



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



Πολυπαραμετρικό σύστημα παρακολούθησης των μεταβολών των ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών υδάτων του ποταμού Ταυρωνίτη



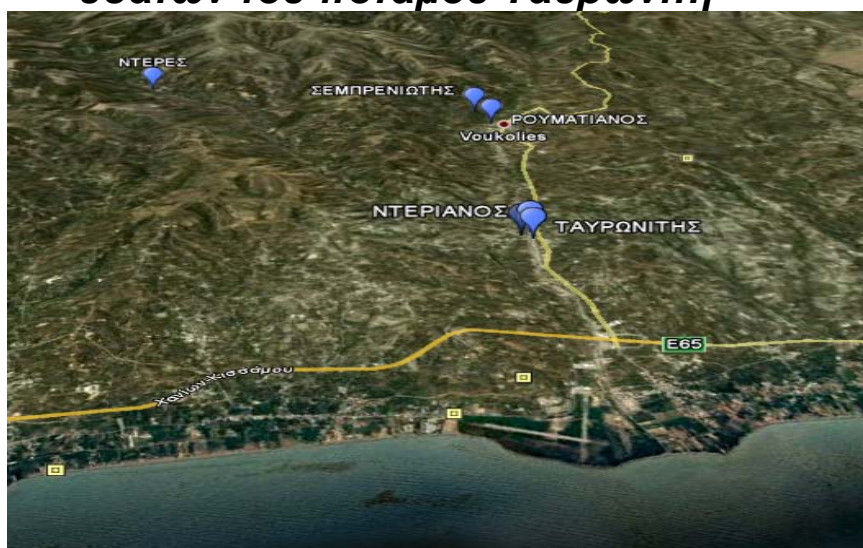
Χάρτης II: Γεωφυσικός χάρτης

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΡΠΟΥΤΖΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

ΧΑΝΙΑ 2010

<< Πολυπαραμετρικό σύστημα παρακολούθησης των μεταβολών των ποιοτικών παραμέτρων των επιφανειακών υδάτων του ποταμού Ταυρωνίτη >>



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΡΠΟΥΤΖΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

Επιβλέπων : Καθηγητής Γ. Σταουραλάκης

Επιτροπή Αξιολόγησης : Κώππη Μελίνα Καθηγήτρια Εφαρμογών
Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη Επιστημονικός Συνεργάτης

Ημερομηνία Παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 40

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας αισθάνομαι την υποχρέωση να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σταυρουλακη Γεώργιο καταρχήν για την ανάθεση και επίβλεψη αυτής της εργασίας, καθώς και για τη σημαντική προσφορά του στην υλοποίηση της καθ'ολη την διάρκεια της. Επίσης να τον ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου για την ψυχολογική στήριξη όλα αυτά τα χρονιά.

Ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου. Τους γονείς μου και τις αδελφές μου Άννα και Βαλεντίνα, καθώς και τον γαμπρό μου Δημήτρη για την βοήθεια τους και την στήριξη τους τόσα χρονιά.

Τέλος ευχάριστες θερμά τους συμφοιτητές μου Κυρίου Μαρία, Κύρκου Αμαλία, Λιαράκο Αντρέα, Κακουλακη Γεωργία, Κηρύκου Ματούλα και τον Τσινευράκη Στέφανο για την πολύτιμη βοήθεια τους καθ'ολη την διάρκεια της εκπόνησης του πειραματικού μέρους αυτής της εργασίας, καθώς και για την πολύ καλή συνεννόηση και συνεργασία μας..

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	Σελ.3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	Σελ.4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	Σελ.10
ABSTRACT.....	Σελ.10
ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ.....	Σελ.11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

1.1 "ΝΕΡΟ ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΠΑΝΤΩΝ"	Σελ.12
1.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ.....	Σελ.13
1.2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	Σελ.14
1.3 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	Σελ.16
1.4 ΤΟ ΕΝΕΡΓΟ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΧΑΝΙΩΝ.....	Σελ.16
1.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	Σελ.18
1.5.1 ΩΣ ΕΜΦΙΑΛΩΜΕΝΟ.....	Σελ.18
1.5.2 ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟ ΝΕΡΟ.	Σελ.18
1.5.3 ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΝΕΡΟ.	Σελ.18
1.5.4 ΝΕΡΟ ΠΗΓΗΣ.	Σελ.18
1.5.5 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΝΕΡΑ.....	Σελ.18
1.6 ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΝΕΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.	Σελ.19
1.7 ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ ΤΗΣ 6ΗΣ ΜΑΪΟΥ 1968 (ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΥΔΑΤΩΝ)	Σελ.19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

2.1.ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	Σελ.21
2.2.ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ.....	Σελ.23
2.3. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.....	Σελ.25
2.4. Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	Σελ.27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο ΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

3.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ.....	Σελ.28
3.1.1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΟΤΑΜΙΑ.....	Σελ.28
3.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ.....	Σελ.28
3.2.1 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ.	Σελ.30
3.2.2 ΤΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΩΣ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ	Σελ.30
3.2.3 ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ: Η ΕΞΟΔΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΕΔΑΦΟΣ	Σελ.31
3.3 ΠΗΓΕΣ, ΠΟΤΑΜΙΑ ΚΑΙ ΧΕΙΜΑΡΡΟΙ, ΕΚΒΟΛΕΣ ΚΑΙ ΔΕΛΤΑ ΠΟΤΑΜΩΝ.....	Σελ.31
3.4 Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	Σελ.33
3.4.1 ΥΔΡΟΓΡΑΙΑ.....	Σελ.33
3.4.2 ΠΟΤΑΜΟΙ.....	Σελ.33
3.4.3. ΛΙΜΝΕΣ.....	Σελ.34
3.4.4 ΥΓΡΟΤΟΠΟΣ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΕΒΡΟΥ.....	Σελ.35
3.4.5 ΥΓΡΟΤΟΠΟΣ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ.....	Σελ.35
3.5 ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ.....	Σελ.35
3.5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ.....	Σελ.35

3.5.2 ΣΥΜΒΑΣΗ ΡΑΜΣΑΡ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ	Σελ.37
3.6 ΤΥΠΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ.....	Σελ.39
3.6.1 ΔΕΛΤΑ.....	Σελ.39
3.6.2 ΕΛΗ.....	Σελ.40
3.6.3 ΛΙΜΝΕΣ.....	Σελ.41
3.6.4 ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ.....	Σελ.41
3.6.5 ΠΗΓΕΣ.....	Σελ.42
3.6.6 ΕΚΒΟΛΕΣ.....	Σελ.42
3.6.7 ΠΟΤΑΜΟΙ.....	Σελ.43
3.6.8 ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ.....	Σελ.44
3.7 ΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ.....	Σελ.48
3.7.1 ΦΥΣΙΚΗ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ – ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	Σελ.48
3.7.2 ΠΟΣΟΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ.....	Σελ.48
3.7.3 ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ.....	Σελ.48
3.8 ΑΞΙΑ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ.....	Σελ.52
3.8.1 ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ.....	Σελ.52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

4.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	Σελ.56
4.2 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	Σελ.56
ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	Σελ.56
ΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	Σελ.56
ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ – ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΜΟΛΥΝΣΕΙΣ	Σελ.56
ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	Σελ.57
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	Σελ.57
ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ	Σελ.58
4.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	Σελ.58
ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΠΟΛΛΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΚΑΙ ΝΑ ΛΑΜΒΑΝΟΥΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΕΚΤΑΣΗ	Σελ.58
○ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΣΤΟ ΝΡΟΣ... ..	Σελ.58
○ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ.....	Σελ.58
○ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΣ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ (CULTURAL EUTROPHICATION) ..	Σελ.58.
○ ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ.....	Σελ.59
○ ΜΟΛΥΝΣΗ ΝΕΡΩΝ.....	Σελ.59
○ ΥΦΑΛΜΥΡΥΝΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ.....	Σελ.59
○ ΡΥΠΑΝΣΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	Σελ.60
4.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	Σελ.61
4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	Σελ.64

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.

5.1 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	Σελ.66
5.1.1 ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ.....	Σελ.66
5.1.2 ΟΣΜΗ.....	Σελ.66
5.1.3 ΓΕΥΣΗ.....	Σελ.67
5.1.4 ΧΡΩΜΑ.....	Σελ.67
5.1.5 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	Σελ.67
5.2 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	Σελ.68
5.2.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ (ΡΗ)	Σελ.68

5.2.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ.....	Σελ.69
5.2.3 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ.....	Σελ.69
5.2.4 ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ.....	Σελ.70
5.2.5 ΟΛΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ(tds)	Σελ.71
5.2.6 ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	Σελ.72
5.3.1 ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ ($NH_4^+ - N$).....	Σελ.72
5.3.2 ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΖΩΤΟ ($NO_3^- - N$).....	Σελ.72
5.3.3 ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ $PO_4^{3-} - P$	Σελ.72
5.3.4 ΘΕΪΙΚΩΝ SO_4	Σελ.73
5.3.5 ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ.....	Σελ.73
5.3.6 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (DO και DO%).....	Σελ.74
5.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	Σελ.75
5.4.1 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (BOD) (Biochemical Oxygen Demand)	Σελ.75
5.4.2 ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD)	Σελ.76
5.5 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.....	Σελ.77
5.5.1 ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΑ (Total coliforms)	Σελ.78
5.5.2 <i>Escherichia coli</i> (E. coli)	Σελ.79
5.5.3 ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΟΣ (STREPTOCOCCI FAECAL)	Σελ.79

Κεφάλαιο 6^ο ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ & ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥ Ν. ΧΑΝΙΩΝ.....	Σελ.80
6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	Σελ.81
6.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΧΑΝΙΩΝ.....	Σελ.81
6.2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗΣ.....	Σελ.82
6.1 ΠΟΤΑΜΟΣ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗΣ.....	Σελ.82
6.1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΑΓΩΓΗ.....	Σελ.82
6.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	Σελ.82
6.2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	Σελ.84

Κεφάλαιο 7^ο

7.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	Σελ.87
7.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....	Σελ.88
7.2.1 ΡΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	Σελ.88
7.2.2 ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ.....	Σελ.88
7.2.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ.....	Σελ.90
7.2.4 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (DO και DO%).....	Σελ.91
7.2.5 ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD)	Σελ.91
7.2.6 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (BOD)	Σελ.93
7.2.7 ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ ($NH_4^+ - N$)	Σελ.96
7.2.8 ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΖΩΤΟ ($NO_3^- - N$)	Σελ.97
7.2.9 ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ ΙΟΝΤΑ ($PO_4^{3-} - P$)	Σελ.97
7.2.10 ΘΕΪΙΚΑ ΙΟΝΤΑ SO_4	Σελ.98
7.2.11 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ.....	Σελ.98
7.2.12 ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ.....	Σελ.99
7.2.13 ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ Cl^-	Σελ.100
7.2.14 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ.....	Σελ.101

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

8.1.1 ΤΑΥΡΩΝΙΤΗΣ

Απεικονίζονται οι γραφικές παραστάσεις των παραμέτρων : pH, θολερότητα, αγωγιμότητα, Αμμωνιακού Αζώτου (NH₄⁺ -N), σκληρότητα, Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻ - N), ιόντων χλωρίου, φωσφορικών ιόντων (PO₄ - P), θειικών ιόντων (SO₄⁻), και ολικών αιρουμένων στερεών την χρονική περίοδο 1/6/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Ταυρωνιτη και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές..... Σελ.105

8.1.2 ΤΑΥΡΩΝΙΤΗΣ

Διαγράμματα που απεικονίζονται και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές των παραμέτρων: Μεταβολή ολικών κολοβακτηριδίων (total coliforms), κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (E.coli) και του εντερόκοκκου (S.Faecalis) , BOD, COD , DO , ΝΡΟC και ΙCτην χρονική περίοδο 1/6/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Ταυρωνιτη.

..... Σελ.107

8.2.1 ΠΑΛΑΙΑ ΡΟΥΜΑΤΑ

Απεικονίζονται οι γραφικές παραστάσεις των παραμέτρων : pH, θολερότητα, αγωγιμότητα, Αμμωνιακού Αζώτου (NH₄⁺ -N), σκληρότητα, Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻ - N), ιόντων χλωρίου, φωσφορικών ιόντων (PO₄ - P), θειικών ιόντων (SO₄⁻), και ολικών αιρουμένων στερεών την χρονική περίοδο 1/6/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Ρουματιανος και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές..... Σελ.109

8.2.2 ΠΑΛΑΙΑ ΡΟΥΜΑΤΑ

Διαγράμματα που απεικονίζονται και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές των παραμέτρων: Μεταβολή ολικών κολοβακτηριδίων (total coliforms), κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (E.coli) και του εντερόκοκκου (S.Faecalis) , BOD, COD , DO , ΝΡΟC και ΙCτην χρονική περίοδο 1/6/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Ρουματιανος.

..... Σελ.111

8.3.1 ΣΕΜΠΡΕΝΙΩΤΗΣ

Απεικονίζονται οι γραφικές παραστάσεις των παραμέτρων : pH, θολερότητα, αγωγιμότητα, Αμμωνιακού Αζώτου (NH₄⁺ -N), σκληρότητα, Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻ - N), ιόντων χλωρίου, φωσφορικών ιόντων (PO₄ - P), θειικών ιόντων (SO₄⁻), και ολικών αιρουμένων στερεών την χρονική περίοδο 1/6/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Σεπρενιωτη και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές..... Σελ.113.

8.3.2 ΣΕΜΠΡΕΝΙΩΤΗΣ

Διαγράμματα που απεικονίζονται και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές των παραμέτρων: Μεταβολή ολικών κολοβακτηριδίων (total coliforms), κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (E.coli) και του εντερόκοκκου (S.Faecalis) , BOD, COD , DO , ΝΡΟC και ΙCτην χρονική περίοδο 1/6/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Σεπρενιωτη.

..... Σελ.115

8.4.1 ΝΤΕΡΕΣ

Απεικονίζονται οι γραφικές παραστάσεις των παραμέτρων : pH, θολερότητα, αγωγιμότητα, Αμμωνιακού Αζώτου (NH₄⁺ -N), σκληρότητα, Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻ - N), ιόντων χλωρίου, φωσφορικών ιόντων (PO₄ - P), θειικών ιόντων (SO₄⁻), και ολικών αιρουμένων στερεών την χρονική περίοδο 1-6-2004 έως 9-12-2004 στο σημείο δειγματοληψίας στο ποταμό

- Ντερε. και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές..... Σελ.117**
- 8.4.2 ΝΤΕΡΕΣ**
Διαγράμματα που απεικονίζονται και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές των παραμέτρων: Μεταβολή ολικών κολοβακτηριδίων (total coliforms), κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (E.coli) και του εντερόκοκκου (S.Faecalis), BOD, COD, DO, NPOC και ICTην χρονική περίοδο 1-6-2004 έως 9-12-2004 στο σημείο δειγματοληψίας ποταμού Ντερε. Σελ.119
- 8.5.1 ΝΤΕΡΙΑΝΟΣ**
Απεικονίζονται οι γραφικές παραστάσεις των παραμέτρων : pH, θολερότητα, αγωγιμότητα, Αμμωνιακού Αζώτου (NH₄⁺ -N), σκληρότητα, Νιτρικού Αζώτου (NO₃⁻ - N), ιόντων χλωρίου, φωσφορικών ιόντων (PO₄ – P), θειικών ιόντων (SO₄⁻), και ολικών αιρουμένων στερεών την χρονική περίοδο 1/4/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Ντεριανος και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές..... Σελ.121
- 8.5.2 ΝΤΕΡΙΑΝΟΣ**
Διαγράμματα που απεικονίζονται και ερμηνεύονται οι μετρούμενες τιμές των παραμέτρων: Μεταβολή ολικών κολοβακτηριδίων (total coliforms), κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (E.coli) και του εντερόκοκκου (S.Faecalis), BOD, COD, DO, NPOC και ICTην χρονική περίοδο 1/4/2004 έως 7/4/2005 στο σημείο δειγματοληψίας Ντεριανος. Σελ.123
- 8.6.1 pH –DO**
Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή του pH και DO σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ' όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005. Σελ.126
- 8.6.2 ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ – ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ**
Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή της Αγωγιμότητας (μS/cm) και των Χλωριόντων (mg/l Cl) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ'όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005..... Σελ.128
- 8.6.3 ΘΟΛΟΤΗΤΑ**
Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή της θολερότητας (NTU) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ'όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005..... Σελ.130
- 8.6.4 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ – ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ**
Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή της Σκληρότητας (mg/l CaCO₃) και των Ολικών στερεών (mg/l) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ' όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005. Σελ.132
- 8.6.5 COD - BOD**
Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή COD και BOD₍₅₎ σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των

παραποτάμων του, καθ'όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005.	Σελ.134
8.6.6 ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NO₃- - N) – ΑΜΜΩΝΙΑΚΟΥ ΑΖΩΤΟΥ (NH₄⁺ -N) Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή του Νιτρικού Αζώτου (NO ₃ ⁻ - N) και του Αμμωνιακού Αζώτου (NH ₄ ⁺ - N) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ'όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005.....	Σελ.136
8.6.7 ΦΩΣΦΟΡΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ (PO₄ – P) – ΘΕΙΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ (SO₄-) Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή Φωσφορικών ιόντων (PO ₄ ³⁻ - P) και των Θειικών ιόντων(SO ₄) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ'όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005.....	Σελ.138
8.6.8 ΝΡΟC – IC Συγκριτική γραφική παράσταση για του ΝΡΟC και του IC σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ' όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005.	Σελ.140
8.6.9 ΦΑΙΝΟΛΕΣ - ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ Συγκριτική γραφική παράσταση για της συγκέντρωσης της Φαινόλης και Απορρυπαντικών σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ' όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005.....	Σελ.142
8.6.10 ΟΛΙΚΩΝ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΩΝ (total coliforms)- ΚΟΠΡΑΝΩΔΩΝ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΩΝ (E.coli) Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή των Total Coliforms (cfu/100ml), E coli (cfu/100ml) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ' όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005.....	Σελ.144
8.6.11 ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΟΥ (S.Faecalis) Συγκριτική γραφική παράσταση για τη τιμή των S. Faecalis (cfu/100ml) σε κάθε σημείο δειγματοληψίας της υδρολογικής λεκάνης του Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του, καθ' όλη τη περίοδο της δειγματοληψίας 1-4-2004 έως 7-4-2005.....	Σελ.146
Κεφάλαιο 9^ο	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	Σελ.148
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	Σελ.153

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων ποιότητας των νερών παραποτάμων και πηγών του ποταμού Ταυρωνιτη, και των παραποτάμων του Σεμπρενιωτη, Ρουματιανου και Ντεριανου η συνεχής παρακολούθηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των πηγών καθώς και ο εντοπισμός σημείου ρύπανσης και μόλυνσης των υδατικών πόρων. Με βάση τα αποτελέσματα από τη συγκεκριμένη έρευνα έγινε αξιολόγηση και αξιοποίηση των υδατικών πόρων για άρδευση, ύδρευση και αναψυχή. Η έρευνα διεξήχθη κατά τη χρονική περίοδο 1/4/2004 – 7/4/2005 στην Υδρολογική λεκάνη του ποταμού Ταυρωνιτη και των παραποτάμων του. Πραγματοποιήθηκαν 12 δειγματοληψίες σε αυτό το χρονικό διάστημα, ώστε να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη άποψη για τις μεταβολές των παραμέτρων για όλες τις εποχές του έτους. Συλλέχθηκαν δείγματα νερού από 5 διαφορετικά σημεία κατά μήκος της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού. Τα σημεία αυτά είναι : κατά μήκος Ταυρωνιτη και πριν πέσουν τα νερά του ποταμού Ντερε, στο σημείο Ντεριανος κατά μήκος του ποταμού Ταυρωνιτη εκεί όπου έχουμε το σύνολο, καθώς έχουν πέσει όλα τα νερά από τους παραποτάμους στον Ταυρωνιτη, στην γέφυρα του Ντεριανου μέσα στο χωριό, στην γέφυρα του Ρουματιανου λίγο έξω από τις Βουκολιες, και τέλος στον ποταμό Σεμπρενιωτη χαμηλά στο σημείο όπου υπάρχει πρόσβαση. Στα δείγματα αυτά έγιναν χημικές και ποιοτικές αναλύσεις στις παρακάτω παραμέτρους: pH, Αγωγιμότητα, DO%, DO, BOD, COD, θολερότητα, σκληρότητα, ολικά στερεά, Θειικά ιόντα, NO₃-N, NH₄-N, PO₃-P, Cl⁻, *E coli*, total coliforms, εντερόκοκκοι, φαινολών, απποριπτανικών, NPOC και τέλος IC.

Investigation of qualitative parameters of water resources of hydrologic basin of Tavronitis river.

ABSTRACT

The aim of the present work was the monitoring of physical, chemical and microbiological parameters of surface water of Tavronitis river and the tributaries, Sebreniotis, Roumatianos and Derianos, and the localisation of water point pollution. Water resources were evaluated for irrigation, drinking and recreation.

The research took place during the period 3/6/2005 - 21/2/2006 at the hydrologic basin of Tavronitis river. During the research period, monthly samples from five different points along the river hydrological basin were collected to evaluate the seasonal variation of the water quality parameters. The parameters that were examined in each sample are the following: pH, Conductivity, DO%, DO, BOD, COD, Turbidity, Hardness, Total solids, Sulphates, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P, Cl⁻, *E coli*, Total coliforms, Enterococci.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Γίνεται μια συνοπτική περιγραφή για το νερό γενικά και τη σημασία του, καθώς και τη νομοθεσία για τα επιφανειακά νερά

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Γίνεται αναφορά στην παγκόσμια κατανομή του νερού.

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Γίνεται αναφορά στα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Γίνεται αναφορά στην έννοια της ρύπανσης και σύγκριση με ερευνητική μελέτη της ίδιας περιοχής από άλλους ερευνητές, που έγιναν το χρονικό διάστημα 2004 -2005.

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Αναφέρονται γενικές πληροφορίες για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού.

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Γενικά χαρακτηριστικά και στοιχεία για την περιοχή μελέτης.

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Γίνεται περιγραφή της διαδικασίας συλλογής, μεταφοράς και ανάλυσης των δειγμάτων νερού. Αναφέρονται επίσης τα υλικά και οι μέθοδοι ανάλυσης που ακολουθήσαμε.

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Απεικονίζονται τα αποτελέσματα σε πίνακες και διαγράμματα.

ΣΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Συμπεράσματα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

1.1 "ΝΕΡΟ ΑΡΧΗ ΤΩΝ ΠΑΝΤΩΝ" κατά τον Θαλή τον Μιλήσιο και ένα από τα τέσσερα βασικά στοιχεία κατά τον Αριστοτέλη. Από την αρχαιότητα το νερό υπήρξε για την ανθρωπότητα πηγή ζωής, πλούτου αλλά και λατρείας, κάνοντας τον άνθρωπο γρήγορα να συνειδητοποιήσει την δύναμη του, κατατάσσοντας το νερό ως ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία της φύσης προκαλώντας τον ταυτόχρονα σε ένα συνεχή αγώνα για την κατάκτησή του με αποτέλεσμα εκατομμύρια νεκρών. Ταυτόχρονα το νερό αποτελεί μέσο ζωής και αναγέννησης και αν αναλογιστούμε ότι το σώμα μας αποτελείται από νερό είναι φυσικό και απόλυτα σύμφωνο με τους νόμους της αρμονικής συνήχησης να υπάρχει μία αλληλεπίδραση αυτού και της ίδιας της φύσης τόσο στο υλικό όσο και στο εκφραστικό, στο νοητικό και στο ψυχικό επίπεδο.

Δεν είναι τυχαία η θεοποίηση του από όλους τους αρχαίους πολιτισμούς. Από τους Ινδιάνους και Ίνκας της Αμερικής, αρχαίους Έλληνες και Αιγυπτίους, μέχρι τους Σαμάνους και Βαβυλώνιους της Ασίας, υπήρξε κύριο στοιχείο λατρείας μιλώντας για τις Ναϊάδες και Νεράιδες των πηγών, τις Νηριήδες των ωκεανών και για κάποιους άλλους "Ντέβα" του νερού .

Το νερό συμμετείχε σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του πλανήτη και κινείται αέναα, με διάφορες "αμφιέσεις", εναλλασσόμενο στις τρεις καταστάσεις του στερεή (πάγος, χιόνι), υγρή (νερό πηγών, θαλασσών) και αέρια (υδρατμοί στην ατμόσφαιρα), μεταξύ γης και ουρανού.

Το νερό ακολουθεί έναν ορισμένο κύκλο στη φύση , εισρέει με τα κατακρημνίσματα στο έδαφος και από εκεί ένα μέρος εξατμίζεται , ένα χρησιμοποιείται από τα φυτά, ένα τμήμα συγκροτείται ως υγρασία στο έδαφος. Μέρος από το νερό των κατακρημνισμάτων ρέει επιφανειακά χωρίς να εισχωρήσει στο έδαφος με κατεύθυνση προς τη θάλασσα. Τα νερά που διηθούνται στο έδαφος είτε εμπλουτίζουν τα υπόγεια στρώματα είτε ξαναβγαίνουν στην επιφάνεια με τη μορφή πηγών και τροφοδοτούν με νερό τα ρέματα.

Το φυσικό νερό (πηγών, ποταμών κ.λ.π.) δεν είναι καθαρή χημική ένωση. Περιέχει σχεδόν πάντοτε διαλυμένα ανόργανα άλατα, αέρια και άλλες ουσίες, πολλές φορές και οργανικές. Σχηματίζεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών που παράγονται από την εξάτμιση του νερού των ποταμών, των λιμνών και των θαλασσών που πέφτει ως βροχή, χιόνι ή χαλάζι. Η ανακύκλωση του νερού του πλανήτη μέσω συνεχών μετατροπών στη φυσική του κατάσταση είναι γνωστή και ως υδρολογικός κύκλος ή κύκλος του νερού.



1.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ

Αν και το υγρό στοιχείο καλύπτει το 70% της επιφάνειας της Γης, μόνο το 2,5% είναι γλυκό νερό και από αυτό μόλις το 1% είναι διαθέσιμο στον άνθρωπο. Από την ποσότητα της βροχής που πέφτει κάθε χρόνο, περίπου 110.000 κυβ. χλμ., μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο τα 9.000 κυβ. χλμ. Το νερό είναι είδος εν ανεπάρκεια για πολλούς λαούς εξαιτίας της άδικης κατανομής του. Στο 40% της επιφάνειας της Γης που πλήττεται από ξηρασία υπάρχει μόνο ένα 2% του συνολικού τρεχούμενου νερού που υπάρχει στον πλανήτη. Ενώ Αμερικανοί και Ευρωπαίοι χρειάζονται καθημερινά 700 λίτρα νερού για τις ανάγκες τους, οι Σενεγαλέζοι, για παράδειγμα, πρέπει να αρκεστούν σε 30. Κάθε χρόνο 771 εκατομμύρια Αφρικανοί χρειάζονται 40 δισεκατομμύρια ώρες για τις μετακινήσεις που θα τους εξασφαλίσουν πόσιμο νερό.

Στις αναπτυσσόμενες χώρες 1,2 δις. άνθρωποι δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε πόσιμο νερό, 2,9 δις. δεν διαθέτουν υδραυλικές εγκαταστάσεις και περίπου ο μισός πληθυσμός των περιοχών αυτών υποφέρει από ασθένειες που σχετίζονται με την έλλειψή του.

Οι ειδικοί επισημαίνουν ότι το έτος 2025 η έλλειψη του νερού θα επηρεάσει σημαντικά 52 χώρες και 3,2 δις. ανθρώπους, δηλαδή το 37% του συνολικού πληθυσμού της γης.

Σήμερα, το 8% του παγκόσμιου πληθυσμού υποφέρει από έλλειψη νερού και τουλάχιστον το 1/3 των κατοίκων ζει με οριακή επάρκεια. Δύο δισεκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε πόσιμο νερό. Κάθε χρόνο περίπου 5-10 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν από προβλήματα υγείας που δημιουργεί η κακή ποιότητα του νερού, ενώ 30 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν μονάχα από την έλλειψή του. Σήμερα, η γεωργία απορροφά το 70% των υδάτινων αποθεμάτων, ενώ ο χώρος της ενέργειας και της βιομηχανίας απορροφά το 22%. Αντίθετα για να πιούμε και να καθαριστούμε ξοδεύουμε μονάχα το 8%.

Ο πλανήτης ως σύνολο δεν έχει ελλείμματα νερού, αφού διαθέτει, σύμφωνα με υπολογισμούς, 1.360.000.000 κυβικά μέτρα νερού. Στην πραγματικότητα, το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αστρονομικής ποσότητας είναι αλμυρό ή υφάλμυρο νερό, που δεν ενδείκνυται για κατανάλωση. Μόνον το 2,5% της συνολικής ποσότητας είναι πόσιμο και από αυτό το 88% περίπου είναι <<εγκλωβισμένο>> στους πάγους και το 12% στο υπέδαφος. Έτσι, όπως παρατηρείται στην έκθεση <<Το νερό σήμερα>> της ελβετικής Οργάνωσης για την Προστασία του Περιβάλλοντος, μόνον το 0,4% από τα αποθέματα πόσιμου νερού γεμίζει τις λίμνες και τα ποτάμια μας.

Ο άνθρωπος δεν μπορεί να ζήσει φυσιολογικά, αν δεν χρησιμοποιεί τουλάχιστον 20 λίτρα νερού την ημέρα. Αλλά οι κάτοικοι των πλουσίων χωρών καταναλώνουν τουλάχιστον δωδεκαπλάσια ποσότητα για να βελτιώσουν τις συνθήκες υγιεινής και άνεσης: καθημερινά ντους, φροντίδα κήπου, πλύσιμο αυτοκινήτου κτλ. Στον αντίποδα, ο Ινδός π.χ. δεν διαθέτει ούτε μπάνιο, ούτε τουαλέτα.

Όσο πιο πλούσιο είναι ένα κράτος, τόσο περισσότερο νερό καταναλώνει. Οι οικονομικές διαφορές όμως δεν εξηγούν τα πάντα. Υπάρχει επίσης μια πολιτιστική πρακτική, συνδεδεμένη με το νερό και την κατάχρησή του.

Στην Ελλάδα έχουν χαθεί τα 2/3 των υγροτόπων, που υπήρχαν στις αρχές του αιώνα: τα έλη αποξηραθήκαν, καταστρέφονται οι λιμνοθάλασσες, περιορίστηκε η έκταση πολλών λιμνών, στέρεψαν κυριολεκτικά τα περισσότερα ποτάμια και άλλαξε μορφή η κοίτη τους. Χάθηκαν έτσι μαζί τους όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι επιφανειακές συγκεντρώσεις του νερού: ο εμπλουτισμός των υπογείων υδροφόρων, η ευεργετική επίδραση στο κλίμα, η διατήρηση της υδρόβιας ζωής.

Στην Ελλάδα καταναλώνεται το 7% των μέσων ετήσιων ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων ή το 11% του διαθέσιμου ετήσιου δυναμικού, ποσοστά που δείχνουν επίσης την ύπαρξη μη ορθολογικής διαχείρισης υδατικών πόρων. Από τα 8.000 εκατ. m³/έτος περίπου, που σήμερα καταναλίσκονται σε όλη τη χώρα, 45% περίπου (47% για την άρδευση και 30% για την ύδρευση), δηλαδή 3.300 εκατ. m³/έτος, αποτελούν διάφορες απώλειες, που θα μπορούσαν να περιοριστούν σημαντικά με την εφαρμογή κατάλληλων διαχειριστικών παρεμβάσεων.

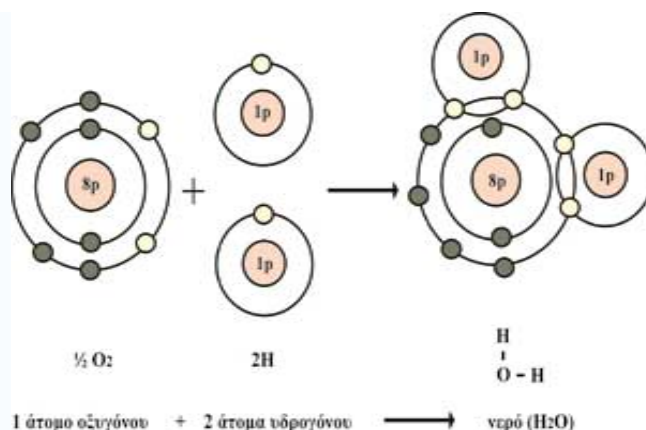
1.2.1. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Από επιστημονικής απόψεως το νερό που πάντα παρουσιάζεται σαν πρότυπο του τέλει υγρού, μέχρι του σημείου να χρησιμοποιηθεί για να καθιερωθούν οι περισσότερες φυσικές σταθερές, είναι οτιδήποτε άλλο εκτός από ένα σταθερό και τέλει υγρό. Κατόπιν διαφόρων ερευνών που έγιναν βρέθηκε ότι αντιτίθεται σε όλους τους γνωστούς φυσικούς νόμους, παρουσιάζοντας αστάθεια ακόμα και στις παραμικρές εξωτερικές επιδράσεις, μαγνητικές, ενεργειακές, ακόμα στις ψυχικές και νοητικές.

Το νερό είναι ανόργανη χημική ένωση και συναντάτε σε όλα τα μέρη της βιόσφαιρας (ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα και λιθόσφαιρα) και με τις τρεις μορφές της ύλης (στερεή, υγρή και αέρια). Το νερό είναι άχρωμο, άοσμο, και άγευστο και σε θερμοκρασία δωματίου (20ο C) υγρό.

Στην αρχαιότητα το νερό θεωρούνταν στοιχείο. αργότερα ανακαλύφθηκε ότι είναι η χημική ένωση υδρογόνου και οξυγόνου. Η σύνθεση του προσδιορίστηκε από τους Λαβουαζιέ, Λαπλάς και Μενιέ, των οποίων οι εργασίες συμπληρώθηκαν από τους Καρλάιλ και Νίκολσον (ηλεκτρολυτική ανάλυση του νερού, 1800), τους Γκάλι Λυσάκ και Χούμπολτ (ευδιομετρική σύνθεση, 1805) και τις εργασίες του Ντυμά (σύνθεση κατά βάρος, 1843).

