



**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΣΕ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000. Η ΛΙΜΝΗ ΑΓΥΙΑΣ»**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καστρουνή Μαρία-Ελένη

ΧΑΝΙΑ 2009



**«ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΣΕ
ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000.Η ΛΙΜΝΗ ΤΗΣ ΑΓΥΙΑΣ.»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καστρουνή Μαρία-Ελένη

Επιβλέπων :

**Δρ Γ Σταυρουλάκης
Καθηγητής**

Επιτροπή Αξιολόγησης :

**Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης**

**Μαυροκεφαλίδου Ελένη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης**

Ημερομηνία παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 30

TITLE: EVALUATION OF HUMAN AGGRAVATION IN NATURA 2000 REGIONS. THE LAKE OF AGIA

ABSTRACT

The geological morphology of the country and the half dry climate in a large part of the country, constitute favorable creation circumstances for plenty of small hydrological basins with small lakes in Greece. Most of the lakes are located in the north western region of the country where the rainfalls of the country overcome the 100mm annually. The 56 natural lakes in Greece cover area of 30% (600km) approximately, by the total of the internal superficial water have surface larger than 40km², whereas only 3 overcome 50 in depth.

The superficial water sources in Greece, service human consumption and watering purposes, hydroelectric energy of the production, industrial usages, fishery and entertainment activities. Furthermore, many lakes cover international importance's wetlands (protected by Ramsar). But the highly sediment genesis rates that are boosted by the extensive corrotion of the soil because of the deforestation, have diminished the bulk of lakes impressively. Moreover, the rural, urban and industrial disposals have changed the consistence of the superficial water and limited its usage (Skoulidis Et al 1998). Issue of the current project is the hydrological study of the basin of Agia, which consists part of the main hydrological basin of Keriti, in Chania Prefecture. This particular region was chosen because it appears a great concern regarding to its opulent hydration.

The majority of drillings, pits and sources of Chania Prefecture are in the area Agia region, by which the City of Chania and the round areas are supplied. In the area of the lake, sample collections were held in three different spots for observation, writing down and data evaluation for the water quality.

The study of this particular research is focused on the aggravation and abasement of the lake by humanity factors, rural, industrial or urban disposals that were enriched by nutritional ingredients and as well as rural extensive areas flows. The data that is presented in this particular project include time period from November 2005 up to May 2007. The highlights that were taken part in the sample collections are the Overflowing, Incoming Flow Bridge and Platan Incoming Flow.

The livable manipulation and protection of the superficial water and their usages in order to proceed the data existence by constant writing down of the water and lakes quality, and assessment of place and time changes, it is considered to be extremely essential. Great attention is required in areas of the network "Natura 2000", so as the natural wealth of the region to be protected. Such a "Natura 2000" region, the Agia Lake (EKBY "Agia Lake – code 434376000") which belongs to the artificial lakes of the country (OADYK, 1998), is in need of a constant observation and protection, as it shown by the results of the current research, during which, an effort is being made to define the water qualitative characteristics of the Agia Lake and season's changes causes, and also in order to find the possible spot for the observation.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛΙΔΑ
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	10
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΛΙΜΝΗ	11
1.3 ΠΩΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΚΑΝ ΟΙ ΛΙΜΝΕΣ	11
1.4 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΛΙΜΝΗ	11
1.5 ΠΥΘΜΕΝΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	12
1.5.1 ΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ	12
1.5.2 ΥΠΟΠΑΡΑΛΙΑΚΗ ΖΩΝΗ	12
1.5.3 ΒΑΘΙΑ ΖΩΝΗ	12
1.5.4 ΠΕΛΑΓΙΚΗ ΖΩΝΗ	12
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	13
2.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΝΕΡΟΥ	13
2.2 ΡΥΠΑΝΣΗ	13
2.3 ΜΟΛΥΝΣΗ	13
2.4 ΑΜΕΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	13
2.5 ΕΜΜΕΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	13
2.6 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ	14
2.7 ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	15
2.8 ΚΥΚΛΟΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΦΥΣΗ	15
2.9 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΝΕΡΟΥ	15
2.10 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΛΙΜΝΕΣ	15
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	17
3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	17
3.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΛΙΜΝΑΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	17
3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	17
3.4 ΑΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΙΣ ΛΙΜΝΕΣ	18
3.5 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	18
3.5.1 ΦΩΣ	18
3.5.2 ΧΡΩΜΑ	18
3.5.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	19
3.5.4 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ	20
3.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ	20
3.7 ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	21
3.7.1 ΟΞΥΓΟΝΟ	21
3.7.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ	24
3.7.3 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (BOD)	24
3.7.4 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	25
3.7.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ	26
3.7.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ	27
3.7.7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	27
3.7.8 ΑΝΙΟΝΤΑ	28
3.7.9 ΑΛΟΓΟΝΑ, ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ	28
3.7.10 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΜΟΡΦΕΣ ΧΛΩΡΙΟΥ	28
3.7.11 ΘΕΙΟ	28
3.7.12 ΑΖΩΤΟ	29

3.7.13 ΦΩΣΦΟΡΟΣ	29
3.7.14 ΚΑΤΙΟΝΤΑ	31
3.7.15 ΑΛΚΑΛΙΚΑ ΚΑΙ ΑΛΚΑΛΙΝΟ-ΓΕΩΔΗ	31
3.7.16 ΑΣΒΕΣΤΙΟ	31
3.7.17 ΑΛΑΤΑ	32
3.7.18 ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ	32
3.8 ΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	33
3.8.1 ΠΛΑΓΚΤΟ	33
3.8.2 ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟ	33
3.8.3 ΖΩΟΠΛΑΓΤΟ	34
3.9 ΔΟΜΗ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ	34
3.10 ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	34
3.11 ΤΡΟΦΙΣΜΟΣ	35
3.12 ΟΛΙΓΟΤΡΟΦΙΣΜΟΣ	35
3.13 ΜΕΣΟΤΡΟΦΙΣΜΟΣ	35
3.14 ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ	35
3.15 ΑΜΕΣΕΣ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ	36
3.16 Η ΔΙΑΔΟΧΗ ΤΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΜΕ ΤΟΝ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟ	37
3.17 Ο ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΙΑΙΑΣ ΔΙΑΔΟΧΗΣ	38
3.18 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ	41
3.19 ΜΟΛΥΝΣΗ ΝΕΡΩΝ	42
3.20 ΥΦΑΛΜΥΡΥΝΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	42
3.21 ΜΕΡΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΝΕΡΩΝ	42
3.21.1 Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΜΙΑΣ ΛΙΜΝΗΣ	42
3.21.2 Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΜΙΑΣ ΛΙΜΝΗΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ	42
3.21.3 Η ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΤΗΣ ΜΙΝΑΜΑΤΑ	43
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</u>	44
4.1 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ	44
4.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΛΙΜΝΩΝ	44
4.3 ΒΑΚΤΗΡΙΑ	44
4.4 ΑΕΡΟΒΙΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ	44
4.5 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ	45
4.6 ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΟΥΝ	47
4.7 ΜΥΚΗΤΕΣ	47
4.8 ΠΡΩΤΟΖΩΑ	47
4.9 ΙΟΙ	47
4.10 ΦΥΚΟΙ	47
4.11 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ	48
4.12 ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ	48
4.13 E.COLI	48
4.14 ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΟΙ	49
4.15 CL.PERFIGENS	49
4.16 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΥΛΗ	49
4.17 ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	50
4.18 ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΜΕ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ	50
4.19 ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ	50
4.19.1 ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ	50
4.19.2 ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ	50

4.19.3 ΒΙΟΜΕΤΑΦΟΡΑ	51
4.19.4 ΒΙΟΜΕΓΕΝΘΥΝΣΗ	51
4.20 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	51
4.21 ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	51
4.22 ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	52
4.23 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	52
4.24 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΗ	52
4.25 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	52
4.26 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ	52
4.26.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗΒΙΟΚΤΟΝΩΝ	52
4.26.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ	53
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</u>	54
5.1 Η ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	54
5.2 Η ΟΔΗΓΙΑ 92/43/ ΕΟΚ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000	56
5.2.1 Η ΟΔΗΓΙΑ 92/43/ΕΟΚ	56
5.2.2 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000	56
5.3 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	57
5.4 Η ΟΔΗΓΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΤΗΝΑ 79/409/ΕΟΚ	57
5.5. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	58
5.5.1 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	58
5.6 ΣΥΜΒΑΣΗ ΡΑΜΣΑΡ	59
5.6.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΒΑΣΗ RAMSAR	59
5.6.2 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΒΑΣΗ ΡΑΜΣΑΡ	59
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</u>	61
6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	61
6.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ	61
6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	62
6.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	62
6.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	63
6.5 ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ	63
6.6 ΛΟΙΠΗ ΠΑΝΙΔΑ	63
6.7 ΧΛΩΡΙΔΑ	64
6.8 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	64
6.8.1 ΓΕΝΙΚΑ	64
6.8.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	64
6.8.3 ΥΓΡΑΣΙΑ	66
6.8.4 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	66
6.8.5 ΑΝΕΜΟΙ	67
6.8.6 ΝΕΦΩΣΗ-ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ-ΟΜΙΧΛΗ	67
6.9 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	68
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</u>	70
7.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	70
7.1.1 ΓΕΝΙΚΑ	70
7.2 ΒΑΣΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	70
7.3 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΑΠΟ ΛΙΜΝΕΣ ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	70
7.5 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	71
7.5.1 ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ	71
7.5.2 ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	71
7.5.3 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	71

