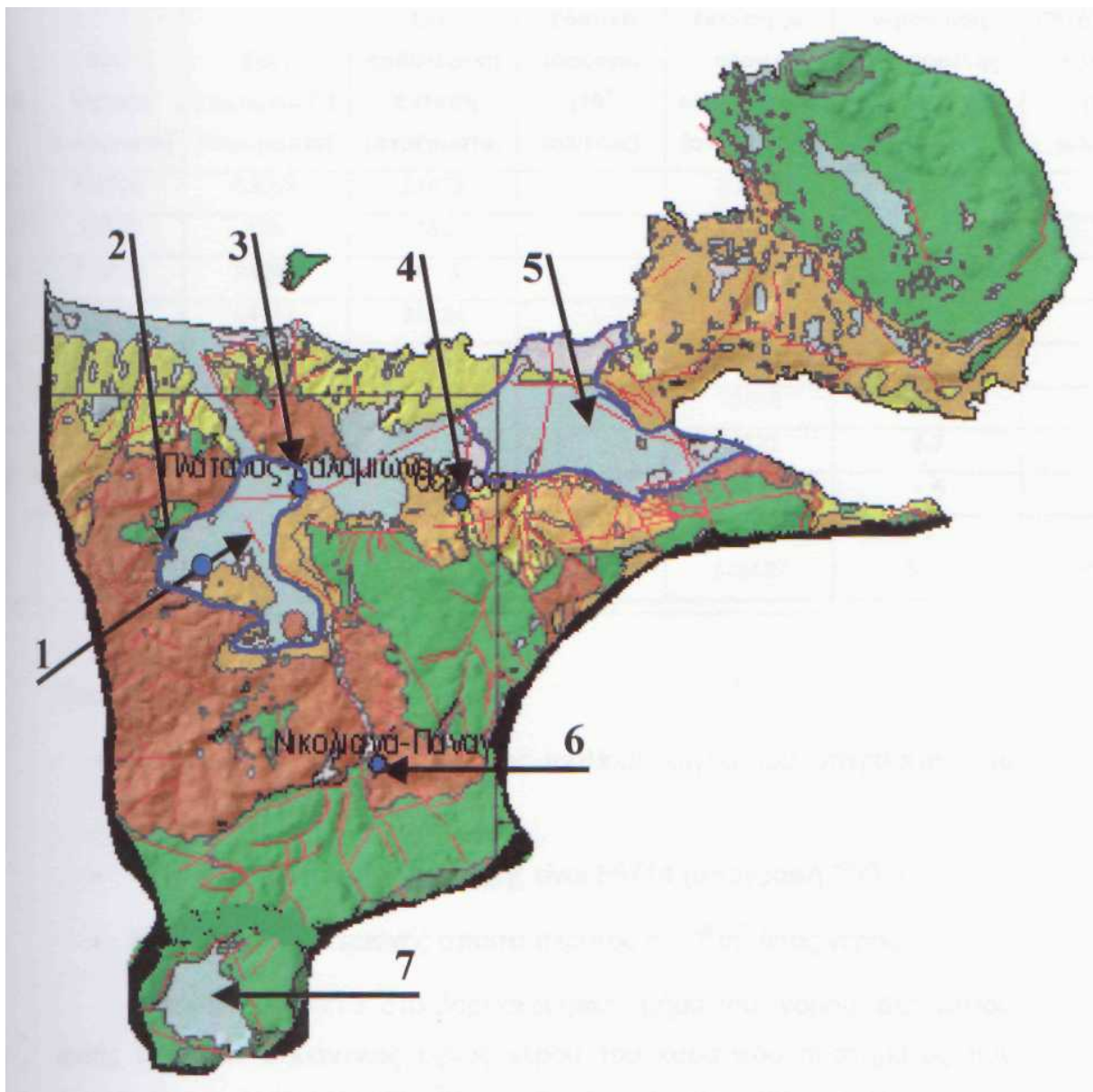


Χάρτης 5.2. Αεροφωτογραφία Νομού Χανίων, προσδιορισμός της περιοχής μελέτης-λεκάνη Κερίτη.

5.1.1 Προσδιορισμός περιοχής μελέτης

Η Υδρολογική Λεκάνη του Κερίτη έχει έκταση 176 km² περίπου. Βρίσκεται στο Βόρειο κεντρικό τμήμα της επαρχίας Κυδωνίας του νομού Χανίων, με διεύθυνση τον άξονα Βορράς- Νότος και σε μέση απόσταση από την πόλη των Χανίων, 15 km περίπου. Εκτείνεται από βορά από το Γεράνι έως τον Γαλατά φτάνοντας νοτίως μέχρι τις κορυφές των Λευκών Ορέων. Πρόκειται για μια από τις σημαντικότερες υδρολογικές λεκάνες του νομού Χανίων.

Εντός της περιοχής λεκάνης περιλαμβάνονται τα χωριά Αγυιά, Αλικιανός, Βαρύπετρο, Βατόλακκος, Βρύσες, Καρές, Κουφός, Λάκκοι, Μόδι. Μυλωνιανά, Μεσκλά. Ορθούνι, Πλατανιάς, Σκινές, Φουρνές, Ψαθογιάννος.



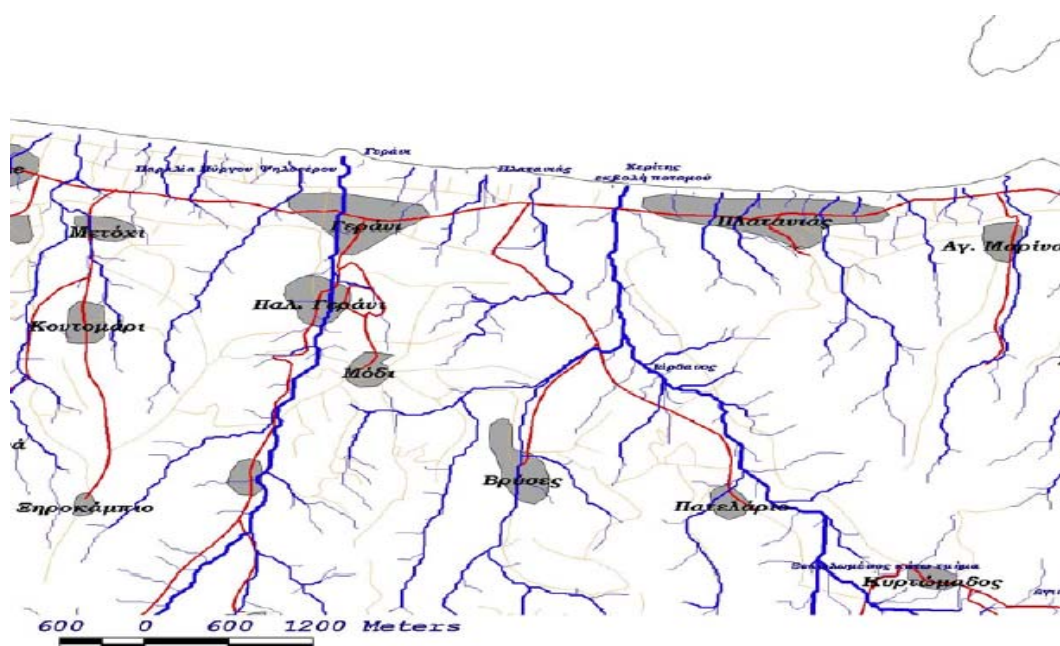
Χάρτης 5.3. Λεκάνη Κερίτη / Κάμπου Χανίων. 1)Προσχωσιγενής Λεκάνη Αλικιανού, Κουφού, Βατολάκκου, Σκινέ, 2)Πηγές Κουφού, 3)Πηγές Αγιάς, 4)Πηγές Αναβάλλοντα, 5)Προσχωσιγενής Λεκάνη κάμπου Χανίων, 6)Πηγές Μεσκλών, 7)Οροπέδιο Ομαλού.

5.1.2 Ιστορικά

Η ονομασία της λεκάνης του Κερίτη προέρχεται από τον ομώνυμο ποταμό, ο οποίος αναφέρεται από τον Όμηρο σαν Ιορδανός, ονομασία που επανέρχεται για το κομμάτι της εκβολής του. Πρόκειται για ένα μεγάλο ποταμό με αμμώδεις όχθες ο οποίος καταλήγει στη θάλασσα, στην περιοχή του Πλατανιά. Η παραλία, η εκβολή του ποταμού και η θαμνώδης έκταση δυτικά και ανατολικά είναι ενδιαφέρουσες περιοχές κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης των πουλιών. Όλη η κοιλάδα έχει ενδιαφέρον λόγω της σημαντικής δενδρώδους ανάπτυξης.



Εικόνα 5.1. Μια άποψη του Ποταμού Κερίτη.



Χάρτης 5.4. Ποταμός Κερίτης, εκβολή και παράλια.

Στον χείμαρρο Κερίτη εκβάλλουν οι παραπόταμοι ή παραχείμαρροι: Μεσκληανός, Μαύρος, Σκινιανός, Βαρσαμιώτης και της Αγυιάς. Όλοι αυτοί μαζί με τον Κερίτη συνθέτουν το πρωτεύον αποχετευτικό δίκτυο της υδρολογικής λεκάνης.

Το νότιο τμήμα της λεκάνης απορροής αποτελεί τμήμα του ορεινού όγκου των Λευκών Ορέων. Το υδρογραφικό δίκτυο σε αυτό το τμήμα είναι αραιό με βαθιές χαραδρώσεις. Η βλάστηση επίσης είναι ελάχιστη.

Το ενδιάμεσο τμήμα είναι ημιορεινό και λοφώδες με πυκνότερο υδρογραφικό δίκτυο και πιο πλούσια βλάστηση. Περιλαμβάνει σχηματισμούς φυλλιτών και χαλαζιτών.

Το βόρειο τμήμα τέλος, είναι πεδινό, με πλούσια βλάστηση και υδροφορία. Εδώ βρίσκεται ο υγρότοπος της Αγυιάς.

5.2.2 Οικολογία

Στην περιοχή περιλαμβάνεται ο υγρότοπος της Αγυιάς, ο οποίος είναι τμήμα ενός μεγαλύτερου που περιλαμβάνει τον ποταμό Κερίτη μέχρι τις εκβολές του. Στην περιοχή NATURA 2000 περιλαμβάνεται όλος ο βιότοπος με τα παρακάτω στοιχεία: NATURA 2000, Κωδικός Περιοχής: A4340006, Όνομα Περιοχής: Λίμνη Αγυιάς - Πλατανιάς - ρέμα & εκβολή Κερίτη, Γεωγραφικό Μήκος: 23⁰56'0" ,Πλάτος: 35⁰28'00" ,Έκταση: 410 ha

Ελάχιστο Υψόμετρο: 0μ., Μέγιστο: 200μ., Μέσο: 30μ.



Εικόνα 4.2. Λίμνη Αγυιάς

Η λίμνη δημιουργήθηκε το 1927-8 με την κατασκευή τεχνητού φράγματος στη νότια πλευρά της, για την εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού της περιοχής και για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Με την πάροδο του χρόνου απέκτησε χαρακτηριστικά υγροτόπου.

5.2.2.1 Ορνιθοπανίδα

Και οι δυο όχθες του ποταμού κοντά στην εκβολή είναι καλυμμένες από γιγάντια καλάμια *Arundo don ax* όπου μπορούν να βρουν καταφύγιο ερωδιοί, μυγοχάφτες, τσιροβάκοι, ποταμίδες, φυλλοσκόποι. Στα παράλια αλλά και στο ποτάμι φωλιάζει ο ποταμοσφυριχτής, στις καλάμιές των όχθων η καλαμοποταμίδα και η ωχροστρισίδα και στα πλατάνια της κοίτης το αηδόني.



Εικόνα 4.3. Νυχτοκόκορας (*Nycticorax*).

Μεταξύ των ειδών που έχουν καταγραφεί: σταυραετός, φιδαιτός, σφηκιάρης, τσίφτης, μαυροπετρίτης, μαυροκιρκίνεζο, θαλασσοσφυριχτής, πετροτριλίδα, διπλό μπεκατσίνι, σταχτοτσικνιάς, μικροτσικνιάς, κιστικόλη, μαυρολαίμης, καστανολαίμης, δεντροσπουργίτης, συρλοτσιχλονο, μαύρομυγοχάφτης, ψευταηδόνη, ακτίτης, κορμοράνος, αρτέμης, μύχος, ασπροκόλα, δεντροφυλλοσκόπος, τρυποφράχτης, σκαρθάκι.

5.2.2.2 Λοιπή Πανίδα

Σημαντικοί πληθυσμοί για τον κρητικό βάτραχο (*Rana cretensis*), δενδροβάτραχο (*Hyla arborea*), φρύνο (*Bufo viridis*) και νεροχελώνα (*Mauremys rivulata*). Έχει καταγραφεί και το εισαχθέν είδος βατράχου *Ranacatesbiana*. Επίσης συναντάμε τα: σπιτικό σαμιαμίθι (*Hemidactylus turcicus*), τρανόσαυρα (*Lacerta trilineata*), λιακόνη (*Chalcides ocellatus*), δεντρογαλιά (*Columba gemonensis*), όχεντρα (*Elaphe situla*), νερόφιδο (*Natrix tessellata*), όφης (*Telescopus fallax*), άρκαλος (*Meles meles*), καλλιγιαννού (*Mustela nivalis*), ζουρίδα (*Martes foina*), σκαντζόχοιρος (*Erinaceus concolor*), μυγαλή (*Crocidura suaveolens*), νανομυγαλή (*Suncus etruscus*), λαγός (*Lepus europaeus*), δασοποντικός (*Apodemus sylvaticus*), ποντικός (*Mus musculus*), αρουραίος (*Rattus rattus*), Στην παραλία αναπαράγεται η θαλάσσια χελώνα (*Caretta caretta*).

5.2.2.3 Χλωρίδα

Στις ακτογραμμές υπάρχουν θίνες με τα αγρωστώδη (*Ammophila arenaria*). Στο τμήμα της κοιλάδας του Φασά παρατηρούνται στα ποτάμια υδροχαρείς φυτοκοινωνίες με επιπλέουσα βλάστηση. Στις απότομες σχιστολιθικές πλαγιές επικρατούν τα αγρωστώδη *Scirpus cernuus* και πολλά σπάνια βρυόφυτα. Οι φτέρες καλύπτουν μεγάλη έκταση της περιοχής και ξεχωρίζει απ' αυτές το σπάνιο είδος *Woodwardia radicans*.

5.2 Εξέλιξη της περιοχής

Με την συλλογή και την μελέτη των στατιστικών στοιχείων που προέκυψαν, διαπιστώθηκαν οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες στην περιοχή του Κερίτη. Οι μόνιμοι κάτοικοι της περιοχής μελέτης είναι 6.887 σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Το πλήθος των οικιών ανέρχεται στις 2.473 σε όλα τα δημοτικά διαμερίσματα της περιοχής του Κερίτη. Μπορεί κανείς να συναντήσει στην περιοχή αυτή, πολλών ειδών καλλιέργειες και μπορεί επίσης να διαπιστώσει την ανάπτυξη αρκετών βιοτεχνιών.

Όσον αφορά τις ασχολίες, το μεγαλύτερο ποσοστό των κατοίκων απασχολούνται στον κλάδο της γεωργίας, της κτηνοτροφίας, της θήρας και της αλιείας.

Η ανεργία ανέρχεται σε 2.805 άτομα σε ολόκληρη την περιοχή του Κερίτη και συγκεκριμένα οι άνεργοι κάτω των 25 ετών φτάνουν τους 445.

Εύκολα λοιπόν καταλαβαίνουμε ότι οι περισσότεροι κάτοικοι ασχολούνται με την γεωργία και την κτηνοτροφία.. Υπάρχουν διάφορα είδη καλλιεργειών ,τις μεγαλύτερες όμως εκτάσεις καλύπτουν, οι ελιές και τα εσπεριδοειδή έπειτα τα αβοκάντο, αμπέλια και κηπευτικά. Συγκεκριμένα οι εκτάσεις των ελαιόδεντρων είναι:45.681, εσπεριδοειδών:9.332 (10^3m^2),αβοκάντο:1.200(10^3m^2),κηπευτικών: 3.403(10^3m^2).