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



Εικ2. Μόριο νερού

Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού εξακολουθούν να υπάρχουν και σε υψηλή σχετικά θερμοκρασία. Έτσι, στους 25°C ο αριθμός των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού έχει τέτοια τιμή, ώστε ο στοιχειομετρικός τύπος του, στους 25°C, δεν είναι ο γνωστός H₂O, αλλά H₁₈₀O₉₀.

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

Πίνακας 1. Τιμές πυκνότητας νερού σε διάφορες θερμοκρασίες.

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

Από τον πίνακα 1 φαίνεται πως το νερό σε στερεή κατάσταση έχει μικρότερη πυκνότητα απ' ότι στην υγρή. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την οικονομία της φύσης: Οι πάγοι επιπλέουν στο νερό και δρουν ως μονωτικά, εμποδίζοντας το νερό που βρίσκεται από κάτω να παγώσει, μ' όλες τις ευεργετικές συνέπειες στη ζωή του υδρόβιου κόσμου. Χωρίς την "ανωμαλία" αυτή της πυκνότητας του νερού, η ζωή στον πλανήτη μας δε θα υπήρχε, τουλάχιστον με τη σημερινή της μορφή, εξαιτίας της βαθμιαίας ψύξης του νερού

της επιφάνειας της Γης. Η ιδιορρυθμία της πυκνότητας του νερού είναι η αιτία της αποσάθρωσης των βράχων. Το νερό που εισέρχεται στις ρωγμές των βράχων στερεοποιείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προκαλεί την αποσάθρωσή τους. Ακόμα, το σπάσιμο των σωλήνων διανομής του νερού κατά το χειμώνα οφείλεται στην αύξηση του όγκου του νερού κατά τη μετάβαση από την υγρή στη στερεή κατάσταση.

Το νερό έχει ειδική θερμότητα (θερμοχωρητικότητα) πολύ μεγάλη ($1 \frac{cal}{gr} \times deg$). Χρησιμοποιείται ευρύτατα ως ψυκτικό μέσο και ως φορέας θερμότητας στα καλοριφέρ.

Το νερό της βροχής διαλύει διάφορα συστατικά της ατμόσφαιρας, π.χ. διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), λίγο οξυγόνο και άζωτο, συμπαρασύρει σκόνη, αιθάλη και άλλες αιωρούμενες ουσίες. Φτάνει στη γη ως αραιότατο οξύ, λόγω του διαλυμένου διοξειδίου του άνθρακα. Για το λόγο αυτόν, το φυσικό νερό διαλύει τα δυσδιάλυτα ανθρακικά άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου και τα μετατρέπει σε ευδιάλυτα όξινα ανθρακικά άλατα των στοιχείων.

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 διέρχονται τις ρίζες και διαχέονται σε ολόκληρο τον ιστό του φυτού. Δυστυχώς όμως με τη διάλυση αυτή μεταφέρονται και βλαβερές ουσίες.

1.3. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ


Το πόσιμο νερό μπορεί να είναι επιφανειακής (ταμιευτήρες, λίμνες, ποτάμια) ή υπόγειας προέλευσης. Το υπόγειο νερό προέρχεται από τους υδροφορείς που είναι υπόγειοι γεωλογικοί σχηματισμοί που έχουν τη δυνατότητα να κατακρατούν τα νερά της βροχής (ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις). Η πόλη των Χανίων υδροδοτείται από τις πηγές της Αγυιάς (το νερό αντλείται πριν φτάσει στη λίμνη) και συμπληρωματικά από τις γεωτρήσεις των Μυλωνιανών (νερό ίδιας ποιότητας). Οι πηγές της Αγυιάς είναι ένας σημαντικός υδάτινος πόρος με ετήσιο συνολικό όγκο 8 εκ m^3 και η υπόγεια υδροφορία τους προέρχεται από τα ασβεστολιθικά πετρώματα των Λευκών Ορέων [1].

1.4 Το ΝΕΡΟ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΧΑΝΙΩΝ

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

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

Πίνακας 2. Ιδιότητες Νερού

Ιδιότητες Νερού	
Όνομασία	Νερό 
<u>Μοριακή γεωμετρία</u> (non-SI)	
<u>Χημικός τύπος</u>	<u>H₂O</u>
<u>εμφάνιση</u>	Διαυγές, σχεδόν άχρωμο υγρό με έναν ελαφρά μπλε τόνο [1].
Φυσικές	
<u>Ατομικό βάρος</u>	18.01528 <u>amu</u>
<u>Σημείο τήξεως</u>	273.15 <u>K</u> (0 <u>°C</u>)
<u>Σημείο ζέσεως</u>	373.15 <u>K</u> (100 <u>°C</u>)
<u>Κρίσιμη θερμοκρασία</u>	647 <u>K</u>
Κρίσιμη πίεση	22.1 <u>MPa</u>
<u>Πυκνότητα</u> (μεγ.)	999.972 <u>kg/m³</u> στους 4 <u>°C</u>
<u>Δείκτης διάθλασης</u>	1.333 (υγρό νερό, 20 <u>°C</u>)
Θερμοχημεία	
<u>Δ_fH⁰_{αέριο}</u>	-241.83 <u>kJ/mol</u>
<u>Δ_fH⁰_{υγρό}</u>	-285.83 <u>kJ/mol</u>
<u>Δ_fH⁰_{στερεό}</u>	-291.83 <u>kJ/mol</u>
<u>S⁰_{αέριο, 1 bar}</u>	188.84 <u>J/(mol·K)</u>
<u>S⁰_{υγρό, 1 bar}</u>	69.95 <u>J/(mol·K)</u>
<u>S⁰_{στερεό}</u>	41 <u>J/(mol·K)</u>

1.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

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

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

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

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

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

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

Οι τοξικές ουσίες που βρίσκονται στα νερά είναι φυσικές ή συνθετικές, δημιουργούν τοξικά φαινόμενα και βιοσυσσώρευση, ενώ οι οργανικές ενώσεις που προέρχονται από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι επικίνδυνες για την υγεία και τους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς. Κάθε αλλοίωση των χαρακτηριστικών των φυσικών νερών αποτελεί ρύπανση που μπορεί να οδηγήσει σε διαταραχές των οικοσυστημάτων και να προκαλέσει βλάβες στον άνθρωπο και τα υλικά. Η ρύπανση των

νερών μπορεί να καταστεί πρόβλημα οικονομίας, υγείας, αισθητικής κλπ. Ρύπανση μπορεί να προκληθεί από τα αστικά λύματα και τις γενικότερες δραστηριότητες του ανθρώπου μετά από φυσικές και χημικές μεταβολές των νερών. Περισσότερο επιβλαβής θεωρείται η ρύπανση από τις, βιομηχανίες, τις απορρίψεις πετρελαιοειδών, καθώς και από τις γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες, όταν γίνεται κατάχρηση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων [3].

1.6. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΝΕΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

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

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

Στη χώρα μας τα προβλήματα του νερού συνοψίζονται:

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

1.7 ΧΑΡΤΗΣ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ ΤΗΣ 6ΗΣ ΜΑΪΟΥ 1968 (ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΥΔΑΤΩΝ).

I. Χωρίς νερό δεν υπάρχει ζωή. Το νερό είναι πολύτιμο αγαθό απαραίτητο στον άνθρωπο.

II. Τα αποθέματα νερού καλής ποιότητας δεν είναι ανεξάντλητα. Γι' αυτό γίνεται όλο και

- πιο επείγουσα η φροντίδα να τα συντηρούμε να μην τα σπαταλάμε και αν είναι δυνατόν να τα εμπλουτίζουμε.
- III.** Η ρύπανση του νερού είναι ζημιογόνος για τον άνθρωπο και για όλα τα έμβια όντα.
- IV.** Η ποιότητα του νερού πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της δημόσιας υγείας ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση.
- V.** Νερό που έχει χρησιμοποιηθεί πρέπει να επιστρέφεται στους αποδέκτες σε τέτοια κατάσταση ώστε να μην εμποδίζεται η επαναχρησιμοποίησή του για δημόσια ή ιδιωτική κατανάλωση.
- VI.** Στη διατήρηση των υδατικών πόρων συμβάλλει αποφασιστικά η φυτοκάλυψη και ειδικότερα το δάσος.
- VII.** Πρέπει να γίνει εκτίμηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων.
- VIII.** Η υδατική πολιτική πρέπει να ρυθμίζεται και να καθοδηγείται από αρμόδιους φορείς.
- IX.** Για την προστασία των νερών απαιτείται εντατική επιστημονική έρευνα, εκπαίδευση ειδικών επιστημόνων και ενημέρωση του κοινού.
- X.** Κάθε άνθρωπος έχει καθήκον απέναντι στην ολότητα να χρησιμοποιεί το νερό φειδωλά και προσεκτικά.
- XI.** Ο σχεδιασμός της υδατικής οικονομίας πρέπει να επηρεάζεται λιγότερο από διοικητικά και πολιτικά όρια και περισσότερο από τα όρια των φυσικών λεκανών.
- XII.** Το νερό δεν γνωρίζει κρατικά σύνορα. Απαιτεί διεθνή συνεργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

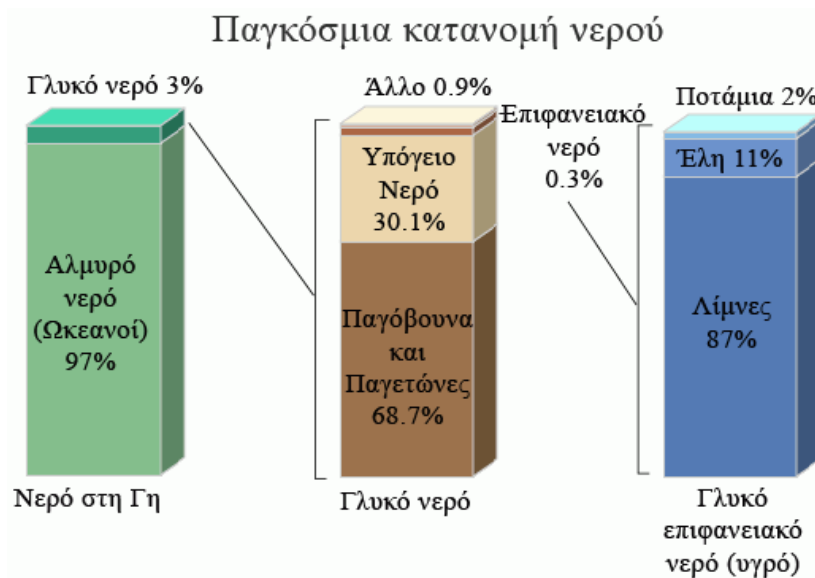
2.1.ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΝΕΡΟΥ

Από τα συνολικά 1.386 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα του νερού στη Γη περισσότερο από 96% είναι αλμυρό. Επίσης, το 68% του γλυκού νερού είναι δεσμευμένο σε πάγο και παγετώνες. Ακόμα ένα 30% του γλυκού νερού βρίσκεται σε υπόγειους υδροφορείς. Το επιφανειακό γλυκό νερό που βρίσκεται σε ποτάμια και λίμνες είναι συνολικά 93.100 κυβικά χιλιόμετρα και αντιπροσωπεύει περίπου το 1/700 του 1% του συνολικού νερού στη Γη. Παρά ταύτα, τα ποτάμια και οι λίμνες είναι οι βασικές πηγές νερού για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών. Το γεγονός ότι οι λίμνες και τα ποτάμια, δηλαδή τα επιφανειακά νερά, είναι οι κύριες πηγές νερού, ή αλλιώς υδατικοί πόροι, φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με την εικόνα που δίνει ο παραπάνω πίνακας, σύμφωνα με την οποία τα υπόγεια νερά είναι κατά τάξεις μεγέθους περισσότερα από τα επιφανειακά. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αν σκεφτούμε ότι οι πόροι του νερού δεν είναι αποθεματικοί (όπως π.χ. είναι το πετρέλαιο) αλλά ανανεώσιμοι. Επομένως αυτό που έχει σημασία δεν είναι η ποσότητα νερού που είναι υποθηκευμένη αλλά αυτή που ανανεώνεται κάθε χρόνο. Έτσι, λοιπόν, τα επιφανειακά νερά διακινούνται – και άρα ανανεώνονται – με πολύ πιο γρήγορους ρυθμούς από τα υπόγεια.

Μορφή Νερού	Όγκος νερού σε κυβικά χιλιόμετρα	Ποσοστό γλυκού νερού	Ποσοστό συνολικού νερού
Ωκεανοί, Θάλασσες & Κόλποι	1.338.000.000	--	96,5
Παγόβουνα, Παγετώνες & Μόνιμο χιόνι	24.064.000	68,7	1,74
Υπόγειο Νερό	23.400.000	--	1,7
Γλυκό	10.530.000	30,1	0,76
Αλμυρό	12.870.000	--	0,94
Εδαφική Υγρασία	16.500	0,05	0,001
Εδαφικός πάγος & Μόνιμα παγωμένο έδαφος	300.000	0,86	0,022
Λίμνες	176.400	--	0,013
Γλυκές	91.000	0,26	0,007
Αλμυρές	85.400	--	0,006
Ατμόσφαιρα	12.900	0,04	0,001
Έλη	11.470	0,03	0,0008
Ποταμοί	2.120	0,006	0,0002
Βιολογικό Νερό	1.120	0,003	0,0001
Σύνολο	1.386.000.000	-	100

Πίνακας 2.1 Εκτίμηση της παγκόσμιας κατανομής νερού.

Με άλλα λόγια δεν έχει τόσο σημασία η στατική εικόνα της αποθήκευσης του νερού, αλλά η δυναμική εικόνα της κυκλοφορίας του νερού στην υδρόγειο. Αυτή περιγράφεται από τις ποσότητες των διακινήσεων του νερού ανάμεσα στις διάφορες μορφές, δηλαδή τις ποσότητες που μεταφέρονται μέσα στον υδρολογικό κύκλο. Σε μέση ετήσια βάση, οι ποσότητες αυτές δίνονται στον πίνακα 4.



Εικ.2.1 Παγκόσμια κατανομή Νερού

Πίνακας 2.2

Εκτίμηση των μέσων ετήσιων φυσικών διακινήσεων του νερού της Γης (συνιστώσων του υδρολογικού κύκλου)

Επιφάνεια αναφοράς	Έκταση σε δισεκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα	Διακίνηση	Μέσος ετήσιος όγκος σε κυβικά χιλιόμετρα	Ποσοστό επί των κατακρημνισμάτων, %
Σύνολο επιφάνειας Γης	510,0	Κατακρημνίσματα = Εξατμοδιαπνοή	577.000	100,0
Ωκεανοί	361,1	Κατακρημνίσματα	458.000	100,0
		Εξάτμιση	505.000	110,3
Ξηρά	148,9	Κατακρημνίσματα	119.000	100,0
		Εξατμοδιαπνοή	72.000	60,5
		Συνολική απορροή	47.000	39,5
		Επιφανειακή συνιστώσα απορροής	44.700	37,6
		Υπόγεια συνιστώσα απορροής	2.300	1,9

Τα πιο χαρακτηριστικά στοιχεία που παρατηρούμε μελετώντας τον πίνακα 4 είναι ότι

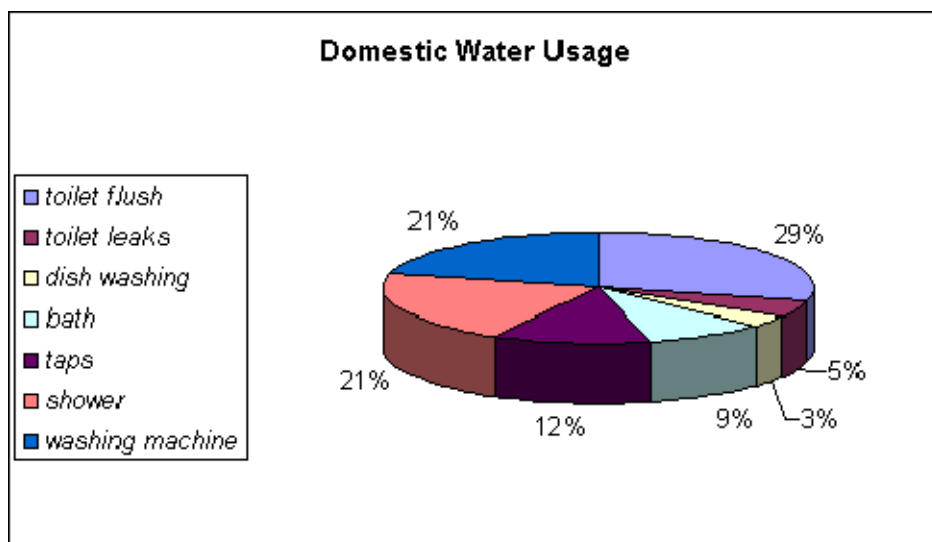
1. Το χερσαίο τμήμα της Γης τροφοδοτείται από το θαλάσσιο, μέσω των μηχανισμών της εξάτμισης και της μεταφοράς από τους ανέμους, με υδρατμούς (δηλαδή νερό σε καθαρή μορφή) που φτάνουν στο 39,5% των χερσαίων κατακρημνισμάτων (το υπόλοιπο 60,5% των χερσαίων κατακρημνισμάτων προέρχεται από τη χερσαία εξατμοδιαπνοή).

2. Η ίδια ποσότητα (39,5%) οδηγείται μέσω της επιφανειακής και υπόγεια απορροής από την ξηρά στη θάλασσα, για να κλείσει έτσι ο υδρολογικός κύκλος και το υδατικό ισοζύγιο της υδρογείου.

3. Από τη συνολική απορροή, η οποία αποτελεί και την οροφή του εκμεταλλεύσιμου υδατικού δυναμικού, τη μερίδα του λέοντος παίρνει η επιφανειακή απορροή (η επιφανειακή εκροή στη θάλασσα είναι περίπου 20 φορές μεγαλύτερη από την υπόγεια).

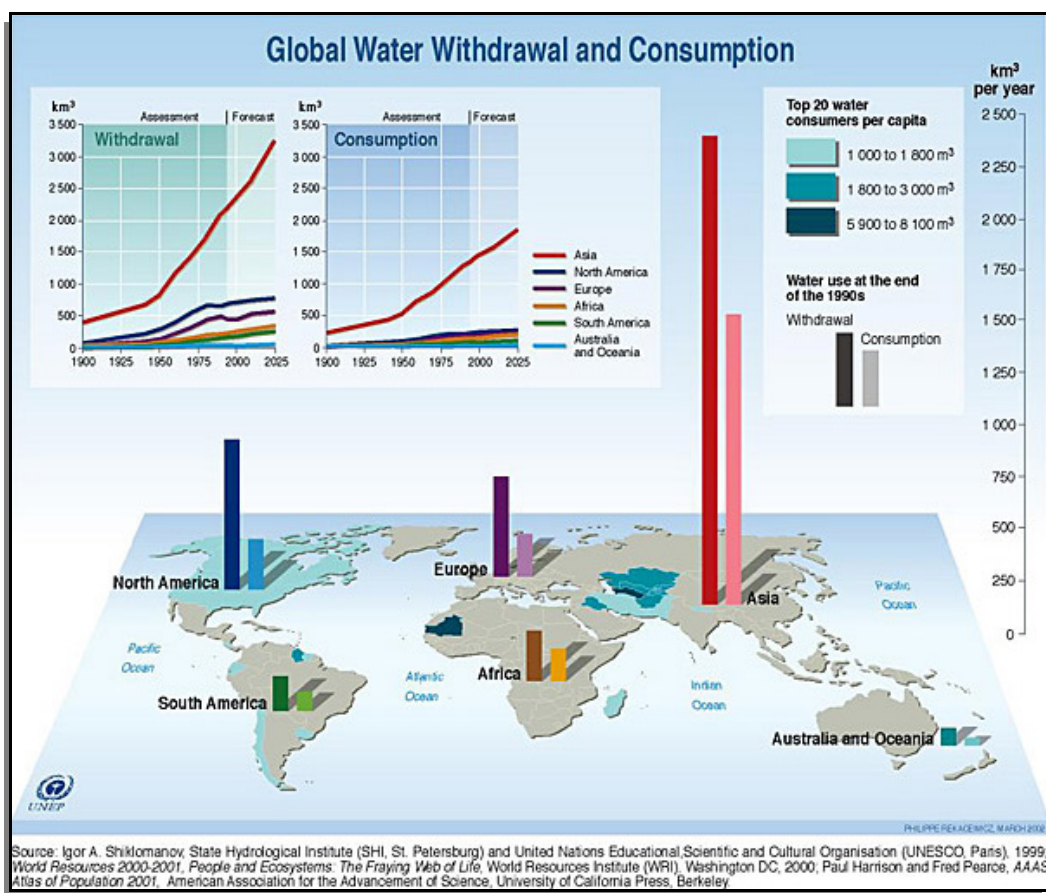
2.2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ

Από την εικόνα 3 συμπεραίνουμε ότι το 97,39% των υδατικών αποθεμάτων της φύσης είναι το θαλασσινό νερό , το 2,01% το αποτελούν οι πάγοι, το 0,58% τα υπόγεια νερά, το 0,02% είναι οι λίμνες και οι ποταμοί, το 0,02% υπάρχει στην ατμόσφαιρα υπό μορφή υδρατμών, το γλυκό νερό είναι το 2,6% της συνολικής ποσότητας. Οι μέσες ποσότητες νερού που καταλώνει ένας άνθρωπος ετησίως είναι για το ντους 35 λίτρα, για λουτρό 80 λίτρα, πλυντήριο ρούχων 80 λίτρα, πλυντήριο πιάτων 22 λίτρα και για το καζανάκι τουαλέτας 7 με 10 λίτρα. Στην εικόνα 4 λέπουμε την κατανάλωση νερού σε πιτόγραμμα[6].



Εικ 2.2 Κατανάλωση νερού

Η μέση κατανάλωση νερού ανά άτομο την ημέρα στις αναπτυγμένες χώρες είναι 150 λίτρα. Είναι μια ποσότητα αρκετή να γεμίσει δύο μπανιέρες. Αν ξόδευε τόσο κάθε κάτοικος της Θεσσαλονίκης θα απαιτούνταν για την υδροδότηση της πόλης 150.000 κυβικά μέτρα νερού και ίσως 200.000 κυβικά το καλοκαίρι. Σήμερα όμως, λόγω σπατάλης, χρειαζόμαστε 280.000 κυβικά και το καλοκαίρι μας λείπουν 60.000.



Εικόνα 2.3 Παγκόσμια άντληση και κατανάλωση νερού

2.3. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ.

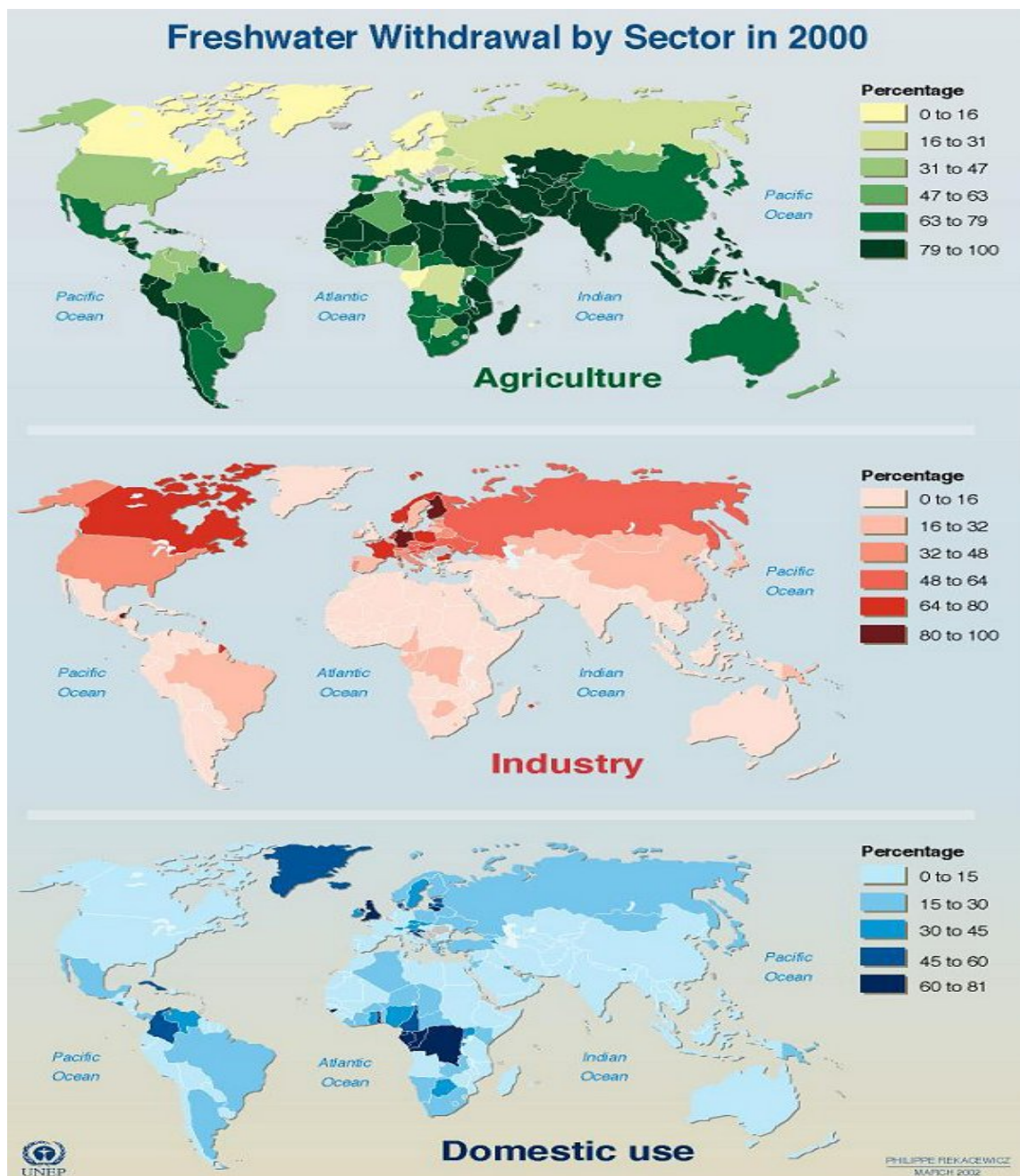
Τι γίνεται όμως στην Ευρώπη; Το 20% όλων των επιφανειακών υδάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση απειλείται σοβαρά από ρύπανση, τα υπόγεια ύδατα παρέχουν περίπου το 65% όλου του ποσίου νερού της Ευρώπης, το 60% των ευρωπαϊκών πόλεων κάνουν υπερεκμετάλλευση των πόρων των υπόγειων υδάτων τους, το 50% των υγρότοπων βρίσκονται σε “επικίνδυνη κατάσταση” λόγω της υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδάτων.

Στην Ελλάδα έχουν χαθεί τα 2/3 των υγροτόπων, που υπήρχαν στις αρχές του αιώνα: τα έλη αποξηράνθηκαν, καταστρέφονται οι λιμνοθάλασσες, περιορίστηκε η έκταση πολλών λιμνών, στέρεψαν κυριολεκτικά τα περισσότερα ποτάμια και άλλαξε μορφή η κοίτη τους. Χάθηκαν έτσι μαζί τους όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι επιφανειακές συγκεντρώσεις του νερού: ο εμπλουτισμός των υπογείων υδροφορέων, η ευεργετική επίδραση στο κλίμα, η διατήρηση της υδρόβιας ζωής.

Στην Ελλάδα καταναλώνεται το 7% των μέσων ετήσιων ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων ή το 11% του διαθέσιμου ετήσιου δυναμικού, ποσοστά που δείχνουν επίσης την ύπαρξη μη ορθολογικής διαχείρισης υδατικών πόρων. Από τα 8.000 εκατ. m³/έτος περίπου, που σήμερα καταναλίσκονται σε όλη τη χώρα, 45% περίπου (47% για την άρδευση και 30% για την ύδρευση), δηλαδή 3.300 εκατ. m³/έτος, αποτελούν

διάφορες απώλειες, που θα μπορούσαν να περιοριστούν σημαντικά με την εφαρμογή κατάλληλων διαχειριστικών παρεμβάσεων.

Ο μεταπολεμικός τρόπος ανάπτυξης (αστικοποίηση, ανάπτυξη της βιομηχανίας, της γεωργίας, του τουρισμού), σε συνδυασμό με τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, έχει ως αποτέλεσμα την όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση νερού. Τα υπόγεια νερά είναι ίσως οι μόνες ικανές πηγές να αντιμετωπίσουν τις αυξανόμενες ανάγκες, γεγονός που τα κάνει να θεωρούνται ως ένα από τα πολυτιμότερα και περισσότερο αναζητούμενα αγαθά στον κόσμο.



Source: World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.

Εικόνα 2.4 Παγκόσμια άντληση ύδατος για γεωργία, βιομηχανία και οικιακή χρήση

2.4. Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

Τα ύδατα των ποταμών στην Ελλάδα είναι γενικά καλής ποιότητας. Οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων είναι σε γενικές γραμμές κατώτερες των ορίων που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση για το πόσιμο νερό. Υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών και φωσφορικών ιόντων έχουν παρατηρηθεί στον ποταμό Έβρο, ενώ στον Αξιό ποταμό έχουν καταγραφεί συγκεντρώσεις φωσφόρου, νιτρικών και αμμωνιακών σε υψηλά επίπεδα. Ίχνη ποιοτικής υποβάθμισης των λιμναίων υδάτων έχουν παρατηρηθεί εδώ και κάποιες δεκαετίες. Οι περισσότερες λίμνες, εκτός από τις βαθιές, παρουσιάζουν προβλήματα ευτροφισμού, δηλαδή υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών (νιτρικά, αμμωνιακά άλατα), τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη συγκεκριμένων φυτικών οργανισμών που καλύπτουν την επιφάνεια και προκαλούν την κατάρρευση ολόκληρου το οικοσυστήματος της λίμνης .

Τα σημαντικότερα προβλήματα παρατηρούνται στις λίμνες Παμβώτιδα των Ιωαννίνων, της Καστοριάς, στη Βεγορίτιδα και στη λίμνη Βιστονίδα.

Στα παράκτια ύδατα υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντικών φορτίων έχουν καταγραφεί στις περιοχές του Σαρωνικού, του Θερμαϊκού, του Παγασητικού, του κόλπου του Ηρακλείου, καθώς και στους όρμους της Ελευσίνας και της Νέας Καρβάλης στην Καβάλα. Γενικά πάντως τα περισσότερα από τα 15.000 χιλιόμετρα ακτογραμμής της Ελλάδας διαθέτουν ιδιαίτερα καθαρά και διαυγή ύδατα κολύμβησης.

Προβλήματα ρύπανσης εμφανίζονται και στους υδροβιότοπους, καθώς, σύμφωνα με στοιχεία του WWF, εννέα από τους έντεκα υδροβιότοπους στην Ελλάδα που προστατεύονται από τη συνθήκη Ραμσάρ είναι ρυπασμένοι.

Παρ' όλο που δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για την ποιότητα των υπογείων υδάτων, υπάρχουν ενδείξεις ρύπανσής τους λόγω της ανεξέλεγκτης διάθεσης των υγρών αποβλήτων. Υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων έχουν καταγραφεί στο Θερμαϊκό και τον Αμβρακικό κόλπο, ενώ γενικά υπολείμματα φυτοφαρμάκων έχουν ανιχνευτεί σε περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης, αλλά με συγκεντρώσεις κατώτερες των μέγιστων ορίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

3.1 Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ

Τα ποτάμια δεν είναι σημαντικά μόνο για τους ανθρώπους, αλλά και για τη ζωή. Δεν είναι μόνο θαυμάσιοι τόποι αναψυχής, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης ως πηγή πόσιμου νερού και νερού για άρδευση, για την παραγωγή ηλεκτρισμού, τη μετακίνηση εμπορευμάτων αλλά και ως πηγή τροφής. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται και ως για την απόρριψη λυμάτων, τα οποία θα πρέπει να είναι επεξεργασμένα για την αποφυγή ρύπανσης και καταστροφής των πολλών ειδών οργανισμών, φυτών και ζώων, που ζουν στα ποτάμια. Τα ποτάμια βοηθούν στην τροφοδοσία των υπόγειων υδροφόρων μέσω της διήθησης νερού από τη κοίτη τους προς τα κατώτερα υπεδάφια στρώματα.

3.1.1 ΛΕΚΑΝΕΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΠΟΤΑΜΙΑ

Για την κατανόηση της λειτουργίας του υδρολογικού κύκλου είναι σημαντική η έννοια της λεκάνης απορροής των ποταμιών. Η λεκάνη απορροής είναι εδαφική έκταση που φιλοξενεί το ποτάμι και όλους τους παραποτάμους του, ακόμη και τα μικρά ρυάκια που καταλήγουν σε αυτό. Ακριβέστερα, λεκάνη απορροής σε μια δεδομένη θέση ενός υδατορεύματος είναι η γεωγραφική περιοχή που τα νερά της συνεισφέρουν στην απορροή του υδατορεύματος που περνά από τη θέση αυτή. Οι λεκάνες απορροής μπορεί να είναι από τόσο μικρές όσο μια πατημασιά στη λάσπη, μέχρι τόσο μεγάλες όσο όλη η έκταση που στραγγίζει στον ποταμό Αμαζόνιο στο σημείο που εκβάλλει στον Ατλαντικό Ωκεανό. Η τελευταία, που είναι και η μεγαλύτερη από τις λεκάνες όλων των ποταμών της υφής, φτάνει τα 7.180.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Κάθε μεγάλη λεκάνη απορροής μπορεί να χωριστεί σε μικρότερες επιμέρους υπό-λεκάνες (π.χ. μια για κάθε παραπόταμο). Οι λεκάνες απορροής είναι πολύ σημαντικές, διότι η ποσότητα και η ποιότητα του νερού στα ποτάμια εξαρτώνται από ότι συμβαίνει μέσα στις λεκάνες, είτε το έχει προκαλέσει ο άνθρωπος είτε όχι.