7.5.4	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	71
7.5.5	ΘΟΛΕΡΟΜΕΤΡΟ Ή ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΟ	71
7.5.6	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	72
7.5.7	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑΣ, ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ ΑΠΟ 40 NTU	72
7.5.8	ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑΣ, ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΑΠΟ 40 NTU	72
7.6	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	72
7.6.1	ΓΕΝΙΚΑ	72
7.6.2	ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	72
7.6.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	72
	ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	73
7.6.4	Ph	73
7.6.5	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	73
7.6.6	ΗΛΕΚΤΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ	73
7.6.7	ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	73
7.6.8	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	73
7.6.9	ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΕΘΟΔΟΥ	74
7.6.10	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	74
7.6.11	ΠΕΧΑΜΕΤΡΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΤΥΠΟΥ Ή ΦΟΡΗΤΟ ΓΙΑ	74
7.6.12		74
7.6.13		74
7.6.14	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	74
7.6.15	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	75
7.7	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ	75
7.7.1	ΓΕΝΙΚΑ	75
7.7.2	ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	75
7.7.3	ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	76
7.7.4	ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟ ΝΕΡΟ	76
7.7.5	ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΚΑΛΙΟΥ	76
7.7.6	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	76
7.7.7	ΑΓΩΓΙΜΟΜΕΤΡΟ	76
7.7.8	ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	76
7.7.9	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ	76
7.8	ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ	76
7.8.1	ΓΕΝΙΚΑ	76
7.8.2	ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ	77
7.8.3	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ EDTA	77
7.8.4	ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	77
7.8.5	ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ	77
7.8.6	ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	78
7.8.7	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	78
7.8.8	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	78
7.8.9	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	78
7.9	ΣΤΕΡΕΟ Ή ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ	78
7.9.1	ΓΕΝΙΚΑ	78
7.9.2	ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ 103-105°C (TOTAL SOLIDS Ή T.S)	79
7.9.3	ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	79
	ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	79
	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	79
7.9.5	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ	79
	ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	80
7.10	ΑΜΜΩΝΙΑ (NH ₄ ⁺ - N)	80

7.10.1 ΓΕΝΙΚΑ	80
7.10.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	80
7.11 ΝΙΤΡΙΚΑ ΙΟΝΤΑ (NO ₃ ⁻)	80
7.11.1 ΓΕΝΙΚΑ	80
7.11.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	81
7.12 ΦΩΣΦΟΡΟΣ (PO ₄ -P)	81
7.12.1 ΓΕΝΙΚΑ	81
7.12.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	82
7.13 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ	82
7.13.1 ΓΕΝΙΚΑ	82
7.13.2 ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	83
7.13.3 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	83
7.13.4 ΡΥΘΜΙΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ	83
7.13.5 ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ	83
7.13.6 ΕΙΔΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΕΙΣ	83
7.14 ΧΛΩΡΙΟ Cl ⁻	83
7.14.1 ΓΕΝΙΚΑ	83
7.14.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥ	84
7.14.3 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	84
7.14.4 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	84
7.14.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	84
7.14.6 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	84
7.14.7 ΝΕΡΟ ΑΠΑΛΛΑΓΜΕΝΟ ΙΟΝΤΩΝ ΧΛΩΡΙΟΥ, ΔΙΣΑΠΟΣΤΑΓΜΕΝΟ Ή ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟ	85
7.14.8 ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥ AgNO ₃ 0.0141N	85
7.15 ΘΕΪΙΚΑ ΙΟΝΤΑ SO ₄ ⁻	85
7.15.1 ΓΕΝΙΚΑ	85
7.15.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	85
7.16 ΑΣΒΕΣΤΙΟ	86
7.16.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	86
ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	86
7.17 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ - B.O.D	86
7.17.1 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ	86
7.17.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	88
7.18 ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ (COD)	89
ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	89
7.19 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	89
7.20 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ-ΜΕΤΡΗΣΗΣ	89
7.21 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	89
7.22 ΔΙΗΘΗΣΗ	90
7.24 ΕΠΩΑΣΗ	90
7.25 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΙΚΙΩΝ	90
7.26 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	91
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	92
ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ	93
ΣΧΗΜΑ 8.1	93
ΣΧΗΜΑ 8.2	93
ΣΧΗΜΑ 8.3	94
ΣΧΗΜΑ 8.4	95
ΣΧΗΜΑ 8.5	96

ΣΧΗΜΑ 8.6	97
ΣΧΗΜΑ 8.7	98
ΣΧΗΜΑ 8.8	99
ΣΧΗΜΑ 8.9	100
ΣΧΗΜΑ 8.10	101
ΣΧΗΜΑ 8.11	102
ΣΧΗΜΑ 8.12	103
ΣΧΗΜΑ 8.13	104
ΣΧΗΜΑ 8.14	105
ΣΧΗΜΑ 8.15	106
ΣΧΗΜΑ 8.16	107
ΣΧΗΜΑ 8.17	108
ΣΧΗΜΑ 8.18	109
ΣΧΗΜΑ 8.19	110
ΣΧΗΜΑ 8.20	111
ΣΧΗΜΑ 8.21	112
ΣΧΗΜΑ 8.22	113
ΣΧΗΜΑ 8.23	114
ΣΧΗΜΑ 8.24	115
ΣΧΗΜΑ 8.25	116
ΣΧΗΜΑ 8.26	117
ΣΧΗΜΑ 8.27	118
ΣΧΗΜΑ 8.28	119
ΣΧΗΜΑ 8.29	120
ΣΧΗΜΑ 8.30	121
ΣΔΧΗΜΑ 8.31	122
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9	124
9.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10	127
10.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΛΙΜΝΗ	127

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωλογική μορφολογία της χώρας και το ημίξηρο κλίμα σε μεγάλο μέρος της χώρας αποτέλεσαν τις ευνοϊκές συνθήκες δημιουργίας στην Ελλάδα πλήθους μικρών υδρολογικών λεκανών με μικρές λίμνες. Οι περισσότερες λίμνες βρίσκονται στη βόρεια δυτική περιοχή της χώρας όπου οι βροχοπτώσεις ξεπερνούν τα 100 mm ετησίως. Οι 56 φυσικές λίμνες στην Ελλάδα καταλαμβάνουν έκταση περίπου 30% (600 Km) από το σύνολο των επιφανειακών εσωτερικών υδάτων της χώρας ενώ οι τεχνητές λίμνες καλύπτουν το 17%. Μόλις 7 λίμνες έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη από 40 Km², ενώ μόνο τρεις ξεπερνούν σε βάθος τα 50m.

Οι πηγές επιφανειακού νερού στην Ελλάδα εξυπηρετούν τους σκοπούς ανθρωπίνης κατανάλωσης και άρδευσης, την υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας, τις βιομηχανικές χρήσεις, την αλιεία και τις δραστηριότητες αναψυχής. Επιπλέον, πολλές λίμνες καταλαμβάνουν υγροτόπους διεθνούς σημασίας (προστατευόμενα από τη σύμβαση Ramsar). Όμως οι υψηλοί ρυθμοί ιζηματογένεσης, που ενισχύονται από την εκτενή εδαφολογική διάβρωση λόγω της αποδάσωσης, έχουν μειώσει εντυπωσιακά τον όγκο των λιμνών. Επιπλέον, τα γεωργικά, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα έχουν μεταβάλει τη σύσταση του επιφανειακού νερού και έχουν περιορίσει τη χρήση του. Αντικείμενο της παρούσης εργασίας είναι η υδρολογική μελέτη της υπολεκάνης της Αγυιάς, η οποία αποτελεί τμήμα της κύριας λεκάνης του Κερίτη του νομού Χανίων. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη περιοχή λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος που παρουσιάζει όσον αφορά την πλούσια υδροφορία της. Στην περιοχή της Αγυιάς βρίσκεται η πλειοψηφία των γεωτρήσεων, πηγαδιών και πηγών του νομού Χανίων, από τις οποίες τροφοδοτείται η πόλη των Χανίων και οι γύρω περιοχές. Στην περιοχή της λίμνης πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε τρία διαφορετικά σημεία, για την παρατήρηση, καταγραφή και αξιολόγηση δεδομένων για την ποιότητα των νερών. Η μελέτη της συγκεκριμένης έρευνας εστιάζεται στην επιβάρυνση και υποβάθμιση της λίμνης από ανθρωπογενείς παράγοντες, από αγροτικά, βιομηχανικά ή αστικά λύματα αποβλήτων που εμπλουτίστηκαν με θρεπτικά συστατικά, καθώς και από απορροές γεωργικών εκτάσεων. Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία περιλαμβάνουν την περίοδο Νοέμβριο του 2005 έως τον Μάιο του 2007. Τα σημεία του μέγιστου ενδιαφέροντος όπου έλαβαν μέρος οι δειγματοληψίες είναι η Υπερχείλιση, η Εισροή Πλατάνου και η Εισροή Γέφυρας.