Η κτηνοτροφική δραστηριότητα είναι επίσης μεγάλη ,χοίροι:1.081, κουνέλια:12.470, όρνιθες:24.030, πρόβατα:12.783, αίγες:7.100, μοσχάρια:30, αμνοί:14.070, χήνες:20, πάπιες:85, ινδιάνοι:310, περιστέρια:645.

Θα πρέπει ν' αναφέρουμε ότι στην περιοχή υπάρχουν 129 ξενοδοχεία, καθώς επίσης και κάποιες βιοτεχνίες όπως: 11 ελαιουργία, 14 μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων και 27μη γεωργικές βιοτεχνίες.

5.3 Γεωλογία της περιοχής

Γεωλογικά η λεκάνη Κερίτη χαρακτηρίζεται από τέσσερις κύριους γεωλογικούς σχηματισμούς.

a) Ανθρακικά πετρώματα. Καταλαμβάνουν το ΝΑ τμήμα της, και επεκτείνονται πολύ νοτιότερα, και εκ της εν λόγω υδρολογικής λεκάνης, έως τον κύριο ασβεστολιθικό όγκο των Λευκών Ορέων.

b) Φυλλίτες –χαλαζίτες. Συναντούνται στο ΝΑ-κεντρικό τμήμα της λεκάνης, επίσης εμφανίζονται σε μικρότερη έκταση και στο βόρειο τμήμα της.

c) Νεογενείς σχηματισμοί. Στη λεκάνη Κερίτη αναπτύσσονται τα κροκαλολατυποπαγή, νότια της Αγυιάς, στην ευρύτερη περιοχή Χαροσπηλίου. Είναι ανθρακικής προέλευσης με ανθρακικό συνδετικό υλικό, με γνώρισμα την ψηλή υδροπερατότητα τους. Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι η ύπαρξη νεογενών πετρωμάτων (μαργαίκοι ασβεστόλιθοι, μάργες, γύψοι, κ.α.) στην περιοχή Βλυχάδες, είναι πιθανή. Θα πρέπει να τονισθεί ότι οι δύο ανώτεροι σχηματισμοί βρίσκονται σε τεκτονική επαφή και οριοθετούν δύο ημιανεξάρτητα υδρογεωλογικά συστήματα.

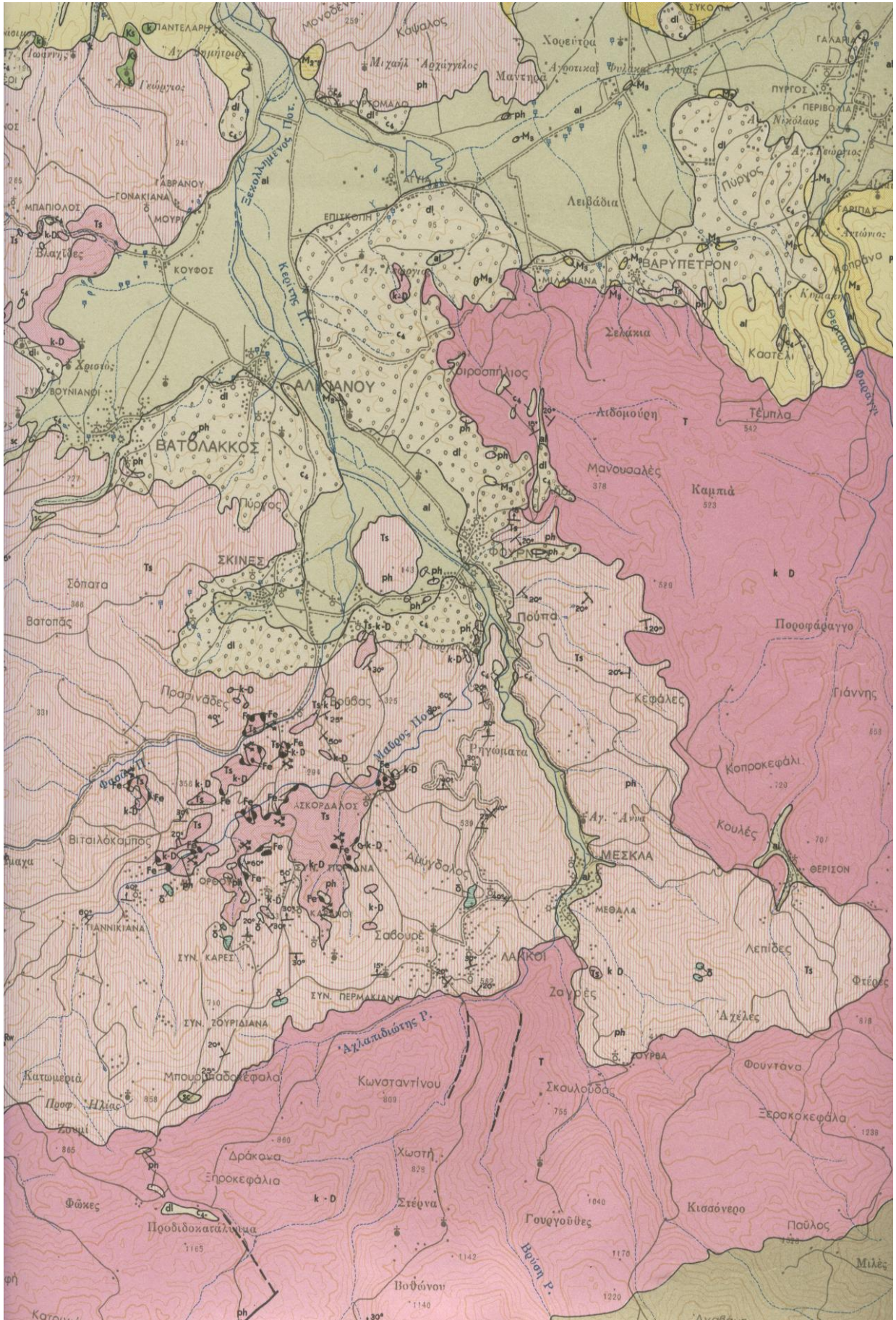
d) τεταρτογενείς σχηματισμοί. Είναι οι νεότερες αποθέσεις, οι οποίες αποτελούνται από αδρομερή εν γένει υλικά, καθώς και αργίλους, άμμος και καταλαμβάνουν ένα σημαντικό τμήμα της λεκάνης στην περιοχή Αγυιάς, Αλικιανού, Βατόλακκου, Σκινέ, Κουφού με σημαντικό πάχος και αξιόλογη υδροφορία.

Οι σχηματισμοί αυτοί όσον αφορά το πάχος τους αλλά και τη υδροφορία που παρουσιάζουν, δεν έχουν διερευνηθεί πλήρως.

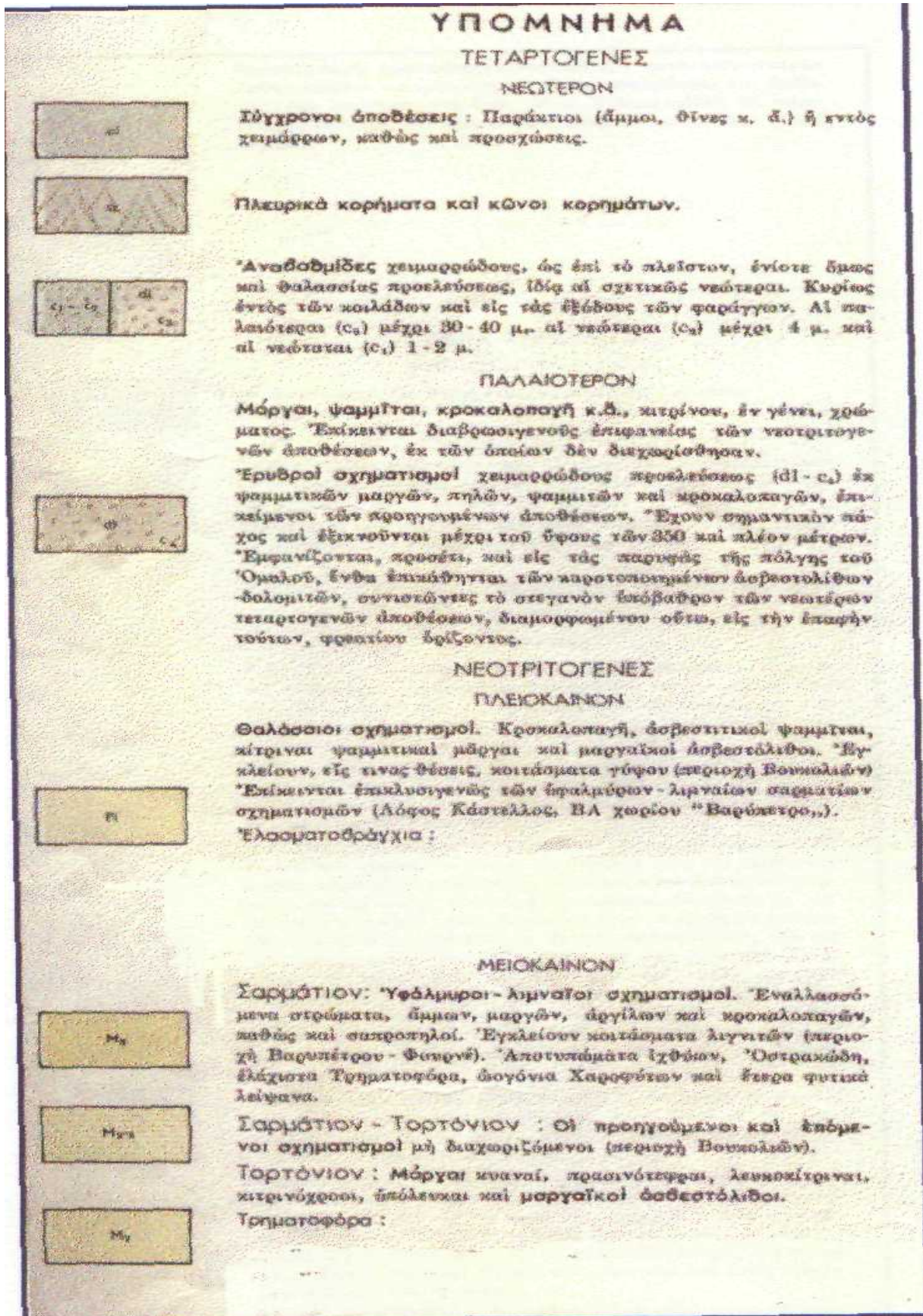
Το μεγαλύτερο τμήμα της, 75 km² περίπου, αναπτύσσεται σε ανθρακικούς σχηματισμούς, ενώ οι φυλλιτικοί χαλαζιτικοί σχηματισμοί καλύπτουν περί τα 63 km². Στο κατάντη τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί κυρίως μάργες και κροκαλοπαγή σε έκταση περίπου 16 km². Η υπόλοιπη έκταση περίπου 22 km² αντιστοιχεί στις σύγχρονες αλλουβιακές αποθέσεις κροκαλών, άμμων και αργίλων, κυμαινόμενου πάχους που κατά θέσεις ξεπερνά τα 100m.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στα νότια και ανατολικά τμήματα της λεκάνης, επεκτείνονται και εκτός υδρολογικής λεκάνης. Στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη συναντώνται μεγάλες εκφορτίσεις καρστικών πηγών.

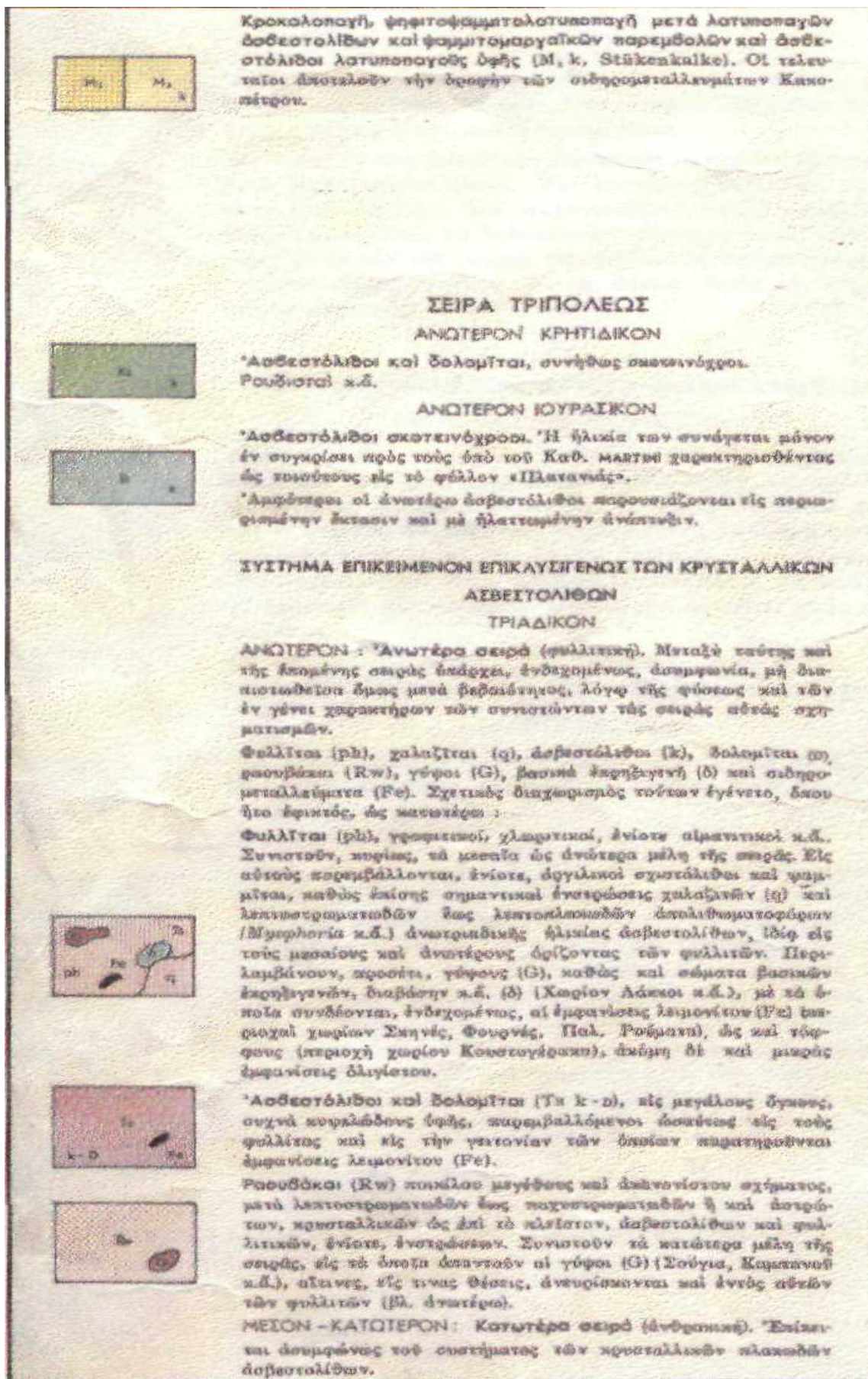
Στις σύγχρονες αποθέσεις αναπτύσσεται φρεάτιος υδροφορία σημαντικού κατά θέσεις δυναμικού που εξαρτάται από το ποσοστό συμμετοχής αδρομερών υλικών και την τροφοδοσία τους από την επιφανειακή απορροή. Κατά θέσεις εξαιτίας των μη συνεχών αργιλικών οριζόντων μεταξύ των αδρομερών αποθέσεων συναντάται μερικώς υπό πίεση υδροφορία που στο σύνολο της όμως μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενιαία. Οι εναλλαγές αυτές των αδρομερών και λεπτόκοκκων οριζόντων διαφορετικής υδρογεωλογικής συμπεριφοράς δεν είναι συνεχείς στο χώρο και παρατηρούνται αποσφηνώσεις αποτρέποντας έτσι τη δημιουργία ενιαίων υπό πίεση υδροφοριών. Στην περίμετρο του προσχωματικού πεδίου η συμμετοχή των αδρομερών οριζόντων μειώνεται. Το μεγάλο κατά θέσεις πάχος των αποθέσεων είναι αποτέλεσμα της πρόσφατης τεκτονικής δράσης.