Η ροή στα υδατορεύματα αλλάζει συνεχώς, από μέρα σε μέρα, ή ακόμα από λεπτό σε λεπτό. Φυσικά, ο βασικός παράγοντας που επηρεάζει την παροχή του νερού είναι η απορροή των κατακρημνισμάτων από τη λεκάνη. Η βροχή αυξάνει τη στάθμη του νερού των ποταμών, ακόμα και αν έχει βρέξει πολύ ψηλά στη λεκάνη απορροής, μακριά από τη θέση που παρατηρούμε τη ροή. Το μέγεθος ενός ποταμού εξαρτάται από το μέγεθος της λεκάνης απορροής του. Μεγάλο ποτάμι είναι αυτό που έχει μεγάλη λεκάνη απορροής. Ομοίως, ποτάμια διαφορετικών μεγεθών, αντιδρούν διαφορετικά σε καταιγίδες και βροχές. Η στάθμη των μεγάλων ποταμών αλλάζει πιο αργά από τη στάθμη των μικρών. Σε μια μικρή λεκάνη, η στάθμη του ποταμού θα ανυψωθεί και θα πέσει μέσα σε μερικά λεπτά ή ώρες. Στα μεγάλα ποτάμια κάτι τέτοιο μπορεί να πάρει μέρες και οι πλημμύρες μπορεί να διαρκέσουν πολύ.

3.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ

Ένας από τους μεγάλους θησαυρούς που ο γαλάζιος πλανήτης μας κρύβει μέσα του είναι τα υπόγεια νερά. Είναι τα αποθέματα γλυκού νερού που βρίσκονται κάτω από

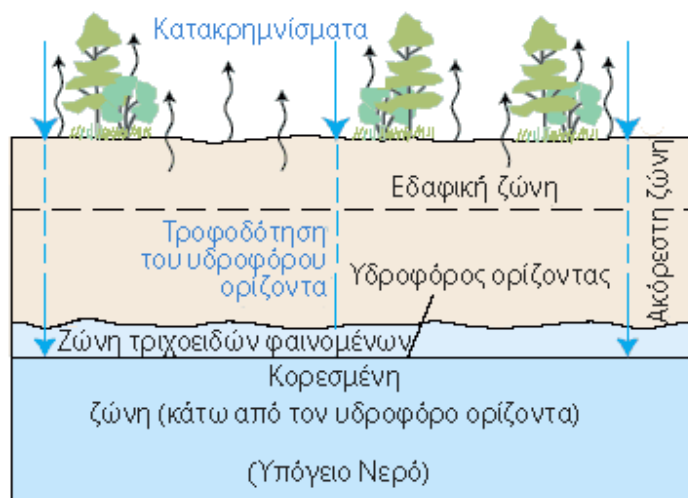
την επιφάνεια του εδάφους, στη στεριά αλλά κάποτε και κάτω από τη θάλασσα κοντά στις ακτές.

Επειδή το νερό είναι η βασικότερη προϋπόθεση της ζωής, τα υπόγεια νερά είναι ένας φυσικός πόρος που ασκεί κρίσιμο ρόλο και επηρεάζει τα οικοσυστήματα, την ανθρώπινη ζωή και τις δραστηριότητες του ανθρώπου γενικά σε όλον τον κόσμο. Είναι ένας πόρος που αν και βρίσκεται θεωρητικά βρίσκεται παντού στην επιφάνεια όλης της ξηράς στην πραγματικότητα είναι ανανεώσιμος πόρος που μόνο αν προστατευτεί και διαχειριστεί σωστά, μπορεί να συνεχίσει να ασκεί τις ευεργετικές του λειτουργίες επ' αόριστων.

Μαζί με τα επιφανειακά νερά, τα υπόγεια αποθέματα νερού αποτελούν τα συνολικά αποθέματα του γλυκού νερού. Σχηματίζονται με την καθίζηση του νερού των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και το φιλτράρισμά του μέσα από τα στρώματα του εδάφους. Το νερό κινείται με την επίδραση της βαρύτητας και γεμίζει τις σχισμές και γενικά τα κενά ανάμεσα στα πετρώματα και την άμμο (εικ.11). Προμηθεύει με τεράστιες ποσότητες νερού τα ρυάκια και ποτάμια και τους υγρότοπους. Δίνει περίπου το 90% του γλυκού νερού του πλανήτη, χωρίς να υπολογιστούν οι πολικοί πάγοι. Σήμερα, με την ολοένα και μεγαλύτερη λειψυδρία και τον περιορισμό των επιφανειακών νερών, περισσότερο από το μισό του παγκόσμιου ανθρώπινου πληθυσμού εξαρτάται άμεσα από τα υπόγεια αποθέματα για πόσιμο νερό. Οι περισσότερες πόλεις του κόσμου καταφεύγουν σε αυτά για τις ανάγκες τους για ύδρευση. Στα περισσότερα μέρη του κόσμου αποτελεί εκτός των άλλων και τη φτηνότερη μέθοδο εξεύρεσης νερού.

Στην πρωτογενή παραγωγή (γεωργία και κτηνοτροφία), όπου παρατηρείται ότι αυξάνεται διαρκώς το ποσοστό χρήσης των υπόγειων νερών σε βάρος των επιφανειακών. Με την επίταση των φαινομένων της λειψυδρίας σε παγκόσμιο επίπεδο, όλο και συχνότερα οι άνθρωποι καταφεύγουν στην εύκολη λύση, δηλ. στην εκμετάλλευση των «έτοιμων» υπόγειων αποθεμάτων. Όμως τα νερά είναι ένας φυσικός πόρος η λήψη του οποίου απαιτεί μακροχρόνιο σχεδιασμό και ορθολογική διαχείριση - αυτό που στη θεωρία αποκαλείται υδατική πολιτική - αλλά δυστυχώς αυτό συμβαίνει μόνο σε λίγες περιπτώσεις να εφαρμόζεται.

Παρόλο που το νερό είναι το βασικότερο αγαθό της ζωής, πολλοί άνθρωποι στην πράξη και παρ' όλα αυτά δεν εκτιμούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των υπόγειων υδατικών αποθεμάτων, όταν έρχεται η ώρα να παρθούν αποφάσεις που έχουν να κάνουν με τις ανάγκες τους σε νερό, με την επιλογή του τόπου κατοικίας, με την προμήθεια της κατοικίας τους σε νερό αλλά και γενικά με τη χρήση του νερού. Πέρα από το ότι μια γεώτρηση είναι ίσως η φτηνότερη μέθοδος απόκτησης νερού, με τη γεώτρηση το θέμα του ελέγχου της ποιότητας του νερού μετατοπίζεται από το επίπεδο της συλλογικής στο επίπεδο της προσωπικής ευθύνης. Αυτό θέτει σημαντικά προβλήματα, που έχουν να κάνουν με το αντικειμενικό και σημαντικότερο γεγονός ότι το πρόβλημα της ποιότητας του νερού δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά από τον καθένα στο επίπεδο της αυλής ή του χωραφιού του αλλά πρέπει πρώτα από όλα να αντιμετωπιστεί συνολικά. Τα υπόγεια νερά μιας περιοχής δεν μπορούν να ανήκουν (και πραγματικά δεν ανήκουν!) σε κανέναν. Αποτελούν συλλογικό αγαθό η ποιότητά του οποίου επηρεάζεται από ένα σωρό φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες, που έχουν να κάνουν με όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες σε πολύ μεγάλες περιοχές και για μεγάλες χρονικές περιόδους. Ο καθένας από εμάς μπορεί να ελέγξει την ποιότητα του νερού στην γεώτρησή του, αλλά δεν μπορεί να την επηρεάσει παρά μόνο σε περιορισμένο βαθμό.



Εικ3.1

Καθώς το νερό διηθείται προς το υπέδαφος, σχηματίζει συνήθως μια ακόρεστη και μια κορεσμένη ζώνη. Στην ακόρεστη ζώνη υπάρχει νερό αλλά και αέρας στα κενά (πόρους) του εδαφικού σχηματισμού, δηλαδή τα κενά αυτά δεν είναι τελείως γεμάτα με νερό.

Το άνω μέρος της ακόρεστης ζώνης είναι η εδαφική ζώνη. Η εδαφική ζώνη έχει κενά που δημιουργούνται από τις ρίζες των φυτών, τα οποία επιτρέπουν στο νερό να διηθηθεί. Το νερό στην ανώτερη αυτή ζώνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά. Κάτω από την ακόρεστη ζώνη βρίσκεται η κορεσμένη, στην οποία το νερό γεμίζει όλους τους πόρους του εδάφους.

3.2.1 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ: ΝΕΡΟ ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΑ ΧΡΟΝΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ

Εκτός από τις καθημερινά ορατές ποσότητες νερού, υπάρχουν και τεράστιες μη ορατές ποσότητες νερού – νερού που βρίσκεται και κινείται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το νερό αυτό εδώ και χιλιάδες χρόνια και συνεχίζουν και σήμερα να το χρησιμοποιούν κυρίως για ύδρευση και άρδευση. Η ζωή στη Γη βασίζεται στο υπόγειο νερό όπως και στο επιφανειακό.

3.2.2 ΤΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΝΕΡΟ ΩΣ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ

Μεγάλες ποσότητες νερού βρίσκονται υποθηκευμένες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το νερό αυτό συνεχίζει να κινείται, αν και συνήθως με πολύ μικρή ταχύτητα, και συνεχίζει να αποτελεί μέρος του υδρολογικού κύκλου. Το περισσότερο υπόγειο νερό προέρχεται από διήθηση κατακρημνισμάτων. Τα ανώτερα στρώματα αποτελούν την ακόρεστη ζώνη όπου η ποσότητα του νερού αλλάζει με το χρόνο αλλά δεν γεμίζει πλήρως τους πόρους του εδάφους. Κάτω από τη ζώνη αυτή υπάρχει η κορεσμένη ζώνη όπου όλοι οι πόροι και οι ρωγμές των πετρωμάτων είναι γεμάτα νερό. Ο όρος υπόγειο νερό χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτή τη ζώνη. Ο χώρος αποθήκευσης του υπόγειου νερού αποδίδεται με τον όρο "υδροφορέας". Οι υδροφορείς ή τα υδροφόρα

στρώματα, είναι τεράστιες αποθήκες νερού της Γης και η ζωή εκατομμυρίων ανθρώπων σε όλο τον κόσμο εξαρτάται καθημερινά από αυτούς.

3.2.3 ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ: Η ΕΞΟΔΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΕΔΑΦΟΣ



Εικ.3.2 Ροή υπόγειου νερού

Όπως προαναφέρθηκε, τμήμα των κατακρημνισμάτων διηθείται και μετατρέπεται σε υπόγειο νερό. Από το νερό που εισχωρεί στο έδαφος, ένα μέρος κινείται κοντά στην επιφάνεια και ξαναβγαίνει γρήγορα με τη μορφή απορροής προς τα υδατορεύματα, υπό την επίδραση της βαρύτητας. Όμως ένα άλλο μεγάλο μέρος συνεχίζει τη πορεία του προς βαθύτερα στρώματα. Όπως δείχνει το διάγραμμα, η κατεύθυνση και η ταχύτητα του υπόγειου νερού καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά των υδροφορέων και των στρωμάτων περιορισμού (υπεδάφια στρώματα, τα οποία διαπερνά το νερό πολύ δύσκολα ή σχεδόν καθόλου). Η υπόγεια κίνηση του νερού εξαρτάται από τη διαπερατότητα (πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι στο νερό να κινηθεί) και από την πορώδη σύσταση (την ποσότητα των κενών μέσα στο υλικό) των στρώσεων. Αν το υπεδάφιο στρώμα επιτρέπει στο νερό να κινείται σχετικά γρήγορα, αυτό μπορεί να διανύσει μεγάλες αποστάσεις στη διάρκεια μερικών ημερών. Μπορεί όμως επίσης να βυθιστεί προς βαθιούς υδροφορείς και να κάνει χιλιάδες χρόνια μέχρι να ξαναβγεί στην επιφάνεια.

3.3 ΠΗΓΕΣ, ΠΟΤΑΜΙΑ ΚΑΙ ΧΕΙΜΑΡΡΟΙ, ΕΚΒΟΛΕΣ ΚΑΙ ΔΕΛΤΑ ΠΟΤΑΜΩΝ

Οι πηγές συνήθως σχηματίζονται όταν το υποθηκευμένο νερό που βρίσκεται στα υπόγεια στρώματα του γήινου φλοιού εξέλθει στην επιφάνεια. Η έξοδος αυτή μπορεί να συμβαίνει σε σχισμή στο έδαφος ή και σε ρήγμα. Ουσιαστικά το νερό της βροχής που εισδύει βαθύτερα γίνεται θερμότερο κατά 1 ο C κάθε 30 μέτρα και διαλύει μεγαλύτερο ποσό στερεών ουσιών. Κατά την έξοδο το νερό αυτό όταν εξέρχεται είναι θερμότερο από τη μέση θερμοκρασία του περιβάλλοντος της περιοχής. Στις πηγές συνήθως ζουν λίγα είδη οργανισμών, αλλά αυτά είναι συνήθως είδη ενδημικά.

Ανάλογα με τα υδρολογικά και άλλα χαρακτηριστικά οι πηγές ταξινομούνται σε Ελοκρηνείς. Έξοδος νερών αργή με μικρή παροχή. Συναντώνται στα έλη και στα τέλματα, καθώς και στις όχθες των ποταμών, των ρυάκων και των λιμνών.

◆ Λιμνοκρηνείς. Παροχή μερικές φορές σημαντική, με σταθερή θερμοκρασία και με ανάβλυση στο βυθό ελών και λιμνών.

◆ Ρεοκρηνείς. Παροχή σταθερή, με σταθερή θερμοκρασία και ανάβλυση σε κεκλιμένα εδάφη.

Τα πηγάδια είναι ένας τύπος πηγής που δημιουργείται τεχνητά για τη συλλογή του νερού και την άντλησή του στην επιφάνεια. Στην Ελλάδα υπάρχουν πολυάριθμες πηγές συνεχούς ή διαλείπουσας (διακοπτόμενη) παροχής, ενώ η ύπαρξή τους συνδέεται με τη γεωμορφολογία της περιοχής, την υδροφορία της και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα της ευρύτερης περιοχής. Όταν τα ρυάκια και ρέματα των ορεινών περιοχών ενώνονται σε χαμηλότερα υψόμετρα σχηματίζουν τα ποτάμια. Η ταχύτητα των νερών τους εξαρτάται από την κλίση του εδάφους και την παροχή. Σημαντικές παράμετροι για τη μελέτη ενός ποταμού αποτελούν, οι εποχιακές μεταβολές της παροχής, η διακύμανση της στάθμης των νερών, η ποσότητα φερτών υλικών (στερεοπαροχή) και σε διάλυση υλικών και ουσιών, η μέση παροχή Κ.ά. Το υδρολογικό καθεστώς σε ένα ποτάμι είναι αποτέλεσμα της φύσης των εποχιακών διακυμάνσεων της παροχής

Υπάρχουν καθεστώτα:

- απλά με μια περίοδο πλημμύρας και μια περίοδο έλλειψης νερού,
- παγετώδη με άφθονη παροχή το καλοκαίρι και έλλειψη νερού το χειμώνα,
- ορεινά του χιονιού με παρόμοιες συνθήκες με εκείνες του παγετώδη τύπου, αλλά η άφθονη παροχή και η έλλειψη του νερού έρχονται εποχιακά νωρίτερα.
- πεδινά με παρόμοιες συνθήκες με τον προηγούμενο τύπο, αλλά η μεγάλη και άφθονη παροχή έρχεται εποχιακά ακόμη πιο νωρίς κατά την άνοιξη.
- τροπικό βροχερό με καθεστώς που χαρακτηρίζεται με πολύ μεγάλη παροχή την περίοδο των βροχών και έλλειψη την περίοδο της ξηρασίας.
- ωκεάνιο βροχερό με μέγιστο της παροχής του νερού να συμβαίνει το χειμώνα, ενώ υπάρχει έλλειψη το καλοκαίρι.

Πολλές φορές υπάρχουν και σύνθετα-πολυδιάστατα καθεστώτα στην παροχή ενός ποταμού. Εξάλλου, οι ποταμοί ταξινομούνται ανάλογα με το χημισμό των νερών τους που είναι αποτέλεσμα βιογεωχημικών αντιδράσεων. Έτσι, διακρίνονται οι ποταμοί ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο, μαγνήσιο, ανάλογα με τη σχέση ασβεστίου προς μαγνήσιο και ως προς το pH.

Στην Ελλάδα τα περισσότερα ποτάμια έχουν νερό με όξινο ανθρακικό περιεχόμενο (57%). Ακολουθούν εκείνα με περιεχόμενο σε ασβέστιο (16%), μαγνήσιο, νάτριο, κάλιο, θειικά και χλωριόντα. Από την άποψη της παροχής τους τα περισσότερα ποτάμια έχουν απεριοδική και χειμαρρώδη ροή, μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ιζημάτων ως αποτέλεσμα της διαβρωτικής τους δράσης και της χειμαρρώδους ροής τους. Το συνολικό μήκος των ποταμών στην Ελλάδα φτάνει τα 4268 χλμ.

Οι εκβολές και τα δέλτα των ποταμών θεωρούνται και ως εσωτερικά νερά. Αποτελούν χαρακτηριστικές περιοχές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη δυναμική ισορροπία απόθεσης και μετακίνησης φερτών υλικών, στη βιοποικιλότητα και στην προσέλευση των νεαρών σταδίων ψαριών και καρκινοειδών. Στις περιοχές αυτές η προώθηση της ξηράς σε βάρος της θάλασσας είναι ένα γεγονός που εξαρτάται από την κατάσταση της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ των παραγόντων που δρουν στον ηπειρωτικό χώρο των λεκανών απορροής των ποταμών (κλίμα, γεωμορφολογία, τεκτονική, στερεοπαροχή κ.ά.) και των παραγόντων που δρουν στον παράκτιο χώρο των εκβολών (μορφολογία, τεκτονική, κύματα, ρεύματα, παλίρροια κ.ά.).

Οι εκβολές και τα δέλτα των ποταμών εξαιτίας του μεταβατικού χαρακτήρα και των αλληλεπιδράσεων ως προς το θαλασσινό και το γλυκό νερό έχουν επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Εδώ δημιουργούνται ιδιαίζουσες φυσικοχημικές συνθήκες, συναθροίζονται συνήθως νεαρά ψάρια και καρκινοειδή, είναι δηλαδή οι "παιδότοποι" των αλιευμάτων. Το ιδιότυπο υδρολογικό καθεστώς που παρατηρείται στα ποτάμια της χώρας μας μπορείσε ετήσια βάση να δημιουργήσει ακραίες καταστάσεις ως προς τη βιοπαραγωγικότητα της περιοχής των εκβολών και δέλτα. Τα δέλτα στη χώρα μας έχουν περιοριστεί σημαντικά στην προσπάθεια του ανθρώπου να καταλάβει και να αξιοποιήσει περισσότερο έδαφος (καλλιέργειες, αστική επέκταση), αλλά και να προστατεύσει τις αστικές και καλλιεργούμενες περιοχές από πλημμυρικά φαινόμενα.

3.4 Η ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεσογειακό κλίμα και ασβεστολιθικά πετρώματα, χαρακτηριστικά που δεν βοηθούν στη συγκέντρωση μεγάλων μαζών νερού . Διαθέτει όμως και μια έντονη εδαφική μορφολογία που την έχει προικίσει με αρκετές μικρές έως μέτριες σε έκταση επιφάνειες γλυκού νερού (λίμνες, ποτάμια, βάλτους, ρέματα και υπόγειες φυσικές δεξαμενές). Εκεί που συναντιέται η γη με το γλυκό κυρίως νερό (δηλαδή σε υδατοκορεσμένα εδάφη) αναπτύσσονται ιδιαίτερα παραγωγικά οικοσυστήματα που έχουν ονομαστεί υγρότοποι. Υδροχαρή δάση, καλαμιώνες και υδρόβια φυτά επιτυγχάνουν μια ταχύτατη ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών με αποτέλεσμα να παρέχουν τροφή και καταφύγιο σε έναν μεγαλύτερο αριθμό οργανισμών απ' ό,τι άλλα οικοσυστήματα όπου κυριαρχεί μόνο η ξηρά ή μόνο το νερό. Γι' αυτό άλλωστε, από τα προϊστορικά χρόνια οι υγρότοποι ήλκυσαν ανθρώπινους πληθυσμούς, αφού παρείχαν άφθονη τροφή (κυνήγι, ψάρια, καρπούς), γόνιμα εδάφη, βοσκοτόπια, πόσιμο νερό, γρήγορες μετακινήσεις και μεταφορές. Δεν είναι τυχαίο ότι οι περισσότερες μεγάλες πόλεις έχουν χτιστεί στις όχθες λιμνών και ποταμών (ή στις εκβολές τους). Αλλά και μεγάλοι πολιτισμοί αναπτύχθηκαν κοντά σε υγροτόπους, όπως η Μεσοποταμία ή το δέλτα του Νείλου.

3.4.1 ΥΔΡΟΓΡΑΙΑ

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με έντονη γεωμορφολογική ποικιλία: το 70% περίπου της συνολικής έκτασης της χώρας καλύπτεται από βουνά και ταυτόχρονα διαθέτει μια ακτογραμμή με τεράστιο μήκος και μεγάλο αριθμό νησιών και χερσονήσων. Η ποικιλία αυτή επηρεάζει έντονα το κλίμα της χώρας το οποίο και εμφανίζει με τη σειρά του μεγάλες ιδιαιτερότητες, καλύπτοντας από τον ερημικό κλιματολογικό τύπο στα νοτιοανατολικά της Κρήτης κατά το καλοκαίρι, μέχρι τον ηπειρωτικό υγρό και ψυχρό κλιματολογικό τύπο

3.4.2 ΠΟΤΑΜΟΙ

Οι ποταμοί της Ελλάδας είναι μικροί, ακολουθούν τη διεύθυνση των κοιλάδων και χύνονται στις ελληνικές θάλασσες. Γενικά αβαθείς και ορμητικοί, κανένας τους δεν είναι πλωτός και μόνο σε ορισμένα σημεία του Έβρου και του Λουδία μπορούν να κυκλοφορήσουν λέμβοι. Οι ελληνικοί ποταμοί μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες λάσπης και έτσι σχηματίζουν συχνά προσχώσεις και δέλτα στις εκβολές τους. Τα νερά τους όμως από το 1952 άρχισαν να χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όπως στον Αχελώο, στον Αλιάκμονα κ.ά. Επίσης αρδεύουν τις γύρω απ' αυτούς πεδινές

εκτάσεις και καθιστούν γόνιμο το έδαφός τους. Οι μεγαλύτεροι ποταμοί που διαρρέουν την Ελλάδα είναι ο Αλιάκμονας (320 χλμ.), ο Αχελώος (220 χλμ.), ο Πηνειός (205 χλμ.), ο Στρυμόνας (118 χλμ.), ο Θύαμις (115 χλμ.) ο Άραχθος (110 χλμ.), ο Ευρώτας (82 χλμ.), ο Λούρος (80 χλμ.) και ο Σπερχειός (80 χλμ.). Οι μεγαλύτεροι είναι αυτοί που πηγάζουν έξω από τα σύνορά της: ο Έβρος (είναι μήκος 530 χλμ. από τα οποία τα 204 σε ελληνικός έδαφος) και ο Νέστος (έχει μήκος 234 χλμ. από τα οποία τα 130 σε ελληνικός έδαφος. Και οι δύο όμως πηγάζουν έξω από την ελληνική επικράτεια, ο Έβρος από τη Βουλγαρία και ο Αξιός από τα Σκόπια. Το μήκος τους μέσα στην Ελλάδα είναι περιορισμένο. Από τους ποταμούς που πηγάζουν μέσα στον ελληνικό χώρο ο μεγαλύτερος είναι ο Αλιάκμονας, που διασχίζει τη Δυτική Μακεδονία και χύνεται στο Θερμαϊκό κόλπο (βλέπε πίνακα ποταμών).

Στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης πολλοί υπόγειοι ποταμοί, που φανερώνονται ως πηγές. Αυτοί τροφοδοτούν τα ποτάμια της επιφάνειας αλλά και τροφοδοτούνται από αυτά. Σε πολλούς ποταμούς έχουν κατασκευαστεί φράγματα και ταμιευτήρες για την άρδευση και την παραγωγή ενέργειας. Άρδευτικά φράγματα υπάρχουν στον Αλιάκμονα, στον Αξιό και στον Πηνειό. Υδροηλεκτρικές μονάδες υπάρχουν στον Λούρο, στον Αχελώο, στον Εδεσσαίο, στον Λάδωνα και στο Μέγδοβα.

3.4.3. ΛΙΜΝΕΣ

Στην Ελλάδα υπάρχουν φυσικές και τεχνητές λίμνες. Φυσικές βρίσκονται στην Δ. Ελλάδα και κύρια στην Αιτωλοακαρνανία, την Ήπειρο και την Μακεδονία. Τέτοιες είναι η Τριχωνίδα, η Αμβρακία, η Παμβώτιδα, η Βόλβη, η Βεγορίτιδα, η Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα και η λίμνη της Καστοριάς. Τεχνητές λίμνες, που δημιουργήθηκαν με τα νερά των ποταμών, είναι η λίμνη στο Καστράκι και στα Κρεμαστά, ο Μόρνος και ο Ταυρωπός. Υπάρχουν όμως και λίμνες που αποξηράνθηκαν με στόχο την γεωργική εκμετάλλευση των περιοχών. Τέτοιες είναι η Κωπαΐδα, η Κάρλα και η Αγουλινίτσα

Τις τελευταίες δεκαετίες οι γνώσεις μας αυξήθηκαν ενώ η αξία τους αναγνωρίστηκε (π.χ. για τη διατήρηση αποθεμάτων καθαρού νερού ή για τη βελτίωση του κλίματος). Οι αποξηράνσεις μειώθηκαν, αλλά δεν σταμάτησαν εντελώς (π.χ. η πρόσφατη αποξήρανση 3.000 στρεμμάτων βορείως της λίμνης Βιστονίδας (4) ή η αποξήρανση της λιμνοθάλασσας Δράνας το 1987, στο δέλτα του Εβρου (5).

Δυστυχώς οι γνώσεις που αποκτήθηκαν από τους επιστήμονες δεν διαχύθηκαν στην κοινωνία και στη δημόσια διοίκηση. Έτσι, ενθαρρύνθηκε η μετατροπή τεράστιων εκτάσεων ξερικών καλλιεργειών σε ποτιστικές (με την ανάλογη αύξηση στη χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων). Οι σύγχρονες φθηνές και κινητές αντλίες καθιστούν δυνατή για τους αγρότες την απόληψη τεράστιων ποσοτήτων νερού για άρδευση από τα υπόγεια νερά και από διάφορες περιοχές της λεκάνης απορροής, γεγονός που αδειάζει τους υπόγειους υδροφορείς, αφήνει τους υγροτόπους χωρίς νερό και τους αποξηραίνει, όπως θα είχε συμβεί και αν γίνονταν έργα αποξήρανσης απευθείας στην επιφάνεια.

Αλλά και στις βιομηχανίες δεν τέθηκαν εγκαίρως οι όροι για τη διάθεση των αποβλήτων τους. Πόλεις και κωμοπόλεις γιγαντώθηκαν χωρίς την επεξεργασία των λυμάτων τους. Υδροηλεκτρικά έργα και τουριστικές εγκαταστάσεις κατασκευάστηκαν εξαφανίζοντας τη βλάστηση και αλλοιώνοντας τη μορφολογία του εδάφους. Δασικά οικοσυστήματα υλοτομήθηκαν, κάηκαν και υπερβοσκήθηκαν, με αποτέλεσμα την ανατροπή των υδρολογικών κύκλων, την ένταση της διάβρωσης του εδάφους και την επιδείνωση των τοπικών κλιματικών συνθηκών (συνήθως επί το ξηρότερον). Επιπροσθέτα, η γενικότερη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη από τη συσσώρευση στην ατμόσφαιρα κυρίως διοξειδίου του άνθρακα από την καύση

πετρελαίου, βενζίνης και... δασών έχει αναφερθεί ότι θα μπορούσε να προκαλέσει μια μετατόπιση θερμότερων και ξηρότερων συνθηκών προς τα βόρεια (7). Πράγματι τα τελευταία χρόνια παρατηρούμε στη χώρα μας την εμφάνιση συχνότερων και μακρότερων περιόδων ξηρασίας.

3.4.4 ΥΓΡΟΤΟΠΟΣ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΈΒΡΟΥ

Ο ποταμός Έβρος με μήκος 530 χιλιόμετρα είναι ο μεγαλύτερος σε μήκος ποταμός της Βαλκανικής χερσονήσου. Από τα 520 χιλιόμετρα, τα 204 ανήκουν σε ελληνικό έδαφος. Ο ποταμός χύνεται στο Αιγαίο πέλαγος δημιουργώντας ένα εξαιρετικά εκτενές δέλτα. Η συνολική έκταση του δέλτα αυτού είναι περίπου 200.000 στρέμματα, εκ των οποίων τα 150.000 βρίσκονται στην Ελλάδα. Τα 80.000 απ' αυτά αποτελούν την έκταση η οποία έχει ενταχθεί στη Σύμβαση Ραμσάρ.

Το καλοκαίρι η ροή του ποταμού είναι μειωμένη και τα θαλάσσια νερά διεισδύουν στην κοίτη του ποταμού, εισχωρώντας αρκετά στην ξηρά, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται ποικιλόμορφες ακτές, μικρές νησίδες, λιμνοθάλασσες, έλη, αμμοθίνες και διάφοροι άλλοι σχηματισμοί, οι οποίοι μαρτυρούν ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο σύστημα. Κατά τη ρωμαϊκή εποχή στην ευρύτερη περιοχή ήταν χτισμένη η Τραιανούπολη (που πήρε το όνομά της από τον ιδρυτή της Τραιανό). Ο σημερινός αρχαιολογικός χώρος διαθέτει και τις ομώνυμες ιαματικές πηγές, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στον επισκέπτη να συνδυάσει την ομορφιά του τοπίου με τον ιαματικό τουρισμό.

3.4.5. ΥΓΡΟΤΟΠΟΣ ΔΕΛΤΑ ΤΟΥ ΝΕΣΤΟΥ

Ο ποταμός Νέστος είναι ένας από τους μεγαλύτερους ποταμούς της χώρας αν και οι πηγές του βρίσκονται στην οροσειρά Ρίλα της Βουλγαρίας. Στην Ελλάδα ο ποταμός κυλά 130 χιλιόμετρα πριν τελικά καταλήξει στο Θρακικό πέλαγος. Το εκτεταμένο Δέλτα του εκτείνεται ουσιαστικά από τη γέφυρα των Τοξοτών μέχρι το σημείο εκβολής του και καταλαμβάνει έκταση 550.000 στρεμμάτων. Δίπλα από την ακτή βρίσκονται οι λιμνοθάλασσες του Νέστου, οι οποίες με τη σειρά είναι η Βάσσοβα, το Ερατεινό, το Αγίασμα, η Κεραμωτή, η Κοκάλα, το Χαϊδευτό, το Μοναστηράκι και τα Μάγγανα, με συνολική έκταση περίπου 12.000 στρέμματα.

Η σημαντικότερη ενιαία περιοχή του υδροτόπου είναι το πυκνό δάσος με υδρόφιλη βλάστηση το οποίο είναι γνωστό ως Κοτζά Ορμάν (Μεγάλο Δάσος). Μέχρι το 1930 το δάσος αυτό εκτείνονταν σε περισσότερο από 70.000 στρέμματα και σχεδόν ήταν αδιάβατο και παρθένο. Από το 1930 όμως μέχρι το 1950 έγιναν εργασίες διευθέτησης του ποταμού οι οποίες είχαν σαν αποτέλεσμα την εκχέρσωση του μεγαλύτερου τμήματος του δάσους με συνέπεια να χαθεί ένα από τα εναπομείναντα παραποτάμια δάση της Ευρώπης. Σήμερα παρ' όλ' αυτά το εναπομείναν τμήμα του δάσους και οι λιμνοθάλασσες διατηρούν ένα σύστημα με μεγάλη βιοποικιλότητα.

3.5 ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

3.5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Ο πιο γνωστός, επίσημος ορισμός του υδροτόπου, είναι αυτός που αναφέρεται στη βασική σύμβαση που ρυθμίζει παγκοσμίως τη διαχείρισή τους, τη Σύμβαση Ραμσάρ: "Υγρότοποι είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη με ξυλώδη

βλάστηση, από μη αποκλειστικώς ομβροδίαιτα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα, από τυρφώδεις γαίες ή από νερό. Οι περιοχές αυτές κατακλύζονται μόνιμα ή προσωρινά από νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή ρέον, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Σ' αυτές περιλαμβάνονται και εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά την άμπωτη δεν ξεπερνά τα έξη μέτρα". Σύμφωνα με τον ίδιο ορισμό στους υγροτόπους, μπορούν να ενταχθούν "οι παρόχθιες ή παράκτιες ζώνες που γειτονεύουν με υγροτόπους ή με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές και που είναι μεν βαθύτερες από έξη μέτρα κατά την άμπωτη αλλά βρίσκονται στα όρια του υγροτόπου όπως αυτός ορίζεται παραπάνω".

Τα υγροτοπικά οικοσυστήματα στηρίζουν διάφορες παραγωγικές ανθρώπινες δραστηριότητες, ενώ παράλληλα είναι ενδιάμεσοι ή τελικοί αποδέκτες, τόσο της επιφανειακής όσο και της υπόγειας απορροής της υδρολογικής τους λεκάνης. Άρα ο βαθμός στον οποίο επιτελούνται οι λειτουργίες τους, δεν επηρεάζεται μόνο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες που αναπτύσσονται μέσα στα όριά τους, αλλά και από αυτές που αναπτύσσονται στα ανάντη τους. Για παράδειγμα, μεταβολές στις χρήσεις γης ή μεγάλα υδραυλικά έργα, όπως εκτροπές ποταμών και φράγματα, είναι βέβαιο ότι θα επηρεάσουν τις λειτουργίες των κατάντη υγροτοπικών οικοσυστημάτων.