Προκειμένου, λοιπόν να προχωρήσει η βιώσιμη διαχείριση και προστασία επιφανειακών υδάτων και χρήσεων τους, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική η ύπαρξη δεδομένων από συνεχείς καταγραφές της ποιότητας των νερών των λιμνών και η αξιολόγηση των χωρικών και χρονικών μεταβολών τους. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται σε περιοχές του δικτύου «Φύση 2000» προκειμένου να προστατευτεί ο φυσικός πλούτος της περιοχής. Μια τέτοια περιοχή του δικτύου «Φύση 2000» η λίμνη Αγυιάς (EKBY «ΛΙΜΝΗ ΑΓΥΙΑΣ-Κωδικός 434376000»), η οποία ανήκει στις τεχνητές λίμνες της χώρας (ΟΑΔΥΚ, 1998), έχει ανάγκη συνεχούς παρακολούθησης και προστασίας όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας στην διάρκεια της οποίας γίνεται προσπάθεια να προσδιοριστούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού της λίμνης της Αγυιάς και τα αίτια των εποχικών μεταβολών τους καθώς και να εντοπιστούν τα πιθανά σημεία επιβάρυνσης. {7}

1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΛΙΜΝΗ

Ως λίμνη ορίζεται η μικρή ή μεγάλη υδάτινη μάζα με γλυκό, υφάλμυρο ή και αλμυρό νερό, που βρίσκεται συνήθως σε μία κλειστή γεωλογική λεκάνη στην επιφάνεια της γης, χωρίς να έχει άμεση επικοινωνία με τη θάλασσα. Η ελεύθερη επιφάνεια των λιμνών δεν παρουσιάζει μια μέση σταθερή στάθμη, γιατί εξαρτάται από την έκταση και τη χωρητικότητα της λίμνης, από τις παροχές των ποταμών και των πηγών και κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες. Λίμνη, κατά την επιστημονική έννοια του όρου, είναι μία μάζα φυσικού νερού οποιοδήποτε μεγέθους ή βάθους ή αλατότητας και αν είναι, με άμεση ή έμμεση σύνδεση ή χωρίς σύνδεση με τη θάλασσα. Έτσι, στις λίμνες περιλαμβάνονται τόσο οι λιμνοθάλασσες και οι εσωτερικές λίμνες, όσο και οι υδατοσυλλογές για ιχθυοτροφική ή άλλη χρήση.

Ο τρόπος γένεσης μίας λίμνης έχει καθοριστικό ρόλο στα έμβια όντα που θα εγκατασταθούν και αναπτυχθούν σε αυτήν καθώς και στην μετέπειτα εξέλιξή της. Αρχική προϋπόθεση για να γεννηθεί μία λίμνη είναι να σχηματιστεί μία ύφεση στην επιφάνεια της

γης με όχθες αρκετά υψηλές ώστε να μπορεί να συγκρατηθεί νερό. Υφέσεις σχηματίζονται από τρεις κατηγορίες διεργασιών. Πρώτον κατασκευαστικές διεργασίες που προκαλούν ενεργό σχηματισμό οχθών. Δεύτερον, καταστροφικές διεργασίες που προκαλούν εκβάθυνση μιας επίπεδης περιοχής. Και τρίτον, φραγματικές διεργασίες που σε προϋπάρχουσα μικρή ύφεση δημιουργούν φυσικό φράγμα ώστε να εμποδίζεται η εκροή των νερών που εισρέουν. {6}

1.3 ΠΩΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΚΑΝ ΟΙ ΛΙΜΝΕΣ

Η δημιουργία των λιμνών σχετίζεται με γεωλογικά φαινόμενα που συνέβησαν κατά την περίοδο των παγετώνων ή τις περιόδους των ισχυρών τεκτονικών και ηφαιστειακών δράσεων, με αποτέλεσμα η κατανομή τους στην επιφάνεια της γης να είναι ανομοιόμορφη. Αν και οι λίμνες εμφανίζονται στη διάρκεια της ζωής του πλανήτη και φαίνονται σε μας ως μόνιμοι σχηματισμοί της επιφάνειας της γης, στην ουσία όμως είναι γεωλογικά προσωρινοί. Κάθε λίμνη, ακόμη και αν ανήκει γεωγραφικά σε μια "ομάδα" λιμνών, παρουσιάζει τα δικά της σύνθετα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την προέλευση και την εξέλιξή της. Κάποιες από τις παλαιότερες και βαθύτερες λίμνες έχουν τεκτονική προέλευση, κάποιες από τις καθαρότερες και πιο πρόσφατες είναι ηφαιστειακές, αλλά οι περισσότερες λίμνες έχουν σχηματισθεί κατά την περίοδο των παγετώνων. Η λίμνη βέβαια δεν είναι μόνο μια συλλογή νερού, αλλά ένα οικοσύστημα, μια κοινότητα με αλληλεπιδράσεις μεταξύ ζώων, φυτών, μικροοργανισμών και του φυσικού και χημικού περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Η λεκάνη απορροής της κάθε λίμνης αποτελεί επίσης ένα σημαντικό παράγοντα για κάθε λιμναίο οικοσύστημα γιατί αφενός μεν υδροδοτεί τη λίμνη με τις απορροές και τις υπολίμνιες πηγές της, αφετέρου μια αλλαγή στη λεκάνη απορροής, όπως μια οικιστική επέκταση, ένα αποστραγγιστικό έργο ή μια φωτιά σε δασική έκτασή της μπορούν να τροποποιήσουν την ευαίσθητη ισορροπία του λιμναίου οικοσυστήματος.

Η ύπαρξη μιας λίμνης με την ευρύτερη έννοια του όρου, εξαρτάται ουσιαστικά από την ύπαρξη ενός φυσικού βυθίσματος λίγο πολύ κλειστού από όλες τις πλευρές που κατέχει μία κεντρική έκταση πολύ πιο χαμηλή από τις όχθες του. Θα πρέπει ακόμη αυτό το βύθισμα να είναι λίγο πολύ στεγανό, ώστε να μπορέσει να γεμίσει με νερό που θα προέρχεται είτε από βροχοπτώσεις είτε από άλλες πηγές. Όλες οι λεκάνες, είτε προέρχονται από ρήγματα στο φλοιό της γης είτε από φράγματα σε κοιλάδες είτε από ηφαιστειακή δράση κτλ έχουν τη δυνατότητα να μετατραπούν σε λίμνες. Στα φυσικά αίτια μπορούμε να προσθέσουμε και τις ανθρώπινες παρεμβάσεις με τις οποίες δημιουργούνται τεχνητές λίμνες για ιχθυοκαλλιέργεια ή για αναψυχή ή ως τμήματα υδροηλεκτρικών, εγγειοβελτιωτικών και υδροδοτικών έργων. {6}

1.4 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΖΩΝΩΝ ΣΕ ΜΙΑ ΛΙΜΝΗ

Οι λίμνες παρουσιάζουν μεταξύ τους ποικιλότητα. Μπορεί να διαφέρουν σε πάμπολλα γνωρίσματα όπως μέγεθος, αλατότητα νερού, βάθος, θολότητα, ηλικία, ύπαρξη ελών γύρω τους, δομή και υφή πυθμένα, κλίμα, μορφή ακτών, ύπαρξη εισροής και εκροής νερών, περιεχόμενα θρεπτικά στοιχεία, περιεχόμενες βιοκοινότητες, παραγωγικότητα.

Το νερό των λιμνών έχει το χαρακτηριστικό να αλλάζει ποιότητα με τις εποχές. Η αλλαγή αυτή όμως είναι σταδιακή. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού το νερό της λίμνης μπορεί να στρωματοποιείται σε δύο στρώματα, όπου το θερμότερο στρώμα παραμένει πλησίον της επιφάνειας, ενώ το ψυχρότερο στρώμα παγιδεύεται χαμηλότερα με πολύ μικρή ανάμειξη των δύο στρωμάτων. Αυτή η κατάσταση είναι δυνατόν να οδηγήσει σε εξάντληση του οξυγόνου στα χαμηλότερα στρώματα.

Τα υψηλότερα στρώματα των λιμνών υπόκεινται στην μαζική αύξηση των μικροφυκών εάν η συγκέντρωση των ανθρακικών, των θρεπτικών συστατικών, της θερμοκρασίας και η ηλιοφάνεια είναι ευνοϊκά. Η μεγάλη αύξηση της συγκέντρωσης των μικροφυκών προκαλεί σημαντικές αλλαγές στη διαφάνεια του νερού, την αλκαλικότητα, τη γέυση, την οσμή, το Ph και άλλα χαρακτηριστικά. {2}

1.5 ΠΥΘΜΕΝΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

1.5.1 Παραλιακή ζώνη: Η ζώνη αυτή είναι σχετικά αβαθής. Η θερμοκρασία του νερού μπορεί να παρουσιάσει χρονικά μεγάλες διακυμάνσεις. Το φως διεισδύει εύκολα ως τον πυθμένα όταν το νερό δεν είναι πολύ θολό. Παρατηρείται έντονη δράση κυμάτων. Το οξυγόνο του νερού ανανεώνεται συνεχώς. Στον πυθμένα της ζώνης αυτής υπάρχουν

ριζωμένα φυτά. Το βένθος δηλ. οργανισμοί του πυθμένα, παρουσιάζει μεγάλη ποικιλότητα γιατί ο πυθμένας είναι συγκριτικά πολύ ανομοιόμορφος οπότε δημιουργούνται πολλές οικολογικές θέσεις.