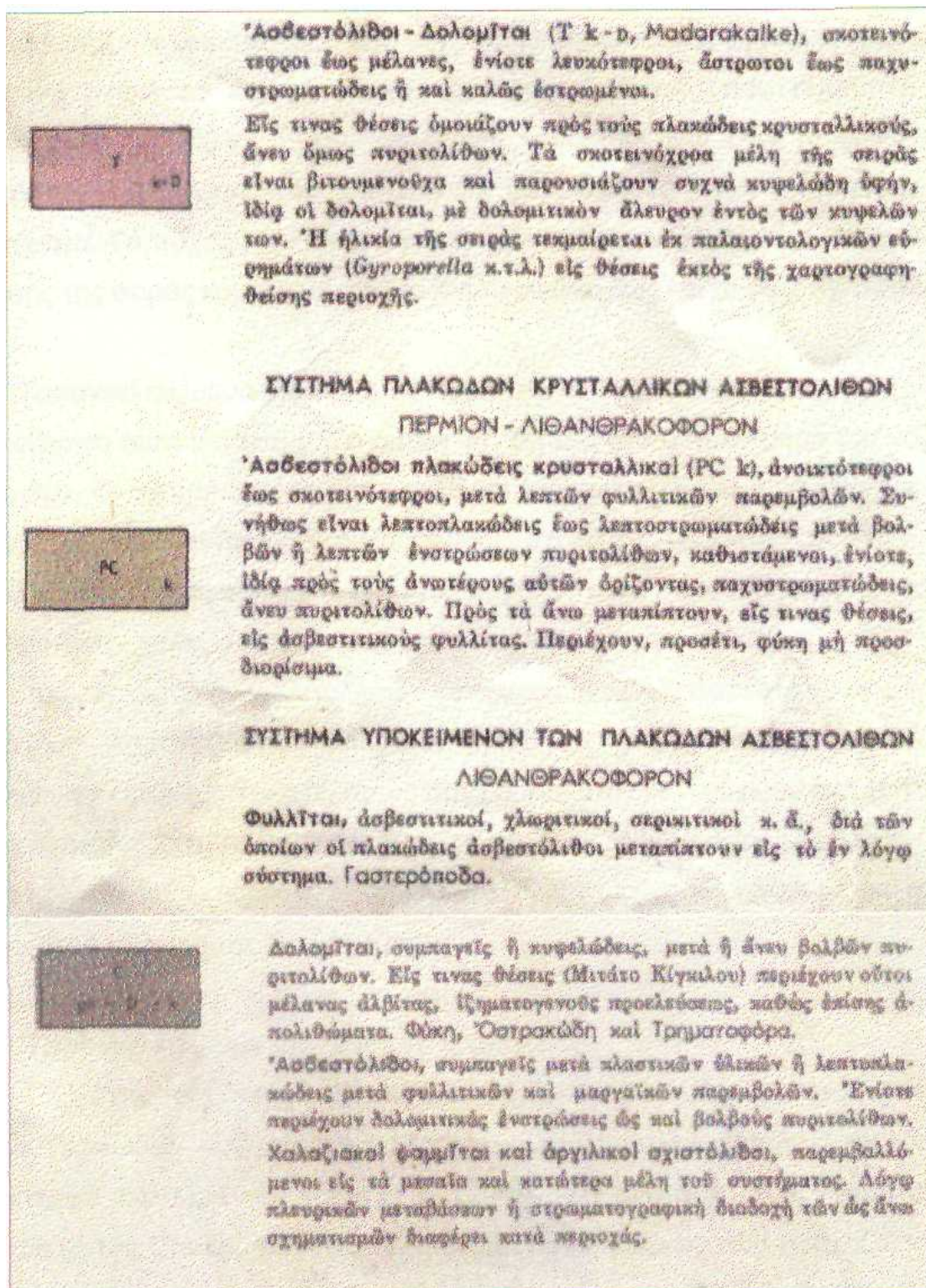
Χάρτης 5.5. Γεωλογικός Χάρτης.



Σχήμα 5.1 γ) Υπόμνημα υπ' αριθμό 1.



Σχήμα 54.1. β) Υπόμνημα υπ' αριθμό 2.



Σχήμα 5.1. γ) Υπόμνημα υπ' αριθμό 3.

5.3.1 Υδρολογικές – Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Στην υδρολογική λεκάνη Κερίτη, οι παραπάνω γεωλογικοί σχηματισμοί που περιγραφήσαν έχουν διαφορετικοί υδρολογική συμπεριφορά, που μαζί με την τεκτονική τους, δηλαδή τον τρόπο τοποθέτησης τους στον χώρο, καθορίζουν το υδρογεωλογικό καθεστώς στην περιοχή. Σημαντική είναι η παρουσία δύο βασικών υδρογεωλογικών συστημάτων και ενός δευτερεύοντος (ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους και όχι ως προς την δυναμικότητά τους) τα συστήματα αυτά είναι:

1) Το υπόγειο υδρογεωλογικό σύστημα των περάτων ανθρακικών σχηματισμών, που βρίσκονται στην ανατολική της λεκάνης Μυλωνιανά- Φουρνές – Μεσκλά, με κύρια τροφοδοσία από τους νοτιότερα ευρισκόμενους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, που επιτείνονται έως τον κύριο ορεινό ανθρακικό όγκο των Λευκών Ορέων. Στο βόρειο τμήμα του ο ανθρακικός αυτός σχηματισμός διακόπτεται τεκτονικά (Μυλωνιανά, Αγυιά) με ρήγμα διεύθυνσης Α-Δ που έχει σαν αποτέλεσμα την πλευρική επαφή με τον αδιαπέρατο φυλλιτικό σχηματισμό (που βρίσκεται βορειότερα) και την δημιουργία των νερών υπερπλήρωσης της Αγυιάς σε υψόμετρο 40 m περίπου (Πλάτανος – Κολύμπα – Καλαμιώνας).

Εκτός του συνολικού όγκου νερού των ετησίων απορροών της πηγής Αγυιάς πρέπει να τονισθεί η ύπαρξη ενός μόνιμου αποθέματος στην λεκάνη τροφοδοσίας των πηγών του οποίου δεν είναι γνωστό ούτε το μέγεθος, ούτε η ποσότητα νερού, ούτε τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του. Εκτιμάται όμως η ύπαρξη μεγαλύτερων ποσοτήτων ύδατος από αυτές που απορρέουν ετησίως από τις πηγές. Αναφέρεται ότι στη λεκάνη τροφοδοσίας των πηγών λειτουργούν τρεις γεωτρήσεις, του ΟΑΔΥΚ, στα Μυλωνιανά με $2.700\text{m}^3/\text{h}$ και δύο στο Φουρνέ με $260\text{m}^3/\text{h}$ (μερική αναρίθμηση των πηγών. Ποιοτικά το νερό των πηγών της Αγυιάς είναι καλής ποιότητας κατάλληλο για υδρευτική και αρδευτική χρήση, ενώ το νερό των πηγών του Καλαμιώνα παρουσιάζει αυξημένη αγωγιμότητα, λόγω της παρουσίας Γύψων (μεγάλη συγκέντρωση σε θειικά). Επίσης, πιθανή είναι η παρουσία υδρόθειου.

2) Ένα επιφανειακό υδρογεωλογικό σύστημα των Φυλλιτών- Χαλαζιτών στο νότιο τμήμα της λεκάνης, ο οποίος σαν αδιαπέρατος σχηματισμός συγκεντρώνουν επιφανειακά τις βροχοπτώσεις που πέφτουν πάνω στους χείμαρρους Μαύρο ποταμό, Βαλσαμιώτη, Φασάς, Αλικιανιώτης και οι οποίοι συγκλίνουν στον Κερίτη στο ύψος του Σκινέ – Αλικιανού. Στοιχεία για τις απορροές των ποταμών αυτών δεν υπάρχουν.

Στο ΝΑ τμήμα των φυλλιτών στο χωριό Μεσκλά και στην τεκτονική επαφή τους με τους ασβεστόλιθους που επεκτείνονται νοτιότερα, σε υψόμετρο 210 m, εμφανίζονται οι πηγές των Μεσκλών (Παναγιά – Κεφαλοβρύσια) με τροφοδοσία από τους ασβεστόλιθους και απορροή επιφανειακά επί των φυλλιτών του Κερίτη. Ποιοτικά το νερό των Μεσκλών είναι καλό.

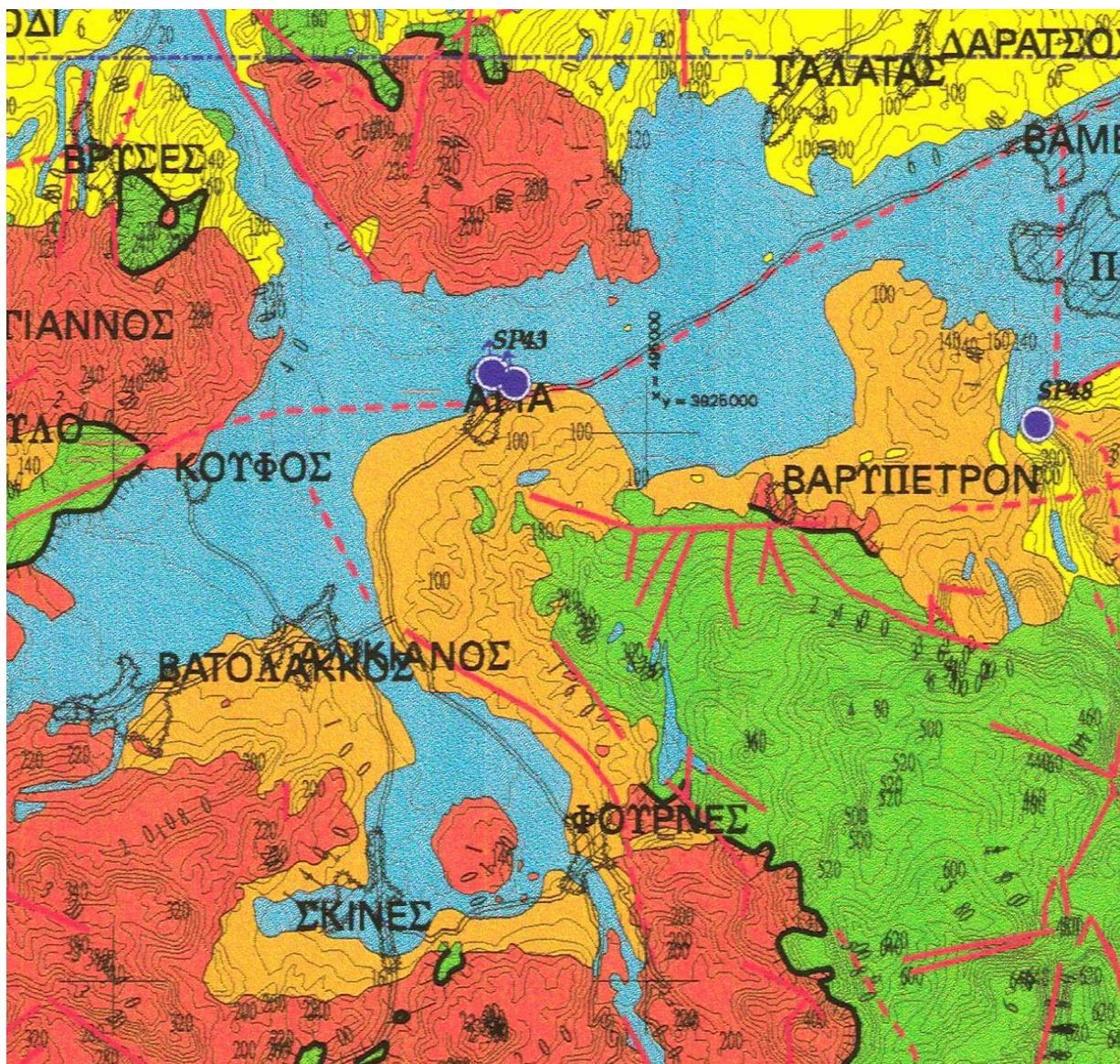
3) Στο δευτερεύον υδρογεωλογικό σύστημα των τεταρτογενών αποθέσεων, που υπέρκειται των φυλλιτών στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης Κερίτη και στα χωριά Σκινές, Αλικιανός, Φουρνές, Βατόλακος, Κουφός η τροφοδοσία γίνεται από τον Κερίτη, από την απ' ευθείας επιφανειακή απορροή των φυλλιτών, που βρίσκονται νοτιότερα και από τις υπόγειες πλευρικές μεταγίσεις των ανάντη ευρισκομένων ανθρακικών σχηματισμών.

Πρέπει να τονιστεί η ιδιαιτερότητα αυτής της λεκάνης των τεταρτογενών ως προς την ποιότητα του νερού, η οποία παρουσιάζεται διαφορετική στην περιοχή Σκινέ - Αλικιανού στο νότιο τμήμα της, από εκείνο του Κουφού, ΒΔ τμήμα, γεγονός που οδηγεί στην σκέψη της ύπαρξης δύο υπολεκανών στη περιοχή. Επίσης, γίνεται εκμετάλλευση της υδρογεωλογικής λεκάνης των τεταρτογενών με αξιόλογες γεωτρήσεις μεγάλων παροχών με μικρές πτώσεις στάθμης, γεγονός που δεικνύει και

την δυναμικότητα του υδροφορέα η οποία υπολογίζεται, σύμφωνα με τη μελέτη για την αξιοποίηση του υδατικού δυναμικού Δυτικής Κρήτης (ΟΑΔΥΚ), ότι η υδατοχωρικότητα της λεκάνης είναι της τάξεως των 22.000.000 m³.

Τονίζεται ότι είναι δυνατή η αύξηση της ποσότητας νερού που εκμεταλλεύεται από τη λεκάνη των τεταρτογενών.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο υδρολιθολογικός χάρτης της μελετούμενης περιοχής. Κοντά στην περιοχή της Αγυιάς, η οποία και μας ενδιαφέρει, παρατηρούνται μειοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής διαπερατότητας, κροκαλοπαγή και μαργαικοί ασβεστόλιθοι. Αναπτύσσονται επιμέρους υπόγειες υδροφορίες μέσου έως μικρού δυναμικού. Νοτιοδυτικά και νοτιοανατολικά της περιοχής της Αγυιάς έχουμε μικρά δείγματα πρακτικά αδιαπέρατων ή εκλεκτικής κυκλοφορίας σχηματισμών μικρής ή μεγάλης διαπερατότητας. Έχουμε εναλλαγές χαλαζιτών και μαρμάρων. Νοτιοανατολικά της περιοχής επίσης, παρατηρούνται σχηματισμοί υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας, ρωγμές, οπότε η κυκλοφορία του νερού εδώ γίνεται μέσω δευτερογενούς πορώδους. Επίσης έχουμε στην ίδια θέση την εμφάνιση γύψων όπου αναπτύσσεται υψηλού δυναμικού υπόγεια υδροφορία εξαιτίας της διάλυσης τους, “ψευτοκριτικοί” με υψηλή περιεκτικότητα σε θειικά ιόντα.



Χάρτης 5.6. Υδρολιθολογικός χάρτης.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΚΑΡΣΤΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας (K1)

Η κυκλοφορία του νερού γίνεται εδώ μέσω του δευτερογενούς πορώδους (ρωγμές, καρστικά κενά). Ασβεστόλιθοι, δολομίτες, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, μάρμαρα υψηλής έως μέτριας υδροπερατότητας. Κατατάσσονται εδώ οι έντονα καρστικοποιημένοι ανθρακικοί σχηματισμοί της ζώνης της Τρίπολης, τα ανθρακικά Τρουπαλλίου και οι κρυσταλλικοί Τριαδικό ασβεστόλιθοι και δολομίτες της Ιονίου ζώνης. Αναπτύσσονται εδώ υψηλού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω μεγάλων καρστικών πηγών.

Μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (K2)

Ασβεστόλιθοι μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας. Κατατάσσονται εδώ οι ασβεστόλιθοι της ζώνης της Πίνδου, οι κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Ιουραϊκής - Ηνωμένης ηλικίας της Ιονίου ζώνης και οι μικρότερες ανθρακικές εμφανίσεις των εσωτερικών καλυμμάτων. Η κυκλοφορία του νερού στους σχηματισμούς αυτούς ελέγχεται από τις παρεμβολές πυριτολίθων, κερατολίθων, αργιλικών σχιστολίθων. Αναπτύσσονται εδώ μέσου έως μικρού δυναμικού υπόγειες υδροφορίες. Κατά θέσεις οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούν το υδρογεωλογικό υπόβαθρο των υψηλής υδροπερατότητας ανθρακικών σχηματισμών, όταν έχουν μικρή υδροπερατότητα και η τεκτονική θέση τους το επιτρέπει.