Ταυτόχρονα, όμως, ο βαθμός στον οποίο επιτελούνται οι λειτουργίες ενός υγροτόπου, επηρεάζει την ποιότητα των υδατικών και εδαφικών πόρων στα κατάντη του. Εμφάνιση πλημμυρικών φαινομένων, ευτροφισμός και ρύπανση των ακτών, υποβάθμιση γεωργικών γαιών λόγω χαμηλής ποιότητας αρδευτικού νερού είναι μερικά μόνο παραδείγματα των δυσμενών συνεπειών που απορρέουν από την υποβάθμιση ή την απώλεια λειτουργιών των υγροτοπικών συστημάτων.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των υδατικών και εδαφικών πόρων μιας λεκάνης απορροής από τη μια πλευρά και των υγροτοπικών οικοσυστημάτων της από την άλλη, επιβάλλει, η αποκατάσταση των λειτουργιών των υγροτόπων να αποτελεί μια από τις βάσεις για την αειφορική διαχείριση των υδατικών και εδαφικών πόρων κάθε λεκάνης απορροής. Η αντίληψη αυτή έχει ήδη υιοθετηθεί από μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας και διέπει το πνεύμα της πρόσφατης Κοινοτικής Οδηγίας 2000/60/ΕΚ "για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων". Σύμφωνα με την Οδηγία, η διαχείριση των υδατικών και εδαφικών πόρων σε κάθε λεκάνη απορροής θα πρέπει να ασκείται κατά τρόπο που να συμβάλλει στην αποτροπή κάθε περαιτέρω υποβάθμισης, στην προστασία και στη βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων καθώς και των άμεσα εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων.

Η ποσοτικοποίηση της αλληλεπίδρασης των υδατικών και εδαφικών πόρων μιας λεκάνης απορροής με το γεινιάζον υγροτοπικό σύστημα αποτελεί ένα από τα πρώτα βήματα σε κάθε προσπάθεια αειφορικής διαχείρισής τους. Ουσιαστική βοήθεια σ' αυτό μπορούν σήμερα να προσφέρουν σύγχρονα επιστημονικά εργαλεία. Τα εργαλεία αυτά θα πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίζουν ολοκληρωμένα τη διαχείριση των υδατικών, εδαφικών και υγροτοπικών πόρων, αξιοποιώντας τεχνογνωσία από όλους τους σχετικούς κλάδους (Υδρολογία, Γεωλογία, Εδαφολογία, Οικολογία, Αγροκομία, Δασοκομία, Οικονομικές επιστήμες). Πρέπει, δηλαδή, να μπορούν να περιγράφουν την κατάσταση του εδάφους, τις διάφορες φάσεις του υδρολογικού κύκλου, την ποιότητα του νερού, την ποσότητα του νερού, αλλά και τα βιολογικά γνωρίσματα αυτού, και τελικώς να δίνουν πληροφορίες κατάλληλα επεξεργασμένες, σε επίπεδο υδρολογικό, οικολογικό, οικονομικό και διοικητικό, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη στήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Στη χώρα μας έχουν καταγραφεί περίπου 400 υγρότοποι, ενώ δέκα από αυτούς έχουν αναγνωρισθεί ως διεθνούς σημασίας (ενταγμένοι στη Συνθήκη Ραμσάρ) και θα έπρεπε να προστατεύονται αναλόγως. Η συνολική τους έκταση (2.000 τ. χλμ.) καλύπτει περίπου το 1,5% του ελλαδικού χώρου. Οι μισοί σχεδόν είναι συγκεντρωμένοι στη Μακεδονία και τη Θράκη, ενώ μόνο το 3% βρίσκεται στα νησιά και την Κρήτη (1). Η αυξανόμενη παρουσία ανθρώπινων πληθυσμών και η ανάπτυξη της τεχνολογίας οδήγησαν σε μια ολοένα μεγαλύτερη εξαφάνιση των ελληνικών υγροτόπων. Ιδιαίτερα μετά το 1920 και κατά τη διάρκεια δύο γενεών έχει υπολογισθεί ότι στη χώρα μας αποξηράθηκαν τα δύο τρίτα των υγροτοπικών της εκτάσεων (3). Τότε θεωρούσαν ότι «οι υγρότοποι είναι τόποι ανθυγιεινοί, που θα έπρεπε να αποδοθούν στη γεωργία».

3.5.2 ΣΥΜΒΑΣΗ ΡΑΜΣΑΡ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

Η Σύμβαση Ραμσάρ καταρτίστηκε το 1971 ως "Σύμβαση για τους Υγροτόπους Διεθνούς Σημασίας ως Ενδιαιτήματος για Υδροβία Πουλιά". Έκτοτε, η Σύμβαση Ραμσάρ έγινε εξαιρετικά γνωστή από τη συχνή αναφορά της στα κείμενα που ασχολούνται με θέματα προστασίας του περιβάλλοντος. Η Ελλάδα κύρωσε τη Σύμβαση το 1974, ενώ μέχρι το 1995 πάνω από 90 χώρες την είχαν υπογράψει και την είχαν αποδεχθεί. Οι χώρες που υπογράφουν τη Σύμβαση συμφωνούν ότι οι υγρότοποι αποτελούν αναντικατάστατο φυσικό πόρο με μεγάλη οικονομική, πολιτιστική και επιστημονική καθώς και αξία αναψυχής και ως εκ τούτου επιθυμούν να αποτρέψουν απώλεια των υγροτόπων αναλαμβάνοντας εθνική και διεθνή δράση. Στους υγροτόπους οι οποίοι συνήθως έχουν και πολύπλοκη δομή, συναντά κανείς μεγάλες ποικιλίες από είδη όπως υδροβία ή υδροφιλά φυτά, έντομα, ψάρια, αμφίβια, ερπετά, πουλιά και θηλαστικά. Τα είδη αυτά παρουσιάζουν εξαιρετική αλληλεξάρτηση τόσο μεταξύ τους όσο και σε σχέση με το ανόργανο περιβάλλον τους. Ενδεικτικά αξίζει να αναφέρουμε ότι στην Ελλάδα μόνο, τουλάχιστον 138 είδη πουλιών εξαρτώνται με κάποιο τρόπο από τους υγροτόπους, ενώ κάποια συγκεκριμένα είδη χαρακτηρίζονται ως απειλούμενα σε παγκόσμια κλίμακα. Αντιλαμβάνεται έτσι κανείς τη σημασία της διατήρησης των υγροτόπων, μιας και όσοι δεν έχουν υποβαθμισθεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα σφύζουν από ζωή πολύτιμη για το περιβάλλον και τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η Ελλάδα από το 1920 μέχρι σήμερα έχει χάσει περίπου το 60% των υγροτόπων της λόγω αποξηράνσεων. Η αποξήρανση αποτελεί την παλαιότερη και σοβαρότερη απειλή για τους υγροτόπους ολόκληρης της Μεσογείου. Οι βασικοί λόγοι των αποξηράνσεων ήταν η αύξηση της γεωργικής καλλιεργήσιμης γης και του διαθέσιμου αρδευτικού νερού, ο έλεγχος των πλημμύρων που κατέστρεφαν τις σοδειές και η αντιμετώπιση του προβλήματος της ελονοσίας. Σήμερα, οι υγρότοποι κινδυνεύουν από την υποβάθμιση, η οποία δεν προέρχεται πλέον από τις αποξηράνσεις αλλά την οικιστική και τουριστική ανάπτυξη.

Το 1990 το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανέθεσαν στο Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας την οργάνωση ενός ειδικού ιδρύματος για τους Ελληνικούς υγροτόπους. Την επομένη χρονιά, το 1991, άρχισε στη Θεσσαλονίκη η λειτουργία του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων - Υγροτόπων (EKBY). Σύμφωνα με την απογραφή που πραγματοποίησε το EKBY, σήμερα η Ελλάδα έχει περισσότερους από 400 μικρότερους και μεγαλύτερους υγροτόπους, συνολικού εμβαδού πάνω από 2 εκατομμύρια στρέμματα. Τα τελευταία χρόνια, η σημασία των υγροτόπων έχει αρχίσει να αναγνωρίζεται από την ευρύτερη κοινωνία και να γίνεται κατανοητή η ανάγκη ανάληψης δράσης για την προστασία τους. Οι υγροτοπικές εκτάσεις χρήζουν σωστής διαχείρισης

και η φροντίδα τους τόσο από το κράτος όσο και από τους ίδιους τους πολίτες είναι αναγκαία και επιβεβλημένη.

Ένας από τους όρους της Σύμβασης του Ραμσάρ, είναι ότι κάθε συμβαλλόμενο κράτος οφείλει να ορίσει έναν τουλάχιστον υγρότοπο της επικράτειάς του ως Διεθνή με βάση τα κριτήρια που ορίζει η Σύμβαση, ώστε να συμπεριληφθεί στον Κατάλογο Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας, ο οποίος είναι αλλιώς γνωστός ως Κατάλογος Ραμσάρ. Η Ελλάδα έχει εντάξει 11 υγροτόπους της στον Κατάλογο Ραμσάρ, (εικ.9)

- Υγρότοπος Δέλτα του Έβρου
- Υγρότοπος Λίμνης Ισμαρίδας και Λιμνοθαλασσών Ροδόπης
- Υγρότοπος Λίμνης Βιστονίδας και Λιμνοθάλασσας του Πόρτο Λάγος
- Υγρότοπος Δέλτα του Νέστου
- Υγρότοπος Τεχνητής Λίμνης Κερκίνης
- Υγρότοπος Λιμνών Βόλβη και Κορώνεια (Λαγκαδά)
- Υγρότοπος Ποταμών Γαλλικού, Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα και των Δέλτα τους
- Υγρότοπος Λίμνης Μικρής Πρέσπας
- Υγρότοπος Αμβρακικού Κόλπου
- Οι Υγρότοποι της Περιοχής του Μεσολογγίου
- Υγρότοπος της Λιμνοθάλασσας Κοτύχι και Δάσου της Στροφυλίας

ΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΤΙΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Μόνιμα θαλάσσια ύδατα βάθους μικρότερου των έξι μέτρων κατά τη ρηχία. 2. Υποαλιθροϊκές υδρόβιες στρωμένες. 3. Κοραλλιογενείς ύφαλοι. 4. Βραχώδεις θαλάσσιες ακτές. 5. Αμμόδεις, χαλκιδόεις και κροκαλώδεις παραλίες. 6. Εκβολικά ύδατα: τα μόνιμα ύδατα των εκβολών και τα εκβολικά συστήματα των δέλτα. 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Διαπολιθροϊκά λινωδη, αμμώδη και αλατούχα πεδία. 8. Διααλιθροϊκά έλη. 9. Διααλιθροϊκοί δασομένοι υγρότοποι. 10. Υφάλμυρες ως αλμυρές λιμνοθάλασσες με μία ή περισσότερες, σχετικά στενές, διόδους επικοινωνίας με τη θάλασσα. 11. Αβαθείς λίμνες και έλη γλυκού νερού της παράκτιας ζώνης.
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ποταμοί και ρυάκια με συνεχή ροή όλο το έτος. 2. Ποταμοί και ρυάκια με ασυνεχή ροή (μέσον μόνον ένα διάστημα του έτους, κάθε έτος ή ανά μερικά έτη). 3. Εσωτερικά δέλτα (μόνιμα). 4. Ποτάμιες πλημμυρογενείς πεδιάδες. 5. Μόνιμες λίμνες γλυκού νερού (μεγαλύτερες των 80 στρεμμάτων). 6. Εποχικές λίμνες γλυκού νερού (μεγαλύτερες των 80 στρεμμάτων), λίμνες πλημμυρογενών πεδιάδων. 7. Μόνιμες και εποχικές υφάλμυρες, αλμυρές ή αλκαλικές λίμνες, πλημμυρογενή πεδία και έλη. 8. Μόνιμες λιμνούλες (ponds) γλυκού νερού (μικρότερες των 80 στρεμμάτων) και μόνιμα έλη γλυκού νερού με υπερδραστική βλάστηση, των οποίων ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά. 9. Εποχικές λιμνούλες (ponds) γλυκού νερού 	<p>(μικρότερες των 80 στρεμμάτων) και εποχικά έλη γλυκού νερού, των οποίων ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά.</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. Έλη με θάμνους. Έλη γλυκού νερού στα οποία κυριαρχεί θαμνώδης βλάστηση. Ο πυθμένας αποτελείται από ανόργανα υλικά. 11. Δάσος σε έλος γλυκού νερού. Εποχικός κατακλυζόμενο δάσος, έλος με αρτίο διενδρώνια (wooded swamp). Ο πυθμένας τους αποτελείται από ανόργανα υλικά. 12. Τυρφώδεις γαίες (τυρφώνες). Έλη με τυρφώδη πυθμένα, αποκλειστικός ή μη ομβροδίατα, με θάμνους ή χωρίς θάμνους. 13. Δασομένες τυρφώδεις γαίες (τυρφώνες), δάσος σε έλος με τυρφώδη πυθμένα. 14. Αλιτικοί υγρότοποι και υγρότοποι τοίνδρας. 15. Πηγές γλυκού νερού, οάσεις. 16. Γεοθερμικοί υγρότοποι.
ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Περιοχές αποθήκευσης νερού (ταμιευτήρες) που δημιουργούνται με φράγματα ή άλλα εμποδία της ροής νερού ή εκσκαφές. 2. Λιμνούλες αγροκτημάτων για άρδευση φυτών και εξασφάλιση νερού σε ζώα, καθώς και μικρές δεξαμενές (γενικά μικρότερες των 80 στρεμμάτων). 3. Λιμνούλες υδατοκαλλιέργειών. 4. Υγρότοποι από εκμετάλλευση αλατιού: 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Υγρότοποι από εκσκαφές σε λοτομεία και ορυχεία. 6. Υγρότοποι που δημιουργούνται για επεξεργασία λυμάτων. 7. Υγρότοποι αρδευσόμενων γαιών (ορεζώνες, διόρυγες, τάφροι). 8. Εποχικός κατακλυζόμενος καλλιιεργούμενες γαίες.

Εικόνα 3.3: Ειδη υγροτοπων.

3.6 ΤΥΠΟΙ ΥΓΡΟΒΙΟΤΟΠΩΝ

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ταξινόμησης των υγροτόπων σε τύπους, π.χ. ανάλογα με τη ρέουσα ή στάσιμη φύση των νερών, την αλατότητα του νερού, τη γειτνίασή τους με θάλασσα, το υπόστρωμά τους, με το αν είναι φυσικοί ή τεχνητοί κλπ.

Οι πολύ γενικές κατηγορίες στις οποίες συνηθίζεται να χωρίζονται οι υγρότοποι στην Ελλάδα είναι: **δέλτα**, **έλη**, **λίμνες**, **λιμνοθάλασσες**, **πηγές**, **εκβολές**, **ποταμοί**, **τεχνητές λίμνες**.

3.6.1 ΔΕΛΤΑ

Δέλτα ονομάζονται οι εκτάσεις που σχηματίζονται από τα στερεά υλικά που μεταφέρουν οι ποταμοί και τα εναποθέτουν στις εκβολές τους. Μολονότι όλοι οι ποταμοί μεταφέρουν στερεά υλικά, δεν έχουν όλοι τη δυνατότητα να σχηματίζουν δέλτα. Για να σχηματιστεί ένα δέλτα, πρέπει να υπάρχει ευνοϊκός συνδυασμός παραγόντων που σχετίζονται με τα γνωρίσματα του ποταμού, της λεκάνης απορροής του ποταμού και της

θαλάσσιας ακτής καθώς και με τις βροχοπτώσεις κλπ. Δέλτα, για παράδειγμα, μπορεί να σχηματίσουν και ποταμοί που εκβάλλουν σε λίμνες.

Ανάλογα με τους παράγοντες και τις διεργασίες σχηματισμού τους, τα δέλτα μπορούν να διακριθούν σε διάφορους μορφοδυναμικούς τύπους: ακτινωτός, πέλματος πτηνού, λοβοειδής, τοξοειδής. Μία από τις αιτίες των διαφορών μεταξύ των δέλτα, ως προς τα οικοσυστήματα που αυτά φιλοξενούν, είναι οι διαφορές τους ως προς τον μορφοδυναμικό τύπο. Ένα δέλτα, παρόλο που συνηθίζεται να θεωρείται συνολικά υγρότοπος, στην πραγματικότητα αποτελείται από μωσαϊκό διαφόρων τύπων υγροτόπων αλλά και χερσαίων τοποθεσιών. Εάν θέλει κάποιος να ακριβολογήσει, τα δέλτα είναι ευρύτερες μονάδες τοπίου, οι οποίες περικλείουν επιμέρους τύπους υγροτόπων. Οι μονάδες αυτές έχουν προέλθει είτε από φυσικές διεργασίες είτε από αποξηράνσεις. Σε δέλτα μπορεί κάποιος να συναντήσει, εκτός από κοίτες ποταμών (τις περισσότερες φορές διευθετημένες–εγκιβωτισμένες), λιμνοθάλασσες, παράκτια αλοέλη (δηλαδή αλμυρά έλη), υγρολίβαδα, παρόχθια δάση και παρόχθιους θαμνώνες, αλυκές, ορυζώνες, στραγγιστικές τάφρους, αρδευτικές διώρυγες κλπ. που δεν έχουν πάντα σαφώς διακριτά όρια, και, όπως ήδη αναφέραμε, αποτελούν μωσαϊκό. Αυτή ακριβώς η εν είδει μωσαϊκού χωροδιάταξη των οικοσυστημάτων και η ποικιλότητά τους καθιστά τα δέλτα ιδιαίτερος ενδιαφέροντα από άποψη μελέτης, χαρτογράφησης, χωρισμού σε επιμέρους διαχειριστικές ενότητες και λήψης μέτρων διαχείρισης. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μονάδων ενός δέλτα οφείλονται κυρίως στους παράγοντες υδατικό καθεστώς και ορνιθοπανίδα.

Το νερό στις διάφορες τοποθεσίες ενός δέλτα μπορεί να είναι γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Η αλατότητα κυμαίνεται από έτος σε έτος και από εποχή σε εποχή του έτους.

Τα οικοσυστήματα των ελληνικών δέλτα καταπονούνται από την έλλειψη ικανής ποσότητας γλυκού νερού κατά το θέρος, διότι το γλυκό νερό των ποταμών οδηγείται στα αρδευτικά δίκτυα. Ουσιαστικά έχει σχεδόν διακοπεί η φυσική διεργασία του εμπλουτισμού των δελταϊκών πεδιάδων με θρεπτικά στοιχεία, τα οποία μετέφερε στις πεδιάδες αυτές κάθε έτος το πλημμυρικό νερό των ποταμών. Η καταπόνηση μπορεί να μειωθεί αισθητά με την εφαρμογή σύγχρονων προσεγγίσεων που αποσκοπούν στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των αρδεύσεων.

3.6.2 Έλη

Έλη είναι πολύ ρηχές υδατοσυλλογές με μόνιμη ή περιοδική κατάκλυση νερού (συνήθως περιοδική). Οι ελώδεις εκτάσεις της Ελλάδος καλύπτουν σήμερα ελάχιστο ποσοστό εκείνων που υπήρχαν πριν από τις μεγάλες αποξηράνσεις της δεκαετίας του 1920 και μετέπειτα. Τα έλη (και τα συνώνυμά τους τέλματα και βάλτοι) έχουν συνδεθεί επί εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια με κάτι ανθυγιεινό, δυσάρεστο και επικίνδυνο (ελονοσία, ελώδης πυρετός, «βάλτωσε η προσπάθεια», «φτάσαμε σε τέλμα» κλπ.). Στην καλύτερη περίπτωση θεωρούνταν ως άχρηστοι τόποι για τους οποίους η σωστότερη διαχείριση ήταν η αποξήρανση. Πράγματι τα έλη, πριν από την ευρεία εφαρμογή του εντομοκτόνου DDT στα τέλη της δεκαετίας του 1940, ευθύνονται για τη μάλιστα της ελονοσίας. Η εχθρική αυτή στάση έναντι των ελών στην Ελλάδα συνεχίστηκε αμείωτη έως τα τέλη της δεκαετίας του 1970. Για παράδειγμα, το 1978 οι αρμόδιες αρχές είχαν δημοσιοποιήσει με υπερηφάνεια την απόφασή τους να αποξηράνουν όλα τα παράκτια έλη της Χαλκιδικής προς όφελος του τουρισμού.

Σήμερα τα έλη που μας απέμειναν προστατεύονται από εθνικές, ευρωπαϊκές και διεθνείς κανονιστικές πράξεις ως πολύτιμα υγροτοπικά οικοσυστήματα με μεγάλη ποικιλότητα ειδών. Οι αντιλήψεις της ελληνικής κοινωνίας αλλάζουν. Για παράδειγμα, οι

κάτοικοι της Νέας Φώκαιας Χαλκιδικής κατάφεραν το 1999 να αποτρέψουν την αποξήρανση του ομώνυμου παράκτιου έλους ύστερα από επίμονους αγώνες.

Τα έλη μπορούν να χωριστούν σε παράκτια και εσωτερικά. Τα παράκτια χωρίζονται σε υφάλμυρα και αλμυρά (αλοέλη). Η αλατότητα του νερού των αλοελών μπορεί το θέρος να υπερβαίνει εκείνη του νερού της θάλασσας. Τα αλμυρά και υφάλμυρα έλη βρίσκονται ως επί το πλείστον δίπλα σε λιμνοθάλασσες και φιλοξενούν είδη φυτών προσαρμοσμένων σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (αλόφυτα), όπως αυτά του γένους *Salicornia*. Η αλοφυτική βλάστηση παρουσιάζει εντυπωσιακή ζώνωση σε πολλά έλη όπως στο παράκτιο έλος του Αγίου Μάμα Χαλκιδικής. Πολλά έλη γλυκού νερού σχηματίζονται στη συμβολή δύο ρεουσών υδατοσυλλογών και δίπλα από εσωτερικές λίμνες γλυκού νερού.

3.6.3 ΛΙΜΝΕΣ

Αντίθετα με τα έλη οι ελληνικές λίμνες ήταν πάντα τόποι αγαπητοί εξαιτίας της υψηλής οικονομικής σημασίας τους: αλιεύματα, πόσιμο και αρδευτικό νερό, ηπιότερο κλίμα. Τα πολύ παλιά χρόνια κτίζονταν και κατοικίες μέσα σε λίμνες (στηριζόμενες σε ξύλινους πασσάλους μπηγμένους στον πυθμένα) για προστασία απέναντι σε άγρια ζώα, εύκολη αλιεία κλπ.

Οι περισσότερες λίμνες είναι λίμνες γλυκού νερού και σχηματίζονται κατά το πλείστον μακριά από τις ακτές της θάλασσας ως αποτέλεσμα τεκτονικών ή ηφαιστειακών δυνάμεων ή από τη δράση των παγετώνων. Λιμνοθάλασσες μπορούν να μετατραπούν σε λίμνες γλυκού νερού, όταν για κάποιο λόγο διακοπεί η εισροή αλμυρού νερού από τη θάλασσα και υπάρχει ικανοποιητική εισροή γλυκού νερού από ρέουσες υδατοσυλλογές. Υπάρχουν και λίμνες με αλμυρό ή υφάλμυρο νερό, όταν το υπόστρωμά τους περιέχει πολλά διαλυτά άλατα ή όταν δέχονται εισροές αλμυρού νερού. Η λίμνη Βιστονίδα συνιστά ειδική περίπτωση από την άποψη ότι δέχεται εισροή γλυκού νερού από τη χέρσο (μέσω ποταμών και χειμάρρων) και αλμυρού νερού από τη θάλασσα με αποτέλεσμα να παρατηρείται διαβάθμιση της αλατότητας του νερού της από βορρά (χέρσος) προς νότο (Θρακικό πέλαγος). Από τις πρώτες φροντίδες του φορέα διαχείρισης αυτής της προστατευόμενης περιοχής εικάζεται ότι θα είναι η αντιμετώπιση της προϊούσας ύψωσης της αλατότητας από νότο προς βορρά, η οποία οφείλεται στα έργα που κατασκευάστηκαν στους εισρέοντες χειμάρρους και ποταμούς. Το πρόβλημα δεν είναι απλό διότι, σύμφωνα με κάποια εικασία, οι χειμάρροι και οι ποταμοί λόγω της απόθεσης φερτών υλικών θα προκαλέσουν στο μέλλον χωρισμό της Βιστονίδας στα δύο. Όμοια εικασία έχει γίνει και για τις λίμνες Βόλβη και Καστοριάς.

Οι λίμνες θεωρούνται ότι έχουν πεπερασμένη διάρκεια ζωής ακόμη και όταν μένουν ελεύθερες από κάθε ανθρώπινη κακομεταχείριση. Έλληνες επιστήμονες από διάφορους χώρους (π.χ. Τμήμα Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ, Πανεπιστήμιο Πατρών, ΕΚΒΥ) έχουν επισημάνει την ανάγκη μελέτης της εξελικτικής πορείας των λιμνών μας. Ως εκ τούτου είναι εύλογο το θέμα αυτό να απασχολήσει μεσοπρόθεσμα τους φορείς διαχείρισης που έχουν την ευθύνη για λιμναίους υγροτόπους.

3.6.4 ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ

Λιμνοθάλασσες είναι αβαθείς παράκτιες υδατοσυλλογές που επικοινωνούν με τη θάλασσα μέσω ενός, συνήθως, διαύλου. Ευνοϊκές συνθήκες σχηματισμού τους είναι οι εξής: επίπεδες και αμμώδεις ακτές, εκβολή ποταμού και κατάλληλη δράση των θαλασσίων ρευμάτων.

Το νερό των λιμνοθαλασσών προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, από ποταμούς ή χειμάρρους και από τη θάλασσα. Πρόκειται για εξαιρετικώς δυναμικά συστήματα. Οι υδρολογικές συνθήκες και η αλατότητα του νερού μεταβάλλονται ταχύτατα. Μεταβολές, αλλά βραδύτερες, υφίσταται και η γεωμορφολογία τους.

Οι λιμνοθάλασσες θεωρούνται από τα πιο παραγωγικά οικοσυστήματα σε ψάρια υψηλής εμπορικής αξίας. Επιτελούν σε υψηλό βαθμό πολλές φυσικές λειτουργίες και ιδίως τη λειτουργία της εξαγωγής τροφής (στη γειτονική θαλάσσια ζώνη).

Οποιαδήποτε, έστω και μικρή, ανθρώπινη παρέμβαση στις λιμνοθάλασσες μπορεί να έχει δυσανάλογα μεγάλες συνέπειες στην ισορροπία τους ως προς την υδρολογία, την αλατότητα και τη βιωτή τους. Ως εκ τούτου η μελέτη των παραγόντων αυτών προκειμένου να εκπονηθεί το σχέδιο διαχείρισής τους πρέπει να βασίζεται, ει δυνατόν, σε πολυετή δεδομένα. Επίσης η παρακολούθηση των απαραίτητων γνωρισμάτων τους πρέπει να γίνεται σε πυκνά χρονικά διαστήματα, ιδίως κατά τα πρώτα έτη εφαρμογής του διαχειριστικού σχεδίου.

3.6.5 ΠΗΓΕΣ

Πηγές καλούνται οι τοποθεσίες από τις οποίες συμβαίνει ελεύθερη εκροή υπόγειου νερού. Συνήθως στην Ελλάδα οι τοποθεσίες αυτές έχουν εμβαδόν πολύ λίγων τετραγωνικών μέτρων και, σπανιότερα, μερικών εκατοντάδων τετραγωνικών μέτρων. Πρέπει να τονιστεί όμως ότι στην οικολογία των υγροτόπων με τον όρο πηγή υποδηλώνεται όχι απλώς ο τόπος από όπου αναβλύζει νερό αλλά όλο το υγροτοπικό οικοσύστημα, του οποίου η δημιουργία και η διατήρηση οφείλεται σε αυτό το αναβλύζον, το πηγαίο νερό.

Τα οικοσυστήματα των πηγών είναι από τα σπανιότερα στην Ελλάδα και συνολικά καλύπτουν ελάχιστη έκταση. Αυτό οφείλεται τόσο στη σχετική σπανιότητα των τοποθεσιών από όπου αναβλύζουν υπόγεια νερά αξιόλογου όγκου όσο και στο γεγονός ότι τα πηγαία νερά είναι γενικά υψηλής ποιότητας, οπότε χρησιμοποιούνται κατά προτεραιότητα ως πόσιμα. Εντούτοις υπάρχουν ακόμη πολύτιμα οικοσυστήματα πηγών που διατηρούνται παρά τη μείωσή τους σε έκταση και τις αλλοιώσεις που έχουν υποστεί από τεχνικά έργα (υδρευτικά, τουριστικά).

Μια ιδιαίτερη κατηγορία πηγών είναι οι θερμοπηγές. Το νερό πολλών θερμοπηγών χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων ή για ιαματικούς σκόπους.

3.6.6 ΕΚΒΟΛΕΣ

Το χαμηλότερο και πιο διαπλατυσμένο τμήμα της κοίτης ενός ποταμού, εκεί όπου συμβαίνει μείξη του ποτάμιου νερού με το θαλασσινό ονομάζεται εκβολή, ή συνηθέστερα εκβολές. Ο ορισμός όμως αυτός δεν είναι ούτε εντελώς σαφής ούτε αποδεκτός σε όλες τις χώρες. Μείξη δεν συμβαίνει μόνο μέσα στην κοίτη του ποταμού αλλά και στην αμέσως γειτονική παραλιακή θαλάσσια ζώνη, άρα και αυτή η ζώνη πρέπει λογικά να περιλαμβάνεται στον όρο εκβολή. Ας σημειωθεί ότι στις ακτές της Μεσογείου, σε αντίθεση με τις ακτές που βρέχονται από τον Ατλαντικό, οι παλίρροιες είναι αδύναμες, οπότε ελάχιστο ρόλο παίζουν στη ρύθμιση της μείξης γλυκού και θαλασσιού νερού και στη δημιουργία εκβολικών οικοσυστημάτων.

Η κατανομή της αλατότητας σε μια εκβολή επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ροή του ποταμού, ο πυθμένας και το σχήμα της εκβολής, η εξάτμιση, ο άνεμος.

Οι επιστήμονες που ασχολούνται με την ανάπτυξη ενιαίας μεθόδου απογραφής και χαρτογράφησης των υγροτόπων όλης της Μεσογείου δεν έχουν ακόμη καταλήξει σε

τελικά συμπεράσματα. Αυτό που έχει σημασία είναι ότι το κύριο γνώρισμα που είναι υπεύθυνο για την ιδιαιτερότητα των εκβολικών οικοσυστημάτων είναι η ανάμειξη γλυκού νερού στον χώρο και στον χρόνο. Από την άποψη αυτή υπάρχουν μεγάλες ομοιότητες μεταξύ εκβολών και λιμνοθαλασσών με κύρια διαφορά ότι στις εκβολές η επικοινωνία με τη θάλασσα είναι πιο ελεύθερη. Υπάρχει και η γνώμη ότι οι λιμνοθάλασσες και οι εκβολές πρέπει να αποτελούν ενιαία κατηγορία υγροτόπων.

3.6.7 ΠΟΤΑΜΟΙ

Ποταμός είναι μια επιμήκης υδατοσυλλογή με τρεχούμενο νερό, το οποίο ρέει προς τα κατάντη με τη βαρύτητα. Υπάρχουν ποταμοί με συνεχή ροή και άλλοι με περιοδική ροή. Στις ξηρές και ημίξηρες περιοχές συναντά κανείς πολλούς ποταμούς με περιοδική ροή, και μάλιστα εντελώς ακανόνιστη, ιδίως όταν το υπόστρωμά τους αποτελείται από ασβεστολιθικά υλικά.

Οι όροι ποταμός και ρυάκι δεν είναι σαφώς διαχωρισμένοι, διότι σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις ο όρος ποταμός αποδίδεται και σε ρέουσες υδατοσυλλογές με στενή κοίτη και μικρή παροχή. Για παράδειγμα, η ρέουσα υδατοσυλλογή που διασχίζει το χωριό Άγιος Γερμανός της περιοχής Πρεσπών ονομάζεται ποταμός, ενώ αν συγκριθεί με τους ποταμούς Αχελώο, Αξιό, Στρυμόνα κλπ. θα μπορούσε να χαρακτηριστεί απλώς ως ρυάκι.

Το νερό των ποταμών προέρχεται κυρίως απευθείας από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και από την επιφανειακή απορροή. Υπάρχουν περιπτώσεις τροφοδοσίας ποταμών και με υπόγεια νερά ή με νερό λιμνών.

Οι κύριοι φυσικοί παράγοντες που ρυθμίζουν την ποιότητα του νερού ενός ποταμού είναι η φύση της κοίτης του και της λεκάνης απορροής του (τύποι και κλίσεις εδαφών, μορφές κάλυψης γης) και το καθεστώς των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Ως εκ τούτου η ποιότητα διαφέρει πολύ από εποχή σε εποχή και κατά μήκος της κοίτης. Για παράδειγμα, η διαύγεια του νερού μπορεί να μειωθεί δραστικά λίγες ώρες ύστερα από μια καταρακτώδη βροχή που δέχτηκε η λεκάνη απορροής του.

Μεγάλοι πολιτισμοί σε όλο τον κόσμο γεννήθηκαν δίπλα σε ποταμούς. Πολλοί ποταμοί έχουν θεοποιηθεί. Τεράστιες και αναγνωρισμένες από τα πανάρχαια χρόνια είναι οι οικονομικές αξίες τους: υδρευτική, αρδευτική, μεταφορική. Εντονότερες και οι ανθρώπινες παρεμβάσεις που δέχθηκαν: μετατόπιση κοίτης, εκβαθύνσεις, εγκιβωτισμός κοίτης, φράγματα, λιμάνια, εισροή λυμάτων. Η αναγνώριση όμως όλων των αξιών των ποταμών έχει ιστορία λίγων αιώνων (ιδιαίτερα του 20ου αιώνα). Η μελέτη των ποτάμιων μορφών ζωής και της θεώρησης των ποταμών ως οικοσυστημάτων έχει ακόμη πιο πρόσφατη ιστορία.