1.5.2 Υποπαριακή ζώνη: Είναι στενότερη ζώνη από την προηγούμενη. Αρχίζει εκεί που τελειώνουν τα ριζωμένα φυτά. Το νερό έχει συνήθως επαρκές οξυγόνο και φωτίζεται ικανοποιητικά. Οι μεταβολές θερμοκρασίας δεν είναι πολύ μεγάλες. Το βένθος περιέχει λιγότερο πλούτο ειδών σε σύγκριση με το βένθος της προηγούμενης ζώνης.

1.5.3 Βαθιά Ζώνη: Η θερμοκρασία του νερού λίγο μεταβάλλεται. Περιέχει λίγο οξυγόνο ή και καθόλου. Από την άλλη μεριά, περιέχει πολύ διοξείδιο του άνθρακα. Ο πυθμένας της βαθιάς ζώνης δέχεται ελάχιστο φώς ή και καθόλου. Η βαθιά ζώνη δεν μπορεί να υπάρξει σε αβαθείς λίμνες, υπάρχει σε εκείνες που έχουν τόσο βάθος ώστε το νερό τους να παρουσιάσει στρωματοποίηση θερμοκρασίας.

1.5.4 Πελαγική ζώνη: Οι τρεις προηγούμενες ζώνες βρίσκονται υπό την επίδραση των ακτών, τον πυθμένα και των δύο. Αντίθετα η πελαγική ζώνη, που λέγεται και λιμνητική ή και ζώνη των ανοιχτών νερών, βρίσκεται μακριά από την άμεση επίδραση ακτών και πυθμένα. Ως κατώτερο βάθος της ζώνης αυτής ορίζεται το βάθος εκείνο στο οποίο η ένταση του φωτός που διεισδύει γίνεται ίση με εκείνη του σημείου αντισταθμίσεως δηλ. η ένταση στην οποία ο ρυθμός φωτοσυνθέσεως είναι ίσος προς τον ρυθμό αναπνοής των οργανισμών που φωτοσυνθέτουν. Η πελαγική ζώνη περιέχει πλαγκτό, νηκτό, και καμιά φορά νευστό. Συνήθως είναι επαρκώς εμπλουτισμένη με οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Η πελαγική ζώνη δεν μπορεί να υπάρξει σε αβαθείς λίμνες. {2}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Το νερό έχει μια ασυνήθιστη μοριακή δομή. Όπως είναι γνωστό, ένα μόριο νερού αποτελείται από ένα άτομο οξυγόνου και δύο άτομα υδρογόνου. Τα άτομα αποτελούνται από ένα πυρήνα και από ηλεκτρόνια τα οποία περιφέρονται γύρω από αυτόν σε μια ή σε περισσότερες τροχιές. Το άτομο του οξυγόνου έχει ένα πυρήνα και δυο τροχιές. Η εσωτερική τροχιά έχει δυο ηλεκτρόνια και η εξωτερική έχει χώρο για οκτώ ηλεκτρόνια, αλλά στην πραγματικότητα υπάρχουν μόνο έξι. Τα άτομα του υδρογόνου αποτελούνται από ένα πυρήνα και μια τροχιά με ένα μόνο ηλεκτρόνιο, αλλά υπάρχει χώρος για δυο. Έτσι, αναπτύσσεται ένας ισχυρός δεσμός ανάμεσα σε τρία άτομα που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μορίου, αντίθετα με τα περισσότερα άλλα μόρια, είναι ασύμμετρο με ασταθές ηλεκτρικό φορτίο.

Από το γεγονός ότι στα περισσότερα ορυκτά που υπάρχουν στην φύση, τα άτομα συγκρατούνται μεταξύ τους με ηλεκτρικούς δεσμούς, το μόριο του νερού με το θετικό και αρνητικό φορτίο μπορεί εύκολα να εισέρχεται ανάμεσα στα άτομα άλλων μορίων. Αυτός είναι ο λόγος που το νερό έχει τόσο μεγάλη διαλυτική ικανότητα.

Το νερό μπορούμε να πούμε ότι: α)είναι το μόνο πλέον άφθονο από όλες τις ουσίες που υπάρχουν στην επιφάνεια της γης β)είναι σχεδόν το μόνο ανόργανο υγρό που είναι δυνατόν να βρεθεί στη φύση σε μορφή αέρια, υγρή και στερεά και μάλιστα πολλές φορές τον ίδιο χρόνο γ)το νερό έχει την μεγαλύτερη διαλυτική ικανότητα από οποιοδήποτε άλλο ρευστό δ)οι θάλασσες, οι ωκεανοί και όλα τα επιφανειακά νερά βοηθούν στην διατήρηση των χημικών συνθηκών της ατμόσφαιρας σε ισορροπία και επιδρούν στην θερμοκρασία και το κλίμα. {1}

2.2 ΡΥΠΑΝΣΗ

Ρύπανση μπορεί να θεωρηθεί η δυσμενής μεταβολή των φυσικοχημικών ή βιολογικών συνθηκών ενός συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή/και η βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη βλάβη στην ευζωία, την ποιότητα ζωής και την υγεία των ανθρώπων και των άλλων ειδών του πλανήτη. Η ρύπανση μπορεί να επηρεάζει, επίσης, την υλική και πολιτιστική βάση της ζωής, τους φυσικούς πόρους, τις ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης και της αναψυχής. Η ρύπανση μπορεί να είναι χημική, με την εισαγωγή επικίνδυνων, βλαβερών ή και τοξικών ουσιών, ενεργειακή (θερμική, ραδιενεργή κ), βιολογική, αισθητική, ηχητική, γενετική (με την εισαγωγή π.χ. γενετικά μεταλλαγμένων ειδών). {10}

2.3 ΜΟΛΥΝΣΗ

Μόλυνση είναι μια ειδική κατηγορία ρύπανσης, που οφείλεται σε μικροοργανισμούς. Όταν καταλήγουν σε ποτάμια, λίμνες ή στη θάλασσα βρώμικα νερά από κατοικίες, νοσοκομεία, χώρους απόρριψης σκουπιδιών κλπ μπορεί να προκαλέσουν διάφορες μορφές ρύπανσης: για παράδειγμα, ρύπανση εξαιτίας της παρουσίας χημικών, βλαβερών ουσιών, αλλά και μόλυνση εξαιτίας της παρουσίας μικροβίων και γενικότερα παθογόνων οργανισμών στα βρώμικα νερά. {10}

2.4 ΑΜΕΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Άμεση ρύπανση είναι αυτή που μπορεί να αντιληφθούμε άμεσα. Ένα παράδειγμα άμεσης ρύπανσης είναι η περίπτωση ενός ποταμού ή μιας λίμνης, όπου καταλήγουν τοξικά απόβλητα και προκαλείται άμεσος κι αιφνίδιος θάνατος ψαριών (εικόνα 2.2). {10}

2.5 ΕΜΜΕΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Έμμεση ρύπανση είναι η μορφή ρύπανσης, που δεν αντιλαμβανόμαστε εύκολα, επειδή δεν είναι ορατή. Για παράδειγμα, όταν καταλήγουν σε ένα ποτάμι ή σε μια λίμνη ή στη θάλασσα λύματα ή απόβλητα, σε ποσότητες που δεν μπορούν τα υδατικά οικοσυστήματα να καθαρίσουν, είναι πολύ πιθανό να προκληθούν σταδιακά αλλαγές στα είδη που υπάρχουν σε αυτό. Ορισμένα είδη αναπτύσσονται υπερβολικά, ενώ άλλα περιορίζονται ή εξαφανίζονται

(ευτροφισμός). Σε πιο προχωρημένο επίπεδο ρύπανσης, μπορεί το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο να μειωθεί και να αρχίσει η παραγωγή άλλων αερίων, επικίνδυνων για τις μορφές ζωής (υδρόθειο, αμμωνία κα).{10}

2.6 ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

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

- Αστικά λύματα: Ακάθαρτα νερά πόλεων και οικισμών που προέρχονται από τις κατοικίες και διάφορες άλλες δραστηριότητες (σχολεία και πανεπιστήμια, δημόσιες επιχειρήσεις, χώροι εργασίας, τουριστικές μονάδες, νοσοκομεία, εργαστήρια και ιατρικά κέντρα, βιοτεχνίες κα).
- Βιομηχανικά υγρά απόβλητα, που μπορεί να είναι παρόμοια με τα αστικά λύματα ή να περιέχουν και επικίνδυνα ή και τοξικά στοιχεία.(εικόνα 2.1)
- Γεωργικά υγρά απόβλητα, τα νερά απορροής εντατικά καλλιεργούμενων εκτάσεων που μπορεί να περιέχουν λιπάσματα ή/και φυτοφάρμακα.
- Κτηνοτροφικά υγρά απόβλητα, τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από μεγάλες ή μικρότερες μονάδες εκτροφής ζώων.
- Διείσδυση θαλασσινού νερού λόγω υπεράντλησης των υπόγειων νερών ή λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας της αλλαγής του παγκόσμιου κλίματος ("φαινόμενο θερμοκηπίου").
- Όξινη βροχή εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ή κατακρήμνισης των αέριων ρύπων με τη βροχή, το χιόνι, τον άνεμο ή λόγω βαρύτητας. {10}



2.1 Ρύπανση από πετρέλαιο



2.2 Νεκρά ψάρια λόγω ρύπανσης

2.7 ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ως υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων θεωρείται κάθε διαταραχή της ισορροπίας και της αναπαραγωγικής ικανότητας των οικοσυστημάτων που εξαρτώνται από το νερό.