Μειοκαινικά ασβεστολιθικά λατυποκροκαλοπαγή Τοπολιών, μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας (K3)

Παρουσιάζουν τόσο πρωτογενές όσο και δευτερογενές πορώδες. Αναπτύσσονται εδώ αξιόλογες υδροφορίες που εκφορτίζονται μέσω αξιόλογων πηγών.

ΠΟΡΩΔΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Κοκκώδεις προσχωματικές κυρίως αποθέσεις κυμαινόμενης υδροπερατότητας (Π1)

Η κυκλοφορία του νερού στις αποθέσεις αυτές γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους (πορώδες κόκκων). Κατατάσσονται εδώ οι αλλουβιακές αποθέσεις, οι ποτάμιες και θαλάσσιες αναβαθμίδες, τα κροκαλοπαγή ποτάμιες προέλευσης, τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων. Στις περιπτώσεις που οι σχηματισμοί των πλευρικών κορημάτων, των κώνων κορημάτων και των αναβαθμιδών καλύπτουν μικρή έκταση και έχουν μικρό πάχος δεν έχουν υδρογεωλογική σημασία. Αναπτύσσονται ιδιαίτερα στις σύγχρονες αποθέσεις των ποταμίων και χειμάρρων αξιόλογες φρεάτιες υδροφορίες. Κοντά στη θάλασσα οι υδροφορίες αυτές έχουν υποστεί κατά θέσεις, υποβάθμιση εξαιτίας υφαλμύρισης.

Μειοκαινικές και πλειοκαινικές αποθέσεις μέτριας έως μικρής υδροπερατότητας (Π2).

Η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσω του πρωτογενούς πορώδους (πορώδες κόκκων). Κατατάσσονται εδώ τα κροκαλοπαγή και οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι των νεογενών σχηματισμών. Καταλαμβάνουν τις περσές των ορεινών ασβεστολιθικών όγκων και μερικές φορές τροφοδοτούνται πλευρικά από τους ασβεστολίθους όταν η πιεζομετρία το επιτρέπει. Αναπτύσσονται εδώ επιμέρους υπόγειες υδροφορίες μέσου έως μικρού δυναμικού.

Κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (Π3)

Κατατάσσονται εδώ οι πλειοκαινικές και μειοκαινικές μάργες, καθώς και ο αδιαίρετος σχηματισμός του νεογενούς. Τοπικά στον αδιαίρετο σχηματισμό των νεογενών αναμένεται η ανάπτυξη υδροφοριών μέσα σε παρεμβολές κροκαλοπαγών ή μαργαϊκών ασβεστολίθων. Κατά θέσεις στις νεογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται στρώματα γύψου που παρουσιάζουν αξιόλογη υδροφορία έντονα υποβαθμισμένη εξαιτίας των θειικών ιόντων.

ΑΔΙΑΠΕΡΑΤΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Πρακτικά αδιαπερατοί σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής υδροπερατότητας (A1)

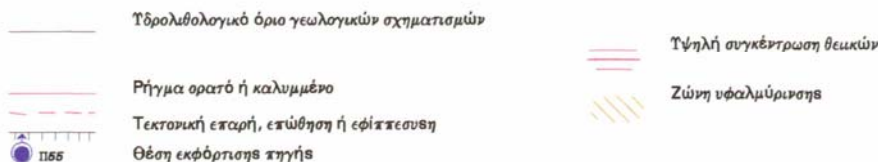
Κατατάσσονται εδώ οι σχηματισμοί του φλύσχη των διαφόρων ζωνών. Κατά θέσεις εντός των στρωμάτων του φλύσχη αναπτύσσονται τοπικού χαρακτήρα υδροφορίες μικρού έως μέσου δυναμικού.

Πρακτικά αδιαπερατοί ή εκλεκτικής κυκλοφορίας σχηματισμοί μικρής έως πολύ μικρής διαπερατότητας (A2)

Κατατάσσονται εδώ τα μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα των διαφόρων ζωνών και καλυμμάτων. Κατά θέσεις στους σχηματισμούς αυτούς, τόσο εξαιτίας του έντονου κρματισμού τους όσο και εξαιτίας της πετρολογικής σύνθεσης τους (π.χ. εναλλαγές χαλαζιτών, μαρμάρων) αναπτύσσονται επιμέρους, τοπικού χαρακτήρα, υδροφορίες.

ΓΥΨΟΙ

Στο σχηματισμό των γύψων αναπτύσσεται υψηλού δυναμικού υπόγεια υδροφορία εξαιτίας της διάλυσης τους "ψευδοκαστ" με υψηλή περιεκτικότητα σε θειικά ιόντα.



Παρατηρήσεις: Η ψηφιοποίηση των γεωλογικών ορίων προέρχεται από τα εκτυπωμένα και υπό έκδοση Φύλλα Γεωλογικών Χαρτών του ΙΓΜΕ κλίμακας 1:50000 και γεωλογικές παρατηρήσεις που έγιναν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

Σχήμα 5.2. Υπόμνημα Υδρολιθολογικού χάρτη.

Η κατείσδυση στους ασβεστόλιθους στον υπολογισμό του υδατικού ισοζυγίου, λαμβάνεται ίση με 55%, με βάση τα δεδομένα της νήσου Κρήτης και ειδικά, δεδομένα που αναφέρονται στα Λευκά Όρη για το σύνολο της επιφάνειας των ασβεστόλιθων σε σχέση με την εκτίμηση του συνόλου των εκφορτίσεων των υδροφοριών οι οποίες προέρχονται από αυτές. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται και σε βιβλιογραφικά δεδομένα για τη νήσο Κρήτη.

Ο υπολογισμός των μέσων ετήσιων εκροών κατά την περίοδο 1977 - 1997 (περίοδος που λαμβάνονται υπόψη τα βροχομετρικά δεδομένα), είχε αρκετές δυσκολίες λόγω έλλειψης στοιχείων. Ωστόσο, με συσχέτιση όλων των δεδομένων, για τον προσδιορισμό των μέσων ετήσιων εκροών του υδροφόρου ορίζοντα στο διάστημα 1977 -1997, προκύπτει το ακόλουθο μέσο ετήσιο ισοζύγιο για αυτή την περίοδο.

Η κατείσδυση υπολογίζεται σε ποσοστό 55% του μέσου ετήσιου ύψους βροχής και έτσι η ποσότητα που κατεισδύει είναι $129 \cdot 10^6 \text{m}^3$. Η διήθηση υπολογίζεται σε ποσοστό 10% του μέσου ετήσιου ύψους βροχής και έτσι η μέση ετήσια ποσότητα που διηθείται στους ανθρακικούς σχηματισμούς από την απορροή της ανάντη επιφάνειας σχιστόλιθων είναι $1 \cdot 10^6 \text{m}^3$. Το σύνολο λοιπόν εισροών της καρστικής υδροφορίας της υδρογεωλογικής λεκάνης της Αγυιάς είναι $130 \cdot 10^6 \text{m}^3$.

Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα είναι πολύ δύσκολη η προσέγγιση του υδατικού ισοζυγίου για την περίοδο 1977-1997. Έτσι ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου μπορεί θεωρητικά πάντα, να βασισθεί μόνο σε ένα συνδυασμό δεδομένων υδρομετρήσεων της περιόδου Φεβρουάριος 1999 -Ιανουάριος 2000 και των ετήσιων βροχομετρικών στοιχείων της περιόδου 1977 - 1997. Στους υπολογισμούς αυτούς λαμβάνονται υπόψη οι εκφορτίσεις των πηγών Μεσκλών, οι οποίες απορρέουν στο Κερίτη σε όλο το πεδινό τμήμα του, ενώ αφαιρούνται οι απορροές των πηγών Αγυιάς.

Από τα παραπάνω γίνεται προφανές, ότι μόνο εκτιμητικά είναι δυνατή η προσέγγιση του υδατικού ισοζυγίου στην ενότητα αυτή για την περίοδο 1977 - 1997, το οποίο διαμορφώνεται:

Επιφανειακές απορροές (αφαιρούνται οι διηθήσεις):

Υδρολογική λεκάνη Κερίτη = $22,3 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$

Κατείσδυση από βροχοπτώσεις:

Υδρολογική λεκάνη Κερίτη = $2,3 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$

(υπολεκάνη Φουρνέ = $0,1 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$, υπολεκάνη Σκινέ = $0,0 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$, υπολεκάνη Κουφού = $0,3 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$, υπόλοιπη επιφάνεια = $1,9 \cdot 10^6 \text{m}^3/\text{yr}$).

5.3.2 Κλιματολογικά στοιχεία

Ο τύπος κλίματος της Κρήτης είναι ένας μεταβατικός ενδιάμεσος τύπος μεταξύ του χερσαίου Μεσογειακού και ερημοειδούς Μεσογειακού, στο οποίο υπάγεται κυρίως η νοτιοανατολική Κρήτη. Το κύριο χαρακτηριστικό του κλίματος είναι η γλυκύτητα και η ηπιότητα. Η ψυχρή εποχή είναι ήπια και σε αυτό συντελεί η συχνή άφιξη στην περιοχή των θερμών και υγρών ΝΔ αερίων μαζών.

Ο νομός Χανίων ανήκει στις πεδινές και ημιορεινές περιοχές του στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα θερμό ήπιο ή ψυχρό, ενώ οι ορεινές περιοχές του ανήκουν στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο ή ψυχρό. Ένα πολύ μικρό μέρος των πολύ ορεινών περιοχών του νομού ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα δριμύ.

Συγκεκριμένα στην περιοχή ενδιαφέροντος το κλίμα είναι μεσογειακό με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και βροχερό και ήπιο χειμώνα. Ο χειμώνας αρχίζει το δεύτερο δεκαήμερο του Νοεμβρίου και παρατείνεται μέχρι το Μάρτιο με πολλές

βροχοπτώσεις. Η άνοιξη είναι μικρής διάρκειας, από τον Απρίλιο έως αρχές Μαΐου και παρουσιάζει μικρές βροχοπτώσεις. Το καλοκαίρι αρχίζει συνήθως μέσα Μαΐου και διαρκεί έως τέλος Σεπτεμβρίου με λίγες βροχοπτώσεις κατά το μήνα αυτό. Ολικό παγετοί δεν εμφανίζονται στην περιοχή ενώ οι μερικοί ή λευκοί αποτελούν σπάνιο φαινόμενο. Οι χιονοπτώσεις είναι σπάνιες και δεν δημιουργούν πρόβλημα στα χαμηλά υψόμετρα. Το χαλάζι είναι ένα σπάνιο φαινόμενο στα χαμηλά υψόμετρα, έχει μικρό μέγεθος και δεν προκαλεί ζημιές. Η θερμοκρασία ελάχιστες φορές με εξαίρεση τα μεγάλα υψόμετρα (Ζούρβα) πέφτει υπό το μηδέν. Οι άνεμοι που παρατηρούνται συνήθως στην περιοχή είναι Δυτικοί και Βορειοδυτικοί μέσης εντάσεως. Οι παραπάνω λόγοι εξηγούν τη μεγάλη ευδοκίμηση των καλλιεργειών στην περιοχή και ειδικότερα των εσπεριδοειδών.

5.3.3 Υδρολογικά μετεωρολογικά δεδομένα

Υπάρχουν κάποια μετεωρολογικά δεδομένα για τον Αλικιανό. Ο κωδικός του μετεωρολογικού σταθμού είναι:MT4,η τοποθεσία ΕΓΣΑ 87,με Χ:492238,8και Τ:3922540,υψόμετρο:66,3 μ, μετρήθηκαν οι εξής παράμετροι ΡΗ:βροχόπτωση, ΕΗ:εξάτμιση, ΤΗ: θερμοκρασία. Η περίοδος μετρήσεων της βροχόπτωσης έγιναν από 1/1971 μέχρι 8/1993,οι μετρήσεις για την εξάτμιση έγιναν από 1/1971 μέχρι 12/1990 τέλος οι μετρήσεις της θερμοκρασίας έγιναν απο1/1986 μέχρι 12/1990.

5.3.3.1 Θερμοκρασία

Στο νομό Χανίων υπάρχουν 5 σταθμοί μέτρησης της θερμοκρασίας αέρος, Αγροκηπίου, Αλικιανού, Καλυβών, Βάμου και Σούδας. Περισσότερο ενδιαφέρουσες είναι οι μετρήσεις του σταθμού του Αλικιανού, ο οποίος βρίσκεται εντός της περιοχής μελέτης. Από την αξιολόγηση των θερμοκρασιακών δεδομένων του σταθμού προέκυψαν τα εξής:

Σταθμός °C	Μέση ετήσια θερμοκρασία	Μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία	Μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασί	Ετήσιο θερμομετρικό εύρος
Αλικιανός	16,96	8	26,0	18,0

Το κλίμα της Κρήτης θεωρείται προνομιούχο και αυτό οφείλεται στην κεντρική θέση που κατέχει η νήσος στην Ανατολική Μεσόγειο. Ο χειμώνας αρχίζει κατά τα μέσα Δεκεμβρίου και είναι ήπιος, ενώ ψυχρότερος μήνας του έτους είναι ο Φεβρουάριος ο οποίος διαφέρει ελάχιστα από τον Ιανουάριο. Θερμότερος μήνας του έτους είναι ο Ιούλιος με μέση υπερετήσια θερμοκρασία περίπου 25 °C. Ο Ιούνιος εμφανίζει χαμηλότερη θερμοκρασία τόσο από τον Ιούλιο όσο και από τον Αύγουστο, παρουσιάζοντας ίδια επίπεδα θερμοκρασίας με τον Σεπτέμβριο, ο οποίος παρουσιάζει μέση υπερετήσια θερμοκρασία περίπου 21,5 °C(Αλικιανός). Οι θερμοκρασίες αυτές προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη χρονική διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, η οποία στην περιοχή μελέτης καλύπτει τουλάχιστον 4 μήνες. Η εικόνα διαφοροποιείται σημαντικά στα ορεινά όπου οι μέσες θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, οι θερμοκρασιακές αποκλίσεις εντονότερες και οι θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες σημαντικά χαμηλότερες. Με βάσει τα παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα:1)Η πεδινή ζώνη της

Κρήτης αποτελεί κλιματικά μια μετάβαση από το Μεσογειακό προς το ημιορεινό κλίμα.2) Χαρακτηρίζεται από μικρό ύψος βροχοπτώσεων, ήπιο χειμώνα και ξηρή περίοδο μεγάλης διάρκειας.

3) Το θέρος λόγω θαλάσσιας αύρας και των ετήσιων ανέμων είναι σχετικά δροσερό και διαρκεί από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο. Θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Στην περιοχή αυτή δεν παρατηρείται ποτέ παγετός και η θερμοκρασία σπάνια πέφτει κάτω από 0 °C. Οι θερμοκρασιακές αποκλίσεις είναι ήπιες.

4) Η ορεινή ζώνη της Κρήτης εμφανίζει μεγαλύτερες θερμοκρασιακές αποκλίσεις, μέση ετήσια θερμοκρασία 2-3 °C χαμηλότερη από την πεδινή ζώνη. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ταυτίζεται με τα επίπεδα των πεδινών σταθμών, ενώ η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα είναι κατά 3 °C χαμηλότερη.

5.3.3.2 Υγρασία

Η μέση ατμοσφαιρική σχετική υγρασία είναι σε ολόκληρη τη βόρεια Κρήτη ελάχιστη τον Ιούνιο και μέγιστη τον Δεκέμβριο. Μεταξύ των βορείων σταθμών η μέση ελάχιστη μηνιαία σχετική υγρασία μειώνεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Οι χαμηλές τιμές υγρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα στη νότια Κρήτη, καθιστούν το θέρος ευχάριστο και δε δημιουργούν συνθήκες δυσφορίας.