Ποτάμια οικοσυστήματα, υπό τη στενή έννοια, είναι εκείνα των οποίων οι οργανισμοί είναι προσαρμοσμένοι σε συνθήκες συνεχούς ροής του νερού. Συχνά, όμως, τα ποτάμια οικοσυστήματα εξετάζονται από κοινού με τα παραποτάμια, δηλαδή, με εκείνα των οποίων το υδατικό καθεστώς του εδάφους τους εξαρτάται, κατ' εξοχήν από το ποτάμιο νερό (εποχική υπερχειλίση, πλάγια διήθηση).

Για λίγους ποταμούς της Ελλάδας υπάρχουν φορείς διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών που έχουν στην αρμοδιότητά τους όλο το μήκος της κοίτης και τη λεκάνη απορροής τους. Το γεγονός αυτό, καθώς και το ότι υπάρχουν σπουδαίοι ποταμοί στη βόρεια Ελλάδα που είναι διασυνοριακοί, επιβάλλει την ευρεία συνεργασία σε διεθνές επίπεδο. Η Οδηγία 2000/60/ΕΕ επιβάλλει ευρύτερη θεώρηση της διαχείρισης των ποτάμιων οικοσυστημάτων με βάση το υδατικό διαμέρισμα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει ορίσει επιστημονικό πλαίσιο για την παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, το οποίο στην περίπτωση των ποτάμιων υδάτων παρουσιάζει ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες βιολογικές πλευρές. Η εφαρμογή του πλαισίου αυτού απαιτεί περισσότερους εξειδικευμένους επιστήμονες από όσους υπάρχουν σήμερα στην Ελλάδα.

3.6.8 ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΛΙΜΝΕΣ

Οι τεχνητές λίμνες είναι η σπουδαιότερη κατηγορία τεχνητών υγροτόπων της Ελλάδος τόσο από την άποψη της έκτασης που καλύπτουν όσο και από την άποψη του αριθμού και των αξιών που έχουν αποκτήσει. Ονομάζονται και τεχνητοί ταμιευτήρες. Η λέξη ταμιευτήρας δείχνει και τους περιορισμένους αρχικά σκόπους που είχαν τεθεί κατά τον σχεδιασμό και τη διαχείρισή τους. Οι σκοποί αυτοί ήταν να αποταμιεύσουν νερό ποταμών, ρυακιών ή και χειμάρρων ώστε να αποκτήσουν οι ταμιευτήρες αξία αντιπλημμυρική, υδρευτική, αρδευτική, υδροηλεκτρική ή, συνηθέστερα, συνδυασμό αυτών των αξιών. Το γεγονός ότι οι περισσότερες τεχνητές λίμνες στηρίζουν λιγότερο ή περισσότερο πολύτιμα υγροτοπικά οικοσυστήματα και έχουν αποκτήσει με την πάροδο του χρόνου και άλλες αξίες, π.χ. βιολογική, αλιευτική, αναψυχής, δεν ήταν απόρροια ηθελημένου σχεδιασμού αλλά «παρέμβασης» της φύσης.

Η κατασκευή τεχνητών λιμνών με φράγματα σε ποταμούς είχε ως αποτέλεσμα να προστεθούν οικοσυστήματα στο ελληνικό υγροτοπικό κεφάλαιο αλλά και να υποστούν αλλοιώσεις κατάντη οικοσυστήματα (ποτάμια, παραποτάμια, εκβολικά κλπ.).

Οι τεχνητές λίμνες είναι εφοδιασμένες με κατασκευές (θυρίδες, αναχώματα), μέσω των οποίων ρυθμίζεται η στάθμη του νερού τους για να εξυπηρετούνται οι ανάγκες για τις οποίες έχουν κατασκευαστεί. Σήμερα στις ανάγκες αυτές περιλαμβάνεται και η ανάγκη να διατηρούνται τα υγροτοπικά οικοσυστήματα που οι τεχνητές λίμνες συντηρούν. Προφανώς, όπως δείχνει το παράδειγμα της Τεχνητής Λίμνης Κερκίνης, η πλήρης ικανοποίηση όλων των αναγκών των ανθρώπων και της φύσης είναι αδύνατη. Μια ισορροπημένη ικανοποίηση αυτών των αναγκών μπορεί να επιτύχει ο αρμόδιος φορέας διαχείρισης. Η επιτυχία είναι θέμα αρμονικής συνεργασίας όλων των χρηστών και επίλυσης του σοβαρού προβλήματος της αυξανόμενης εναπόθεσης φερτών υλικών στον πυθμένα.

Πίνακας 5. Τύπος, αριθμός ανά τύπο και εμβαδόν των υγροτόπων της Ελλάδος

ΤΥΠΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑ	% ΣΥΝΟΛΙΚ ΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ (στρ.)	% ΣΥΝΟΛΙΚΟ Υ	ΜΗΚΟ Σ
δέλτα	12	3,2	680.300	33,58	-
έλη	75	19,8	58.326	2,88	-
λίμνες	56	14,8	597.673	29,50	-
λιμνοθάλασσε	60	15,9	287.665	14,20	-
πηγές	17	4,5	1331	0,06	-
εκβολές	42	11,1	42.646	2,10	-
τεχνητές	25	6,6	358.235	17,68	-
ποταμοί	91	24,1	-	-	4.26
ΣΥΝΟΛΟ	378	100,0	2.026.1 76	100,0	4.26 8

Πίνακας 6: Τύπος, αριθμός ανά τύπο και εμβαδόν των υγροτόπων ανά Γεωγραφικό Διαμέρισμα
 Πηγή: "Ελληνικοί Υγρότοποι" του Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων - Υγροτόπων, Εκδόσεων της Εμπορικής Τραπέζης της Ελλάδος.

	ΤΥΠΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ																			
	δέλτα		έλη		λίμνες		λιμνοθάλασσες		πηγές		εκβολές		τεχνητές λίμνες		ποταμοί					
	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	Αριθμός υγροτόπων	μήκος (km)	Αριθμός υγροτόπων	εμβαδόν (στρ.)	μήκος (km)	
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ - ΘΡΑΚΗ	2	230.000	-	-	2	45.400	2	40.200	3	530	-	-	-	-	1	720	3	2	316.130	720
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	2	62.000	9	10.450	6	186.800	5	22.900	3	100	7	30.340	2	73.350	9	524	3	4	385.940	524
ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	-	-	-	-	6	136.844	-	-	-	-	-	-	3	76.600	7	493	6	1	213.444	493
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	1	26.000	13	2.019	3	970	4	685	3	96	2	156	3	29.350	8	649	7	3	59.276	649
Α ΗΠΕΙΡΟΣ	4	247.500	2	650	13	32.140	3	2.130	1	85	1	400	2	54.000	8	466	4	3	336.905	466
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	-	-	2	484	3	144	10	21.145	-	-	4	236	-	-	2	20	1	2	22.009	20

ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	1	66.50 0	5	6.34 5	8	166.4 50	9	170.0 00	1	80	5	3.87 0	2	30.50 0	1	350	4	443.7 45	350
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	1	30.30 0	6	2.76 6	4	21.35 0	4	5.615	4	300	4	1.16 0	5	87.05 0	1	496	3	158.9 11	496
ΠΕΛΟΠΟ ΝΝΗΣΟΣ	1	18.00 0	7	11.3 00	4	6.400	6	4.300	1	60	3	345	1	1.450	7	276	3	41.85 5	276
ΑΤΤΙΚΗ	-	-	2	660	3	145	1	830	-	-	-	-	1	3.400	-	-	7	5.035	-
ΝΗΣΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	-	-	12	16.5 60	-	-	6	13.35 0	-	-	2	750	1	2.000	1	8	2	32.66 0	8
ΝΗΣΙΑ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	-	-	11	3.90 2	3	430	7	2.520	-	-	-	-	2	220	6	65	9	7.072	65
ΚΡΗΤΗ	-	-	6	3.19 0	1	600	3	3.990	1	80	14	5.38 9	3	315	9	201	7	13.56 4	201

3.7 ΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ

3.7.1 ΦΥΣΙΚΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ - ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η μικρή ως πολύ μικρή έκταση χαρακτηρίζει τους περισσότερους φυσικούς υγρότοπους στην Κρήτη. Όμως συχνά σ' αυτόν τον πολύ μικρό χώρο συνευρίσκονται ποικίλα μικροπεριβάλλοντα που συγκροτούν σημαντικούς οικότοπους. Κάποιοι από αυτούς (καλαμιώνες, μεσογειακά εποχιακά τέλματα κ.α.) έχουν χαρακτηριστεί οικότοποι προτεραιότητας για προστασία από την οδηγία 92/43/EEC

Επιπλέον η σημασία τους αναδεικνύεται περαιτέρω αν τους δούμε σαν ενιαίο σύνολο. Αν δηλαδή τους εντάξουμε σε ένα μωσαϊκό αλληλοεξαρτώμενων και συγκοινωνούντων βιότοπων που ανταλλάζουν πληροφορίες αβιοτικού και βιοτικού χαρακτήρα. Ιδιαίτερα οι υγρότοποι του νησιού είναι σημαντικοί για τα μεταναστευτικά πουλιά βρισκόμενοι σε κομβικό σημείο στον άξονα Βορρά - Νότου μεταξύ εκτεταμένων θαλασσιών περιοχών, ιδιαίτερα προς το νότο όπου επιπλέον βρίσκεται και η έρημος Σαχάρα.

Οστόσο τα τελευταία χρόνια οι υγρότοποι της Κρήτης δέχονται αυξημένη όχληση. Μια σειρά από επεμβάσεις, κυρίως σε παράκτιες περιοχές, συνετέλεσαν στον περιορισμό της έκτασης τους, τη μείωση της βιοποικιλότητας και, ειδικά για τα πουλιά, την αριθμητική μείωση σε άτομα και είδη για αυτά που παλιότερα φώλιαζαν, διαχείμαζαν ή στάθμευαν κατά τις μεταναστεύσεις τους. Θεωρείται ότι πάνω από το 50% των υγρών ζωνών του νησιού έχουν εξαφανιστεί από το 1950 εποχή που πολλοί υγρότοποι αποξηράθηκαν για να γίνουν χωράφια ή για να απαλειφθεί ο κίνδυνος επιδημιών.

Οι σύγχρονες απειλές σχετίζονται με μπαζώματα για επέκταση καλλιεργειών, ανέγερση παραθεριστικών κατοικιών και τουριστικών καταλυμάτων, ρύπανση από αστικά ή γεωργικά λύματα και ιδιαίτερα τα απόβλητα από τα ελαιουργεία. Από την άλλη πλευρά η φυσική τους ομορφιά, η σπάνια χλωρίδα και πανίδα έλκει πολλούς επισκέπτες, κυρίως παρατηρητές πουλιών. Διαχειριστικά σχέδια έχουν εκπονηθεί μόνο για 4 από αυτούς αλλά κανένα δεν έχει ως τώρα εφαρμοστεί. Τέλος τρεις υγρότοποι, (Αγία Χανίων, Κουρνάς- Γεωργιούπολη και Γεροπόταμος Μεσσαράς) αξιολογήθηκαν σε πρόσφατη εργασία του WWF Ελλάς.

3.7.2 ΠΟΣΟΙ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ;

Ο ακριβής αριθμός των φυσικών υγροτόπων της Κρήτης δεν είναι επίσημα καταγεγραμμένος. Έχουν απογραφεί περισσότεροι από 150 με έκταση μεγαλύτερη του ενός εκταρίου. Να σημειωθεί ότι κατά την απογραφή του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων - Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) αναφέρονται για την Κρήτη 37 υγρότοποι και παρέχονται στοιχεία για 17 από αυτούς ενώ μία πρώτη καταγραφή των κυριοτέρων από το ΜΦΙΚ έφθασε τους 59. Οι σημαντικότεροι φυσικοί υγρότοποι της Κρήτης μαζί με τους ως τώρα υπάρχοντες τεχνητούς αλλά και τους υπό κατασκευή ή σχεδιασμό ταμειυτήρες δίνονται στην Εικόνα όπου φαίνεται και η κατανομή τους. Η δυτική Κρήτη είναι πλουσιότερη σε φυσικούς υγροτόπους ενώ οι περισσότεροι τεχνητοί βρίσκονται στο νομό Ηρακλείου.

3.7.3 Τεχνητοί Υγρότοποι

Φράγματα

Η κατασκευή φραγμάτων στην Κρήτη ξεκίνησε τη δεκαετία του 1920 με το υδροηλεκτρικό

φράγμα της Αγίας Χανίων. Για αρκετά χρόνια ήταν η μοναδική τεχνητή (εν μέρει) λίμνη στην Κρήτη και έγινε γνωστή κατά τη διάρκεια του δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου ως πολύ σημαντικός χειμωνιατικός σταθμός για τα υδρόβια πουλιά.

Αργότερα, κυρίως τις δεκαετίες 60-70 κατασκευάστηκαν διάφορα μικρότερα (Φανερωμένη, Γιόφυρος, Πλακιώτισσα κ) που ουδέποτε απετέλεσαν αντικείμενο μελέτης για τη βιοποικιλότητα. Η κατασκευή του φράγματος Γεωργιούπολης από τη .ΕΗ αντίθετα προσέλυσε την ορνιθοπανίδα και υπήρξαν περιορισμένες αναφορές ενδεικτικές της αξίας της.

Η κατασκευή φραγμάτων για άρδευση καλλιεργειών ξεκίνησε μόλις τη δεκαετία του 1980 με το φράγμα Μπραμιανών Ιεράπετρας. Η φραγμολίμνη που δημιουργήθηκε αποτελεί σήμερα τη μεγαλύτερη επιφάνεια ελεύθερου νερού στην Κρήτη. Μερικά ακόμη μικρότερα κατασκευάστηκαν μετά το 1990 και αρκετά βρίσκονται υπό κατασκευή ή σε προγραμματισμό.

Οι περισσότεροι υγρότοποι της Κρήτης έχουν υποβαθμιστεί και αλλοιωθεί από ανθρώπινες δραστηριότητες και ρύπανση όπως: αμμοληψίες, επιχωματώσεις, κατασκευή η επέκταση οδικού δικτύου, ίδρυση νέων οικισμών ή επέκταση παλαιών και αγροτικών καλλιεργειών, παράνομο ή αλόγιστο κυνήγι, βόσκηση υγρά απόβλητα οικισμών, στερεά απόβλητα οικισμών, υγρά απόβλητα βιοτεχνιών, γεωργικές δραστηριότητες κ.λ.π. Οι σπουδαιότεροι υγρότοποι της Κρήτης είναι:

- 1) Τεχνητή Λίμνη Αγίας
- 2) Έλος Γεωργιούπολις,
- 3) Λίμνη Κουρνά
- 4) Έλος Σισών
- 5) Ποταμός Κουρταλιώτης
- 6) Εκβολή Λίμνης Πρεβέλης
- 7) Τεχνητή Λίμνη Αλμυρού,
- 8) Εκβολή Γιόφυρου
- 9) Εκβολή Αποσελέμη
- 10) Ποταμός Γεροπόταμος, Εκβολή Γεροπόταμου
- 11) Λιμνοθάλασσα Αλυκής Ελούντας
- 12) Πηγή Αλμυρού
- 13) Έλος Φοινικοδάσους Βάι
- 14) Λιμνοθάλασσα Ξηρόκαμπου Ζήρου

Εικ 9. Κύριοι Υγρότοποι στην Κρήτη.



1) ΛΙΜΝΗ ΠΡΕΒΕΛΗΣ

Βρίσκεται στις εκβολές του ποταμού Κουρταλιώτη στο Λυβικό πέλαγος. Τύπος υγρότοπου: Παράκτια μονίμως κατακλυσμένη λίμνη γλυκού νερού.

Γνωρίσματα: Στενό φαράγγι με υψηλά και απότομα πρανή. Προς το μέρος της θάλασσας το νερό συγκεντρώνεται σχηματίζοντας μικρή λίμνη εξαιτίας τη δημιουργίας αμμοθινών που φράζουν την εκβολή του ποταμού. Βλάστηση: αμμοθινών και αμμωδών ακτών, καλαμώνων, παρυδάτια δενδρώδης βλάστηση, φρύγανα και θαμνώνες αείφυλλων και πλατύφυλλων.

Πανίδα: αμφίβια, ερπετά,, πτηνά.

Σημερινές αξίες: Επιστημονική, πολιτιστική, αναψυχής, εκπαιδευτική, θηραματική, τουριστική,. Αίτια αλλοιώσεων, ρύποι: Ίδρυση νέων τουριστικών εγκαταστάσεων ή επέκταση παλαιών, παράνομο ή αλόγιστο κυνήγι, υγρά απόβλητα βιοτεχνιών – μεταποιητικών επιχειρήσεων, απόβλητα τουριστικών εγκαταστάσεων

Σπουδαιότερες θετικές ενέργειες: αναφέρεται σε διεθνείς – ευρωπαϊκούς καταλόγους βιοτόπων –υγροτόπων (Corgine Biotopes), οικολογικές μελέτες και έρευνες.

2) ΛΙΜΝΗ ΚΟΥΡΝΑ:

Βρίσκεται στο Νομό Χανίων 0,2 km δυτικά της Κοινότητας Μουρί.

Τύπος Υγρότοπου: Εσωτερική μονίμως κατακλυσμένη ,λίμνη γλυκού νερού.

Γνωρίσματα: Καρστική λίμνη, βάθους 25 περίπου m με μικρό φράγμα στο Β τμήμα της. Ο πυθμένας και οι ανατολικές παρυφές αποτελούνται από νεογενή πετρώματα κυρίως μάργες, ενώ οι δυτικές παρυφές από σκληρούς ασβεστόλιθους. Η τροφοδοσία της λίμνης γίνεται από επιφανειακές απορροές, αλλά κυρίως από υπόγειες πηγές. Διαφυγές νερού γίνονται στις Δ. και ΒΔ παρυφές της λίμνης. Βλάστηση: Υδροφυτική, καλαμώνων, παρυδάτια δενδρώδης, θάμνοι αείφυλλων πλατύφυλλων και δάση πλατύφυλλων φυλλοβόλων.

Πανίδα: Αμφίβια, Ερπετά, Πτηνά, Θηλαστικά.

Σημερινές Λειτουργίες: Αρδευτική, Επιστημονική, Αναψυχής, Εκπαιδευτική, Τουριστική.

Αίτια αλλοιώσεων: ρύποι, ίδρυση νέων οικισμών ή επέκταση παλαιών. Υπεραντλήσεις. Επέκταση αγροτικών καλλιεργειών. Υγρά απόβλητα οικισμών, στερεά απόβλητα, απόβλητα τουριστικών εγκαταστάσεων.

Θετικές ενέργειες: Σημαντικές για την ορνιθοπανίδα ICBP-IWRB, CORINE.

3) ΕΚΒΟΛΕΣ ΑΠΟΣΕΛΕΜΗ

Βρίσκεται στο νομό Ηρακλείου, 3 km ΒΑ της Κοινότητας Γουβών. Είναι παράκτιο, μονίμως κατακλυσμένο έλος αλμυρού –υφάλμυρου νερού και έχει εμβαδόν 100 στρέμματα.

Γνωρίσματα: Η παροχή του ποταμού στην εκβολή εμφανίζει μικρές τιμές καθ'όλη την διάρκεια του έτους, κυρίως λόγω αντλήσεων ανάντη. Εάν κατασκευασθεί το φράγμα Αποσελέμη η υποβάθμιση και η καταστροφή του είναι δεδομένη. Παλαιότερα, μπροστά από την εκβολή σχηματίζονταν λουρονησίδες, ενώ σήμερα υπάρχει μπάζωμα από σκουπίδια σε μεγάλη έκταση.

Βλάστηση: Αλοφυτική – ημιαλοφυτική βλάστηση, καλαμώνες, θαμώνες.

Πανίδα: Παλαιότερα υπήρχαν πάπιες όλων των ειδών και σπάνια κυρίως αποδημητικά πτηνά, τα οποία με την αποξήρανση της λίμνης εξαφανίστηκαν.

Σημερινές Λειτουργίες: Αμμολιπτική, επιστημονική, χώρος αναψυχής, κτηνοτροφική, Θηραματική Τουριστική. Αίτια αλλοιώσεων, ρύπανση: Επιχωματώσεις, αμμοληψίες, κατασκευή ή επέκταση οδικού δικτύου, ίδρυση νέων οικισμών ή επέκταση παλιών, ίδρυση νέων τουριστικών εγκαταστάσεων η επέκταση παλαιών, επέκταση αγροτικών καλλιεργειών, παράνομο ή αλόγιστο κυνήγι. Υγρά απόβλητα

οικισμών, στερεά απόβλητα οικισμών. Το κυριότερο όμως πρόβλημα είναι το μπάζωμα της λίμνης και η κατασκευή γηπέδου ποδοσφαίρου επί αυτής. Παρά τις προσπάθειες του Γραφείου Περιβάλλοντος της Ν.Α και του ΥΠΕΧΩΔΕ που διέθεσε χρήματα για οριοθέτηση και περίφραξη του χώρου και Δήμος δεν βοήθησε τελικά στην αποφυγή της υποβάθμισης της περιοχής, δημιουργώντας έτσι ανεπανόρθωτη ζημιά στον υγρότοπο.

4) Λίμνης Αγίας Χανίων

Η ημιφυσική λίμνη της Αγίας Χανίων ήταν ένας σχετικά άγνωστος και υποτιμημένος ως προς τη σημασία της για τη βιοποικιλότητα υγρότοπος μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1990. Παρά τις ενδείξεις από την δεκαετία του 1940 η σημασία της υποτιμήθηκε ακόμα και σε έρευνες πανεπιστημιακών φορέων. Αιτία ήταν η διαχείριση της και ιδιαίτερα η πίεση από νόμιμο και παράνομο κυνήγι που ασκούταν όλη τη περίοδο του χρόνου. Μερικές παρατηρήσεις ερασιτεχνών παρατηρητών πουλιών, κυρίως ξένων, και κυρίως μία μελέτη της Περιφέρειας Κρήτης το 1994.] ταυτόχρονα με την απαγόρευση και τον έλεγχο του κυνηγιού ανέδειξαν τη σημασία της Λίμνης για τα μεταναστευτικά και διαχειριζόμενα πουλιά αλλά και για την ποικιλία των υγροτοπικών ενδιαιτημάτων, οικοτόπων, φυτοκοινωνιών και της λοιπής πανίδας. Τα επόμενα χρόνια, όπως φάνηκε από τις μελέτες του Πανεπιστημίου Κρήτης, οι πληθυσμοί της ορνιθοπανίδας αυξήθηκαν και συνεχίζουν να αυξάνονται άσχετα με τις γενικότερες τάσεις των ειδών. Μάλιστα επέστρεψαν να φωλιάσουν κάποια υδρόβια είδη που είχαν θεωρηθεί εξαφανισμένα από την Κρήτη και νέα για την Κρήτη είδη έκαναν την εμφάνισή τους. Παράλληλα η οικοτουριστική και εκπαιδευτική σημασία του υγροτόπου αναδείχθηκε

περισσότερο. Την ίδια στιγμή αναδείχθηκαν και τα προβλήματα της Λίμνης όπως η πτώση της στάθμης κατά την αναπαραγωγική περίοδο και διάφορες αυθαιρεσίες στην περίμετρο της αλλά κυρίως η δυσκολία συνεννόησης μεταξύ των υπευθύνων φορέων διαχείρισης. Το διαχειριστικό σχέδιο που έγινε στα πλαίσια του προγράμματος LIFE Δυτικής Κρήτης το 1998 (συνεργασία του Οργανισμού Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης, του Πανεπιστημίου Κρήτης και του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων) είχε την ευνοϊκή αποδοχή της τοπικής κοινωνίας και των φορέων της περιοχής αλλά έμεινε στα χαρτιά. Έτσι μία μοναδική ευκαιρία ολοκληρωμένης διαχείρισης υγροτόπου στην Κρήτη κινδυνεύει να χαθεί.

3.8 ΑΞΙΑ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Οι υγρότοποι έχουν πολλαπλές αξίες για τον άνθρωπο, διότι:

- ◆ η μεγάλη τους βιολογική ποικιλότητα είναι απαραίτητη για τη βελτίωση καλλιεργούμενων φυτών, αγροτικών ζώων και μικροοργανισμών, για ένα μέρος της επιστημονικής προόδου, ιδιαίτερα στην ιατρική, για πολλές τεχνολογικές καινοτομίες και για την ομαλή λειτουργία πολλών οικονομικών δραστηριοτήτων στις οποίες χρησιμοποιούνται ζωντανοί οργανισμοί,

- ◆ δίνουν νερό για ύδρευση και άρδευση, εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφορείς, προστατεύουν από πλημμύρες, ενεργούν ως φίλτρα καθαρισμού ρύπων, μειώνουν τις ζημιές από παγετούς και καύσωνες,

- ◆ παράγουν αλιεύματα, συντηρούν θηράματα, δίνουν πλούσια τροφή σε αγροτικά ζώα,

- ◆ παρέχουν ευκαιρίες για αναψυχή, άθληση, οικολογικό τουρισμό, εκπαίδευση και έρευνα,

- ◆ είναι συνδεδεμένοι με την ιστορία, τη μυθολογία και την πολιτιστική παράδοση.

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται στην ελληνική κοινωνία η τάση για αναγνώριση της τεράστιας σημασίας των υγροτοπικών πόρων της χώρας. Ωστόσο, η

τάση αυτή δεν είναι ακόμη αρκετά ισχυρή ώστε να ανακόψει την υποβάθμιση που προκαλούν οι ασύνετες πρακτικές που ασκούνται στους υγροτόπους και τις λεκάνες απορροής τους. Η πορεία προς την αειφορική διαχείριση των υγροτοπικών και χερσαίων οικοσυστημάτων θα είναι συνεπώς μακρά και δύσκολη. Δικαιούμαστε όμως να αισιοδοξούμε, εφόσον διεξάγονται συντονισμένες προσπάθειες διατήρησης και οι κοινότητες γύρω από τις φυσικές περιοχές εμπλέκονται ενεργά στη διατήρηση και διαχείρισή τους.

Ως αξίες υγροτόπων αναφέρονται διεθνώς οι ακόλουθες:

Βιολογική ποικιλότητα	Αμμολιπτική
Υδρευτική	Επιστημονική
Αρδευτική	Πολιτιστική
Αλιευτική	Αναψυχής
Κτηνοτροφική	Εκπαιδευτική
Θηραματική	Αντιπλημμυρική
Υλοτομική	Αντιδιαβρωτική
Αλατοληπτική	Βελτίωση ποιότητας νερού
Υδροηλεκτρική	Κλιματική (για την ευρύτερη περιοχή του υγρότοπου)



Εικ10. Χάρτης Ελληνικών Υγρότοπων (ΥΠΕΧΩΔΕ)

3.8.1 ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Η ελληνική νομοθεσία για την προστασία της φύσης περιλαμβάνει νόμους και νομοθετικά διατάγματα που μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες και αφορούν την προστασία των ειδών, την προστασία ειδών και ενδιαιτημάτων και τη διαχείριση του φυσικού χώρου και των πόρων (Λαζαρέτου 1995).

- Ν. 1650/1986 προστασία του περιβάλλοντος
- Ν. 2055/1992 κυρώνει τη σύμβαση διεθνούς εμπορίας απειλούμενων ειδών της άγριας πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας (Σύμβαση CITES).
- Ν. 1469/1950 τόποι ιστορικοί και ιδιαίτερου φυσικού κάλλους.
- Ν. Δ . 996/1971 εθνικοί δρυμοί, αισθητικά δάση και διατηρητέα μνημεία της φύσης .
- Ν. Δ. 191/1974 κυρώνει τη διεθνή σύμβαση Ramsar που υπογράφηκε από την Ελλάδα στις 2/2/1971.
- Ν. 177/1975 καταφύγια θηραμάτων.
- Ν. 1335/1986 κυρώνει τη διεθνή σύμβαση Βέρνης για τη διατήρηση της άγριας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης.
- Ν. 2204/1994 κυρώνει τη σύμβαση για τη βιολογική ποικιλότητα, που υπογράφηκε στο Ρίο ντε Τζάνερο στις 5/7/1992, και την Απόφαση 93/626/ΕΟΚ του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.
- Ν. 998/1979 προστασία δασών και δασικών εκτάσεων.
- Ν. 1337/1983 επέκταση πολεοδομικών σχεδίων και πολεοδομικής ανάπτυξης.
- Ν. 1739/1987 διαχείριση υδατικών πόρων.

Πολύ σημαντική είναι η έκδοση δύο Κοινοτικών Οδηγιών, της 79/409/ΕΟΚ για τη διατήρηση των άγριων πουλιών και της 92/43/ΕΟΚ για τη διατήρηση των φυσικών ενδιαιτημάτων και των ειδών άγριας πανίδας και αυτοφυούς χλωρίδας.

Το ανώτερο νομικό πλαίσιο συμπληρώνεται από διάφορες άλλες κοινοτικές πράξεις που αφορούν την απόθεση αποβλήτων, απαγορεύσεις κ.λ.π. Κατά καιρούς εκδίδονται Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις και Προεδρικά Διατάγματα για τους υγρότοπους του Καταλόγου Ramsar, που καθορίζουν τα όρια των προστατευμένων ζωνών και τα διαχειριστικά μέτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο - Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

4.1 Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Κάθε αλλοίωση της σύστασης ή της μορφής των φυσικών, χημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών των φυσικών νερών αποτελεί ρύπανση. Η ρύπανση μπορεί να οδηγήσει σε απότομη και σημαντική διαταραχή της ισορροπίας των υδάτινων οικοσυστημάτων, να προκαλέσει βλάβες στον άνθρωπο και στους άλλους οργανισμούς, φθορές στα υλικά και στην πολιτιστική κληρονομιά. Διαφορετική είναι η έννοια της μόλυνσης των νερών η οποία προκαλείται από την είσοδο στο υδάτινο περιβάλλον μικροβίων, ιών, ή γενικά παθογόνων μικροοργανισμών (Πίν. Ι) (MEYBECK et al., 1989).

Γενικά η ρύπανση των νερών είναι μεταξύ των άλλων ένα πολύπλοκο και σοβαρό πρόβλημα:

- ◆οικονομίας, αφού αυξάνει το κόστος των παραγωγικών δραστηριοτήτων, φθείρει τα υλικά και επιβαρύνει τις δαπάνες που χρειάζονται για να διατηρηθούν τα οικοσυστήματα σε σχετική-ισορροπία,
- ◆υγείας, αφού επηρεάζει άμεσα την ανθρώπινη υπόσταση,
- ◆αισθητικής, αφού αλλοιώνει πολλές φορές ανεπανόρθωτα την ομορφιά της φύσης,
- ◆προστασίας της φύσης, αφού διαταράσσει τη βιοποικιλότητα και την ισορροπία των διαφόρων οργανισμών.

4.2 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ: έτσι χαρακτηρίζονται όλες οι πηγές που εκβάλλουν ρύπους σε εντοπισμένα σημεία. Αυτά είναι τα άκρα αγωγών, τάφρων ή αποχετευτικών δικτύων που καταλήγουν σε υδάτινους αποδέκτες. Σε αυτή την κατηγορία ταξινομούνται οι βιομηχανικές μονάδες, οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων που αποκρίνουν μέρος των ρύπων, ενεργά η εγκαταλελειμμένα ορυχεία, πετρελαιοπηγές και τάνκερς. Επειδή βρίσκονται σε συγκεκριμένο μέρος, συνήθως σε αστικές περιοχές, είναι σχετικά εύκολος ο εντοπισμός τους και κατά συνέπεια η παρακολούθησή τους.

ΜΗ ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ: είναι πηγές οι οποίες δεν είναι δυνατόν να εντοπιστούν σε κανένα ειδικό σημείο απορροής. Είναι συνήθως μεγάλες περιοχές που ρυπαίνουν το νερό με επιφανειακή απορροή, υπεδάφια ροή ή απόθεση στην ατμόσφαιρα. Τέτοιες είναι, για παράδειγμα, οι απορροές χημικών στα επιφανειακά νερά και η διαρροή τους στο έδαφος μέσα από χωράφια, υλοτομημένα δάση, ζωοτροφές, δρόμους, αποχετεύσεις κ.ά. Εκτιμάται ότι σε χώρες με αγροτική παραγωγή η γεωργική ρύπανση, υπό τη μορφή στερεών αποθέσεων, ανόργανων λιπασμάτων, κοπριάς, αλάτων διαλυμένων στο νερό άρδευσης και παρασιτοκτόνων, είναι υπεύθυνη για πάνω από το 60% των συνολικών ρύπων που φτάνουν σε ποτάμια και λίμνες.

Ο έλεγχος της ρύπανσης αυτού του τύπου είναι πολύ δυσχερής, επειδή είναι δύσκολο να εντοπιστούν οι τόσο διαφορετικές και διεσπαρμένες πηγές ρύπανσης.

ΑΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ – ΠΑΘΟΓΕΝΕΙΑ ΜΟΛΥΝΣΕΙΣ

Δραστηριότητες που εμπλουτίζουν ή ρυπαίνουν υδάτινους αποδέκτες, είναι οι απορρίψεις που αφορούν ανθρώπινες χρήσεις. Τα ακάθαρτα νερά χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη τους περιεκτικότητα σε οργανικά συστατικά και συνήθως

αποχετεύονται σε θαλάσσιους, λιμναίους ή ποτάμιους αποδέκτες ή και απορροφητικούς βόθρους, ρυπαίνοντας έτσι και τα υπόγεια νερά. Στη χώρα μας, οι απορροφητικοί βόθροι που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε μεγάλο ποσοστό, αποτελούν το χειρότερο μέσο διάθεσης των ακάθαρτων νερών, αφού ρυπαίνουν το φυσικό αποδέκτη, το έδαφος και τα υπόγεια νερά. Οι αστικές αυτές απορρίψεις με το μικροβιακό τους φορτίο προξενούν διάφορες μολύνσεις. Συγκεκριμένα, ορισμένα βακτήρια προξενούν τυφοειδή πυρετό, δυσεντερία, γαστρεντερίτιδα και χολέρα. Ιοί στο νερό και ορισμένα στελέχη τους προκαλούν πολυομελίτιδα και ηπατίτιδα, ενώ αυγά και νύμφες μερικών παρασίτων (ασκαρίδα κ.ά.) βρίσκονται πολλές φορές στα ακάθαρτα νερά, προκαλώντας άλλες ασθένειες. Οι τύποι των παθογόνων αυτών μικροοργανισμών βρίσκονται σε αστικά και κτηνοτροφικά λύματα.