2.8 ΚΥΚΛΟΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΦΥΣΗ

Ο κύκλος νερού στη φύση περιλαμβάνει τρεις φάσεις: την εξάτμιση, την κατακρήμνιση και τη ροή (επιφανειακή και υπόγεια). Σε κάθε μια από αυτές γίνεται μεταφορά, αποθήκευση και αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού. {1}

2.9 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΝΕΡΟΥ

Το παγκόσμιο ισοζύγιο νερού βασίζεται στο γεγονός ότι το περισσότερο νερό εξατμίζεται από τις θάλασσες και τους ωκεανούς από αυτό που επιστρέφει με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, ενώ στη ξηρά περισσότερο νερό φτάνει από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα από αυτό που χάνεται με την εξάτμιση. Έτσι, η μεγαλύτερη ποσότητα των ηπειρωτικών νερών προέρχεται από την εξάτμιση των θαλασσών και των ωκεανών. Τα ηπειρωτικά νερά ως γνωστόν δεν διανέμονται ομοιόμορφα στις ηπείρους.

Μέχρι πρόσφατα η διακύμανση του παγκόσμιου ισοζυγίου νερού ήταν μικρή. Τελευταία όμως ο άνθρωπος έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο περιβάλλον για αρδευτική, βιομηχανική, γεωργοκτηνοτροφική και οικιακή χρήση. Μερικά παραδείγματα τέτοιων αλλαγών είναι η αποψίλωση του εδάφους, για την απόκτηση περισσότερης καλλιεργήσιμης γης, οι πυρκαγιές, η βόσκηση, οι αλλαγές στις λεκάνες απορροής και η εκμετάλλευση των αποθεμάτων του υπόγειου νερού. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα της επιφανειακής απορροής. Όταν για παράδειγμα, καταστρέφονται τα δάση, ανυπολόγιστες ποσότητες νερού δεν συγκρατούνται και ρέουν κυρίως προς τις θάλασσες. Οι απαιτήσεις σε νερό για αγροτικές και βιομηχανικές χρήσεις έχουν φτάσει στο σημείο να αυξάνουν το ποσοστό της ηπειρωτικής εξάτμισης που οφείλεται στις ανθρώπινες κατασκευές, από 3% έως 10% μέσα σε περίπου 30 χρόνια. Αν συνεχιστεί η ίδια κατάσταση θα φτάσει το 50% μέσα σε 70 χρόνια. Το αποτέλεσμα θα είναι επιτάχυνση του ρυθμού ανατροπής του ισοζυγίου των ηπειρωτικών γλυκών νερών. Από τη στιγμή που οι προμήθειες σε γλυκό νερό είναι ανεπαρκείς στις περιοχές όπου η ζήτηση είναι πολύ μεγάλη, η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας είναι η μόνη πρακτική εναλλακτική λύση.

Η χρησιμοποίηση σε μεγάλη κλίμακα επιφανειακών νερών θα οδηγήσει μοιραία σε αμετάκλητες αλλαγές του κλίματος. Μεταβολές τοπικών κλιματικών συνθηκών έχουν ήδη συμβεί ως αποτέλεσμα εκτεταμένων μεταβολών μεγάλων ποτάμιων συστημάτων, στα οποία έχουν αυξηθεί πολύ τα επιφανειακά νερά.

Στις ηπείρους διακρίνονται τρεις υδρολογικές περιοχές: α) εξωρροϊκές περιοχές, μέσα στις οποίες δημιουργούνται ποταμοί οι οποίοι ρέουν προς τη θάλασσα και περιλαμβάνουν τις κυριότερες λιμναίες εκτάσεις. β) ενδορροϊκές περιοχές, μέσα στις οποίες δημιουργούνται ποταμοί που όμως ποτέ δεν φτάνουν στην θάλασσα και βρίσκονται ανάμεσα στις υποτροπικές ερήμους και τις τροπικές και εύκρατες υγρές περιοχές. γ) αρροϊκές περιοχές, μέσα στις οποίες δεν υπάρχουν ποταμοί. {1}

2.10 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΛΙΜΝΕΣ

Το ισοζύγιο του νερού στις λίμνες εκφράζεται από τη βασική υδρολογική σχέση, στην οποία οποιαδήποτε αλλαγή στη ποσότητα του νερού που είναι αποθηκευμένη από μονάδα χρόνου, ρυθμίζεται από την είσοδο του νερού από όλες τις πηγές, μείον την ποσότητα του νερού που χάνεται με οποιονδήποτε τρόπο. Έτσι, το νερό που εισέρχεται από την κατακρήμνιση, τα επιφανειακά ρεύματα και από τις υπόγειες πηγές ισοσταθμίζεται από το νερό που χάνεται με επιφανειακή απορροή, με διαρροή προς το έδαφος και εξάτμιση. Καθεμία από τις παραπάνω εισόδους και εξόδους του νερού ποικίλει εποχικά και γεωγραφικά και ρυθμίζεται από τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και του κλίματος. Τα νερά που εισέρχονται στις λίμνες, προέρχονται από

α) **άμεση κατακρήμνιση στην επιφάνεια της λίμνης.** Αν και οι περισσότερες λίμνες κυρίως εξωρροϊκές περιοχές, λαμβάνουν μια σχετικά μικρή αναλογία νερού από

άμεση κατακρήμιση σε σχέση με το συνολικά εισερχόμενο σε αυτές νερό, οι πολύ μεγάλες λίμνες συγκεντρώνουν μια σημαντική ποσότητα.

β) **Επιφανειακά νερά της λεκάνης απορροής.** Η συνολική ποσότητα νερού που εισέρχεται σε μια λίμνη από τα επιφανειακά νερά ποικίλει πολύ. Οι λίμνες των ενδορροϊκών περιοχών παίρνουν σχεδόν όλο το νερό από την επιφανειακή απορροή. Η ποσότητα του νερού από τη λεκάνη απορροής και επομένως και οι αλλαγές της στάθμης των λιμνών επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη φύση του εδάφους και της βλάστησης που καλύπτει τη λεκάνη απορροής.

γ) **Εισροή υπόγειου νερού από τη λιμναία λεκάνη.** Η εισροή υπολίμνιου υπόγειου νερού αποτελεί την κύρια πηγή νερού για τις καρστικές λίμνες.

Τα νερά που χάνονται από τις λίμνες, οφείλονται σε:

1) **απορροή από επιφανειακή διέξοδο.**

2) **διαρροή από τον πυθμένα της λεκάνης.** Στις λίμνες διαρροής τα ιζήματα που αποτίθενται πάνω στα βαθιά τμήματα της λεκάνης σχηματίζουν συχνά ένα σημαντικό σφράγισμα.

3) **άμεση εξάτμιση.** Η έκταση και ο ρυθμός απώλειας νερού εξαιτίας της εξάτμισης ποικίλουν πολύ ανάλογα με την εποχή και γεωγραφικό πλάτος και είναι μεγαλύτεροι στις ενδορροϊκές περιοχές. Οι λίμνες των ημιάνυδρων περιοχών συνήθως δεν έχουν καμία διέξοδο και χάνουν νερό μόνο από εξάτμιση. Τέτοιες λίμνες καλούνται κλειστές σε αντίθεση με τις ανοιχτές λίμνες στις οποίες παρατηρείται ροή νερού από κάποια έξοδο ή διαρροή.