5.3.3.3 Βροχόπτωση

Η μέση ετήσια βροχόπτωση στους σταθμούς Αλικιανού και Σούδας 824mm και 600mm αντίστοιχα.

Η Κρήτη γενικά παρουσιάζει σημαντική ανισοκατανομή του ετήσιου όγκου βροχόπτωσης, τόσο γεωγραφικά όσο και φυσιογραφικά, εμφανίζοντας βροχοβαθμίδα από τις μεγαλύτερες στην Ελλάδα.

Η μέση μηνιαία βροχόπτωση είναι μέγιστη τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο και ελάχιστη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, οι οποίοι είναι σχεδόν άνομβροι σε ολόκληρη την πεδινή Κρήτη. Το 25% της ετήσιας βροχόπτωσης συμβαίνει κατά τη διάρκεια του βροχότερου μήνα. Ο μηνιαίος αριθμός ημερών βροχής κυμαίνεται από 0,3 έως 15 ημέρες για Δεκέμβριο/Ιανουάριο και Ιούλιο/Αύγουστο αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής στην Κρήτη ανέρχεται σε 90 ημέρες περίπου. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σε mm, η μέση τιμή ημερών βροχής κατά μήνα και έτος καθώς και η εξάτμιση όπως υπολογίστηκε από παρατηρήσεις 50 ετών στην περιοχή της λεκάνης της Αγυιάς.

Πίνακας 5.8. Μέσος αριθμός ημερών βροχής στην Κρήτη.

ΜΗΝΕΣ	ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ Βροχοπτώσεις	ΗΜΕΡΕΣ ΒΡΟΧΕΣ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΑΠΟ ΕΞΑΤΜΙΣΟΜΕΤΡΟ
Ιανουάριος	176,4	15,3	15
Φεβρουάριος	137	14,3	40
Μάρτιος	119,5	10,5	67
Απρίλιος	52,8	7	117
Μάιος	9,9	3,4	175
Ιούνιος	5,8	0,9	235

Ιούλιος	0,9	0,5	246
Αύγουστος	4,9	0,6	207
Σεπτέμβριος	24,3	2,7	142
Οκτώβριος	82,1	7,8	81
Νοέμβριος	111,2	11,4	3
Δεκέμβριος	125,9	14,5	30
Μ.Ο	850,7	89	1412

5.3.3.4 Άνεμοι

Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους επικρατούν κυρίως βόρειοι και βορειοδυτικοί άνεμοι. Η νηνεμία καλύπτει ετήσιο ποσοστό της τάξης του 20 % στους πεδινούς σταθμούς της ανατολικής Κρήτης και το 30% στους ορεινούς. Η μέγιστη μηνιαία ένταση ανέμων εμφανίζεται στην Σητεία και την Ιεράπετρα τον Ιούλιο (5,82 και 6,84 m/sec αντίστοιχα). Στους σταθμούς δυτικής Κρήτης η μέγιστη μηνιαία ένταση ανέμων εμφανίζεται κατά το Φεβρουάριο και Μάρτιο, είναι δε σημαντικά χαμηλότερη της τάξης των 4 m/sec.

5.3.3.5 Νέφωση-ηλιοφάνεια-ομίχλη

Η ηλιοφάνεια είναι ιδιαίτερα υψηλή σε ολόκληρο το νησί. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας ανέρχεται σε 2700 ώρες περίπου στη βόρεια Κρήτη, ενώ στη νότια είναι κατά 10% τουλάχιστον υψηλότερος ανερχόμενος σε 3000 περίπου ώρες. Ο αριθμός ωρών ηλιοφάνειας στην Ιεράπετρα είναι ο μεγαλύτερος στην Ελλάδα και φτάνει τις 3068. Η μέση νέφωση κυμαίνεται μεταξύ 5/8 τον Ιανουάριο και 0,6-1/8 τον Ιούλιο. Ο μέσος αριθμός αίθριων ημερών (νέφωση μεταξύ 0-1,5/8) κυμαίνεται μεταξύ 3 τον Ιανουάριο και 28 ημερών τον Ιούλιο περίπου στις πεδινές περιοχές, ενώ στις ορεινές ο αριθμός κατά τους θερινούς μήνες είναι κατά 30% μικρότερος.

Η ομίχλη, όπως και η πάχνη είναι σπάνιο φαινόμενο για την Κρήτη. Ο μέσος αριθμός ημερών ομίχλης είναι λιγότερος από 1 μέρα για τους πεδινούς σταθμούς και περίπου 15 για τους ορεινούς.

5.5 Υδατικό δυναμικό

Η γεωλογία και η τεκτονική του νομού καθορίζει τους υπόγειους υδροκρίτες, οι οποίοι με την σειρά τους κατευθύνουν την κίνηση του υπόγειου νερού και σχηματίζουν τους υπόγειους ταμιευτήρες. Το σύνολο του νερού μιας περιοχής, επιφανειακό και υπόγειο, ο τρόπος που κινείται, οι αλληλοεπιδράσεις μεταξύ επιφανειακού και υπόγειου νερού, επιφανειακοί και υπόγειοι υδροκρίτες μαζί, καθορίζουν την έννοια της απορροής ποταμού λεκάνης. Αυτή ορίζεται σαν μια αυτόνομη εδαφική έκταση από την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής του νερού, και παροχετεύεται στην θάλασσα με ενιαίο στόμιο ποταμού.

Πίνακας 5. 9..Υδατικό δυναμικό της Περιοχής..

Λεκάνες και Δήμοι	Συν. Έκταση (στρέμματα)	Συν. Γεωργική Γη (στρέμματα)	Συν. αρδευόμενη Έκταση (στρέμματα)	Αρδεθείσα έκταση με κύριες καλλιέργειες (στρέμματα)	Ανάγκες νερού ήδη αρδευόμενης έκτασης(10^6 m^3 /έτος)
Μουσούρων	192320	63068	21873	63068	11,1
Χανίων	12590	156	156	156	0,1
	113600	21201	9713	21102	4,6
Δ.Πλατανιά	75460	54117	35234	36234	14,5
	22240	5858	3400	3089	1,2
	19020	13020	12638	12638	6,2
Δ.Θερίσου	73390	25174	19340	22722	8,7
	23010	14518	12896	14428	4,4
	544220	197112	115250	173437	50,8

Με βάση όλα τα παραπάνω στοιχεία παρατηρούμε ότι:

- Οι υδατικές ανάγκες άρδευσης Ιουλίου/ Αυγούστου υπερβαίνουν το 50% των συνολικών.
- Οι μόνιμοι κάτοικοι της περιοχής είναι 6.887 (απογραφή 2001)
- Η ύδρευση της περιοχής απαιτεί περίπου $5 \cdot 10^6$ m^3 /έτος νερού

Η λεκάνη βρίσκεται στο βορειοκεντρικό τμήμα του νομού. Δια μέσου αυτής απορρέει σημαντικός όγκος νερού του καρστικού συστήματος των Λευκών Ορέων ($140-150 \cdot 10^6$ m^3 /έτος, υδρολογική μελέτη Κάμπου Χανίων)Κύρια υδρολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης είναι: Οι καρστικές πηγές Μεσκλών (Κεφαλοβρύσια, Παναγιά, Νικολιανά). Η μέση ετήσια απορροή είναι πλέον των $30 \cdot 10^6$ m^3 νερού (Υδρολογικά στοιχεία νήσου Κρήτης). Εμφανίζονται σε απόλυτο υψόμετρο 210 m. Το υδρογράφημα των πηγών δείχνει την γρήγορη απορροή με πλημμυρικές παροχές που ελαχιστοποιούνται τους καλοκαιρινούς μήνες(Δ.Ε.Β.). Η μέση παροχή έτους είναι 3500 m^3 /Μ. Η μέση παροχή Μαρτίου είναι 7200 m^3 /h και η μέση παροχή Σεπτεμβρίου 650 m^3 /h .

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΚΕΡΙΤΗ

Στον πίνακα 6-1 παρουσιάζονται χημικές αναλύσεις από δείγματα νερού από τον ποταμό Κερίτη, που πραγματοποιήθηκαν κατά τον Απρίλιο 2000, ενώ στον πίνακα 6-3 παρουσιάζεται η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων αυτών. Στους πίνακες 6-4 και 6-5 δίνονται αντίστοιχα μικροβιολογικές και χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν από την ΔΕΥΑΧ στην Αγυιά και στα Μυλωνιανά κατά το 2000 και 2001 όπου διαφαίνεται σαφώς ότι υφίστανται μόνο αμελητέες μολύνσεις από κολοβακτηρίδια.

Ειδικότερα από τον πίνακα 6-2 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι κατά μέσο όρο, το ΡΗ του νερού κυμαίνεται μεταξύ του 6,58 (ελαφρός όξινο) που εμφανίζεται στο Βατόλακο και του 8,27 (αλκαλικό) που εμφανίζεται στα Μυλωνιανά. Επίσης, διαφαίνεται ότι το νερό στο Ψαθόγιαννο πρέπει να εμφανίζει μεγάλη συγκέντρωση αλάτων καθώς η αγωγιμότητά του είναι ιδιαίτερα υψηλή. Αν και το συμπέρασμα αυτό δεν μπορεί να είναι ασφαλές καθώς δεν υπάρχουν πολλές μετρήσεις για την συγκεκριμένη περιοχή, ωστόσο υποστηρίζεται από τις επιμέρους αυξημένες συγκεντρώσεις των στοιχείων και ενώσεων. Ειδικότερα, ο Ψαθόγιαννος εμφανίζει τις μεγαλύτερες κατά μέσο όρο συγκεντρώσεις Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} και Ca^{2+} σε όλη την γύρω του ποταμού Κερίτη περιοχή ενώ εμφανίζει και υψηλές συγκεντρώσεις HCO_3^- , Na^+ και NaCl καθώς και την υψηλότερη μόνιμη σκληρότητα νερού σε όλη την περιοχή.

Παρατηρώντας επίσης τις επιμέρους συγκεντρώσεις των στοιχείων και ενώσεων ανά διαμέρισμα (πιν. 6-2) προκύπτει ότι ο Βατόλακος, τα Μεσκλά, τα Μυλωνιανά και τα Περιβόλια έχουν σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις στοιχείων και ενώσεων σημαντικών ως προς την ρύπανση του περιβάλλοντος. Οι ίδιες περιοχές εμφανίζουν επιπλέον και χαμηλές τιμές σκληρότητας νερού.

Για σύγκριση της χρονικής μεταβολής της ρύπανσης του ποταμού Κερίτη, παρατίθενται στο σχήμα 6.1, παλαιότερες χημικές αναλύσεις νερού από την περιοχή της Αγυιάς. Συγκεκριμένα, δίνονται οι αναλύσεις για τον Απρίλιο 1999, Οκτώβριο 1999 και του Απριλίου 2000. Παρατηρείται μια φθίνουσα τάση της συγκέντρωσης σε Cl^- (από 42,5mg/lit σε 35,4mg/lit) και της συγκέντρωσης σε Mg^{2+} (από 19,5mg/lit σε 14,6mg/lit)

Από παρατηρήσεις στην περιοχή της λεκάνης τροφοδοσίας προκύπτει ότι ένα ελάχιστο ποσοστό από τις βροχοπτώσεις πρέπει να απορρέει επιφανειακά, γιατί οι ασβεστόλιθοι με την κυψελώδη υφή απορροφάνε το νερό της βροχής που πέφτει στην επιφάνεια τους. Εξ άλλου η επιφάνεια αυτή αυλακώνεται από βαθιές διαβρώσεις και φαράγγια που έχουν ανοιχθεί πάνω στις γραμμές των διαρρήξεων. Εκεί συλλέγονται τα νερά που απορρέουν, για να διηθηθεί το μεγαλύτερο ποσοστό τους μέσα στον υδροφορέα. Απορροή από τα μεγάλα φαράγγια της περιοχής, όπως το Θερισιανό, παρατηρείται μόνο στις περιπτώσεις ραγδαίας βροχής με μεγάλη συχνότητα. Τότε λόγω και της μεγάλης ταχύτητας του νερού, διηθείται στον υδροφορέα, αναλογικά, ένα μικρό ποσοστό.

Πίνακας 6-1. Χημική ανάλυση δειγμάτων νερού από τον ποταμό Κερίτη.

**ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΜΠΟΥ ΧΑΝΙΩΝ
ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ (Απρίλιος '00)**