Τα παθογενή μικρόβια και οι ιοί βρίσκουν συνήθως αφιλόξενο περιβάλλον στο θαλασσινό νερό και γρήγορα αδρανοποιούνται. Μολύνσεις, όμως, αλλά ραδιενεργές, προκαλούνται στα νερά από ατυχήματα ή βλάβες στους πυρηνικούς σταθμούς και από πυρηνικές δοκιμές ή εκρήξεις. Για να αποφευχθεί η ρύπανση των νερών από τα λύματα θα πρέπει αυτά να υποστούν επεξεργασία η οποία σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια :

- ◆ Πρωτοβάθμιος καθαρισμός. Εδώ διαχωρίζονται τα στερεά υλικά με μηχανικά μέσα, φυσαλίδες αέρα ή κροκιδωτικά, ενώ οι παθογόνοι μικροοργανισμοί καταστρέφονται με απολύμανση (χλώριο, όζον κ.ά).
- ◆ Δευτεροβάθμιος καθαρισμός. Αυτή η επεξεργασία αποτελεί βιοχημική αερόβια ή και αναερόβια διάσπαση των περιεχομένων οργανικών συστατικών. Ο αερόβιος καθαρισμός γίνεται με την ελεγχόμενη παρουσία μικροοργανισμών (ενεργός λάσπη) κάτω από έντονο αερισμό. Ο αναερόβιος καθαρισμός έχει ως ανάλογό του τον απλό σηπτικό βόθρο στον οποίο τα οργανικά συστατικά παρουσία αναερόβιων μικροοργανισμών διασπώνται σε διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υδρόθειο και άλλες ενώσεις (ΒΛΥΣΙΔΗΣ, 1985).
- ◆ Τριτοβάθμιος καθαρισμός. Αυτή η διαδικασία προσφέρει μεγαλύτερο βαθμό καθαρότητας και αποτελεί ένα σύνολο επεξεργασιών όπως διήθηση, προσρόφηση, αποστείρωση κ.ά. Η επεξεργασία αυτή απαιτεί υψηλή τεχνολογία, είναι δαπανηρή και πολύπλοκη. Τα παραπροϊόντα αυτού του καθαρισμού μπορούν να ρυπάνουν τα υπόγεια νερά γι' αυτό και επιδιώκεται η ανακύκλωση και αξιοποίησή τους

ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ: Η ρύπανση που προκαλείται στα νερά από τις γεωργικές δραστηριότητες αφορά τη ρύπανση από τα λιπάσματα που έχει σχέση με τον ευτροφισμό των νερών, καθώς και τη ρύπανση φυτοφαρμάκων. Η ρύπανση αυτή φτάνει στα επιφανειακά νερά μέσω της επιφανειακής απορροής με τα νερά της βροχής, ή με την επικοινωνία με τα υπόγεια νερά που εν τω μεταξύ έχουν ρυπανθεί από τη στράγγιση των νερών άρδευσης των αγρών.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ_Αποτελούν τις υγρές βιομηχανικές απορροές (νερό ή παραπροϊόντα) που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία της βιομηχανίας. Η βιομηχανική ρύπανση που επιβαρύνει τα νερά της Ελλάδας: Οργανική, με επιπτώσεις στην κατανάλωση οξυγόνου των νερών, όπως από τις βιομηχανίες τροφίμων που είναι ανεπτυγμένες στην Ελλάδα (βιομηχανίες παστερίωσης γάλατος, σφαγεία). Ρύπανση με θρεπτικά, με επιπτώσεις την εμφάνιση ευτροφισμού στα νερά όπως από βιομηχανίες . Λιπασμάτων ή βιομηχανίες επίσης. Ρύπανση με βαρέα μέταλλα, όπως από χημικές βιομηχανίες και βυρσοδεψεία. Θερμική ρύπανση από νερά ψύξης. Η μορφή αυτή ρύπανσης είναι περιορισμένη στην Ελλάδα.

ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ : Ο ευτροφισμός παρουσιάζεται σε λίμνες ή σε κλειστούς αβαθείς κόλπους κάτω από ορισμένες συνθήκες. Το αποτέλεσμα είναι να μεταβάλλεται η πανίδα και η χλωρίδα των νερών, η θέα τους να είναι ιδιαίτερα αντιαισθητική και, λόγω της πράσινης γλοιώδους επιφάνειας, να δυσκολεύεται η αλιεία. Επακόλουθο του ευτροφισμού είναι η προοδευτική επιδείνωση της ποιότητας του νερού, η μείωση της αισθητικής του αξίας, οι περιορισμένες δυνατότητες για ψυχαγωγία και σπορ. Ρύπανση και ευτροφισμός δεν είναι το ίδιο πράγμα. Μία περιοχή μπορεί να είναι ρυπασμένη χωρίς να έχει γίνει ευτροφική. Για παράδειγμα, ρύπανση μπορεί να προξενηθεί από βιομηχανικά τοξικά απόβλητα που αναστέλλουν τις διαδικασίες της φωτοσύνθεσης. Οπωσδήποτε, όμως, ο ευτροφισμός μπορεί να οδηγήσει και σε ρύπανση, προξενώντας έλλειψη οξυγόνου στο νερό, μαζική ανάπτυξη φυκιών κ.ά.

4.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

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

ο ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

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

ο ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ

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

ο ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΣ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ (CULTURAL EUTROPHICATION)

Η υπερβολική λίπανση και η απερίσκεπτη εκβολή λυμάτων αύξησαν την ανάπτυξη των αλγών σε παράκτια νερά. Αυτή η αλλαγή ονομάστηκε πολιτιστικός ευτροφισμός. Αυτό το γεγονός δεν είναι πρόσφατο φαινόμενο. Τα υδάτινα στρώματα είναι παραγωγικότερα σε υψηλά ευτροφικά επίπεδα. Παρόλο που ο ευτροφισμός

είναι συχνά συνδεδεμένος με υπερβολική λίπανση και μόλυνση, τα ευτροφικά περιβάλλοντα δεν είναι πάντα μη αποδεκτά από το κοινό. Υπάρχουν πολλές φυσικές ευτροφικές λίμνες που παρατηρούνται μεγάλες ποσότητες ψαριών και είναι κατάλληλες για αλιεία και άθληση.

Τα αστικά λύματα είναι από τις παλιότερες αιτίες του πολιτιστικού ευτροφισμού. Τα οικιακά απόβλητα είναι πλούσια σε συστατικά και αποτελούν τονωτικό για την ανάπτυξη των αλγών και ανώτερων φυτών. Η χρήση απορρυπαντικών, πλούσια σε φώσφορο, έχει επηρεάσει αυτό το φαινόμενο. Σε πολλές αρχικά ελλειπείς σε φώσφορο λίμνες η ποσότητα ακατέργαστων λυμάτων που λαμβάνεται είναι από απορρυπαντικά. Μόνο τα τελευταία είκοσι χρόνια χρησιμοποιούνται θεραπευτικά φυτά που επιδρούν σε κάποια συστατικά. Τα περισσότερα αποκρίνουν ή μετατρέπουν τα οργανικά δυσδιάλυτα σε ανόργανα διαλυτά.

Αν και αυξάνει το δυναμικό του ευτροφισμού, μειώνεται η απαιτούμενη ποσότητα σε οξυγόνο. Όταν ο ευτροφισμός αποτελεί πρόβλημα τα φωσφορικά απομακρύνονται από κατακρήμιση και τα νιτρικά μέσω απονιτροποίησης των θεραπευτικών φυτών. Η διαδικασία διόρθωσης της ευτροφικής κατάστασης είναι δαπανηρή όχι μόνο οικονομικά αλλά και σε ενέργεια.

Η εντατική γεωπονία είναι άλλη μία πηγή συστατικών για τα υδάτινα οικοσυστήματα. Για να γίνει κατανοητή η σημασία του προβλήματος αρκεί να θεωρηθεί ότι τα συστατικά λίπανσης υπάρχουν στα νερά αποστράγγισης. Πάντοτε, κάποια από τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται ξεπλένονται από τη βροχή ή με την αναπνοή. Το ξέπλυμα είναι προφανές όταν η λίπανση με νιτρικά εφαρμόζεται λίγο πριν την άνοιξη σε παγωμένα εδάφη. Κατά τη διάρκεια της τήξης μεγάλη ποσότητα οδηγείται στη λίμνη. Το φαινόμενο του ευτροφισμού μπορεί να αντιστραφεί αν και αυτή η διαδικασία δύναται να είναι δαπανηρή και αρκετά αργή.

ο **ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ**

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

ο **ΜΟΛΥΝΣΗ ΝΕΡΩΝ**

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

ο **ΥΦΑΛΜΥΡΥΝΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ**

Η εντατική άντληση των υπόγειων νερών με ρυθμό, που δεν επιτρέπει την ανανέωση τους, προκαλεί την εισβολή αλμυρού νερού από τη θάλασσα στους

υδροφορείς. Όταν η στάθμη του υπόγειου νερού υποχωρήσει κάτω από την στάθμη του θαλάσσιου νερού με το οποίο συνδέεται, τότε αντί να έχουμε ροή από τον υπόγειο υδροφορέα στη θάλασσα, έχουμε αντιστροφή του φαινομένου και νερό από την θάλασσα εισέρχεται στο υπόγειο νερό. Αλμυρό νερό αναμένεται να εισβάλλει σε μεγαλύτερη έκταση σε παράκτιες περιοχής, εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας (έως και εβδομήντα εκατοστά μέσα στις επόμενες δεκαετίες) λόγω της κλιματικής αλλαγής ή της μείωσης των βροχοπτώσεων [4].

ο ΡΥΠΑΝΣΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το πόσιμο νερό είναι και θα έπρεπε να είναι το καλύτερα ελεγχόμενο μέσο διατροφής. Η νομοθεσία προσδιορίζει τις συγκεντρώσεις διαφόρων ουσιών, που επιτρέπεται να υπάρχουν μέσα στο πόσιμο νερό, ώστε να ανταποκρίνεται στις υψηλές ποιοτικές προδιαγραφές, που απαιτούνται σε σχέση με το σημαντικό για τη ζωή μας αγαθό. Η τεχνολογία που διατίθεται σε αρκετές χώρες είναι σε θέση να ανιχνεύει στο νερό ιχνοστοιχεία, που βρίσκονται σε συγκεντρώσεις του δισεκατομμυριοστού του g/l. Αν και τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες, περίπου 1200 χημικά είδη, που περιέχουν 230 δραστικές ουσίες κυκλοφορούν στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες ως φυτοφάρμακα, λιπάσματα ή ζιζανιοκτόνα. Πολλά από τα φυτοφάρμακα είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στο χρόνο και γι' αυτό εξαιρετικά επικίνδυνα, όταν καταλήγουν στο νερό. Το όριο που έχει υιοθετηθεί για την περιεκτικότητα σε φυτοφάρμακα είναι 0,5 μg/l (εκατομμυριοστό του γραμμαρίου) συνολικά, και ειδικά για ορισμένα οργανοχημικά (τα ίδια ή τα προϊόντα αποικοδόμησής τους είναι ιδιαίτερα τοξικά) το όριο είναι το 0,1 μg/l.

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

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

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

Στα νερά τα μέταλλα βρίσκονται σε διαλυτή μορφή, αλλά και σε μορφή αιωρούμενων σωματιδίων. Περισσότερο όμως τείνουν να συσσωρευθούν σε ιζήματα και ζωντανούς οργανισμούς (οστρακόδερμα κ.α). Επειδή δεν διασπώνται,

παραμένουν στο περιβάλλον, προκαλώντας ανεπανόρθωτες συνέπειες, καθώς μέσω της τροφικής αλυσίδας καταλήγουν στον άνθρωπο [4].

Όπως αναφέρεται και σε προηγούμενη έρευνα, το σημαντικότερο προβλήματα στην ποιότητα του πόσιμου νερού στην υδρολογική λεκάνη του Ταυρωνιτη οφείλεται κυρίως σε μόλυνση κοπρανώδους προέλευσης, αλλά και ρύπανσης από φυσικές ή ανθρώπινες πηγές (Καλημερη. Μ, 2003). Στη παρούσα πτυχιακή εργασία οι τιμές των περισσότερων παραμέτρων μέτρηση στην περιοχή δειγματοληψίας διατηρήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα και δεν ξεπέρασαν το νομοθετικό όριο.

4.4. ΔΕΙΚΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η παρουσία ή απουσία ορισμένων φυτικών ή ζωικών οργανισμών καθορίζει τους δείκτες της τροφικής κατάστασης ή και της ποιότητας των νερών. Οι βιολογικοί δείκτες ρύπανσης δείχνουν τη πορεία της ρύπανσης και βοηθούν να αποκτήσουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα, για τις προηγούμενες συνθήκες του περιβάλλοντος για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Δηλαδή, δείχνουν με ακριβή και αξιόπιστο τρόπο την αξιολόγηση και την πορεία της τυχόν ρύπανσης. Αντίθετα, οι χημικές συνθήκες του περιβάλλοντος περιορίζονται και δείχνουν την κατάσταση κατά τη στιγμή της δειγματοληψίας.

Η ιστορία της εκτίμησης της ποιότητας των νερών βασισμένη σε βιολογικούς δείκτες της ρύπανσης ξεκίνησε τον περασμένο αιώνα. Το σύστημα τότε στηριζόταν στο σαπροβιοτικό σύστημα και αναμορφώθηκε στις αρχές του αιώνα περιλαμβάνοντας οργανισμούς του πλαγκτού και του βένθους (KOLKOWITI & MARSSON,1908). Η ιδέα της χρησιμοποίησης της ασπόνδυλης πανίδας ως βιοδείκτης καθορισμού των ποιοτικών και ποσοτικών μεγεθών του νερού, ξεκίνησε από τις Ηνωμένες Πολιτείες όπου δημιουργήθηκαν κατάλογοι δεικτών σαπροβίωσης, βιοτικοί δείκτες, δείκτες ποικιλότητας κ.ά. Στη δεκαετία του '70 πολλές ευρωπαϊκές χώρες απέρριψαν τους δείκτες σαπροβίωσης και ποικιλότητας και επικέντρωσαν την προσοχή τους στο βιοτικό δείκτη (biotic index) και στο σύστημα επιτυχίας (score system).

Η χρησιμοποίηση των ασπονδύλων ως βιοδείκτες κέρδισε με τον καιρό έδαφος γιατί:

- οι βιοκοινωνίες τους είναι πολύ ετερογενείς,
- αντιπροσωπεύονται από πολλά φύλα,
- η απόκρισή τους στο είδος και στο βαθμό της ρύπανσης ποικίλλει,
- η απόκρισή τους στην οργανική ρύπανση είναι καλά πιστοποιημένη,
- βρίσκονται παντού και συλλέγονται εύκολα,
- η σχετική ακινησία τους από το βιοχώρο τους κάνει τα ασπόνδυλα να αντιπροσωπεύουν τις τοπικές συνθήκες,
- ο κύκλος της ζωής τους είναι σχετικά μακρύς, οπότε αποτελούν μια ολοκληρωμένη παράμετρο ποιότητας του νερού.

Οι πλέον διαδεδομένοι δείκτες είναι οι ακόλουθοι:

- Ο δείκτης του Sladeczek βασίζεται στην ύπαρξη οργανισμών, κυρίως Ψαριών, με γνωστές προτιμήσεις σε ορισμένη ποιότητα νερού. Αύξηση του δείκτη σημαίνει χειροτέρευση της ποιότητας του νερού.
- Ο δείκτης με τα αρχικά ETBI (Expanded Trent Biotic Index), βασίζεται στην παρουσία ή απουσία ορισμένων βενθικών ασπόνδυλων οργανισμών και κυρίως σκωλήκων και νυμφών εντόμων, αφού όπως προαναφέρθηκε, τα αποτελέσματα είναι πιο άμεσα στο βένθος αντί στο πλαγκτόν. Ο κατάλογος των ειδών ή των ομάδων δημιουργήθηκε από ένα βιολογικό δείγμα και η θέση του δείγματος στην κλίμακα(0-15) καθορίζεται στην αναφορά σ' έναν πίνακα οργανισμών. Ο δείκτης αυτός βασίζεται σε δύο αρχές, ότι δηλαδή:

1. επιλεκτικές ομάδες-κλειδιά ασπονδύλων εξαφανίζονται από μειωμένα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου και
 2. η μειωμένη ποιότητα του νερού ελαττώνει την ποικιλία των ειδών.
- Στον δείκτη Chandler (CHANDLER, 1970), κάθε οργανισμός κατέχει μια θέση σε σχετικό πίνακα και μια τιμή ανάλογα με την αντοχή του στη ρύπανση, ενώ η τιμή αυτή εξαρτάται και από τον αριθμό των ατόμων του πληθυσμού του οργανισμού αυτού. Με βάση λοιπόν την παρουσία ή απουσία κάποιων ειδών, ως και τη σχετική τους αφθονία, μπορεί να υπολογιστεί όχι μόνον ο βαθμός ρύπανσης, αλλά και το είδος αυτής.
 - Ο δείκτης BMWP (Biological Monitoring Working Party Score) ικανοποιεί τις απαιτήσεις για έρευνες σε ποταμούς και κατατάσσει τα νερά με βάση επιλεγμένες φυσικές και χημικές παραμέτρους, αλιείας και χρήσης νερού. Σ' αυτόν δίνεται ένα αποτέλεσμα για κάθε οικογένεια οργανισμών που υπάρχει στο δείγμα, ενώ στην οικογένεια έχει καθοριστεί προηγουμένως μια θέση στη σχετική κλίμακα βιολογικής ποιότητας. Το αθροιστικό σύνολο είναι το αποτέλεσμα αυτού του δείκτη για το δείγμα και σε γενικές γραμμές αυξανόμενα αποτελέσματα υποδηλώνουν καλύτερη ποιότητα νερού. Οι δείκτες ETBI και BMWP είναι ποιοτικοί και επομένως αγνοούν τη σχετική αφθονία των διαφορετικών ομάδων στο δείγμα. Ο BMWP ωστόσο δίνει λίγο μεγαλύτερη έμφαση στην ποικιλία των οργανισμών που εμφανίζονται σε διαφορετικούς τύπους τρεχούμενων νερών, απ' ό,τι ο ETBI (B.M.W.P., 1978).
 - Ο δείκτης ASPT (Average Score per Taxon) βρίσκεται εάν διαιρεθεί το αποτέλεσμα του BMWP με τον αριθμό του συνόλου των ταξινομικών μονάδων. Αυτός ο δείκτης ποικίλλει λιγότερο από τον προηγούμενο με εποχιακή και δειγματοληπτική προσπάθεια και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως περισσότερο αξιόπιστος όσον αφορά τη μέτρηση της ποιότητας του νερού (ARMITAGE et al., 1983).
 - Ο δείκτης LQI (Lincoln Quality Index) αναπτύχθηκε ως μια απάντηση στην ανάγκη για ένα εύκολα κατανοητό δείκτη που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ευρύτατα στην τυπική εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του νερού στα ποτάμια και στους χειμάρρους. Για τον υπολογισμό αυτού του δείκτη, οι θέσεις δειγματοληψίας ταξινομούνται σε σχέση με πλούσιο φυσικό περιβάλλον και με φτωχό περιβάλλον (EXTENCE et al., 1987).

Πίνακας 4.1 τύποι ρύπανσης νερών, είδη ρύπων και η επίδρασή τους στο περιβάλλον

Τύπος	Πηγή	Είδος Ρύπου	Επίδραση Ρύπανσης
Θερμική	Ενεργειακοί σταθμοί Χυτήρια Βιομηχανίες	Θερμό νερό	Ελαττώνει το οξυγόνο του νερού Αυξάνει το ρυθμό μεταβολισμού των οργανισμών Αυξάνει το ρυθμό αναπαραγωγής των οργανισμών, Π.χ. των φυκών Θανατώνει τα αυγά των ψαριών
Ραδιενεργό	-	Πυρηνικοί Απόβλητα από	-
			Γενετικές

5	σταθμοί	νερά ψύξης Ραδιενέργεια στο νερό	αλλοιώσεις στους Οργανισμούς Συσσώρευση στις τροφικές Αλυσίδες
Ανόργανη Μεταλλική	Εγκαταστάσεις επεξεργασίας Λυμάτων Χημικές βιομηχανίες Μονάδες εντατικής εκτροφής Ζώων Μηχανουργία Μεταλλουργία Στερεά απορρίμματα Μερικές βιομηχανίες Φωτογραφία	Διαλυμένο στο νερό, Cu, Pb, Sn, Zn, Cd, Hg, Cr, CO, Νί, Ag, As, CN	Συσσώρευση στις τροφικές Αλυσίδες Αναχαίτιση της δράσης των Ενζύμων Ελάττωση της οικολογικής Ποικιλότητας
Οργανική	Χημικές βιομηχανίες Φαρμακευτικές βιομηχανίες Βιομηχανίες επεξεργασίας Τροφίμων Σακχαρουργία Χαρτοποιεία Κονσερβοποιεία Στερεά απορρίμματα Σφαγεία	Τροφές, άμυλο, βακτήρια, αντιβιοτικά, ίνες χαρτιού, σιρόπια, φαινόλες, αμμωνία, απορρυπαντικά, διαλύτες, μύκητες, παράσιτα	Αυξάνουν το B.O.D. (ελαττώνουν το διαλυτό οξυγόνο) Μερικά είναι τοξικά (αμμωνία, φαινόλες) Ελαττώνουν την οικολογική Ποικιλότητα Μερικά προξενούν φαινόμενα Ευτροφισμού
Πετρελαιογενής	Διυλιστήρια Ξέπλυμα πετρελαιοδεξαμενών Αυτοκίνητα Διαρροές Τηλεγραφόξυλα Λείανση ασφαλτόδρομων	Ακατέργαστο πετρέλαιο Πετρέλαιο Ασφαλτος Κριεζώτο Άλλοι υδρογονάνθρακες	Κατά την επαφή νεκρώνουν τα Φυτά Εμποδίζουν το πέταγμα, προξενούν υποθερμία και τελικά θανατώνουν τα πουλιά Εμποδίζουν την οξυγόνωση του

			Νερού Ελαττώνουν την οικολογική Ποικιλότητα
Αιωρούμενα στερεά	Άργιλος Άμμος, χαλίκια Τσιμεντοβιομηχανίες Κεραμουργεία Σταύλοι Λατομικές εργασίες	Αιωρούμενα στερεά στο νερό	Ελαττώνουν τη διεύθυνση του Φωτός Μειώνουν το ρυθμό Φωτοσύνθεσης Καλύπτουν τους βιότοπους και καταστρέφουν τους βενθικούς Οργανισμούς - Εμποδίζουν τη σύλληψη της τροφής και τους μηχανισμούς της αναπνοής των ψαριών, μαλακίων και καρκινοειδών - Ελαττώνουν την οικολογική Ποικιλότητα
Αστική	Σπίτια Νοσοκομεία Δρόμοι Βιομηχανίες	Ημίρρευστα στερεά που περιέχουν πολλούς από τους παραπάνω ρυπαντές (ειδικά μέταλλα και ανόργανα τοξικά και οργανικά λύματα)	Η συνδυασμένη δράση των παραπάνω επιπτώσεων ελαττώνει το διαλυμένο οξυγόνο και την οικολογική ποικιλότητα

4.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Βακτήρια, ιοί και παράσιτα που συνήθως βρίσκονται στα αστικά και κτηνοτροφικά λύματα μπορούν να προκαλέσουν τη μόλυνση του περιβάλλοντος και να έχουν παθογενείς επιδράσεις στον άνθρωπο (ηπατίτιδα, χολέρα, δυσεντερία κ.ά).

Οι επιδράσεις των ρύπων στα νερά μπορεί να προκαλέσουν φυσικές αλλοιώσεις (αύξηση θολερότητας, ελάττωση οξυγόνου κ.ά), οπότε επιβραδύνεται η βιοαποικοδόμηση των οργανικών ουσιών, επηρεάζονται οι τροφικές αλυσίδες και διαταράσσονται τα οικοσυστήματα. Οι χημικές αλλοιώσεις στα νερά μπορεί να προέρχονται από θρεπτικά συστατικά αλλά και από χημικές τοξικές ουσίες. Τα θρεπτικά συστατικά μπορούν να προξενήσουν το φαινόμενο του ευτροφισμού με όλα τα συνοδευτικά φαινόμενα του. Οι τοξικές όμως ουσίες (βαριά μέταλλα, οξέα, αλκάλια, φυτοφάρμακα, παρασιτοκτόνα κ.ά.) συνήθως προκαλούν δηλητηριάσεις στον άνθρωπο, ανασχεση του ενζυματικού τους ελέγχου, εκλεκτική συσσώρευση

ορισμένων ουσιών στους ιστούς των οργανισμών, μορφολογικές μεταβολές, αλλαγή στη συμπεριφορά, καρκινογενέσεις και άλλες βλάβες. Ειδικότερα η ρύπανση από βαριά μέταλλα στα ελληνικά υδάτινα συστήματα θεωρείται σχετικά χαμηλή, αν και έχουν επισημανθεί υψηλές συγκεντρώσεις στους διασυνοριακούς ποταμούς, Αξιό, Έβρο, και στις λίμνες Κορώνεια, Βιστονίδα, Καστοριά και Βεγορίτιδα.

Η ρύπανση από παρασιτοκτόνα και ζιζανιοκτόνα προέρχεται κυρίως από τα από νερά των βιομηχανιών παραγωγής τους και από τις γεωργικές χρήσεις τους. Από αυτές τις ενώσεις οι οργανοχλωριωμένες είναι οι περισσότερο επικίνδυνες, λόγω της σταθερότητάς, της αθροιστικότητας και τοξικότητάς τους

Συνήθως η ρύπανση από πετρελαιοειδή και λάδια στα νερά προέρχεται από ατυχήματα και τις ανεξέλεγκτες απορρίψεις τους στο έδαφος και το νερό. Αυτή η ρύπανση έχει τεράστιες συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον και τα υπόγεια νερά. Οι γεωργικές καλλιέργειες και οι γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες με την αυξημένη χρήση του νερού, των λιπασμάτων, των φυτοφαρμάκων και την ανεξέλεγκτη απόρριψη των περιττωμάτων των ζώων, εξελίσσονται σε ρυπαντικούς παράγοντες εξαιρετικά σημαντικούς για την ποιότητα των νερών και το φυσικό περιβάλλον. Τα προβλήματα ρύπανσης και αλατοποίησης των εδαφών που δημιουργούνται από αυτές τις δραστηριότητες έχουν σχέση με την υπέρχρηση του νερού, των φυτοφαρμάκων και των λιπασμάτων, με τη διάβρωση του εδάφους, αλλά και την υποβάθμιση ή ρύπανση των υπόγειων υδροφορέων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πόσιμου νερού διακρίνονται σε Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, Φυσικοχημικές παράμετροι, Ανόργανα συστατικά, Δείκτες οργανικού φορτίου - οργανικά συστατικά και Μικροβιολογικές παράμετροι. (Ζανάκη Κ., 2001).

5.1 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

5.1.1 ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ

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

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

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

ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

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

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

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

Η θολερότητα στο πόσιμο νερό, σύμφωνα με την ισχύουσα στη χώρα μας νομοθεσία, δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 10 mg/L SiO₂ ή τις 4 μονάδες Jackson.

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

5.1.2 ΟΣΜΗ

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

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

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

5.1.3 ΓΕΥΣΗ

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

5.1.4 ΧΡΩΜΑ

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

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

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

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

5.1.5 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

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

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

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

Στρωμάτωση της θερμοκρασίας στο νερό λίμνης :

Επιλίμνιο : Ομοιόμορφη θερμοκρασία καθόλο το θέρος. Δεν είναι ίδια, αλλά κυμαίνεται

ως αποτέλεσμα της κύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα.

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

όριο η πτώση της θερμοκρασίας/βάθος αρχίζει ή γίνεται <1°C/1m βάθος.

Υπολίμνιο : Απομονωμένο από κάθε κυκλοφορία. Ουσιαστικά ακίνητο.

Οι λίμνες διακρίνονται σε :

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

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

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

5.2 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

5.2.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ (pH)

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

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

Ο προσδιορισμός του pH γίνεται ηλεκτρομετρικά με χρήση ειδικών οργάνων, γνωστών ως πεχάμετρα. Τα όργανα αυτά είναι συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων με αισθητήριο αποτελούμενο από ηλεκτρόδιο ύαλου συνδεδεμένο με ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο.

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

Ο προσδιορισμός του pH στα δείγματα, πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, η μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατόν από τη στιγμή της δειγματοληψίας. Επίσης πρέπει τα δοχεία δειγματοληψίας να γεμίζονται ως επάνω και να διατηρούνται σφραγισμένα μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού. Μαζί με την τιμή του pH πρέπει να αναφέρεται και η θερμοκρασία του δείγματος τη στιγμή της μέτρησης, γιατί η θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του pH. (Ζανάκη Κ., 2001).

5.2.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα. Η Αγωγιμότητα ενός δείγματος νερού εξαρτάται, κυρίως, από την ολική συγκέντρωση των ιονιζομένων ουσιών, που περιέχονται στο δείγμα και τη θερμοκρασία, στην οποία έγινε η μέτρηση. Μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι mS/cm.

Η αγωγιμότητά, συνήθως, κυμαίνεται :

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

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

5.2.3 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

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

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

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

(Αν ολική σκληρότητα > τιμή ολικής αλκαλικότητας τότε αλκαλικότητα=ανθρακική Άρα ολική σκληρότητα - αλκαλικότητα=μόνιμη).

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

αλκαλικότητας τότε ολική σκληρότητα= ανθρακική σκληρότητα+ μη ανθρακική σκληρότητα=0).

Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι : mg/L CaCO₃, mmole/L και meq/L αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί. (Ζανάκη Κ., 2001).

Η σκληρότητα των φυσικών νερών οφείλεται στη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό. Στη χώρα μας, λόγω της ασβεστολιθικής σύστασης πολλών περιοχών, πολλά νερά παρουσιάζουν υψηλή σκληρότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περιοχή της Κέρκυρας, που διαθέτει νερό με σκληρότητα περίπου 50 Γερμανικών βαθμών ή 900 mg/L CaCO₃ έναντι 12 περίπου Γερμανικών βαθμών ή 210 mg/L CaCO₃ που είναι το νερό που διαθέτει η ΕΥΔΑΠ στην Αθήνα.

Δύο μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούνται, συνήθως, για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό της σκληρότητας στοιχειομετρικά, αφού προσδιοριστούν ξεχωριστά οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου. Η δεύτερη μέθοδος είναι γνωστή ως μέθοδος EDTA, είναι ογκομετρική και βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, από τη χημική ένωση EDTA. (Ζανάκη Κ., 2001).

Το νερό ανάλογα με την σκληρότητά του διακρίνεται σε :

- μαλακό νερό : 0-100 mg/L CaCO₃
- μέσης σκληρότητας νερό : 100-200 mg/L CaCO₃
- σκληρό νερό : 200-300 mg/L CaCO₃
- πολύ σκληρό νερό : >300 mg/L CaCO₃

Το πόσιμο νερό έχει σκληρότητα < 50 mg/L CaCO₃.

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

5.2.4. ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ

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

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

- Ολικά στερεά ή ολικό στερεό υπόλειμμα : όλα τα στερεά που παραμένουν μετά από ξήρανση δείγματος νερού, σε θερμοκρασία 105 °C ή 180 °C.
- Καθιζάνοντα στερεά : τα στερεά που καθιζάνουν, σε μια ώρα, σε κώνο Imhoff.
- Εναιωρούμενα στερεά : όλα τα σωματίδια που κατακρατούνται σε φίλτρο, με διάμετρο πόρων 1 μ και παραμένουν μετά από ξήρανση του φίλτρου, στους 103–105 °C, για μια ώρα.
- Διαλυμένα στερεά : όλα τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 1 μ, που παραμένουν μετά από εξάτμιση και ξήρανση, στους 180 °C.
- Εξατμιζόμενα στερεά : τα στερεά που εξατμίζονται κατά την αποτέφρωση του δείγματος στους 550+/- 50 °C για 20 λεπτά της ώρας.

Στα ανεπεξέργαστα αστικά λύματα, οι συνήθεις τιμές στερεών είναι : Ολικά στερεά : 700 mg/L

Σε βιομηχανικά απόβλητα, η συγκέντρωση των στερεών μπορεί να είναι μεγαλύτερη, όπως στα απόβλητα γαλακτοβιομηχανιών, όπου η συγκέντρωση των ολικών στερεών φθάνει τα 3.300 mg/L ή τα απόβλητα χημικών βιομηχανιών όπου η συγκέντρωση των ολικών στερεών μπορεί να είναι 30.000 mg/L.

Σύμφωνα με τη νομοθεσία μας, τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για τη διάθεση των υγρών αποβλήτων στη θάλασσα, είναι : Ολικά διαλυμένα στερεά : 1500 mg/L.

Η μέτρηση του ολικού στερεού υπολείμματος ή των ολικών στερεών γίνεται με εξάτμιση ορισμένης ποσότητας δείγματος, σε ποτήρι ζέσεως, στους 103 – 105 °C ή στους 180 °C. Η διαφορά του απόβαρου του ποτηριού ζέσεως από το μικτό βάρος του ποτηριού ζέσεως και στερεού υπολείμματος, μας δίνουν το βάρος του στερεού υπολείμματος. (Ζανάκη Κ., 2001).