4) **εξάτμιση-διαπνοή από τα αναδύμενα υδρόβια μακρόφυτα.** Τα ποσοστά των απωλειών από εξάτμιση –διαπνοή ποικίλουν πολύ, αφού καθορίζονται από πολλές φυσικές και μεταβολικές παραμέτρους καθώς και από τα είδη που ζουν στην εξεταζόμενη περιοχή. Μεγαλύτερη φυτική ανάπτυξη και συνεπώς αυξημένη εξάτμιση –διαπνοή επικρατούν εποχικά στις λίμνες εξωρροϊκών περιοχών. Στις τροπικές λίμνες πολλά από θα καταστραφούν. Άλλα υδρόφυτα είναι πολυετή και αυξάνονται λίγο-πολύ συνεχώς. Στις περισσότερες περιοχές όπου παρατηρείται έντονη αύξηση της παραλιακής βλάστησης, αυξάνεται σημαντικά και η εξάτμιση σε σχέση με αυτή που συμβαίνει στα ανοιχτά νερά. Επειδή η πλειονότητα των λιμνών είναι μικρής έκτασης και συνήθως έχουν καλά αναπτυγμένη παραλιακή βλάστηση, αυτές οι φυτοκοινωνίες συμβάλλουν σημαντικά στο ισοζύγιο του νερού σε πολλές λίμνες.

Η πτώση της στάθμης του νερού της λίμνης έχει δυσμενή αποτελέσματα για τους υδρόβιους οργανισμούς και ιδιαίτερα για τα ψάρια. Ορισμένα είδη ψαριών αφήνουν τα αβγά τους στα ρηχά νερά κοντά στη κοίτη. Όταν η απώλεια των νερών και συνεπώς και η πτώση της στάθμης συμβεί πριν την εκκόλαψη, τα αβγά θα μείνουν έξω από το νερό. {1}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

3.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΛΙΜΝΑΙΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Από πολύ παλιά οι έρευνες είχαν τονίσει τις λειτουργικές σχέσεις των οργανισμών μέσα στις λίμνες. Οι νεότερες αντιλήψεις για αυτές τις μελέτες οδήγησαν στην καλύτερη εκτίμηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των οργανισμών και των αλλαγών που εμφανίζονταν στους πληθυσμούς των οργανισμών, σε αντίδραση των αλλαγών που παρουσίαζαν οι φυσικές, χημικές και βιοτικές ιδιότητες του περιβάλλοντος. Οι λίμνες αντιμετωπίστηκαν σαν μικρόκοσμοι που λειτουργικά ήταν απομονωμένες από το υπόλοιπο τοπίο και τη βιόσφαιρα. Το σύστημα υγρότοποι-παραλιακές περιοχές έχει μεγάλη σημασία στη ρύθμιση μεταβολισμού της λίμνης.

Οι επιδράσεις που έχουν ο ηπειρωτικός και παραλιακός διάκοσμος του υγροτόπου πάνω στην ποιότητα και ποσότητα του ανόργανου και οργανικού φορτίου σε μια λίμνη μπορεί να είναι βαθιές. Το νερό φορτωμένο με ανόργανες και οργανικές ουσίες ρέει από τα μεγαλύτερα ύψη προς τον αποδέκτη λίμνη, μέσα από υπόγεια και επιφανειακά ρεύματα. Κατά τη διαδρομή του νερού γίνονται χημικές και βιολογικές αντιδράσεις οι οποίες μεταβάλλουν εκλεκτικά την ποιότητα και την ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων που εισέρχονται στη λίμνη. Τα επιφανειακά ρεύματα διέρχονται συχνά μέσα από το σύστημα υγρότοπος-παραλιακή ζώνη και μπορεί να υπάρξει επιπλέον εκλεκτική απώλεια ή αύξηση ανόργανων και οργανικών ενώσεων, πριν φτάσουν στην πελαγική ζώνη

Επίσης πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι η ατμόσφαιρα περιέχει σημαντικές ποσότητες ανόργανων και οργανικών ενώσεων, εξαιτίας βιομηχανικών και αγροτικών δραστηριοτήτων των ανθρώπων. Αυτή η πηγή ανόργανης και οργανικής ύλης αποτελεί συχνά ένα ποσοστό του συνολικού τροφικού φορτίου που φτάνει σε μια λίμνη. {1}

3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ

Λεκάνη απορροής είναι η έκταση που οριοθετείται από τη νοητή κλειστή γραμμή που ενώνει τα υψηλότερα σημεία της περιοχής. Η λεκάνη απορροής λειτουργεί ως συλλεκτικής των νερών τα οποία συγκεντρώνονται στα χαμηλότερα πεδινά, ή εξέρχονται της λεκάνης με τη μορφή ποταμών, για να καταλήξουν σε γειτονική λεκάνη.

Η λεκάνη απορροής αποτελεί το τέταρτο στοιχείο της δομής της λίμνης, εξίσου σημαντικό όσο τα φυσικά, χημικά και βιολογικά στοιχεία. Το μέγεθος, η κλίση, η γεωλογική σύνθεση και το κλίμα της λεκάνης απορροής επηρεάζουν το είδος και την ποσότητα των διαλυμένων υλικών της λίμνης και τα ιζήματα που θα αποθηκευτούν σε αυτή.

Ο φώσφορος ο οποίος μεταφέρεται προσροφημένος σε σωματίδια του εδάφους, θα κινηθεί πιο εύκολα σε ημίξηρα κλίματα. Αντίθετα, το άζωτο ως ιδιαίτερα διαλυτό, εύκολα μεταφέρεται τόσο από καθαρά όσο και από λασπώδη νερά. Τα νιτρικά περνούν πιο εύκολα από την ξηρά στο νερό στις εύκρατες ζώνες με υψηλή βροχόπτωση. Σε ημίξηρα κλίματα οι ποταμοί και οι λίμνες τείνουν να έχουν πλεόνασμα φωσφόρου και περιορισμένα νιτρικά, ενώ σε εύκρατα κλίματα έχουν πλεόνασμα νιτρικών. {1}

3.4 ΑΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΛΙΜΝΩΝ

3.5 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι οργανισμοί που ζουν στα φυσικά νερά είναι πολυάριθμοι και πολύπλοκοι σε μέγεθος, συμπεριφορά, αναπνευστικές και θρεπτικές απαιτήσεις. Εξαρτώνται μεταξύ τους και υφίστανται τις επιδράσεις των φυσικοχημικών παραγόντων. Αυτοί οι οργανισμοί είναι φυτικοί και ζωικοί : βακτήρια, μύκητες, φύκη, ασπόνδυλα, σπονδυλωτά. Ορισμένοι από αυτούς είναι παθογόνοι για τον άνθρωπο και άλλοι χρησιμεύουν ως τροφή. Όλοι αυτοί οι οργανισμοί κατά τη διάρκεια της ζωής τους εκκρίνουν μέσα στο νερό τα προϊόντα του μεταβολισμού τους, προϊόντα που βοηθούν στην ανάπτυξη άλλων οργανισμών. Επίσης, προσλαμβάνοντας διάφορα στοιχεία από το νερό, για την σύνθεση των δικών τους ζωτικών συστατικών , μεταβάλλουν την σύνθεση αυτού, το οποίο γίνεται ακατάλληλο για ορισμένα είδη. {2}

Φυσικοί παράγοντες είναι:

- ❖ Φως
- ❖ Διάχυση του φωτός από το νερό
- ❖ Σημασία ηλιακής ακτινοβολίας
- ❖ Διαφάνεια
- ❖ Χρώμα
- ❖ Θερμοκρασία
- ❖ Λιμναία στρωμάτωση
- ❖ Αιωρούμενα στερεά

3.5.1 ΦΩΣ

Όπως η ενέργεια του φωτός τα χερσαία οικοσυστήματα έτσι και στα υδάτινα οικοσυστήματα η ενέργεια του φωτός που προσπίπτει στους παραγωγούς οργανισμούς του συστήματος και που δεσμεύεται από αυτούς είναι ο αρχικός παράγοντας της παραγωγικότητας. Στα υδάτινα οικοσυστήματα η παραγωγικότητα επηρεάζεται έμμεσα και από το φως που προσπίπτει στους χερσαίους παραγωγούς οργανισμούς της λεκάνης απορροής. Και αυτό γιατί τα απορρέοντα νερά από τη λεκάνη απορροής προς την υδατοσυλλογή μεταφέρουν διαλυμένες οργανικές ουσίες και οργανικά θρύμματα που αποτελούν έναν από τους παράγοντες που ρυθμίζουν την παραγωγικότητα του υδάτινου οικοσυστήματος.

Από το φως που προσπίπτει στην επιφάνεια μιας υδατοσυλλογής το 80-90% διεισδύει, το υπόλοιπο ανακλάται. Το ποσοστό ανακλάσεως εξαρτάται πολύ από τη γωνία προσπτώσεως. Σε ήρεμο νερό το χειμώνα η ανάκλαση είναι ως 10% , ενώ το θέρος που οι ακτίνες πέφτουν κάθετα η ανάκλαση είναι 5-6%. Σε νερό με κυματισμούς η ανάκλαση μπορεί να φτάσει και το 20%. Το διάχυτο ηλιακό φως ανακλάται λιγότερο από το άμεσο. Από το φως που διεισδύει στο νερό περίπου το μισό μετατρέπεται σε θερμότητα προτού προλάβει να περάσει το πρώτο στρώμα του 1 μέτρου.