Α/Α	ΑΡ. ΔΕΙΓΜ	Περιοχή	Τοποθεσία	Αγωγιμότητα (μS/cm)	PH	mg/l							S.A.R.	Κατηγορία	Βαθμολογία	Σκληρότητα ppm CaCO ₃			Ειδικό ισοδίο				
						Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	Na	Mg	Ca				Y/Na	Ολική	Μόνιμη	Ασβεστίου	Μαγνησίου	NO ₃	NaCl	
Περιοχή Κερίτη																							
4	Π31	Κερίτης	Άγρια	300	8.21	7.1	4.8	152.5	3.0	4.6	10.9	36.1	0.0	0.20	C2S1	6.90	135.0	130.0	5.0	90.0	45.0	4.2	11.7
5	Π26	Κερίτης	Άγρια	1750	7.53	42.5	778.1	170.8	0.0	27.6	70.5	264.5	0.0	0.40	C3S1	5.90	950.0	140.0	810.0	660.0	290.0	4.6	70.2
6	Π30	Κερίτης	Άγρια	360	7.96	14.2	24.0	170.8	0.0	6.9	17.0	40.1	0.0	0.20	C2S1	8.10	170.0	140.0	30.0	100.0	70.0	4.5	17.6
7	Π29	Κερίτης	Άγρια	310	7.92	10.8	4.8	164.7	0.0	6.9	12.2	36.1	0.0	0.30	C2S1	9.70	140.0	135.0	5.0	90.0	50.0	4.3	17.6
8	Π28	Κερίτης	Άγρια	355	7.91	14.2	19.2	170.8	0.0	6.9	15.8	40.1	0.0	0.20	C2S1	8.30	165.0	140.0	25.0	100.0	65.0	4.2	17.6
9	Π27	Κερίτης	Άγρια	560	7.80	14.2	115.3	170.8	0.0	9.2	21.9	68.1	0.0	0.20	C2S1	7.10	260.0	140.0	120.0	170.0	90.0	4.4	23.4
10	Φ180	Κερίτης	Αλικανός	750	7.40	49.8	124.9	244.1	0.0	27.6	19.5	104.2	0.0	0.70	C2S1	15.00	340.0	200.0	140.0	260.0	80.0	30.0	70.2
11	Φ150	Κερίτης	Αλικανός	480	7.48	28.4	33.6	183.0	0.0	13.8	10.9	60.1	0.0	0.40	C2S1	13.30	195.0	150.0	45.0	150.0	45.0	8.2	35.1
12	Φ145	Κερίτης	Αλικανός	635	7.69	28.4	76.8	244.1	0.0	18.4	15.8	86.2	0.0	0.50	C2S1	12.50	280.0	200.0	80.0	215.0	65.0	9.7	48.8
13	Φ124	Κερίτης	Αλικανός	430	6.13	49.6	96.1	36.6	0.0	32.2	18.2	22.0	0.0	1.20	C2S1	35.00	130.0	30.0	100.0	55.0	75.0	60.5	81.9
14	Φ131	Κερίτης	Αλικανός	505	7.50	28.4	38.4	213.5	0.0	16.1	12.2	68.1	0.0	0.50	C2S1	13.70	220.0	175.0	45.0	170.0	50.0	8.7	41.0
15	Φ149	Κερίτης	Αλικανός	470	7.47	28.4	43.2	183.0	0.0	13.8	10.9	64.1	0.0	0.40	C2S1	12.80	205.0	150.0	55.0	160.0	45.0	8.3	35.1
16	Γ188	Κερίτης	Αλικανός	690	6.73	7.1	211.3	128.1	0.0	36.8	23.1	64.1	0.0	1	C2S1	23.9	255.0	105.0	150.0	160.0	95.0	62.5	11.7
17	Φ130	Κερίτης	Αλικανός	525	7.44	24.8	36.4	237.9	0.0	13.8	12.2	76.2	0.0	0.4	C2S1	11.1	240.0	195.0	45.0	190.0	50.0	8.9	35.1
18	Φ135	Κερίτης	Αλικανός	485	6.17	67.4	96.1	36.6	0.0	39.1	19.5	24.0	0.0	1.4	C2S1	37.8	140.0	30.0	110.0	60.0	80.0	48.5	99.5
19	Φ153	Κερίτης	Αλικανός	560	7.47	28.4	81.7	195.2	0.0	16.1	14.6	76.2	0.0	0.4	C2S1	12.3	250.0	160.0	90.0	190.0	60.0	9.5	41.0
20	Γ175	Κερίτης	Βατολακός	150	6.58	31.9	4.8	18.3	0.0	16.1	4.9	4.0	0.0	1.3	C1S1	53.8	30.0	15.0	15.0	20.0	20.0	2.5	41.0
21	Γ163	Κερίτης	Κουφός	165	7.28	35.4	4.8	24.4	0.0	18.4	6.1	4.0	0.0	1.40	C1S1	53.30	35.0	20.0	15.0	25.0	25.0	3.1	46.8
22	Γ193	Κερίτης	Κουφός	570	7.56	7.1	216.1	61.0	0.0	20.7	20.7	62.1	0.0	0.6	C2S1	15.8	240.0	50.0	190.0	155.0	85.0	3.2	11.7
23	Π36	Κερίτης	Μεσολά	285	8.00	7.1	4.8	152.5	0.0	4.6	8.5	36.1	0.0	0.20	C2S1	7.10	130.0	125.0	5.0	95.0	30.0	4.0	11.7
24	Π37	Κερίτης	Μεσολά	280	7.96	7.1	4.8	146.4	0.0	4.6	7.3	36.1	0.0	0.20	C2S1	7.40	125.0	120.0	5.0	95.0	30.0	4.0	11.7
25	Π36A	Κερίτης	Μεσολά	280	7.96	7.1	4.8	140.3	0.0	4.6	6.1	36.1	0.0	0.2	C2S1	7.7	120.0	115.0	5.0	95.0	25.0	4.7	11.7
26	Γ147	Κερίτης	Μυλωνισιά	280	8.27	21.3	4.8	115.9	3.0	6.9	26.7	4.0	0.0	0.30	C2S1	11.10	120.0	100.0	20.0	110.0	33	3.3	17.6
27	Γ248	Κερίτης	Περίβολια	235	8.06	7.1	4.8	128.1	0.0	4.6	4.9	36.1	0.0	0.2	C1S1	8.3	110.0	105.0	5.0	90.0	20.0	3.7	11.7
28	Φ80	Κερίτης	Σκινέ	440	6.72	42.5	86.5	85.4	0.0	36.8	12.2	36.1	0.0	1.40	C2S1	36.40	140.0	70.0	70.0	90.0	50.0	39.5	70.2
29	Φ112	Κερίτης	Σκινέ	330	6.94	42.5	43.2	73.2	0.0	29.3	7.3	32.1	0.0	1.10	C2S1	33.30	110.0	60.0	50.0	80.0	30.0	7.0	64.4
30	Φ73	Κερίτης	Σκινέ	420	6.52	49.6	72.0	73.2	0.0	39.1	9.7	32.1	0.0	1.50	C2S1	41.50	120.0	60.0	60.0	80.0	40.0	40.5	81.9
31	Φ78	Κερίτης	Σκινέ	435	6.32	49.6	86.5	61.0	0.0	41.4	12.2	28.1	0.0	1.6	C2S1	42.9	120.0	50.0	70.0	90.0	50.0	39.5	81.9
32	Φ86	Κερίτης	Σκινέ	465	6.59	35.4	72.0	122.0	0.0	34.5	9.7	44.1	0.0	1.2	C2S1	33.3	150.0	100.0	50.0	110.0	40.0	9.1	58.5
33	Φ121	Κερίτης	Φουρνέ	480	7.50	35.4	9.6	219.6	0.0	13.8	12.2	64.1	0.0	0.40	C2S1	12.50	210.0	180.0	30.0	160.0	50.0	7.5	35.1
34	Φ74	Κερίτης	Φουρνέ	510	7.59	35.4	43.2	219.6	0.0	20.7	12.2	72.1	0.0	0.6	C2S1	16.4	230.0	180.0	50.0	180.0	50.0	8.8	52.7
35	Γ171	Κερίτης	Ψαθόγειανός	1350	7.92	63.8	523.5	183.0	0.0	25.3	60.8	192.4	0.0	0.40	C3S1	7.00	730.0	150.0	580.0	480.0	250.0	3.8	64.4
36	Μεσομήσ	Κερίτης		360	8.03	36.0	9.6	146.4	0.0	25.3	7.3	40.1	0.0	1.00	G2S1	29.70	130.0	120.0	10.0	100.0	30.0	5.5	64.4

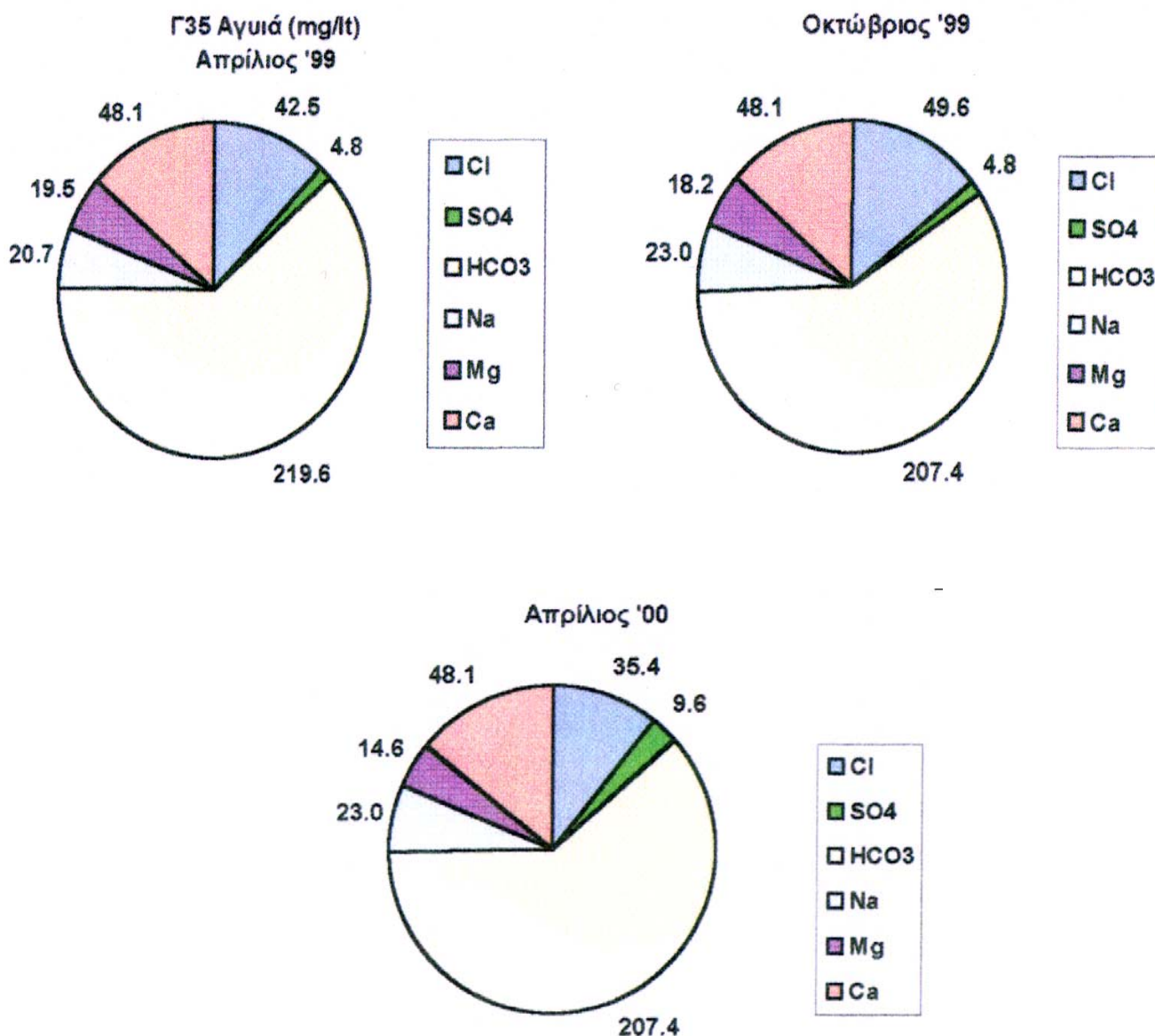
Πίνακας 6-2. Στατιστική επεξεργασία μετρήσεων χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού από τον Ποταμό Κερίτη. Συγκεντρωτικά ανά διαμέρισμα.

	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ			pH			ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ [mg/l]																										
	[μS/cm]			MAX.	MIN.	M.O.	Cl			SO ₄			HCO ₃			CO ₃			Na			Mg			Ca			Y.Na					
	MAX.	MIN.	M.O.				MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.
ΑΓΥΙΑ	1750,00	300,00	605,80	8,21	7,53	7,88	42,50	7,10	17,13	778,10	4,80	157,36	176,80	152,50	166,73	3,00	0,00	1,50	27,60	4,60	10,35	70,50	10,90	24,71	264,50	36,10	80,83	0,00	0,00	0,00			
ΑΛΙΚΙΑΝΟΣ	750,00	430,00	550,00	7,50	6,13	7,15	67,40	7,10	31,21	211,30	33,60	84,05	244,10	36,60	170,21	0,00	0,00	0,00	39,10	16,10	22,97	23,10	10,90	17,15	104,20	22,00	64,52	0,00	0,00	0,00			
ΒΑΤΟΛΑΚΟΣ	150,00	150,00	150,00	6,58	6,58	6,58	31,90	31,90	31,90	4,80	4,80	4,80	185,20	185,20	185,20	0,00	0,00	0,00	16,10	16,10	16,10	4,90	4,90	4,90	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00			
ΚΟΥΦΟΣ	570,00	165,00	225,00	7,56	7,28	7,42	35,40	7,10	21,25	216,10	4,80	110,45	61,00	24,40	42,70	0,00	0,00	0,00	20,70	18,40	19,55	20,70	6,10	23,75	62,10	4,00	33,05	0,00	0,00	0,00			
ΜΕΣΚΛΑ	285,00	280,00	281,60	8,00	7,96	7,97	7,10	7,10	7,10	4,80	4,80	4,80	152,50	140,30	146,40	0,00	0,00	0,00	4,50	4,50	4,50	8,50	6,10	9,33	38,10	38,10	38,10	0,00	0,00	0,00			
ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ	280,00	280,00	280,00	8,27	8,27	8,27	21,30	21,30	21,30	4,80	4,80	4,80	115,90	115,90	115,90	0,00	0,00	0,00	6,90	6,90	6,90	26,70	26,70	26,70	4,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00			
ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ	235,00	235,00	235,00	8,06	8,06	8,06	7,10	7,10	7,10	4,80	4,80	4,80	128,10	128,10	128,10	0,00	0,00	0,00	4,60	4,60	4,60	4,90	4,90	4,90	36,10	36,10	36,10	0,00	0,00	0,00			
ΣΚΙΝΕ	465,00	330,00	418,40	6,94	6,32	6,62	49,60	35,40	43,92	86,50	43,20	72,04	122,00	61,00	82,96	0,00	0,00	0,00	41,40	25,30	35,42	12,20	7,30	10,22	44,10	28,10	99,48	0,00	0,00	0,00			
ΦΟΥΡΝΕ	510,00	480,00	495,00	7,59	7,50	7,55	35,40	35,40	35,40	43,20	9,60	26,40	219,60	219,60	219,60	0,00	0,00	0,00	20,70	19,80	20,25	12,20	12,20	12,20	72,10	64,10	63,10	0,00	0,00	0,00			
ΨΑΘΟΓΙΑΝΝΟΣ	1350,00	1350,00	1350,00	7,92	7,92	7,92	63,80	63,80	63,80	523,50	523,50	523,50	183,00	183,00	183,00	0,00	0,00	0,00	25,30	25,30	25,30	66,80	66,80	66,80	192,40	192,40	192,40	0,00	0,00	0,00			

	S.A.R			ΒΑΘΜΟΣ ΑΛΚΑΛΙΩΣΕΩΣ			ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ [ppm CaCO ₃]															ΕΙΔΙΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ					
	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	ΟΛΙΚΗ			ΠΑΡΟΔΙΚΗ			ΜΟΝΙΜΗ			ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ			ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ			NO ₃			NaCl		
							MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.	MAX.	MIN.	M.O.
ΑΓΥΙΑ	0,40	0,20	0,25	9,70	5,90	7,66	450,00	135,00	303,30	140,00	130,00	137,50	810,00	5,00	165,83	660,00	90,00	201,66	290,00	45,00	101,66	4,60	4,20	10,66	70,20	11,70	26,35
ΑΛΙΚΙΑΝΟΣ	1,40	0,40	0,69	35,00	11,10	18,74	340,00	130,00	225,50	200,00	30,00	139,50	150,00	45,00	86,00	260,00	55,00	161,00	95,00	45,00	64,55	62,50	4,20	20,63	99,50	11,70	49,74
ΒΑΤΟΛΑΚΟΣ	1,30	1,30	1,30	53,80	53,80	53,80	30,00	30,00	30,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00	2,50	2,50	2,50	41,00	41,00	41,00
ΚΟΥΦΟΣ	1,40	0,60	1,00	53,30	15,80	34,55	240,00	35,00	137,50	50,00	20,00	35,00	190,00	15,00	102,50	155,00	10,00	82,50	85,00	25,00	55,00	3,20	3,10	3,15	46,80	11,70	29,25
ΜΕΣΚΛΑ	0,20	0,20	0,20	7,70	7,10	7,40	130,00	120,00	125,00	125,00	115,00	120,00	5,00	5,00	5,00	95,00	95,00	95,00	35,00	25,00	30,00	4,70	4,00	4,26	11,70	11,70	11,70
ΜΥΛΩΝΙΑΝΑ	0,30	0,30	0,30	11,10	11,10	11,10	120,00	120,00	120,00	100,00	100,00	100,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	110,00	110,00	110,00	3,30	3,30	3,30	17,60	17,60	17,60
ΠΕΡΙΒΟΛΙΑ	0,20	0,20	0,20	8,30	8,30	8,30	110,00	110,00	110,00	105,00	105,00	105,00	5,00	5,00	5,00	90,00	90,00	90,00	20,00	20,00	20,00	3,70	3,70	3,70	11,70	11,70	11,70
ΣΚΙΝΕ	1,60	1,10	1,36	42,90	33,30	37,48	150,00	110,00	128,00	100,00	50,00	68,00	70,00	50,00	60,00	110,00	80,00	90,00	50,00	30,00	42,00	40,50	7,00	27,12	81,90	58,50	71,38
ΦΟΥΡΝΕ	0,60	0,40	0,50	16,40	12,50	14,45	230,00	210,00	220,00	180,00	180,00	180,00	50,00	30,00	40,00	180,00	160,00	170,00	50,00	50,00	50,00	8,60	7,50	8,05	52,70	35,10	43,90
ΨΑΘΟΓΙΑΝΝΟΣ	0,40	0,40	0,40	7,00	7,00	7,00	730,00	730,00	730,00	150,00	150,00	150,00	580,00	580,00	580,00	480,00	480,00	480,00	250,00	250,00	250,00	3,80	3,80	3,80	64,40	64,40	64,40

Πίνακας 6-3. Στατιστική επεξεργασία μετρήσεων χημικών αναλύσεων δειγμάτων νερού από τον Ποταμό Κερίτη (34 δείγματα).

	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Μεταβλητότητα %
Na	4.6	41.4	19.279	89
Ca	4	264.5	57.176	98
Mg	4.9	70.5	16.135	93
Cl	7.1	67.4	29.294	89
SO ₄	4.8	778.1	88.003	99
pH	6.13	8.27	6.959	26
Cond	150	1750	488.824	91
HCO ₃	18.3	244.1	143.535	93



Σχήμα 6.1. Σύγκριση αποτελεσμάτων χημικών αναλύσεων σε τρεις περιόδους δειγματοληψίας για την περιοχή της Αγυιάς (ποταμός Κερίτης).

Πίνακας 6-4.Μικροβιολογικές Αναλύσεις (Δ.Ε.Υ.Α.Χ.).