5.2.5 ΟΛΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ (TDS)

Ένα από τα συμπεράσματα που λαμβάνουμε από τα αποτελέσματα της αγωγιμότητας είναι για την ύπαρξη διαλυμένων στερεών. Ορίζουμε σαν ολικά διαλυμένα στερεά τη παρουσία όλων των ιόντων που υπάρχουν σε διάλυση και μετρώνται σε mg/L. Αν και τα ολικά διαλυμένα στερεά δεν φαίνεται να είναι επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία, συνίσταται η συγκέντρωση να είναι μικρότερη από 500mg/L στο πόσιμο νερό. Πάνω από αυτή τη συγκέντρωση επηρεάζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως γεύση και θολερότητα, το δείγμα νερού δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικό και οικιακό εξοπλισμό καθώς και κολύμβηση. Οι υψηλές συγκεντρώσεις επηρεάζουν τα οικοσυστήματα διότι περιορίζουν τη διαπερατότητα του ήλιου με αρνητικές συνέπειες στη φωτοσύνθεση και είναι επιβλαβή στην υδροχαρή κοινωνία ιδιαίτερα στους ζωικούς οργανισμούς ενώ σε ειδικές περιπτώσεις προσροφούν τοξικές ουσίες και μεταφέρονται μαζί με το νερό κατά τη χρήση του. Αντίθετα, χαμηλές συγκεντρώσεις είναι επιθυμητές για βιομηχανική επεξεργασία αλλά όχι αποδεκτές από τους καταναλωτές διότι και σε αυτές τις περιπτώσεις παρουσιάζονται προβλήματα γεύσης και επιπλέον το δείγμα είναι διαβρωτικό όταν χρησιμοποιείται σε σωλήνες οικιακών εγκαταστάσεων.

Μπορούμε να υπολογίσουμε εύκολα τη συγκέντρωση TDS μέσω της τιμής της αγωγιμότητας εφόσον πολλαπλασιάσουμε επί 0,66 εκτός ειδικών περιπτώσεων όπως δείγματα νερού ορυχείων και τα αποτελέσματα εκφράζονται σε $\mu\text{S}/\text{cm}$ ενώ μονάδα στο SI είναι mS/m.

Αναλυτικότερα:

$$\text{TDS (mg/L)} = 0.66 \cdot \text{EC } (\mu\text{S}/\text{cm})$$

Τα φυσικά νερά μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τη συγκέντρωση TDS στις εξής γενικές κατηγορίες:

Κατηγορία νερού	Συγκέντρωση TDS (mg/L)
Γλυκά νερά	0 – 1000
Υφάλμυρα ή γλυφά νερά	1000 – 5000
Μέτριας αλατότητας νερά	5000 – 10000
Αυξημένης αλατότητας νερά	10000 – 30000
Θαλασσινά νερά	Περισσότερο από 30000

ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

5.3.1 ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ ($NH_4^+ - N$)

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό τη μορφή αμμωνιακών ιόντων (NH_4^+) ή ελεύθερης αμμωνίας (NH_3), ανάλογα με το pH και την θερμοκρασία του διαλύματος. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, στη χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση Αμμωνιακού Αζώτου (NH_4^+) στο πόσιμο νερό, είναι 0,5 mg/L ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα γλυκά νερά για τη διαβίωση της πέστροφας και ειδών της οικογένειας των Σαλμονίδων και Κυπρινίδων, είναι 0,025 mg/L. Στα απόβλητα που εκβάλλουν στα επιφανειακά νερά, η τιμή της ολικής αμμωνίας, δεν πρέπει να είναι περισσότερο από 15 mg/L. (Ζανάκη Κ., 2001).

5.3.2 ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΖΩΤΟ ($NO_3^- - N$)

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

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

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

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

5.3.3 ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ $PO_4^{3-} - P$

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

Η παρουσία του φωσφόρου στα επιφανειακά νερά, οφείλεται σε πολλές πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Πολλά από τα χρησιμοποιούμενα απορρυπαντικά, οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης, περιέχουν πολυφωσφορικά ιόντα για την αποσκλήρυνση του νερού. Έτσι λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρυνόμενα με σημαντικές ποσότητες φωσφόρου. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, δεν δεσμεύονται ποσοτικά από τα φυτά ή το έδαφος και έτσι οι εκπλύσεις εδαφών περιέχουν και αυτές σημαντικά φορτία φωσφόρου.

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

μπορεί να προκαλέσει την υπέρμετρη ανάπτυξη φωτοσυνθετικών, υδρόβιων φυκών ή μακρόφυτων που με τη σειρά του προκαλούν ευτροφισμό.

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

5.3.4 ΘΕΙΪΚΩΝ SO₄

Η παρουσία των θειϊκών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, μπορεί να προέρχεται από τη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό ή από ορισμένες χρήσεις του νερού από τον άνθρωπο. Η συγκέντρωση των θειϊκών 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 θειϊκών αλάτων στο πόσιμο νερό, έχει σημασία, γιατί έχει βρεθεί ότι τα θειϊκών άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν καθαρτική δράση στον άνθρωπο, γι' αυτό, το ανώτατο επιτρεπτό όριο θειϊκών ιόντων στο πόσιμο νερό, είναι 250 mg/L. (Ζανάκη Κ., 2001).

5.3.5. ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ

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

Στα αστικά λύματα, η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι υψηλότερη από εκείνη των πόσιμων υδάτων, γιατί κατά τη χρήση του από τον άνθρωπο, το νερό επιβαρύνεται με άλατα και κυρίως με χλωριούχο νάτριο, το οποίο προστίθεται ως βελτιωτικό γεύσης σε όλες σχεδόν τις τροφές, καταλήγει αναλλοίωτο στα λύματα. Αλλά και πολλές κατηγορίες βιομηχανιών επιβαρύνουν, με μεγάλες τιμές χλωριόντων, τα απόβλητά τους και στη συνέχεια τους φυσικούς αποδέκτες, στους οποίους καταλήγουν.

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

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

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό των χλωριόντων. Η μέθοδος νιτρικού αργύρου είναι η παλαιότερη και συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος, κατάλληλη για σχετικά καθαρά νερά με συγκέντρωση χλωριόντων από 1,5 έως 100 mg/L. Πρόκειται για ογκομετρική μέθοδο που στηρίζεται στη δέσμευση των χλωριόντων υπό τη μορφή AgCl₂, παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου κατά την ογκομέτρηση ορισμένης ποσότητας δείγματος, με διάλυμα νιτρικού αργύρου (AgNO₃). (Ζανάκη Κ., 2001).

5.3.6 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (DO και DO%)

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

- η θερμοκρασία (αυξανόμενης της θερμοκρασίας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως),
- η αλατότητα (αυξανόμενης της αλατότητας μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό και αντιστρόφως) και
- η πίεση (αυξανόμενης της πίεσης μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου και αντιστρόφως).

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

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

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

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

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

Και οι δύο προβλέπονται από την τελευταία έκδοση της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Δημόσιας Υγείας (APHA 1989). Ηλεκτροχημική μέθοδος προβλέπεται και από τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) και τον Αμερικάνικο Οργανισμό Τυποποίησης (ASTM, 1991).

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

Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει να γίνεται αμέσως. Διατήρηση δείγματος δεν είναι δυνατή.

Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου πρέπει, πάντα, να συνοδεύεται από την ταυτόχρονη μέτρηση της θερμοκρασίας του δείγματος νερού ώστε να μπορεί να υπολογιστεί, στη συνέχεια, ο βαθμός κορεσμού του δείγματος στη συγκεκριμένη θερμοκρασία. Η δειγματοληψία για το προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου γίνεται με ειδικούς δειγματολήπτες που διαθέτουν ενσωματωμένο θερμόμετρο. (Ζανάκη Κ., 2001).

5.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ - ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

5.4.1 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (BOD) (Biochemical Oxygen Demand)

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

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

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

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

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

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

Το BOD μετράτε με τρεις μεθόδους.

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

Με τη μέτρηση του BOD, προσδιορίζεται, έμμεσα, ο βαθμός ρύπανσης που υπάρχει ή που μπορεί να προκληθεί από την αποχέτευση λυμάτων, βιομηχανικών ή κτηνοτροφικών αποβλήτων σε ένα φυσικό αποδέκτη, μετρώντας τη μείωση του οξυγόνου για την αποικοδόμηση του οργανικού μέρους των αποβλήτων.

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

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

5.4.2 ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD)

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

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

να λαμβάνεται υπόψη, όταν αξιολογούνται τα αποτελέσματα που προκύπτουν με τη μέθοδο αυτή.

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

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

Τα ανεπεξέργαστα λύματα, έχουν συνήθως COD που κυμαίνεται από 700 ως 750 mg/L. Σε βιομηχανικά απόβλητα, η τιμή του COD είναι συνήθως μεγαλύτερη, για παράδειγμα απόβλητα βιομηχανιών επεξεργασίας κρέατος έχουν τιμές της τάξης των 2.000 mg/L, απόβλητα σφαγείων περίπου 5.000 mg/L ενώ στα απόβλητα σταφιδοεργοστασίων μπορεί να φθάσει ως 70.000 mg/L.

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

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

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

5.5 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

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

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

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

Σκοπός της μικροβιολογικής εξέτασης του νερού, είναι η εξέταση του βαθμού μόλυνσης των υδάτων από λύματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα και ο έλεγχος της καταλληλότητας του νερού για διάφορες χρήσεις όπως πόση, κολύμβηση, κτλ. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με συγκεκριμένη μεθοδολογία και τεχνικές που σκοπό έχουν τον εντοπισμό της παρουσίας και προσδιορισμό της πυκνότητας μικροοργανισμών που είναι δείκτες κοπρικής μόλυνσης ή έχουν παθογόνο δυναμικό.

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

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

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

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

5.5.1. ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΑ (Total coliforms)

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

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

Στην ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων περιλαμβάνονται αερόβια και εναερόβια βακτήρια που είναι πλατιά διαδεδομένα και αναπτύσσονται στο έδαφος, τα επιφανειακά νερά, τα τρόφιμα. Περιλαμβάνονται ακόμα είδη που ζουν στο παχύ έντερο του ανθρώπου και των θερμόαιμων ζώων και αποβάλλονται με τα λύματα και κτηνοτροφικά απόβλητα. Η παρουσία αντιπροσώπων από την ομάδα των ολικών κολοβακτηρίων στο νερό, αποτελεί ένδειξη επιμόλυνσης από εξωγενείς

παράγοντες αν και η προέλευση τους εκτός από κοπρική μπορεί να είναι περιβαλλοντική (έδαφος, φύλλα). (Ζανάκη Κ., 2001).

5.5.2. Escherichia coli (E. coli)

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

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

5.5.3. ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΟΣ (STREPTOCOCCI FAECAL)

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

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

6.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΟΥ Ν. ΧΑΝΙΩΝ

Νομός Χανίων

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

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 Κίσσαμο. Οι κυριότερες κωμοπόλεις είναι η Παλαιόχωρα και η Κάντανος στο Σέλινο, η Χώρα Σφακίων στα Σφακιά.



Χάρτης II: Γεωφυσικός χάρτης

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 εκατομ. κ. μ. νερού κινούνται ετήσια επιφανειακά προς τη θάλασσα και άλλα 600 εκατομ. κ. μ. κατεισδύουν 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 κυρίες 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. M^3 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.

6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ ΧΑΝΙΩΝ

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

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

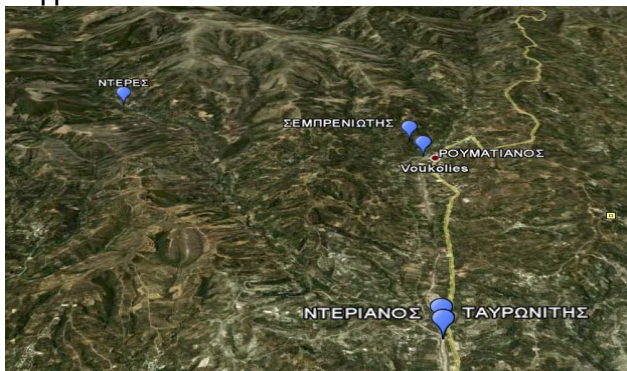
Νεογενείς αποθέσεις αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα κίτρινων-κιτρινόλευκων μάργων με κλαστικούς μαργαικούς ασβεστολίθους, συχνά βιογενείς –υφαλογενείς, ομοιόμορφα στρωμένους που το πάχος τους κυμαίνεται από εκατοστά έως ένα δύο μέτρα.

Επίσης εντός των αποθέσεων αυτών συναντώνται και μαργαικοί ψαμμίτες, άμμουδες, άργιλοι, λατύπες και κροκαλοπαγή. Τα κοροκαλοπαγή-λατυποπάγη 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 ασβεστολίθοι, είτε στην ενότητα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών.

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.



6.1 Εικόνα:Χαρτης των σημειων δειγματοληψιας.

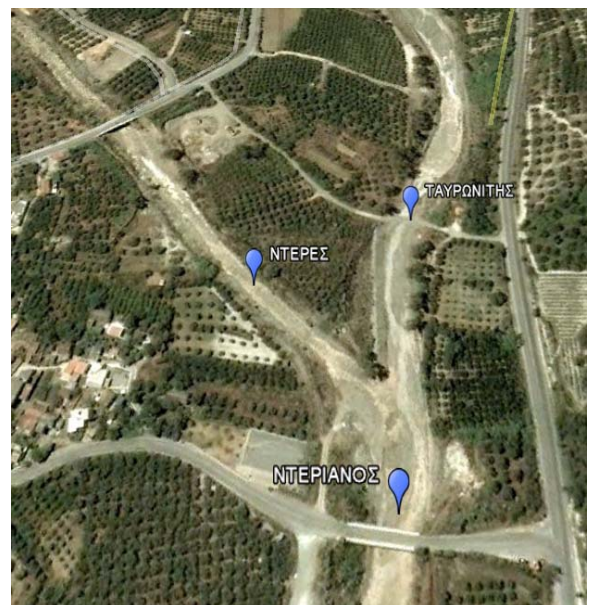
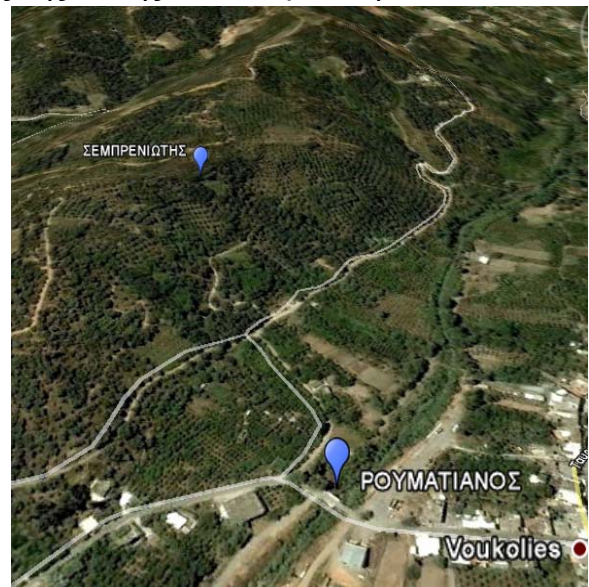
6.2.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗ ΠΟΤΑΜΟΣ ΤΑΥΡΩΝΙΤΗΣ

6.2.2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΑΓΩΓΗ

Ο ποταμός Ταυρωνιτης βρίσκεται περίπου 19,5 km δυτικά της πόλης Χανίων. Η υδρολογική λεκάνη απορροής του ποταμού Ταυρωνιτη, έκτασης 130 km² περίπου, διασχίζει μεγάλο μέρος του Δήμου Βουκολίων. Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης Ταυρωνιτη αποτελείται από τρεις κυρίες υπολεκάνες των Σεμπρενωτη (22km²), Ρουματιανου (27km²) και Ντεριανου (55km²). Οι δυο πρώτες καταλήγουν αναντη των Βουκολίων. Καταντη της περιοχής αυτής διαμορφώνετε και η κυρία κοίτη του Ταυρωνιτη. Ο Ντεριανος εκφορτίζεται στην καταντη κοίτη του Ταυρωνιτη, 3,5 km περίπου αναντη της παλαιάς (παραλιακής) εθνικής οδού. Η υπόλοιπη έκταση (26km²) αντιστοιχεί σε μικρότερες υπολεκάνες της κοίτης του Ταυρωνιτη.

Δεξια εικονα 6.2 χαρτης των σημειων δειγματοληψίας των ποταμων Ρουματιανο και Σεμπρενωτη.
Κατω δεξια 6.3 χαρτης των σημειων δειγματοληψίας στους ποταμους Ταυρωνιτη και Ντερε που ενονονται στην θεση Ντεριανος.

Κατω αριατερα εικονα 6.4 φωτογραφια που απεικονιζετε το σημειο ενωσης των ποταμων Ταυρωνιτη και Ντερε στη θεση Ντεριανος/Συριλι.



6.2.2.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Το μεγαλύτερο τμήμα της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Ταυρωνιτη, 85 km² περίπου, αναπτύσσεται σε φυλλιτικούς χαλαζιτικούς σχηματισμούς, οι οποίοι

τοπικά καλύπτονται από αλλουβια και υλικά τετατρογεννών αναβαθμιδών μικρής έκτασης και πάχους. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που συναντώνται στα αναπη νοτιά τμήματα της λεκάνης (Ντεριανού, Ρουματιανού) καλύπτουν 15 km². Στο αναπη τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί, κυρίως μάργες, σε έκταση περίπου 25 km². Η υπόλοιπη έκταση περίπου 5 km² αντιστοιχεί σε τεταρογενείς αποθέσεις αναβαθμιδών και συγχρόνων αλλουβίων, σχηματισμοί οι οποίοι καλύπτουν νεογενείς αποθέσεις και καταλαμβάνουν τα όρια της ευρύτερης κοίτης του Ταυρωνίτη (μέχρι το υψος των Βουκολιών) και του χειμάρρου Ντεριανού. Μικρές επίσης εκτάσεις τεταρογενών αναβαθμιδών καλύπτουν νεογενείς σχηματισμούς σε θέσεις εκτός της κοίτης των χειμάρρων οι οποίες δεν έχουν από μόνες υδρολογικό ενδιαφέρον και εντάσσονται σε εκτάσεις νεογενών.

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί που αναπτύσσονται στα νοτιά τμήματα της λεκάνης δεν εκφορτίζονται εκτός αυτής και μεταγγίζουν τα νερά τους προς διπλανές λεκάνες (Κερίτης και Νοτιά Κρήτη). Μικρή επίσης εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών της σειράς Τρυππαλίου παρατηρείται στην περιοχή Ντερέ. Η εκεί αναπτυσσομένη υδροφορία πρέπει να συνδέεται με τις εκφορτώσεις του Κερίτη (Κουφός).

Στις σύγχρονες αποθέσεις της ευρύτερης κοίτης του Ταυρωνίτη αναπτύσσεται ασθενής φρεατικός υδροφορία που εκμεταλεύεται από σημαντικό αριθμό πηγαδιών μικρής γενικά παροχής.

Το μέσο πάχος των συγχρόνων αποθέσεων είναι περί τα 12m.

Το υπόβαθρο των συγχρόνων αποθέσεων ικανού πάχους αποτελούν τα μαργαίκα στρωματά του νεογενούς. Μονό κατά μήκος του Ντεριανού στο αναπη τμήμα του το υπόβαθρο των εκεί συγχρόνων αποθέσεων αναβαθμιδών μικρού πάχους αποτελούν οι φυλλίτες.

Ένα τμήμα των υλικών των αναβαθμιδών που αναπτύσσονται κάποια μετρά πάνω από την ευρύτερη σημερινή κοίτη του ποταμού πρέπει να μη συνδέεται υδραυλικά με την υδροφορία των συγχρόνων αποθέσεων της κοίτης.

Στις νεογενείς αποθέσεις συναντώνται στρωματά και παρεμβολές γύψων ικανού πάχους. Οι στρώσεις αυτές καθιστούν τις υδροφορίες που αναπτύσσονται στους σχηματισμούς αυτούς ποιοτικά υποβαθμισμένες εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε θειικά άλατα.

Στην περιοχή των Βουκολιών πραγματοποιήθηκε γεωλογική διασκοπική χωρίς να γίνει κατορθωτό να συναντηθεί το υπόβαθρο των νεογενών και των συγχρόνων αποθέσεων. Αντίθετα στην περιοχή του Ντερέ κάτω από τις σύγχρονες αποθέσεις της κοίτης σηναντιθηκαν ανθρακικοί σχηματισμοί που πρέπει να διερευνηθεί η υδροφορία τους.

6.2.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στην περιοχή της λεκάνης του Ταυρωνίτη απογραφθήκαν 55 σημεία εμφάνισης νερού από τα οποία 16 αναφέρονται σε γεωτρήσεις, τα 38 σε πηγάδια και το 1 σε πηγή. Από τα παραπάνω σημεία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις διακύμανσης στάθμης σε τριάντα πηγάδια και επτά γεωτρήσεις.

Από τις μετρήσεις στάθμης που πραγματοποιήθηκαν συνταχθήκαν πιεζομετρικοί χάρτες και χάρτες διακύμανσης στάθμης τόσο ετησίας όσο και υπερετησίας περιόδου.

Η υπόγεια αποστράγγιση της λεκάνης γίνεται φυσικά προς βορρά και παρουσιάζετε ανεξάρτητη της υπόγειας υδροφορίας των νεογενών αποθέσεων και κατά θέσεις και από αυτή των αναβαθμιδών (περιοχή Πολεμάρχι).

Η κλίση της υπόγειας πιεζομετρίας επιφανείας δεν είναι ίδια κατά μήκος της πεδιάδας. Στο τμήμα μεταξύ Συριλίου και θάλασσας είναι περί το 0,5%, στο τμήμα μεταξύ Ντεριανών – Βουκολιών είναι περί το 1,1% και τέλος στο αναντη τμήμα ανέρχεται σε 1,7%.

Η πιεζομετρία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τροφοδοσία από τα νερά της απορροής.

Με βάση τις παρατηρήσεις της ετησίας διακύμανσης της υπόγειας στάθμης παρατηρείται ότι στο καταντη τμήμα (Συρίλι – Ταυρωνίτη) έχουμε μια πτώση περί τα 5m μεταξύ ξηρής και υγρής περιόδου, στο τμήμα Συρίλι – Βουκολίες κατά θέσεις 2-3m και τέλος στο αναντη των Βουκολιών τμήμα 0-1m. Στο τελευταίο αυτό τμήμα παρατηρείται ροή ποταμού όλο το χρόνο.

Πολλά από τα πηγάδια κατά την ξηρή περίοδο στερεύουν.

Με βάση την επεξεργασία των μετρήσεων, που πραγματοποιήθηκαν από την Περιφέρεια Κρήτης, η μέση ετησία απορροή των χειμάρρων Σεμπρενιώτη και Ρουματιανού της περιόδου 1977-1997 ήταν $12,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και $5,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ αντίστοιχα. Μετρήσεις παροχών σε άλλα σημεία της λεκάνης Ταυρωνίτη δεν υπήρχαν και επομένως δεν ήταν δυνατόν να εξαχθούν συμπεράσματα τόσο για την συνολική απορροή του Ταυρωνίτη όσο και για της πραγματοποιούμενες διηθήσεις της απορροής κατά μήκος της κοίτης. Έτσι η Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων να πραγματοποιούσε υδρομετρήσεις σε τρεις επιπλέον θέσεις. Η πρώτη σε υψος των Βουκολιών, καταντη της συμβολής Σεμπρενιώτη και Ρουματιανού με σκοπό της εκτίμησης τυχόν διηθήσεων, η δεύτερη στην απόληξη της υπολεκάνης του Ντεριανού (Συρίλι) για τον υπολογισμό των απορροών και η τρίτη στην γέφυρα της παλαιάς εθνικής οδού για τον υπολογισμό των συνολικών απορροών της λεκάνης Ταυρωνίτη. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα Ιούνιος 1998 – Απρίλιος 2000. Οι μετρήσεις που πραγματοποίησε η Υπηρεσία χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της ετησίας απορροής του υδρολογικού έτους 1998-1999. Από την αναγωγή εκτιμάται ότι η συνολική μέση ετησία επιφανειακή απορροή του Ταυρωνίτη για την περίοδο 1977-1997, είναι $26,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Στον υπολογισμό του μέσου ετησίου υδρολογικού ισοζυγίου έχουν εκτιμηθεί οι απορροές και οι κατεισδύσεις στις ενδιαμεσες νεογενείς υδρολογικές λεκάνες. Οι κατεισδύσεις στις λεκάνες αυτές εκτιμώνται από 5% έως 6%, αναλογα με την ανάπτυξη των αλλουβίων στο νεογενές περιβάλλον. Επίσης από τις εκτάσεις των υδρολογικών λεκανών Ρουματιανού και Ντεριανού έχουν αναιρεθεί οι επιφάνειες των ανθρακικών σχηματισμών, οι οποίες εκφορτίζονται εκτός λεκάνης Ταυρωνίτη. Για τον υπολογισμό των εισροών στο Ντεριανό, έγινε διαχωρισμός της αντίστοιχης υδρολογικής λεκάνης σε δυο τμήματα, στο αναντη που δομείται από φυλλίτες και στο καταντη που αναπτύσσονται οι νεογενείς σχηματισμοί.

Με βάση τις παραδοχές αυτές η μέση ετησία βροχόπτωση που δέχεται η λεκάνη Ταυρωνίτη είναι της τάξης των $120 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, από τις οποίες περίπου $32 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (26%) απορρέουν επιφανειακά μέσω των κεντρικών χειμάρρων, διηθούνται στην

κοίτη του Ταυρωνίτη και κατεισδύουν στους καταντη νεογενείς σχηματισμούς. Το υπόλοιπο ποσοστό(74%) θεωρείται ότι αποτελεί το άθροισμα της εξατμισοδιαπνοής και των κατεισδυσων στους φυλλίτες. Το ποσοστό αυτό κρίνεται αρκετά υψηλό και οφείλεται πιθανά :

- στην παρουσία των υποκειμένων ασβεστόλιθων στα αναντη της λεκάνης
- στην ύπαρξη ανθρακικών στρεμμάτων στους φυλλίτες τα οποία αποστραγγίζουν την κατεισδυση εκτός υδρολογικής λεκάνης ή μεταγγίζουν τροφοδοσία στους υποκειμένους ασβεστόλιθους.

Στην συγκεκριμένη περιοχή δεν πραγματοποιήθηκε γεωλογική χαρτογράφηση- προσαρμογή και έγιναν δεκτά τα δεδομένα του αντιστοίχου γεωλογικού φύλλου του Ι.Γ.Μ.Ε. Σε κάθε περίπτωση όμως τα προηγούμενα δεν επηρεάζουν τη σύνταξη του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης Ταυρωνίτη, αφού βασίζεται σε στοιχεία μετρήσεων απορροών.

Οι μέσες ετήσιες ποσότητες που απορρέουν επιφανειακά και εκφορτίζονται στη θάλασσα είναι της τάξης των $27 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, εκείνες που διηθούνται στις προσχώσεις και διαμέσου αυτών στους υποκειμένους νεογενείς σχηματισμούς $3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. ενώ οι κατεισδυσεις υπολογιστήκαν σε $1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Έτσι το σύνολο της μέσης ετησίας υπόγειας τροφοδοσίας προσχώσεων και νεογενών σχηματισμών ανέρχεται σε $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ περίπου.

Προκύπτει επομένως ότι η κυρία τροφοδοσία των υπογείων υδροφοριών πραγματοποιείται μέσω των διηθήσεων του ποταμού ($3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) και κατά μικρότερο βαθμό από την κατεισδυση ($1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) της βροχόπτωσης.

Από τα δεδομένα της εν λόγω μελέτης παρατηρείται :

- στην περιοχή ενδιάμεσα της συμβολής Σεμπρενιωτη – Ρουματιανου και των Βουκολιων, πραγματοποιείτε ο μεγαλύτερος όγκος της διήθησης ($3,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) από την επιφανειακή απορροή. Η διήθηση αυτή θεωρείται ότι τροφοδοτεί τις υδροφορίες των νεογενών και συγχρόνων αποθέσεων.
- Στην ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των Βουκολιων και παλαιάς εθνικής οδού (έξοδο Ταυρωνίτη) παρατηρείται ότι με εξαίρεση το διάστημα Ιανουαρίου – Απριλίου, πραγματοποιούνται διηθήσεις της τάξης των $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ενώ το υπόλοιπο διάστημα του υδρολογικού έτους(Ιανουάριος- Απρίλιος) $1,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ της υπόγειας υδροφορίας τροφοδοτούν την επιφανειακή απορροή.

Η συνολική μέση ετησία ποσότητα διήθησης και κατεισδυσης των $4,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ τροφοδοτεί τις υδροφορίες τόσο των συγχρόνων αποθέσεων τις κοίτης, όσο κι εκείνων που αναπτύσσονται στους νεογενείς σχηματισμούς. Από τα Σ.Ε.Ν. που απογραφήκαν όλα τα πηγάδια αντλούν νερό από το προσχωματικό υδροφορεα και όλες οι γεωτρήσεις (πλην των Γ264 ΚΑΙ Γ265) έχουν διανοιχθεί στην περιοχή που αναπτύσσονται οι προσχώσεις. Οι γεωτρήσεις αυτές αντλούν νερό και από τον προσχωματικό υδροφορεα αλλά και από τους υδροφορεις που αναπτύσσονται στα υδροπερατα τμήματα των νεογενών. Τα πηγάδια παρουσιάζουν μέση ετησία διακύμανση στάθμης της τάξης των 3,5 m, τιμή που κρίνετε αντιπροσωπευτική για το σύνολο της προσχωματικής υδροφορίας, αφού ο αριθμός της απογράφης των πηγαδιών είναι ικανοποιητικός. Οι γεωτρήσεις που υφίστανται στην περιοχή και απογραφτήκαν είναι ελάχιστες, παρουσιάζουν διακυμάνσεις στάθμης από 0,6 m μέχρι 15 m και δεν είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με την εκμετάλλευση των υδροφοριών οι οποίες αναπτύσσονται στα νεογενή.

Με βάση επομένως την μέση ετησία διακύμανση στάθμης στο σύνολο της επιφανείας ανάπτυξης των προσχώσεων ($2,5 \text{ km}^2$) που είναι περί τα 3,5 m και ένα ενεργό πορώδες της τάξης του 8% για τις σύγχρονες αποθέσεις προκύπτει δυνατότητα εναποθήκευσης της τάξης των $0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Είναι φανερό επίσης ότι από τα διαθέσιμα στοιχεία δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός των ποσοτήτων της προσχωματικής υδροφορίας και της υδροφορίας στα νεογενή, οι οποίες εκφορτίζονται στην θάλασσα, το σύνολο της οποίας εκτιμάται σε $4,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Παρακάτω παρουσιάζεται το εκτιμητικό υδρολογικό ισοζύγιο:

A. Εισροές

Σύνολο τροφοδοσίας κοίτης Ταυρωνιτη και υπογείων υδροφοριών : $31,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

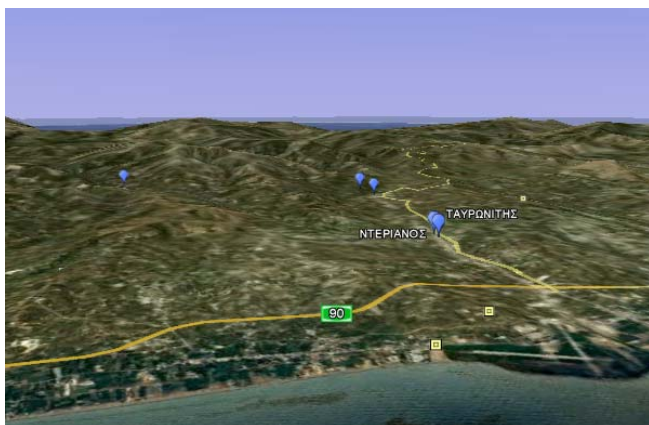
B. Εκροές

Επιφανειακή εκφορτιση συνόλου λεκάνης στην θάλασσα $26,90 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Υπόγεια εκφορτιση υδροφοριών λεκάνης στην θάλασσα $4,10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Σύνολο : $31,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Από τα δεδομένα του υδατικού ισοζυγίου, προκύπτει ότι υπάρχουν περιθώρια αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού.



Εικόνα 6.5: Χαρτης που παρουσιάζονται όλα τα σημεια δειγματοληψίας και φαινεται το σημειο εκβολης του ποταμου στην θαλασσια περιοχή του Ταυρωνιτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7Ο

7.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

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

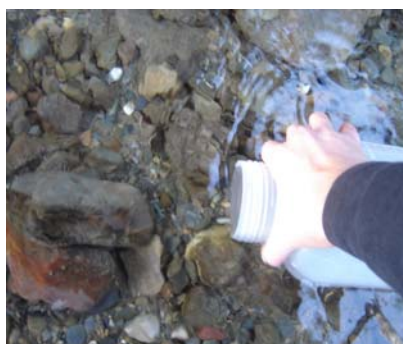
Επειδή συνήθως δεν είναι δυνατόν χρονικά, η ανάλυση να γίνει αμέσως μετά τη δειγματοληψία και παρεμβάλλεται κάποιο διάστημα από τη στιγμή της δειγματοληψίας μέχρι την ανάλυση, πρέπει με κάποιο τρόπο να διατηρηθεί η αρχική σύσταση του δείγματος. Γι' αυτό και ο συνηθέστερος τρόπος διατήρησης των δειγμάτων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

Την ημέρα της δειγματοληψίας ξεκινάμε τις πρώτες πρωινές ώρες. Από το χημικό εργαστήριο παίρνουμε τα μπουκάλια, τους δειγματολήπτες και το φορητό ψυγείο.

Τα μέρη δειγματοληψίας έχουν την σειρά :

1. Ταυρωνιτης
2. Ρουματιανος
3. Σεμπρενιωτης
4. Ντεριανος
5. Ντερες

Στα Ταυρωνιτη, Σεμπρενιωτη και Ντεριανο η συλλογή των δειγμάτων έγινε απευθείας με το μπουκάλι (βλ. *Εικόνα 7.1.1*), ενώ στον Ντερε και Ρουματιανο η συλλογή των δειγμάτων έγινε με τους κατάλληλους δειγματολήπτες κάθε φορά (βλ. *Εικόνα 7.1.2*).