Ένας καθαρά βιοτικός παράγοντας που μπορεί καμιά φορά να επηρεάσει τη διείσδυση του φωτός είναι τα φύκη, όταν βέβαια βρίσκονται σε υψηλές πυκνότητες. Μπορεί να συμβεί αλληλοσκίαση και στις υδάτινες φυτοκοινωνίες δηλαδή ένα φύκος να σκιάζει το άλλο μόνο σε περιόδους που συμβαίνει μεγάλη αύξηση του αριθμού τους. Διείσδυση του φωτός στο νερό συνεπάγεται οπωσδήποτε με σκέδαση του. Τη σκέδαση είναι σαν ανάκλαση του φωτός προς όλες τις κατευθύνσεις, του φωτός που προσπίπτει στα μόρια του νερού και στα μόρια των άλλων ουσιών που υπάρχουν είτε σε διάλυση είτε σε αραίωση. {2}

3.5.2 ΧΡΩΜΑ

Το χρώμα των νερών της λίμνης είναι αποτέλεσμα το φωτός που η λίμνη διαχέει προς τα πάνω, αφού αυτό περάσει σε διάφορα βάθη και υποστεί κατά τη διαδρομή του επιλεκτική απορρόφηση. Η διάχυση του φωτός από τα αιωρούμενα στερεά, όμως αυξάνει λιγότερο επιλεκτικά με αυξημένο μέγεθος σωματιδίων. Το κολλοειδές CaCO_3 , που υπάρχει συνήθως στις λίμνες με σκληρά νερά, διαχέει το φως στο πράσινο και στο κυανούν και δίνει σε αυτά τα νερά πολύ χαρακτηριστικό γαλαζοπράσινο χρώμα. Τα περισσότερα από τα χρώματα των νερών των λιμνών προέρχονται από διαλυμένη οργανική ύλη και τη γρήγορη επιλεκτική απορρόφηση του μικρότερου μήκους κύματος. Το αποτέλεσμα είναι η επικράτηση του εκπεμπόμενου φωτός διάχυσης στην πράσινη περιοχή του φάσματος και σε αύξηση των συγκεντρώσεων της οργανικής ύλης.

Όταν η πυκνότητα των σωματιδίων της ύλης που αιωρείται στο νερό γίνεται μεγαλύτερη σε χρώμα σειστού (συλλογικός όρος για όλα τα σωματίδια του υλικού που υπάρχει στο ελεύθερο νερό). Καθώς η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται βαθμιαία βαθύτερα υφίσταται μια απορρόφηση που ελαττώνει την ποσότητα ενέργειας. Αυτή η απορρόφηση είναι έργο του ίδιου του νερού, των ανόργανων ουσιών που βρίσκονται διαλυμένο σε αυτό, καθώς και των σωματιδίων όλων των ειδών ζωντανών ή νεκρών που βρίσκονται σε αιώρηση. Οι διαλυμένες ουσίες και τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να είναι εκλεκτικά στην απορρόφηση διαφόρων χρωμάτων. {1}

3.5.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία είναι από τους κυριότερους αβιοτικούς παράγοντες και επιδρά σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής. Καθορίζει τη μεταβολική διαδικασία πολύ σημαντικά. Πολλές

φορές οι μεταβολές της θερμοκρασίας δρουν ως φυσικό ερέθισμα που καθορίζει την έναρξη μερικών διαδικασιών, όπως: αναπαραγωγή, ανάπτυξη, αύξηση, μετακίνηση οργανισμών. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν είναι σταθερή μέρα και νύχτα. Η μεταβολή της θερμοκρασίας στο νερό είναι πιο μικρή στο νερό παρά στη ξηρά και το ποσό της μεταβολής μειώνεται, όσο αυξάνεται το μέγεθος της υδάτινης έκτασης. Η θερμοκρασία καθορίζει, μέσα φυσιολογική διακύμανση, την ταχύτητα και την ένταση των βιοχημικών αντιδράσεων.

Το νερό σε σύγκριση με άλλες ουσίες, έχει πολύ μεγάλη ειδική θερμότητα. Δηλαδή, χρειάζονται πολύ μεγάλα ποσά θερμότητας για να υψωθεί η θερμοκρασία του. Η ειδική θερμότητα του είναι 1°C . Ελάχιστες άλλες ουσίες έχουν ειδική θερμότητα 1 ή πάνω από 1. Επίσης η λανθάνουσα θερμότητα τήξεως είναι πολύ χαμηλή, χρειάζονται 80 cal για να λιώσει 1 g πάγου, ομοίως η λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσεως 539 cal είναι η μεγαλύτερη σε σχέση με τις άλλες ουσίες. Μια τέταρτη πολύ σπουδαία θερμική ιδιότητα που είναι υπεύθυνη για ότι οι λίμνες τυπικά δεν παγώνουν μέχρι τον πυθμένα, είναι η εξής: το νερό παρουσιάζει τη μέγιστη πυκνότητα στους 4°C . Πάνω και κάτω από τους 4°C η πυκνότητα είναι μικρότερη για αυτό και ο πάγος επιπλέει.

Σε εύκρατες περιοχές στις οποίες υπάρχουν μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα, οι λίμνες υφίστανται και αυτές κυμάνσεις θερμοκρασίας του νερού τους. Οι κυμάνσεις αυτές μπορούν να δημιουργήσουν, σε διάφορες εποχές, δυο πολύ ενδιαφέροντα φαινόμενα: την κυκλοφορία του νερού και τη στρωματοποίηση της θερμοκρασίας του.

Η κυκλοφορία του νερού οφείλεται στις εποχικές μεταβολές της θερμοκρασίας του αέρα που προκαλούν μεταβολές της θερμοκρασίας του επιφανειακού στρώματος του νερού. Μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού σημαίνει μεταβολή πυκνότητας, άρα αρχίζει διαφοροποίηση του βάρους των διαφόρων στρωμάτων του νερού.

Η στρωματοποίηση του νερού παρουσιάζει τυπικά την εξής εικόνα. Παρατηρούμε πρώτα ένα ανώτερο θερμότερο στρώμα, το επιλίμνιο, με θερμοκρασία λίγο-πολύ ομοιόμορφη. Κατόπιν ένα ενδιάμεσο στρώμα το μεταλίμνιο ή θερμοκλινές του οποίου η θερμοκρασία δεν είναι ομοιόμορφη αλλά πέφτει απότομα όσο αυξάνει το βάθος. Τέλος μετά το μεταλίμνιο, διακρίνουμε ένα κατώτερο στρώμα, έως τον πυθμένα, το υπολίμνιο, του οποίου η θερμοκρασία είναι ομοιόμορφη και μπορεί να διαφέρει αρκετά σε σύγκριση με εκείνη του επιλίμνιου.

Το φαινόμενο της στρωματοποίησης επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων π.χ. ανάγλυφο πυθμένα, γεωγραφική θέση, μετεωρολογικοί παράγοντες, εποχή, φύση των εισροών και εκροών νερού. Για αυτό και ο τρόπος εκδηλώσεως του φαινομένου ποικίλει από λίμνη σε λίμνη, από έτος σε έτος στην ίδια λίμνη ακόμη και κατά τη διάρκεια του ίδιου έτους.

3.5.4 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ

Εκτός από τα διαλυμένα υλικά, το νερό ενός ποταμού μεταφέρει και μια ποσότητα υλικών σε αραίωση. Αυτά τα υλικά συνίστανται από σωματίδια καθόλου ή πολύ δύσκολα διαλυτά, ορυκτά ή φυσικά λίγο πολύ κολλοειδή όπως των οργανικών υλικών. Η διατήρησή τους είναι σε αραίωση είναι αποτέλεσμα : α) των φαινομένων της αναταραχής β) του μεγέθους και της μορφής των κόκκων από τα οποία συνθέτεται το ίζημα γ) των μεταβολών της παροχής και της κλίσης του ρεύματος του νερού. Οι κόκκοι των οποίων το μέγεθος και η πυκνότητα προσαρμόζονται καλύτερα στις τοπικές συνθήκες της αναταραχής, κυλούν, μετακινούνται με αναπήδηση και έρχονται να συσσωρευτούν εκεί όπου η ταχύτητα των νερών, εξασφαλίζοντας τη μεταφορά ελαττώνεται ξαφνικά. Η μεταφορά στη λίμνη τα νερά των ποταμών είναι φορτωμένα με υλικά σε αιώρηση.

Ορισμένα από αυτά τα σωματίδια είναι νεκροί μικροοργανισμοί ή διάφορα οργανικά θρύμματα, άλλα θα μπορούσαν να σχηματίζονται εκ νέου μέσα στο νερό από διαλυμένα υλικά. Το νερό περιέχει πολλές διαλυμένες οργανικές ουσίες διαφόρων μοριακών βαρών {1}

3.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΤΕΡΕΑ

Τα κριτήρια ποιότητας του νερού για τα αιωρούμενα στερεά είναι χρήσιμα για την αλιεία στα γλυκά νερά και θα πρέπει μερικές φορές να γνωρίζουμε για παράδειγμα την ποσότητα στερεών υλικών που θα μπει σε μια λίμνη χωρίς να κινδυνεύσει πολύ η αλιεία. Υπάρχουν τουλάχιστον πέντε τρόποι, με τους οποίους μια υπερβολική συγκέντρωση διαιρεμένου στερεού υλικού μπορεί να είναι βλαβερή για την αλιεία σε μια λίμνη.