Ημερομηνία δειγμ/ψίας	12/12/2000		9/7/2001		Εβδομαδιαίες Μετρήσεις
Σημείο δειγματοληψίας	Αγυιά (έξοδος μοτέρ)	Μυλωνιανά - ΟΑΔΥΚ	Αγυιά (έξοδος μοτέρ)	Μυλωνιανά - ΟΑΔΥΚ	Δίκτυο
Ολικά κολοβακτηρίδια (απ./100ml)	1	1	1	2	0
Κοπρανώδη κολοβακτηρίδια (απ/100 ml)	0	0	0	0	0
Εντερόκοκκοι (απ./100ml)	0	0	0	0	0
Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (απ/100 ml)	0	0	0	0	1-2

Πίνακας 6-5.Χημικές Αναλύσεις (Δ.Ε.Υ.Α.Χ.).

Ημερομηνία δειγματοληψίας	20/3/2001	24/4/2001	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατο επίπεδο
Σημείο δειγματοληψίας	Δεξαμενή Αη Γιάννη (έξοδος)	Πλατεία Σπλάντζιας		
Υπολειμματικό CL2 (mg/l)	0,37	0,38		
Θερμοκρασία (°C)	15	16		
PH/θολερότητα (NTU)	8,06 / 0,90	8,11 / 0,90		
Οσμή / Γεύση (μακροσκοπικά)	Κανονική	Κανονική	0	
Αγωγιμότητα (μS/cm)	270	295	400	
Νιτρικά NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,32	1,76	25	50
Νιτρώδη NO ₂ ⁻ (mg/l)	0	0,01		0,1
Αμμωνιακά NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,04	0,00	0,05	0,5
Οξειδωσιμότητα (mg/l O ₂)	-	0,81	2	5
Αιωρούμενα στερεά TSS (mg/l)	-	0		
Ολικά διαλυμένα στερεά TDS (mg/l)		192,5		<1500
Φωσφορικά PO ₄ ³⁻ (mg/l)	-	0,15	0,4	5,0
Φθόρια F ⁻ (mg/l)	-	0,28 (28T)		
Χλωριούχα Cl ⁻ (mg/l)	15,7	14,2	25	100
Θειικά SO ₄ ²⁻ (mg/l)	-	16	25	250
Αζωτο Kjeldahl (mg/l)	-	0		0
Φαινόλες	-	0		0,5
Πυριτικά SiO ₂ (mg/l)		5,29		
Ca-Mg (mg/l)	38,2 / 9,72	38,2 / 11,7	100/30	-/50
Ολική / Παροδική Σκληρότητα (DH)	7,78 / 7,07	8,02 / 7,07		
Αλκαλικότητα -m/-p (mg CaCO ₃ /l)	126,25 / 0	126,2 / 0		
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	154	154		
Fe/Cu (mg/l)		0,02 / 0,01	50/	200/
Zn / Mn (mg/l)		0,07 / 0,01	100 / 20	5.000 / 50
Na / K (mg/l)		8,44 / 0,4	20 / 10	175 / 12
Al (mg/l)	0	0	0,05	0,2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

7.1 Υδατικό Δυναμικό Νομού Χανίων

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

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

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

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

7.2 Περιγραφή Περιοχής Μελέτης

Ποταμός, εκβολή ,παράλια Ποταμού Κερίτη

Τοποθεσία: Ο ποταμός Κερίτης βρίσκεται 13 χλμ δυτικά των Χανίων.

Περιγραφή:

Λεκάνη Κερίτη , Κάμπου Χανίων

Η λεκάνη Κερίτη βρίσκεται στο βορειοκεντρικό τμήμα του νομού. Δια μέσου αυτής απορρέει σημαντικός όγκος νερού του καρστικού συστήματος των Λευκών Ορέων ($140-150 \cdot 10^6$ m³/έτος, υδρολογική μελέτη Κάμπου Χανίων).

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

Ο ποταμός εμπλουτίζεται με νερά από τις παρακάτω πηγές:

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

Η μέση ετήσια απορροή είναι πλέον των $30 \cdot 10^6$ m³ νερού (υδρ. Στοιχ. νήσου Κρήτης). Εμφανίζονται σε απόλυτο υψόμετρο 210 m.

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

Εμφανίζονται σε 40m απόλυτο υψόμετρο, στον οικισμό Αγυιά. Το ετήσιο ισοζύγιο των πηγών υπερβαίνει τα $70 \cdot 10^6$ m³/έτος, και αποτελεί το ρυθμιστικό απόθεμα τους. Εκτός του ρυθμιστικού αποθέματος υπάρχει στον υδροφορέα και το μόνιμο υδατικό απόθεμα το ύψος του οποίου δεν είναι γνωστό.

Λίμνη Αγυιάς

Πρόκειται για τεχνητή λίμνη, η οποία κατασκευάστηκε από την Δ.Ε.Η. για την ανύψωση της στάθμης των εκροών νερού μετά την υπερχείλιση τους από την υπόγεια δεξαμενή των πηγών Αγυιάς. Ο σκοπός της κατασκευής της ήταν υδροηλεκτρικός. Η λίμνη βρίσκεται Β.Δ. των πηγών. Είναι αποθήκη ύδατος μετά την εκροή των πηγών, χωρητικότητας περίπου 350000 m³ νερού. Η λίμνη δεν επηρεάζει την λειτουργία των καρστικών πηγών. Επηρεάζεται όμως, από την αυξομείωση της στάθμης του καρστικού υδροφορέα. Η λίμνη αποτελεί σημαντικό υδροβιότοπο και είναι ανακηρυγμένη προστατευόμενη περιοχή. Τα προβλήματα επάρκειας νερού που προκύπτουν στην λίμνη τους θερινούς μήνες είναι διαχειριστικά και όχι ουσιαστικά.

Γ. Οι καρστικές πηγές Κουφού.

Οι πηγές βρίσκονται στην θέση Βλυχάδες του Δήμου Μουσούρων. Εμφανίζονται σε 50 m απόλυτο υψόμετρο. Οι πηγές είναι απαριθμημένες με γεωτρήσεις. Η συνολική αντλούμενη ποσότητα/έτος είναι πλέον των $5 \cdot 10^6$ m³/έτος νερού, κυρίως για αρδευτική χρήση. Η δυνατότητα περαιτέρω αναρρύθμιση της είναι δυνατή, διότι δεν έχουν παρατηρηθεί μόνιμες απώλειες υδραυλικού φορτίου. Πιθανότατα οι πηγές έχουν υδραυλική επικοινωνία με τις πηγές του Καλαμιώνα της Αγυιάς (λόγω της χημικής συγγένειας, και υδραυλικής σχέσης που παρουσιάζουν). Οι ενδείξεις αυτές πρέπει να τεκμηριωθούν με ιχνηθετήσεις, ή με κάποια άλλη μέθοδο.



Εικ. 7.1 Πηγή Κουφός

Δ. Καρστικές πηγές Αναβάλλοντα.

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

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

Πρόκειται για μια εσωτερική προσχωματική λεκάνη, η οποία λειτουργεί σαν ενδιάμεση δεξαμενή ύδατος στο υδρολογικό σύστημα του Κερίτη. Η αντλούμενη ποσότητα νερού είναι περί τα $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ ή $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$, συμπεριλαμβανόμενης και της ύδρευσης. Η δυνατότητα αύξησης της απολήψιμης ποσότητας νερού είναι δυνατή, διότι δεν παρατηρούνται μόνιμες απώλειες υδραυλικού φορτίου.



Εικ. 7.2 α, β Ποταμός Κερίτης

7.3 Γεωλογική περιγραφή της ευρύτερης περιοχής των Χανίων

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

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

Νεογενείς αποθέσεις αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα κίτρινων-κιτρινόλευκων μάργων με κλαστικούς μαργαικούς ασβεστολίθους, συχνά βιογενείς –υφαλογενείς, ομοιόμορφα στρωμένους που το πάχος τους κυμαίνεται από εκατοστά έως ένα δύο μέτρα.

Επίσης εντός των αποθέσεων αυτών συναντώνται και μαργαικοί ψαμμίτες, άμμουδες, άργιλοι, λατύπες και κροκαλοπαγή. Τα κροκαλοπαγή-λατυποπαγή εμφανίζονται κυρίως στην περιοχή Χοιροσπηλίου νοτιότερα της Αγίας και την περιοχή Τοπολίων. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα η έντονη συνεκτικότητα την οποία παρουσιάζουν κυρίως ανθρακικής προέλευσης, με ανθρακικό συνδετικό υλικό.

Τεκτονικό κάλυμμα της ζώνης Πίνδου οι ανθρακικοί σχηματισμοί του τεκτονικού αυτού καλύμματος παρουσιάζονται με μικρή επιφανειακή ανάπτυξη στο νομό Χανίων. Εμφανίζονται βορειοδυτικά του νομού και πιο συγκεκριμένα στη ευρύτερη περιοχή Καστελίου καθώς και στην ευρύτερη περιοχή της Παλαιοχώρας. Αποτελούνται από πελαγικούς ασβεστολίθους με παρεμβολές κερατολίθων.

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

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

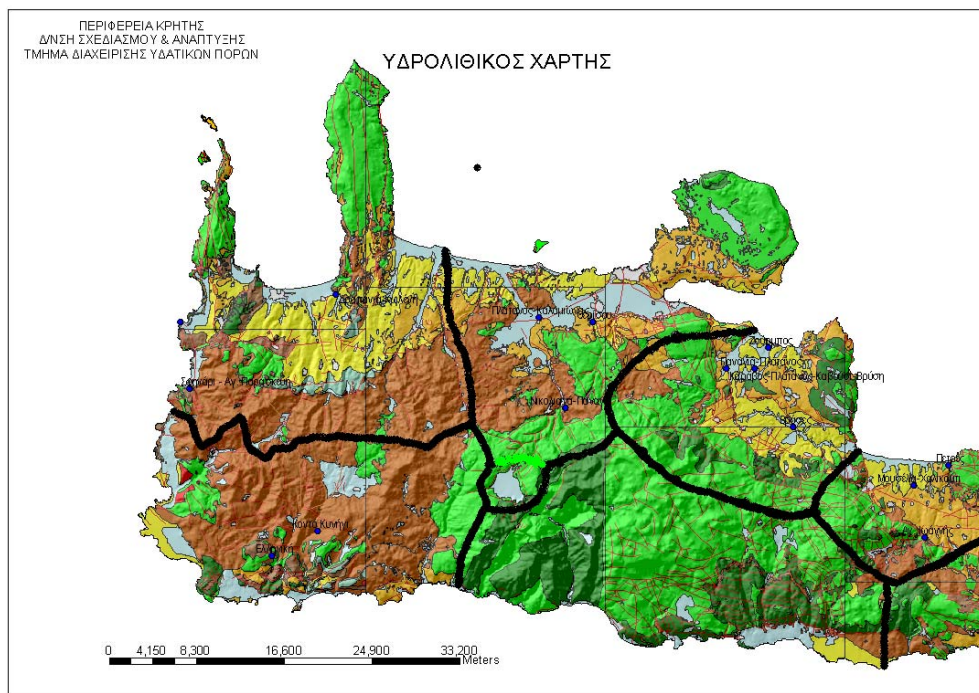
7.4 Γεωλογία Λεκάνης Απορροής Κερίτη

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

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στα νότια και ανατολικά τμήματα της λεκάνης επεκτείνονται και εκτός της υδρολογικής λεκάνης. Στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη συναντώνται μεγάλες εκφορτίσεις καρστικών πηγών.

Υπόβαθρο των σύγχρονων αποθέσεων αποτελούν τόσο οι σχηματισμοί των φυλλιτών-χαλαζιτών όσο και νεογενείς αποθέσεις του Μειοκαινού.

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



Εικ. 7.3. Υδρολογικός χάρτης Δυτικής Κρήτης με τις λεκάνες απορροής

Πίν. 7.1. Υγρότοποι που βρίσκονται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Κερίτη.

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

7.5 Λίμνη Αγιά

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

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

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΜΗΚΟΣ: 230 56' 0 ΠΛΑΤΟΣ: 350 28' 0
ΕΚΤΑΣΗ: 410 ha
ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟ: 0 ΜΕΓΙΣΤΟ: 200 ΜΕΣΟ: 30

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

ΛΙΜΝΗ ΑΓΙΑΣ

ΚΩΔΙΚΟΣ: 434376000

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

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

ΕΚΤΑΣΗ: 7 ha

ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΑΠΟ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ 80m

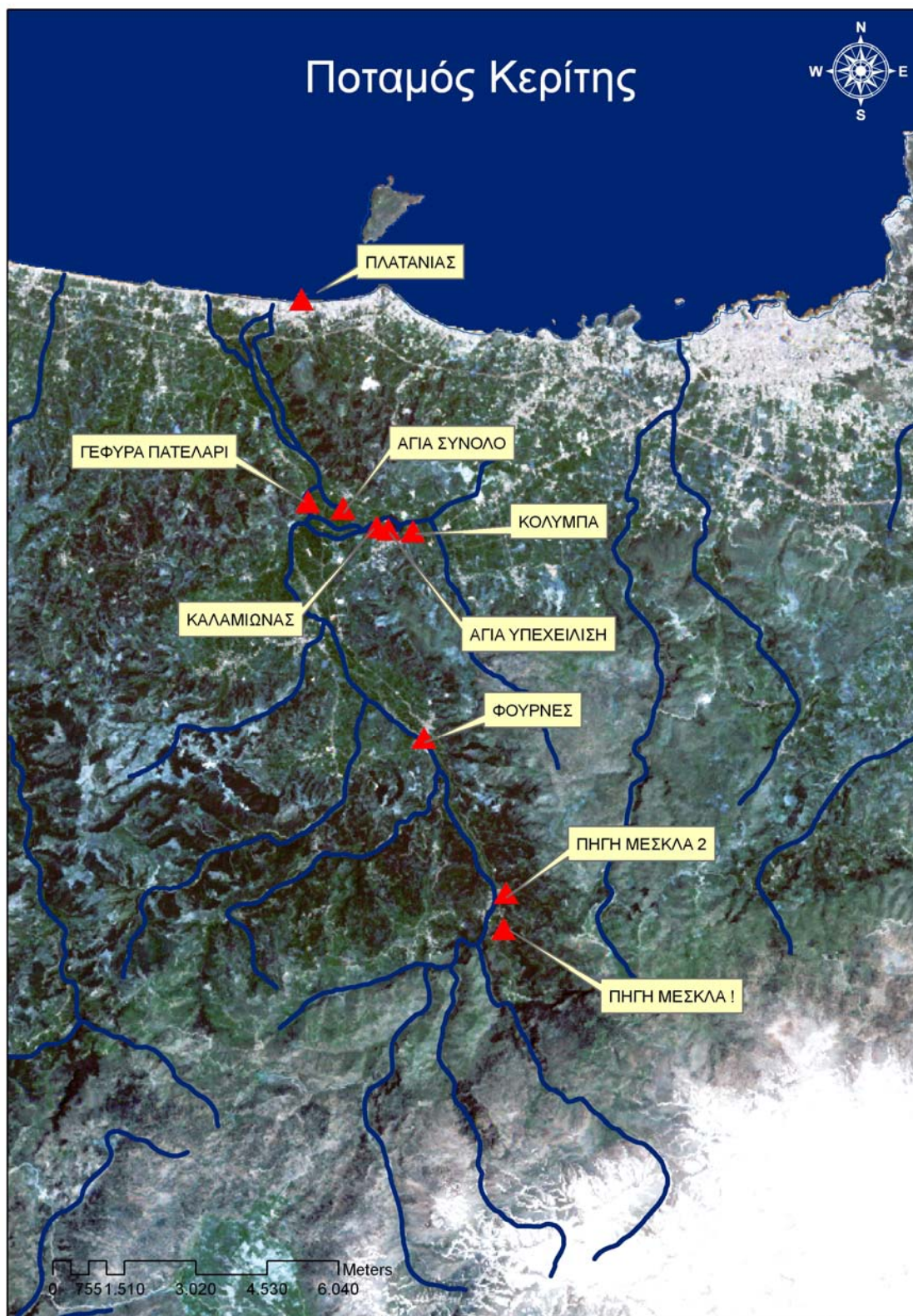
ΤΥΠΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ: RESERVOIR.