Εικόνα 7.1.1: παραλαβή δείγματος απευθείας με το μπουκάλι.



Εικόνα 7.1.2: δειγματολήπτες

7.2 Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης

7.2.1 pH ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στη μέτρηση το pH είναι : το Πεχάμετρο HACH sensionTM156 (βλ.Εικόνα 5.2.1.) με ηλεκτρόδιο υάλου, το Θερμόμετρο για αυτόματη αντιστάθμιση, μαγνητικός αναδευτήρας, ποτήρι ζέσεως και απιονισμένο νερό.



Εικόνα7.2.1. pH –μετρο HACH sensionTM156

Πριν από κάθε μέτρηση, γίνεται βαθμονόμηση του πεχαμέτρου, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η βαθμονόμηση γίνεται σε δύο τουλάχιστον τιμές, μεταξύ των οποίων βρίσκεται το pH του δείγματος, οι οποίες απέχουν τρεις ή περισσότερες μονάδες pH μεταξύ τους.

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

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

7.2.2 ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ

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



Εικόνα 7.2.2.1 Θολερόμετρο Lovibond CR3210

Αρχικά ρυθμίζουμε το θολερόμετρο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Μετρούνται στο θολερόμετρο πρότυπα αιωρήματα που να καλύπτουν την περιοχή, η οποία μας ενδιαφέρει και ελέγχεται η αντιστοιχία των ενδείξεων του οργάνου με σειρά πρότυπων διαλυμάτων. Τα πρότυπα διαλύματα είναι 1, 10, 100 και 1000 NTU. Στη συνέχεια παίρνουμε τη κυψελίδα και τη γεμίζουμε με το δείγμα, τη πωματίζουμε και κρατώντας την πλέον από το καπάκι τη σκουπίζουμε ώστε να είναι καθαρή και την τοποθετούμε στον υποδοχέα του οργάνου.

Τέλος αναφέρουμε πως γίνεται η βαθμονόμηση του θολερομέτρου (Lovibond CR3210).

Πατήστε μαζί τα πλήκτρα MODE και ZERO TEST. Κατόπιν πατήστε το πλήκτρο

On/Off για 1 sec και αφήστε το. Κατόπιν αφήστε και τα πλήκτρα MODE και ZERO TEST.

Αναβοσβήνει η ένδειξη T1-CALL. Τοποθετείστε στον υποδοχέα της κυψελίδας το πρότυπο διάλυμα T1 (τιμή θολότητας 1 NTU) και κλείστε με το καπάκι.

Πατήστε το πλήκτρο ZERO TEST για να ληφθεί η μέτρηση. Αν η μέτρηση που

εμφανιστεί στην οθόνη δεν είναι ακριβώς 1 NTU διορθώστε την πατώντας τον πλήκτρο MODE για να αυξηθεί και το πλήκτρο ZERO TEST για να μειωθεί, έως ότου να φτάσει ακριβώς 1 NTU που είναι η τιμή που αντιστοιχεί στο διάλυμα T1.

Πατήστε το πλήκτρο On/Off για να αποθηκευτεί η τιμή του πρότυπου διαλύματος στη μνήμη του θολερόμετρου.

Επαναλάβετε τα βήματα 1-4 για να ολοκληρώσετε τη βαθμονόμηση χρησιμοποιώντας και τα άλλα 3 πρότυπα διαλύματα (T2, T3 και T4). Στο βήμα 2, όταν εμφανιστεί η ένδειξη T1- CAL. με το πλήκτρο MODE θα αλλάζετε την ένδειξη σε T2-CAL, (10 NTU), T3-CAL, (100 NTU) ή T4-CAL, (1000 NTU) αναλόγως με το πρότυπο διάλυμα που χρησιμοποιείτε.

Μέτρηση δείγματος

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

Εμφανίζεται η ένδειξη : t1

b. Με το πλήκτρο MODE επιλέγω το εύρος μέτρησης:

T1 ή T2 ή T3 ή T4

Εύρος μέτρησης T1: 0 -1 NTU

Εύρος μέτρησης T2: 1 -10 NTU
Εύρος μέτρησης T3: 10 -100 NTU
Εύρος μέτρησης T4: 100 - 1000 NTU

- Μία καθαρή και μη σκονισμένη κυψελίδα την ξεπλύνουμε με το δείγμα και τη γεμίζουμε μέχρι το όριο (Το δείγμα αφήνεται να ρέει κατά μήκος του τοιχώματος της κυψελίδας για να μην δημιουργηθούν φυσαλίδες, βλέπε σχόλιο 4). Κλείνουμε την κυψελίδα, την σκουπίζουμε με μαλακό χαρτί ή πανί και την βάζουμε στην θέση της. Κλείνουμε το καπάκι του θολερόμετρου. Πιέζουμε το πλήκτρο ZERO/TEST. Το σύμβολο μέτρησης αναβοσβήνει για 9 δευτερόλεπτα. Εμφανίζεται η ένδειξη του αποτελέσματος σε μονάδα θολότητας. Εφόσον η θερμοκρασία μέτρησης αποκλίνει περισσότερο από $\pm 3^{\circ}\text{C}$ από την θερμοκρασία κατά το τελευταίο καλιμπράρισμα, απαιτείται νέο καλιμπράρισμα.

Υποδείξεις οργάνου

- E01 : Απορρόφηση πολύ μεγάλη, μπορεί να οφείλεται σε λερωμένη υποδοχή δείγματος ή λυχνία μέτρησης
+ Err : δείγμα με θολότητα υψηλότερη του εύρους μέτρησης
E24 : το δείγμα δεν μπορεί να αξιολογηθεί
- Err : δείγμα με θολότητα κάτω του εύρους μέτρησης
LOBAT : μπαταρία 9 V να ανταλλαχθεί άμεσα, καμία περαιτέρω δυνατότητα μέτρησης.

7.2.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

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

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



Εικόνα 7.2.3.1 Αγωγιμόμετρο *HACH sessionTM156*

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

7.2.4 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (DO ΚΑΙ DO%)

Η μέτρηση του διαλυμένου οξυγόνου έγινε με την Ηλεκτροχημική μέθοδο. Το όργανο που χρησιμοποιήσαμε λέγεται Οξυγονόμετρο (*HACH sensionTM156*) (βλ. *Εικόνα 5.2.4.1*) και είναι το ίδιο που χρησιμοποιήσαμε για τη μέτρηση του pH και της αγωγιμότητας, μόνο που τοποθετούσαμε το κατάλληλο ηλεκτρόδιο κάθε φορά. Το ηλεκτρόδιο οξυγόνου αποτελείται από ένα σύστημα ηλεκτροδίου με άνοδο και κάθοδο, διαχωριζόμενο από το δείγμα με μια μεμβράνη, διαπερατή στο οξυγόνο.



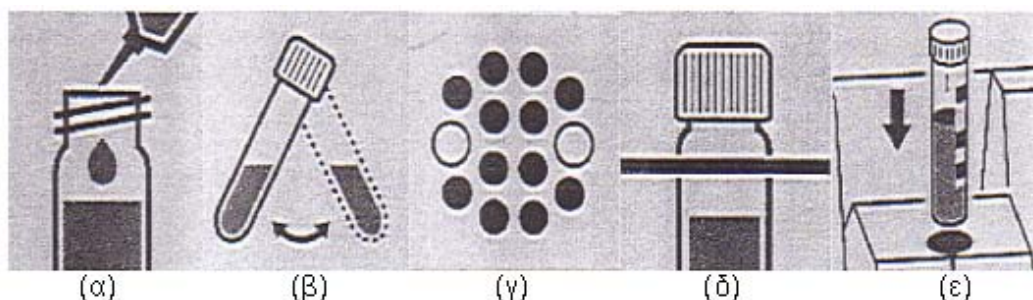
Εικόνα 7.2.4.1. HACH sensionTM156

Αρχικά ρυθμίζουμε το όργανο συμφωνά με τις οδηγίες του κατασκευαστή με απεσταγμένο νερό. Βαθμονομούμε το οξυγονόμετρο πριν από κάθε μέτρηση. Μεταφέρουμε ποσότητα δείγματος σε ποτήρι ζέσεως και στη συνέχεια καταβυθίζουμε το ηλεκτρόδιο του οξυγονομέτρου, ανακινώντας το ελαφρά μέσα στο νερό, ώστε να ληφθεί γρηγορότερα η μέτρηση. Καταγράφουμε την ένδειξη DO μαζί και τη θερμοκρασία. Τέλος πατάμε ένα πλήκτρο και μας εμφανίζεται η ένδειξη DO%.

2.5 ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD)

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

Προστίθεται στο τυποποιημένο φιαλίδιο, προσεκτικά, με πιπέτα, 3ml δείγματος, βιδώνεται το καπάκι και αναδεύεται καλά (προσοχή : το φιαλίδιο ζεσταίνεται πολύ κατά την ανάδευση και γι' αυτό το λόγω θα πρέπει να μην έρθει σε επαφή με το δέρμα).



Εικόνα 7.2.5.1 : Διαδικασία προετοιμασίας για την μέτρηση του C.O.D.

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



Εικόνα 7.2.5.2 : Θερμοαντιδραστήρας

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



Εικόνα 7.2.5.3 : πλέγμα στήριξης με τα φιαλίδια έτοιμα για μέτρηση COD.

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

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



Εικόνα 7.2.5.3 : Φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60*.

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

7.2.6 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (BOD)

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

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

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

Το δείγμα επωάζεται σε θερμοκρασία 20°C. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση της σκουρόχρωμης φιάλης σε θάλαμο ελεγχόμενης θερμοκρασίας καθώς το δείγμα αναδεύεται συνεχώς. Η ανάδευση πραγματοποιείται με την τοποθέτηση αναδευτήρα (5) μέσα στο δείγμα.

Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ένας υπερχειλιστής χωρητικότητας 428 ml.(4)



Εικόνα 7.2.6.1 : Ειδικός εξοπλισμός για την μέτρηση του BOD. Μπουκάλια (1), κεφαλές-ψηφιακοί αισθητήρες (2), θήκες από καουτσούκ (3), ογκομετρική φιάλη υπερχειλίσης όγκου 428 ml (4) μαγνητικές ράβδοι ανάδευσης (5).

Αρχικά, μετράτε το pH του δείγματος και ρυθμίζεται μεταξύ του 6,5 και 7,5 που είναι η καλύτερη τιμή pH για το test του BOD. Εάν το pH του δείγματος βρίσκεται εκτός αυτού του ορίου, θα προκύψουν χαμηλότερες τιμές BOD. Σ' αυτή τη περίπτωση θα πρέπει να ρυθμιστεί το pH του δείγματος εντός του ορίου. Στα δείγματα που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη εργασία, οι υψηλότερες τιμές pH ελαττώνονταν με τη προσθήκη H_2SO_4 0,1N. Χαμηλές τιμές pH μπορούν να διορθωθούν με προσθήκη διαλύματος $NaOH$ 0,1N.



Εικόνα 7.2.6.3: Σκουρόχρωμη φιάλη & Κεφαλή ψηφιακού αισθητήρα του B.O.D.

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

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

Για την εξασφάλιση ακριβών μετρήσεων πρέπει όλα τα εξαρτήματα να καθαρίζονται προσεκτικά μετά από κάθε χρήση, διαφορετικά τα παραμένοντα

βακτήρια ενδέχεται να αυξηθούν και να οδηγήσουν σε εσφαλμένες μετρήσεις. Τα μπουκάλια πρέπει να αδειάζονται και να ξεπλένονται αρκετές φορές με νερό βρύσης και μετά με απιονισμένο νερό. Το προσεκτικό πλύσιμο είναι απαραίτητο καθώς τα απορρυπαντικά και τα υπολείμματα οργανικών αντιδραστηρίων μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε λάθος μέτρηση. Τα πώματα από καουτσούκ και οι μαγνητικές ράβδοι ανάδευσης θα πρέπει να καθαρίζονται με παρόμοιο τρόπο.

Για να γίνει σωστή μέτρηση του BOD θα πρέπει η κεφαλή με τον ψηφιακό αισθητήρα BOD να τοποθετηθεί αρκετά σφιχτά έτσι ώστε το σύστημα να είναι αεροστεγώς κλεισμένο. Πατάμε ταυτόχρονα τα κουμπιά S και M για 2 δευτερόλεπτα μέχρι η οθόνη να δείξει 00. Μ' αυτόν τον τρόπο σβήνονται οι ήδη αποθηκευμένες τιμές. Τα κουμπιά S και M αφήνονται και η μέτρηση του BOD έχει ενεργοποιηθεί. Η φιάλη τότε τοποθετείται σε μια βάση στήριξης μέσα στο θερμοθάλαμο (βλ. *Εικόνα 7.2.6.1*) όπου επωάζεται στους 20°C καθώς αναδεύεται συνεχώς.



Εικόνα 7.2.6.3 : Επωαστικός θάλαμος και βάση στήριξης B.O.D φιαλών.

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

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

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

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

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

7.2.7 ΑΜΜΩΝΙΑΚΟ ΑΖΩΤΟ (NH₄⁺ - N)

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

Κατά τη διαδικασία μέτρησης με το *Ammonium reagent test MERCK 14752*, με χρήση σιφωνίου τοποθετούνται 5ml του εξεταζόμενου δείγματος σε δοκιμαστικό σωλήνα. Προστίθεται με τη βοήθεια ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας 0,6 ml το αντιδραστήριο NH₄-1B και ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδεύεται σε παλινδρομικό αναδευτήρα (*Minishaker MS2, IKA WORKS*). (Εικόνα 5.2.7.α.). Προστίθεται μια δόση του αντιδραστήριου NH₄-2B και ακολουθεί ανάδευση για να διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο. Ο σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για 5 min. Στη συνέχεια, προσθέτονται 4 σταγόνες του αντιδραστήριου NH₄-3B και ακολουθεί ξανά ανάδευση. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για ακόμη 5 min.

Για να μετρηθεί το Αμμωνιακό Αζωτο χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60* (Εικόνα 7.2.7.β.). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη 'measuring' κατά την οποία το μηχάνημα 'μετράει' το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη.



Εικόνα 7.2.7.α. Αναδευτήρας *Minishaker MERCK*

MS2, IKA WORKS

Spectroquant NOVA 60



Εικόνα 7.2.7.β. Φωτόμετρο

Η ανάλυση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Επίσης, τα πολύ θολά δείγματα θα πρέπει να φιλτράρονται, αλλιώς θα δώσουν ενδείξεις με σφάλματα. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις, οι κυψελίδες (Εικόνα 7.2.7.γ.) που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι απολύτως καθαρές.



Εικόνα 7.2.7.γ. Κυψελίδες 10mm (γυάλινη & πλαστική)

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

7.2.8 ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΖΩΤΟ (NO₃⁻ - N)

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

Κατά τη διαδικασία μέτρησης, χρησιμοποιώντας μία από τις δυο βαθμονομημένες σύριγγες που περιέχονται στο πακέτο, τοποθετούνται 4 ml του αντιδραστηρίου NO₃-1, σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Προστίθεται, με τη βοήθεια του ρυθμιζόμενου σιφωνίου ακριβείας, 0,5 ml δείγματος στον δοκιμαστικό σωλήνα, χωρίς να ακολουθήσει ανάδευση. Ακόμα, προσθέτουμε 0,5 ml του αντιδραστηρίου NO₃-2, χρησιμοποιώντας σιφόνι. Το φιαλίδιο ζεσταίνεται καθώς η αντίδραση είναι εξώθερμη. Ακολουθεί ανάδευση σε παλινδρομικό αναδευτήρα (*Minishaker MS2. IKA WORKS*) (βλ. *Εικόνα 5.2.7.α.*). Ο δοκιμαστικός σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 10 min. Έπειτα, το περιεχόμενό του μεταφέρεται με προσοχή σε ορθογώνια κυψελίδα των 10 mm για να μετρηθεί στο φωτόμετρο. Χρησιμοποιείται γυάλινη κυψελίδα λόγω της τοξικότητας των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιήθηκαν.

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

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

Το εύρος του test είναι 1,0 – 25,0 mg/L NO₃⁻ - N.

7.2.9 ΦΩΣΦΟΡΙΚΑ ΙΟΝΤΑ (PO₄⁻³ – P)

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

Κατά, τη διαδικασία μέτρησης, προσθέτονται 5 σταγόνες του αντιδραστηρίου P-1^A σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα και ακολουθεί ανάδευση σε παλινδρομικό αναδευτήρα (βλ. *Εικόνα 7.2.7.α.*) (*Minishaker MS2. IKA WORKS*). Κατόπιν, προστίθεται 1 δόση του αντιδραστηρίου P-2^A με το μπλε

μικροκουταλάκι. Ακολουθεί έντονη ανάδευση μέχρι διάλυσης του ιζήματος. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 5 min.

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

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

Το εύρος του test είναι $0,005 - 5,00 \text{ mg/L PO}_4^{3-} - P$.

Για τη διασφάλιση της ποιότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με $0,80 \text{ mg/L PO}_4^{3-} - P$ (*Spectroquant Combicheck 10*) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα.

7.2.10 ΘΕΙΙΚΑ ΙΟΝΤΑ SO_4

Για τη μέτρηση των θειικών ιόντων χρησιμοποιήθηκε ημιποσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit test. Με το σιφόνι παίρνουμε 2,5 ml δείγματος και το αδειάζουμε σε ένα κενό φιαλίδιο, στη συνέχεια προσθέτουμε 2 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^{-1} και ανακινούμε το φιαλίδιο. Στη συνέχεια βάζουμε 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο SO_4^{-2} , αναδεύουμε και το αφήνουμε στο υδατόλουτρο στους $40^{\circ} C$ για 5 min. Έπειτα προσθέτουμε 2,5 ml από το αντιδραστήριο SO_4^{-3} και αναδεύουμε. Στη συνέχεια φιλτράρουμε με απλό ηθμό όλο το περιεχόμενο σε νέο φιαλίδιο, και προσθέτουμε 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^{-4} και αναδεύουμε ξανά. Αφήνουμε το φιαλίδιο στο υδατόλουτρο στους $40^{\circ} C$ για 7 min. Τέλος για να μετρηθούν τα θειικά ιόντα χρησιμοποιούμε το φωτόμετρο *MERCK Spectroquant® NOVA 60* (βλ. *Εικόνα 7.2.7.β*). Ανοίγουμε το καπάκι για να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο όλου του συστήματος και στη συνέχεια μας ενημερώνει να τοποθετήσουμε το φιαλίδιο στην υποδοχή με την κατακόρυφη γραμμή να δείχνει την εγκοπή. Αφού τοποθετηθεί το φιαλίδιο στη θέση του, εμφανίζεται η ένδειξη *'measuring'* κατά την οποία το μηχάνημα μετράει το δείγμα και τέλος, εμφανίζει το αποτέλεσμα στην οθόνη.

Το εύρος του test είναι $25-300 \text{ mg/SO}_4$.

7.2.11 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

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

Τα υλικά και όργανα που χρησιμοποιήσαμε είναι τα εξής : δ/μα EDTA, 1 ταμπλέτα δείκτη *Eriochrome Black T*, 1 ml NH₃, κωνικές φιάλες των 250ml (Εικόνα 7.2.11.α.), προχοϊδα, σιφώνιο πληρώσεως 1ml, θάλαμος εξαερισμού.



Εικόνα 7.2.11.α. Κωνικές φιάλες των 250ml.

Για τον υπολογισμό της σκληρότητας χρησιμοποιούμε τον παρακάτω τύπο :

Σκληρότητα (EDTA) σε mg/L CaCO₃ = A x B x (1000/ml δείγματος)

Όπου, A: ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν

B: mg του CaCO₃ που περιέχονται σε 1ml EDTA

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

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

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

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

7.2.12 ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ

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

Ο εργαστηριακός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στη μέτρηση των ολικών στερεών είναι : Ποτήρια ζέσεως χωρητικότητας 100 mL, Φούρνος, Ξηραντήρας (βλ. *Εικόνα 7.2.12.α*), Ηλεκτρονικός Ζυγός (βλ. *Εικόνα 7.2.12.β*), τσιμπίδα.



Εικόνα 7.2.12.α Ξηραντήρας
Ηλεκτρονικός Ζυγός



Εικόνα 7.2.12.β

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

Τα ολικά στερεά υπολογίζονται από τη σχέση :
Ολικά στερεά ή ολικό στερεό υπόλειμα, mg/L : $(A-B) \cdot 1000/\text{ml}$ δείγματος
όπου : A, το βάρος του υπολείματος + βάρος κάψας
B, το βάρος της κάψας

7.2.13 ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ Cl-

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

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

Απιονισμένο νερό

Πρότυπο διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,01N : Διαλύθηκαν 1,659g AgNO_3 σε 500ml απεσταγμένο νερό. Μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη του λίτρου και αραιώθηκαν μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το διάλυμα διατηρείται σε σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη με εσμουρισμένο πώμα, σε θερμοκρασία δωματίου.

Δείκτης χρωμικού καλίου 2% : Διαλύονται 2,000g K_2CrO_4 σε 50ml απεσταγμένο νερό, μεταφέρονται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη των 100ml και

αραιώνονται μέχρι τη χαραγή της φιάλης.. το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία, προστατευόμενο από το φως.

Ανθρακικό ασβέστιο CaCO_3 : 0,5 gr CaCO_3 ξηραίνονται για 1 ώρα στους 105°C και τοποθετούνται σε ξηραντήρα για απορρόφηση της υγρασίας.

Με τη χρήση του σιφωνίου των 10ml μεταφέρονται σε κωνική φιάλη 25ml απιονισμένου νερού και 1ml δείκτη χρωμικού καλίου. Ποσοτικά μεταφέρονται 0,5g αποξηραμένου CaCO_3 και η φιάλη ανακινείται ελαφρά έως την τελική διάλυσή του. Το διάλυμα ογκομετράται με διάλυμα AgNO_3 μέχρι τελικού σημείου, όπου παρατηρείται αλλαγή του χρώματος από κίτρινο σε καστανέρυθρο. Σημειώνονται τα ml του AgNO_3 που καταναλώθηκαν. Η τιμή αυτή αποτελεί τον όγκο του AgNO_3 που καταναλώθηκε για το λευκό διάλυμα (μάρτυρας).

Με τη χρήση του σιφωνίου των 10ml μεταφέρονται σε κωνική φιάλη 25ml απιονισμένου νερού, 25ml δείγματος και 1ml δείκτη χρωμικού καλίου. Το δείγμα ογκομετράται με AgNO_3 μέχρι τελικού σημείου, όπου παρατηρείται αλλαγή του χρώματος από κίτρινο σε καστανέρυθρο. Σημειώνονται τα ml του AgNO_3 που καταναλώθηκαν.

Υπολογισμός : Χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος :

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

όπου, A : ml δ/τος νιτρικού αργύρου AgNO_3 που χρησιμοποιήθηκαν για το δείγμα

B : ml δ/τος νιτρικού αργύρου που AgNO_3 χρησιμοποιήθηκαν για το λευκό (B=0,3 mL)

N : η κανονικότητα του δ/τος του νιτρικού αργύρου AgNO_3 (N=0,01)

C : όγκος δείγματος σε ml (C=25 mL)

7.2.14 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 για 22 – 24 ώρες.

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηρίων και ολικών κολοβακτηρίων είναι : αντλία κενού (*Buchi Vac® V-500*), (βλ. *Εικόνα 7.2.14.1*), μαγνητική χοάνη διήθησης 300ml (*Pall*) (βλ. *Εικόνα 5.2.14.2*), μεταλλική λαβίδα με στρογγυλεμένα άκρα, πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου 1 – 10 ml, ογκομετρικοί κύλινδροι, ηθμοί κυταρίνης με μέγεθος ανοίγματος 0,45 μm (*Whatman*) για τη συγκράτηση των κολοβακτηριδίων, (βλ. *Εικόνα 7.2.14.3*), θάλαμοι επώασης (*G®-Cell 075*) και (*Heraeus kentro UB6*) ρυθμισμένοι σε θερμοκρασία $44,5^\circ\text{C}$ και 35°C αντίστοιχα, και αποστειρωμένα τρυβλία *Petri* 50mm με αποστειρωμένες απορροφητικές βάσεις διαμέτρου 47mm.



Εικόνα 7.2.14.1 : Αντλία κενού (Buchhi Vac® V-500)
μαγνητική

& μαγνητική χοάνη διήθησης
διήθησης 300ml



Εικόνα 7.2.14.2 :

χοάνη

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

Προετοιμασία θρεπτικού υλικού

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

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

Προετοιμασία θρεπτικών υποστρωμάτων για μέτρηση εντερόκκοκων.

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

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



Εικόνες 7.2.14.3 α,β : ηθμοί κυταρρίνης με μέγεθος ανοίγματος 0,45 μm (Whatman)

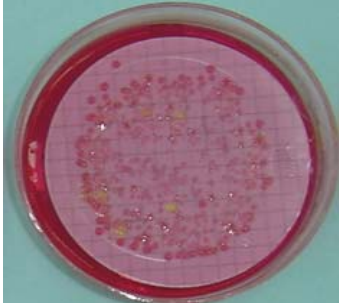
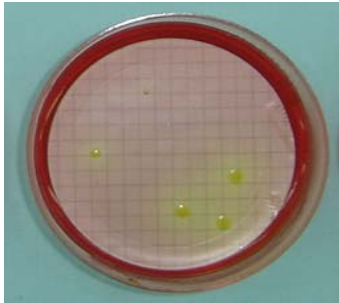
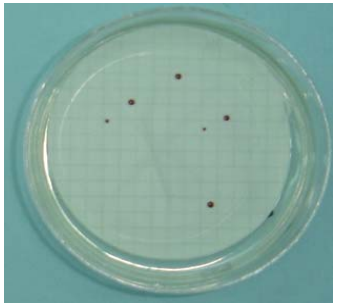
Ανοίγεται η αντλία κενού και διηθείται πρώτα ένα δείγμα (100ml) απιονισμένου νερού. Όταν έχει περάσει όλο το δείγμα του απιονισμένου νερού από το φίλτρο και το φίλτρο έχει στεγνώσει, διακόπτεται η διήθηση και το φίλτρο τοποθετείται προσεκτικά πάνω στο ανάλογο θρεπτικό υλικό του τρυβλίου. (ΠΡΟΣΟΧΗ : το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

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



Εικόνα 7.2.14.4 : Εικόνα θάλαμος επώασης

Τα ολικά κολοβακτήρια (Total Coliforms) καθώς και τα κοπρανώδη κολοβακτήρια (*E. coli*) δημιουργούν αποικίες κίτρινου χρώματος, ενώ οι εντερόκοκκοι (*S. faecalis*) εμφανίζουν κόκκινο χρώμα (Εικόνα 7.2.14.5). Οπότε σε κάθε περίπτωση μετράμε μόνο τις αποικίες που μας ενδιαφέρουν. Στα δείγματα που δεν έγινε αραιώση, το αποτέλεσμα εκφράζεται σε αριθμό αποικιών / 100ml (ποσότητα δείγματος που διηθούνταν κάθε φορά). Στα δείγματα όμως που έγιναν αραιώσεις, εκφράζουμε το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των αποικιών που μετρήσαμε με την αραιώση που έγινε.

Total Coliforms	Ecoli	S. Faecalis
		

Εικόνα 7.2.14.5 : Αποικόνιση αποικιών των Total Coliforms των Ecoli και των S. Faecal σε πετρί

Κεφαλαίο 9^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, για τον έλεγχο ρύπανσης σε όλες τις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκε συλλογή νερού. Υπάρχει μία συνολική ευθύνη για την μόλυνση των υδάτων, καθώς και ο δήμος θα πρέπει να παρακολουθούν αν διοχετεύονται λύματα σ' αυτά, αλλά και οι κάτοικοι θα πρέπει να προσέχουν. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό ν' αποφεύγεται η ρίψη σκουπιδιών ή η διαρροή λυμάτων κοντά στις όχθες του ποταμού, γιατί οι καταστάσεις αυτές επιβαρύνουν τον υδροφόρο ορίζοντα και σ' επόμενη φάση επιβαρύνουν και την παράκτια ζώνη, δηλαδή περιοχές τις οποίες επισκέπτονται λουόμενοι, στις οποίες εκβάλλουν οι ποταμοί. Κάθε φορά θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα, ώστε να διατηρηθεί αυτό το φυσικό αγαθό.

Οι όποιες μολύνσεις των υδάτων λοιπόν, οφείλονται σε διάφορες πηγές ρύπανσης, όπως έντονη αγροτική δραστηριότητα στη περιοχή (γεωργική ή ζωική), βιομηχανικές δραστηριότητες (μύλοι ελιών, οινοποιεία, γεωργικά εργοστάσια κλπ.) και πιθανή ρίψη σκουπιδιών ή η διαρροή λυμάτων κοντά στις όχθες του ποταμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Καλημερη Μαρία , πτυχιακή εργασία 2004, <<Ποιοτικός έλεγχος των υδατων των ποταμών Κοιλιαρη και Ταυρωνιτη>>, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης
2. Ζανάκη Κ., 2001, *Έλεγχος Ποιότητας Νερού* , Εκδόσεις "ΙΩΝ".
3. Κουϊμτζή Θ., Φυτιάνου Κ., Σαμαρά Κ. – Κωνσταντίνου, 1998, *Χημεία Περιβάλλοντος*, Εκδόσεις University Studio Press.
4. Μαλεφάκη Γιάννη, 1999, *Ποιότητα Νερού – Μεγαλοστοιχεία & Ιχνοστοιχεία στα νερά, στα εδάφη, στα φυτά, στα ζώα και στον άνθρωπο.*
5. Σταυρουλάκης Γ., 2006, Εγχειρίδιο εργαστηρίου – *Τεχνολογία Ελέγχου Ποιότητας Νερού*, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης.
6. Τσιούρης Σωτήριος Ε., 2001, *Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος*, Εκδόσεις Γαργατάνη.
7. [Δρετάκης, Μ., 1999: Η ορνιθοπανίδα των μικρών υδροτόπων: Ένα εργαλείο για την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Η περίπτωση της λίμνης Αγίας Χανίων. Αναφορά σε σεμινάριο επιμόρφωσης εκπαιδευτικών της .ιεύθυνσης .ευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Χανίων.]
8. [Οργανισμός Ανάπτυξης .ιτικής Κρήτης, Πανεπιστήμιο Κρήτης / Τμήμα Βιολογίας, Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, Κοινότητα Βάθης Χανίων, Κοινότητα Γραμβούσας Χανίων, Κοινότητα Αγίας Χανίων, Κοινότητα Γεωργιούπολης Χανίων & Κοινότητα Ασώματος Ρεθύμνου, 1998 Πρόγραμμα: Life .ιτικής Κρήτης «.ιαχείριση και προστασία απειλούμενων βιοτόπων της δυτικής Κρήτης με οικοτόπους και είδη προτεραιότητας» Life Contract B4-3200/95/850, Commission of the European Communities DG XI.]
9. [Περιφέρεια Κρήτης, Παπαθεοδώρου, Φ. & Συνεργάτες, 1994: Τεχνικοοικονομική μελέτη έργων για την προστασία της λίμνης Αγίας και ανάδειξη του βιοτόπου της
10. [Οικονομίδου, Ε. & Συνεργάτες, 1988: Εντοπισμός και μελέτη των υδροβιοτόπων και άλλων σημαντικών για την ορνιθοπανίδα βιοτόπων της Κρήτης. Τελική Έκθεση τεύχος 1. Πανεπιστήμιο Πάτρας. Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και .ημοσίων Έργων.]
11. [Ζαλίδης, Χ. Γ. & Α. Λ. Μαντζαβέλας (Συντονιστές Έκδοσης), 1994. Απογραφή ελληνικών Υγρότοπων ως φυσικών πόρων (Πρώτη Προσέγγιση). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγρότοπων (ΕΚΒΥ). xviii + 587 σελ.]
12. [Dafis S., Eva Papastergiadou, K. Georghiou, D. Babalonas, T. Georgiadis, Maria Papageorgiou, Thalia Lazaridou & Vasiliki Tsiaoussi. 1996. Directive 92/43/Eec The Greek "Habitat" Project Natura 2000: An Overview. Life Contract B4-3200/94/756, Commission of the European Communities DG XI, The Goulandrís Natural History Museum – Greek Biotope/Wetland Centre. 917 p.]
13. . Μαραγκού Π. και Μάντζιου .. 2001.Ελληνικοί Υγρότοποι: Παρόν και Μέλλον. WWF Ελλάς.
14. [Malakou, M. & Katsadorakis, G., 1992. Past and present situation of the wetlands of Crete with special reference to their birds. *Biologia Gallo-Hellenica* 19 (2): 59-72 (143-156).
15. [Οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21. 5. 1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας (Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων , Αριθ. L206/7/1992)

- www.rivernet.gr
- www.eclass.ekby.gr
- www.mineuv.gr
- www.ekby.gr/ekby/el/Greek_Wetlands_main_el.html.
- Νερό, [<http://livepedia.gr/index.php/%CE%9D%CE%B5%CF%81%CF%8C>]
- Νομοθετικό πλαίσιο διαχείρισης των υδάτινων πόρων,
- [http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/1280002b_el.htm]
- Ποιότητα επιφανειακών νερών ,
- [<http://stamoulis.gr/ViewShopProduct.aspx?ProductId=382349>]
- Πηγές ρύπανσης, [<http://watersave.gr/site/content/view/20/35/>]
- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Χαλκίδας.
[<http://www.deyax.org.gr>]
- Διαχείριση αποβλήτων ελιάς,
http://www.ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1086&Itemid=82
- (<http://www.chaniaperf.gr/synedrio/%CE%95%CE%99%CE%A3%CE%97%CE%93%CE%97%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3/5th%20sinedria/patrelakis.doc>)
- <http://www.asda.gr/gym8per/Programes/water/water6.htm>
- www.google.earth.com