Εικ. 7.4 Πηγή κολύμπα



Εικ. 7.5 Ποταμός πλατανιάς



Εικ. 7.3. Δορυφορική εικόνα της λεκάνης Κερίτη με τα σημεία δειγματοληψίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.1 Αγυιά σύνολο

Η τιμή του pH της Αγυιά Συνόλου κυμάνθηκε μεταξύ 7,24 και 8,11 κατά την περίοδο μελέτης, εύρος που δεν ξεπερνά το διάστημα των τιμών που ορίζεται από τη νομοθεσία τόσο για το πόσιμο όσο και για το νερό κολύμβησης.

Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου κυμαίνεται από 62,2 % ως 122%. Παρατηρείται σταδιακή μείωση του διαλυμένου οξυγόνου μέχρι το τέλος της θερινής περιόδου και ανάκαμψη με την έναρξη της φθινοπωρινής-χειμερινής. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία όλες οι τιμές βρίσκονται μέσα στο επιθυμητό όριο 80-120% της τιμής κορεσμού, με εξαίρεση την τιμή των 31/8/2006, 26/6/2007, 20/7/2007 και 25/10/2007 που αντιστοιχεί σε 79%, 73%, 69,7% και 62,2% της τιμής κορεσμού αντίστοιχα.

Συγκρίνοντας τις τιμές της αγωγιμότητας για τα έτη 2004, 2005, 2006 και 2007 προκύπτει ότι με το πέρασμα των ετών αυξάνεται η συγκέντρωσή της. Κατά το έτος 2004 οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 534 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ως 725 $\mu\text{S}/\text{cm}$ με ελάχιστες διακυμάνσεις μεταξύ της θερινής και της χειμερινής περιόδου, πλην της τιμής 902 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στις 15/11/2004.

Το έτος 2005 το σκηνικό δεν διαφοροποιείται, οι τιμές κυμαίνονται από 559 $\mu\text{S}/\text{cm}$ - 735 $\mu\text{S}/\text{cm}$, χωρίς ωστόσο να υπάρχει καμία καταγραφή ακραίας συγκέντρωσης γι' αυτό το έτος. Το 2006 η σταθερότητα των τιμών εξακολουθεί να υπάρχει και η διακύμανση των συγκεντρώσεων είναι από 514 $\mu\text{S}/\text{cm}$ μέχρι και 690 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Σε αντίθεση με το 2007 στο οποίο γίνεται εμφανής η σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης της αγωγιμότητας. Συγκεκριμένα οι τιμές κυμαίνονται πλέον από 634 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ως 818 $\mu\text{S}/\text{cm}$ με εξαίρεση την συγκέντρωση 1646 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στις 26/6/2007. Όλες οι τιμές ωστόσο είναι χαμηλότερες από το όριο των 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ που ορίζεται από την νομοθεσία για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Οι τιμές του BOD κυμαίνονται μεταξύ 0-4 mg/l. Οι διακυμάνσεις ήταν πολύ μικρές με το πέρασμα των ετών, γεγονός που δεν προκάλεσε καμία ανησυχία, για το υπό εξέταση σημείο δειγματοληψίας.

Η συγκέντρωση του COD στις αρχικές δειγματοληψίες δηλαδή από της 4/5/2004 έως και της 18/7/2006 κυμαίνεται μεταξύ του 0,9 mg/l και του 9,9 mg/l με εξαίρεση την μέγιστη τιμή 14,6 mg/l στις 15/11/2004, στη χρονοσειρά που ακολουθεί καταγράφεται μια σταδιακή αύξηση με τιμές που ξεπερνάνε αρκετές φορές τα 10 mg/l. Συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα 6/10/2006 ως και 7/3/2008 η διακύμανση των τιμών φαίνεται να είναι 0,7 mg/l - 28 mg/l ανεξαρτήτου εποχιακής μεταβολής.

Όσον αφορά τα αμμωνιακά ιόντα διατηρήθηκαν σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε όλες τις δειγματοληψίες. Την θερινή περίοδο παρατηρείται εμφανής αύξηση καθώς οι μέγιστες τιμές των αμμωνιακών ιόντων ήταν 0,14 mg/l στις 4/5/2004 και 25/8/2004, 0,16 mg/l στις 27/7/2005 και 0,21 mg/l στις 26/6/2007 και 7/3/2008. Σε αντίθεση με την χειμερινή σεζόν κατά την οποία η διακύμανση των τιμών καταγράφηκε από 0 mg/l ως 0,08 mg/l.

Αδημοσίευτα αποτελέσματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρατηρώντας συνολικά τις μεταβολές των τιμών των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού των δεκαπέντε σημείων δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη διαπιστώνεται ανάλογη τάση εποχιακής μεταβολής τους. Η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα, η θολότητα, η συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου, η συγκέντρωση του νιτρικού αζώτου και οι μικροβιολογικές παράμετροι εμφανίζουν γενικά παρόμοιες εποχιακές διακυμάνσεις.

Σημαντικές διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν στις τιμές των παραμέτρων ανάλογα με τη θέση δειγματοληψίας (ποταμό ή πηγή).

Το pH του νερού μπορεί να χαρακτηριστεί ελαφρώς αλκαλικό σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας. Άλλωστε τα επιφανειακά νερά της Ελλάδας είναι στο σύνολό τους αλκαλικά λόγω συγκεκριμένων ποτάμιων υλικών και της κυριάρχησης ανθρακικών μεταλλευμάτων στα πετρώματα και στα πρόσφατα ιζήματα.

Η παράλληλη μεταβολή της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και της συγκέντρωσης των ιόντων χλωρίου, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο, υποδηλώνει μια σχέση αιτίου-αποτελέσματος μεταξύ των δύο παραμέτρων. Σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν χαμηλές συγκεντρώσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε όλα σχεδόν τα σημεία δειγματοληψίας με εξαίρεση την περιοχή πηγή Καλαμιώνας.

Η πηγή Καλαμιώνας παρουσιάζει τιμές αγωγιμότητας που κυμαίνονται γύρω από τα 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, οι οποίες μπορεί να συνδέονται με το γεωλογικό υπόβαθρο της θέσης δειγματοληψίας. Στις νεογενείς αποθέσεις της περιοχής συναντώνται στρώσεις γύψων, οι οποίες εμπλουτίζουν τις υδροφορίες που αναπτύσσονται στους σχηματισμούς αυτούς με θειικά άλατα, κάτι που συνεπάγεται και με τις αυξημένες τιμές της αγωγιμότητας.

Ωστόσο οι υψηλές συγκεντρώσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στα υπόγεια νερά μπορούν να αποδοθούν πιθανώς και στην παρουσία ζωνών υφαλμύρωσης.

Η κύρια χρήση των νερών του σημείου δειγματοληψίας της πηγής Καλαμιώνα αλλά και της ευρύτερης είναι η άρδευση. Θεωρείται ότι η άρδευση σε ημίξηρα κλίματα, όπως είναι το κλίμα των υπό μελέτη περιοχών, είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά και εναπόθεση των ανόργανων ενώσεων και αλάτων στην ακόρεστη ζώνη. Λόγω της εξατμισοδιαπνοής, που φτάνει τη μέγιστη της τιμή τους θερινούς μήνες, αυξάνει η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό νερό με αποτέλεσμα το νερό που διηθείται βαθιά να περιέχει διαλυμένα άλατα σε συγκεντρώσεις δύο και τρεις φορές μεγαλύτερες από αυτές του εφαρμοζόμενου νερού. Σε διαπερατά εδάφη, όπως είναι τα νεογενή ιζήματα των περιοχών μελέτης, η περίσσεια νερού που περνά τη ζώνη παρασέρνει τα διαλυμένα υλικά (ιδιαίτερα τα ιόντα χλωρίου, θειικών, νιτρικών και νατρίου) στα υπόγεια νερά. Η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση του νερού για άρδευση είναι μία σοβαρή διαδικασία συσσώρευσης των αλάτων στα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά.

Καθώς οι περιοχές των δειγματοληψιών της παρούσης μελέτης δεν είναι αστικοποιημένες και δεν ανήκουν σε βιομηχανικές ζώνες, η παρουσία νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά οφείλεται εν μέρει στη διαρκή επαφή τους με την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα τον κορεσμό τους σε αέριο άζωτο. Όπως επίσης και σε διάχυτες πηγές ρύπανσης που οφείλονται σε εισροές από εφαρμογή λιπασμάτων ανόργανου αζώτου από γειτονικές καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

Τα στερεά απόβλητα (κοπριές) των ζώων θεωρούνται σημαντικές πηγές νιτρικών και διαλυμένων αλάτων. Επιπλέον η καλοκαιρινή έντονη αύξηση της συγκέντρωσης του νιτρικού αζώτου μπορεί να θεωρηθεί αποτέλεσμα του συνδυασμού χαμηλής ροής (εποχιακή μείωση παροχής) και σταθερής σημειακής εστίας επιβάρυνσης της ποιότητας του νερού. Συνεπώς η παρουσία του νιτρικού ιόντος στα επιφανειακά νερά σε χαμηλές συγκεντρώσεις θεωρείται φυσιολογική.

Οι τιμές των αμμωνιακών ιόντων σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα ($< 0,1 \text{ mg/l}$) με ελάχιστες εξαιρέσεις. Απότομα αυξημένες τιμές μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά σε εξωτερικές επιδράσεις. Με δεδομένο ότι πολλά λιπάσματα περιέχουν αμμωνία και ενώσεις αμμωνίας, η έκπλυση των χρωαφιών μπορεί να συνέβαλε στην απότομη αύξηση του αμμωνιακού αζώτου στο νερό.

Ενώ σε γενικές γραμμές οι συγκεντρώσεις των υπό μελέτη περιοχών σε φωσφορικά ιόντα κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα, αναγράφονται και τιμές $>1 \text{ mg/l}$, γεγονός που αποδίδεται σε σημειακές πηγές ρύπανσης (βιομηχανικά απόβλητα, αποχετεύσεις). Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι κατά τους χειμερινούς και εαρινούς μήνες (περίοδος λίπανσης) αναμένεται γεωργική ρύπανση από εκροές λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Η συγκέντρωση του BOD παρουσιάζει μία αύξηση κατά τη θερινή περίοδο και μείωση μετά το φθινόπωρο, ακολουθώντας την εποχιακή μεταβολή των συγκεντρώσεων των ολικών και κοπρανωδών κολοβακτηριδίων. Αυτό είναι αναμενόμενο αφού όπως είναι γνωστό ο υπολογισμός του BOD είναι ένας έμμεσος τρόπος προσδιορισμού τόσο του μικροβιακού όσο και του οργανικού φορτίου του νερού.

Οι χαμηλές τιμές COD στις περιοχές που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία επιβεβαιώνουν την απουσία βιομηχανικής ρύπανσης. Οι τιμές του BOD είναι δύσκολο να συγκριθούν με ακριβείς τιμές του COD στην παρούσα εργασία καθώς στις περισσότερες δειγματοληψίες το COD απλώς διαπιστώθηκε $<10 \text{ mg/l}$.

Όσον αφορά το μικροβιακό φορτίο της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Κερίτη για την εν λόγω εργασία, μπορεί να αποδοθεί σε πηγές μικροοργανισμών από ανθρώπινα και ζωικά λύματα και απόβλητα. Μόλυνση μπορεί επίσης να προκληθεί από την εδάφια διάθεση των λυμάτων των σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων και σηπτικών δεξαμενών, τις εκπλύσεις από τους σκουπιδοτόπους, και τις ποικίλες γεωργικές πρακτικές, όπως η διάθεση στο έδαφος της ζωικής κόπρου για οργανική λίπανση. Μικροί οικισμοί και εποχιακή αύξηση του πληθυσμού, κατά τους θερινούς μήνες, δημιουργούν επίσης συχνά τοπικά προβλήματα από την παραγωγή και διάθεση των λυμάτων.

Παράλληλα με την αύξηση του μικροβιακού φορτίου παρατηρείται μείωση του διαλυμένου οξυγόνου κατά τη θερινή περίοδο. Η καθαρότητα του νερού είναι σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένη από τη συνεχή οξυγόνωσή του, η οποία ευνοείται σε συνθήκες υψηλής ροής που βελτιώνουν τον επιφανειακό αερισμό. Αντίθετα, σε χαμηλές ροές, που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου, ευνοείται η συσσωμάτωση των ρύπων που μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά προβλήματα ποιότητας νερού. Επίσης υψηλότερες θερμοκρασίες νερού και η μείωση των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου μπορεί να οδηγήσουν σε χαμηλότερη τιμή κορεσμού διαλυμένου οξυγόνου.

Τα αποτελέσματα των παραμέτρων που μετρήθηκαν συγκρίθηκαν με τις τιμές των προτύπων ποιότητας γλυκών επιφανειακών νερών για υδροληψία πόσιμου νερού, που ορίζονται στο Παράρτημα Ι της Υπουργικής Απόφασης με αρ. 46399/1352/86 με σκοπό την κατηγοριοποίηση των υδάτων της εν λόγω περιοχής σε μία από τις τρεις κατηγορίες Α 1, Α2, Α3 που ορίζονται στο Παράρτημα Ι της Απόφασης.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, για τον έλεγχο της ρύπανσης όλων των σημείων δειγματοληψίας κρίνεται αναγκαίο ένα ολοκληρωμένο σχέδιο διαχείρισης για την υδρολογική λεκάνη του ποταμού Κερίτη. Επίσης σε κάθε περιοχή είναι απαραίτητος ο έλεγχος των πρακτικών που εφαρμόζονται για άρδευση και λίπανση, καθώς και η ενημέρωση των αγροτών για τις συνιστώμενες πρακτικές.

Κατά τους θερινούς μήνες, όπως είδαμε, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, της εξατμισοδιαπνοής που φτάνει στο μέγιστο και της χαμηλής ροής των νερών ευνοούνται φαινόμενα ρύπανσης. Η εποχή αυτή συμπίπτει με τις αυξημένες απαιτήσεις νερού και την έντονη πληθυσμιακή αύξηση λόγω του τουρισμού. Συνεπώς είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα, όπως π.χ. η ενημέρωση των κατοίκων, προκειμένου να γίνεται σωστή διάθεση των λυμάτων των τοπικών οικισμών και μονάδων αναψυχής για να αποφεύγεται η περαιτέρω επιβάρυνση του υδάτινου συστήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ζανάκη Κ. 1996. Ελεγχος ποιότητας νερού, Εκδόσεις ΙΩΝ.
2. Εφημερίδα της Κυβερνησεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο Αρ. Φύλλου 438, Υπουργική Αποφαση με αρ. 46399/1352/86, Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/659/ΕΟΚ, 79/293/ΕΟΚ και 79/869/ΕΟΚ.
3. Τζιάνα Αναστασία, 2002/03-Πολύτιμο νερό, Εργασία για το μάθημα Διαχείριση Υδατικών Πόρων, ΤΕΙ Κρήτης, τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος.
4. Βοζινάκης Κ- Κουγιάννη Σ. 2004, Υδατικοί Πόροι Νομού Χανίων και Διαχείριση τους, Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων και Υδατικών Πόρων, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση.
5. Κακουλάκη Γ. 2005, Ένα Πολυπαραμετρικό Σύστημα Προσδιορισμού Της Ποιότητας Του Νερού Στην Υδρολογική Λεκάνη Του Ποταμού Κερίτη. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Φυσικών πόρων και περιβάλλοντος. Τ.Ε.Ι Κρήτης.
6. Κτιστάκη Ε. 2004. Μελέτη Υδροφορίας Λεκάνης Κερίτη Και Προσομοίωση της Κίνησης Των Υπόγειων Υδάτων Στην περιοχή Της Αγυιάς του Ν. Χανίων, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος.
7. Σταυρουλάκης Γ, 2007. Εγχειρίδιο Εργαστηρίου Τεχνολογίας Ελέγχου Ποιότητας Νερού. Τμήμα Φυσικών πόρων και περιβάλλοντος. Τ.Ε.Ι Κρήτης.
8. <http://www.servitoros.gr/education/view.php/5/63/> (Μετρήσεις και έλεγχοι στα νερά της περιοχής της Λίμνης)
9. Χρώμα <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/color.htm>
10. Οσμή <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/smell.htm>