- i. Με άμεση επίδραση στα ψάρια, θανατώνοντας ή μειώνοντας το ρυθμό αύξησης τους
- ii. Εμποδίζοντας την πετυχημένη εκκόλαψη και ανάπτυξη των προνυμφών των ψαριών
- iii. Τροποποιώντας τις φυσικές κινήσεις και μεταναστεύσεις των ψαριών
- iv. Μειώνοντας την αφθονία της διαθέσιμης τροφής και
- v. Επηρεάζοντας την αποτελεσματικότητα των μεθόδων σύλληψης

Μερικοί ή άλλοι παράγοντες θα μπορούσαν να συνεπιδράσουν και να βλάψουν την αλιεία.

Όλα τα είδη των ψαριών δεν υφίστανται την ίδια επίδραση από τα αιωρούμενα στερεά και όλα τα είδη των στερεών υλικών δεν είναι εξίσου βλαβερά. Δεν υπάρχει μια αυστηρά καθορισμένη συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών, πάνω από την οποία βλάπτει την αλιεία και κάτω από την οποία παραμένει τελείως αβλαβής. Φαίνεται ότι κάθε αύξηση στη φυσιολογική συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών πάνω από ένα αρκετά χαμηλό επίπεδο, μπορεί να προκαλέσει κάποια απόκλιση στην κατάσταση και στην αξία της αλιείας στα γλυκά νερά και ο κίνδυνος της καταστροφής αυξάνεται με τη συγκέντρωση. Αν και δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία που να επιτρέπουν να καθοριστεί ακριβώς η σχέση ανάμεσα στην συγκέντρωση των στερεών και τον κίνδυνο της καταστροφής, θεωρείται ότι ο βαθμός κινδύνου μπορεί να διακριθεί σε τέσσερις αυθαίρετες κατηγορίες.

- i. Δεν υπάρχουν στοιχεία ότι οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών κάτω από 25 mg/l έχουν βλαβερές επιδράσεις στην αλιεία
- ii. Θα ήταν συνήθως, δυνατό να διατηρήσουμε καλή ή μέτρια αλιεία σε νερά που φυσιολογικά περιέχουν 25-80 mg/l αιωρούμενα στερεά.
- iii. Νερά που φυσιολογικά περιέχουν 80-400 mg/l αιωρούμενα υλικά είναι πιθανόν να μην ευνοούν μια καλή αλιεία
- iv. Στην καλύτερη περίπτωση μόνο φτωχή αλιεία μπορεί να υπάρχει σε νερά που κανονικά περιέχουν πάνω από 400 mg/l αιωρούμενα στερεά. {1}

3.7 ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Η κατανομή χημικών ειδικά των θρεπτικών, στα λιμναία νερά αποτελεί το δεύτερο σημαντικότερο στοιχείο της δομής των λιμνών. Μετά τη θερμική στρωμάτωση, τα θρεπτικά ελαττώνονται συνήθως στο επιλίμνιο, ενώ την ίδια στιγμή συσσωρεύονται στο υπολίμνιο. Κατά αναλογία με τη θερμοκρασία, το βάθος το οποίο παρατηρείται απότομη μεταβολή σε μια ουσία ονομάζεται χημειόκλινο. Σε μερικές λίμνες το χημειόκλινο είναι μόνιμο χαρακτηριστικό, ενώ συνήθως η χημική στρωμάτωση καθορίζεται από την κατανομή της θερμοκρασίας και της πυκνότητας. η παραλιακή ζώνη τείνει να έχει μικρή κατακόρυφη στρωμάτωση των χημικών συστατικών. Αν η ακτογραμμή είναι καλά αναπτυγμένη θα υπάρχει μεγαλύτερη επαφή του νερού με την ακτή και τον πυθμένα. Αυτή η επαφή συνήθως επιτρέπει στα θρεπτικά όπως: φώσφορο, νιτρικά, σίδηρο και ιχνοστοιχεία να διαλύονται σε μεγάλο βαθμό από τη λεκάνη και τα ιζήματα μέσα στο νερό. Η χημική σύσταση της λίμνης έχει μια οριζόντια και κατακόρυφη δομή. Η κατακόρυφη δομή είναι εποχική και σχετίζεται με την παρουσία στρωμάτων νερού σταθερής πυκνότητας. Η οριζόντια δομή μπορεί να υπάρχει όλο το χρόνο και είναι αποτέλεσμα της επίδρασης των ακτών της λίμνης.

Η ζωή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη δυναμική πολλών χημικών στοιχείων και ιδιαίτερα με τη κατανομή των θρεπτικών και βιοχημική τους ρύθμιση. Τα φυσικά νερά και ιδιαίτερα τα επιφανειακά βρίσκονται σχεδόν συνεχώς σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Τα αέρια που συνθέτουν τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι όλα διαλυτά στο νερό και ορισμένα από αυτά έχουν μεγάλη σημασία για τους υδρόβιους οργανισμούς, είτε γιατί τους είναι απαραίτητα (οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα) είτε για την βλαβερή τους ενέργεια. Η διαλυτότητα αυτών των αερίων είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, της πίεσης, του συντελεστή διαλυτότητας και της πίεσης του ατμού του εξεταζόμενου αερίου. Εκτός από το άζωτο και το μοριακό οξυγόνο που περιέχει κυρίως ο αέρας και άλλα αέρια εισέρχονται στη σύνθεση του όπως: όζον, μονοξείδιο του αζώτου, μεθάνιο, διοξείδιο του, άνθρακα κα

Τα συστατικά των φυσικών νερών μπορούν να ταξινομηθούν σε: α)διαλυμένα ανόργανα υλικά και ενώσεις β)μερίδια ανόργανων ενώσεων γ)διαλυμένες οργανικές ενώσεις δ)μερίδια οργανικών υλικών ε) διαλυμένα αέρια. Τα διαλυμένα ανόργανα συστατικά μπορούν

να χωριστούν σε κύρια και σε δευτερεύοντα συστατικά, ιχνοστοιχεία, αέρια. Τα κύρια συστατικά είναι εκείνα τα στοιχεία ή ενώσεις που καθορίζουν ποιοι οργανισμοί θα υπάρχουν στο νερό. Η ποσότητα τους κυμαίνεται από 0,1-10 mg/l και μαζί δημιουργούν την αγωγιμότητα του νερού. Τα δευτερεύοντα συστατικά είναι εκείνα που περιορίζουν κυρίως την ανάπτυξη των φυτών. {1}

Χημικοί παράγοντες είναι:

- ❖ Οξυγόνο
- ❖ Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)
- ❖ Διοξείδιο του άνθρακα
- ❖ Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου
- ❖ Ηλεκτρική αγωγιμότητα
- ❖ Ανιόντα
- ❖ Θείο
- ❖ Άζωτο
- ❖ Νιτρώδη-νιτρικά
- ❖ Φώσφορος
- ❖ Κατιόντα
- ❖ Ασβέστιο
- ❖ Μαγνήσιο

3.7.1 ΟΞΥΓΟΝΟ

Αναγκαίο ενδιάμεσο ανάμεσα στον ανόργανο και οργανικό κόσμο, προϊόν “υπολείμματος” της φωτοσύνθεσης, απαραίτητο στην ενεργητική οξειδωση της ανθρακοξυαιμογλοβίνης. Μέσα στον αέρα του οξυγόνου είναι σε αέρια κατάσταση και αποτελεί το 21% κατ’ όγκων. Αν και το οξυγόνο είναι αέριο, συνηθίζεται να προσδιορίζεται το βάρος του παρά ο όγκος του και εκφράζεται σε mg/l. Στα υδάτινα οικοσυστήματα ο παράγοντας οξυγόνο συχνά είναι περιοριστικός για τους οργανισμούς που το προσλαμβάνουν. Αν γνωρίζουμε το πόσο οξυγόνο περιέχει το νερό μπορούμε να προβλέψουμε τα είδη των ιχθύων που αναμένεται να έχει μια λίμνη, καθώς και την αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας.

Στην πορεία της διάλυσης του ατμοσφαιρικού αέρα στο νερό, οι αναλογίες των συστατικών του ποικίλουν. Το οξυγόνο, σχετικά πιο διαλυτό, διαλύεται περισσότερο και έτσι στους 0 °C παρουσιάζει, κατά μέσο όρο, ποσοστό περισσότερο από 34,9% σε όγκο των διαλυμένων αερίων, αν και στους 30 °C το ποσοστό είναι 33,6% σε φυσιολογική πίεση. Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό εξαρτάται από την θερμοκρασία, την αλατότητα και την πίεση. Υψώνοντας την θερμοκρασία και την αλατότητα μικραίνει η διαλυτότητα. Αντίθετα όσο μεγαλώνει η ατμοσφαιρική πίεση τόσο μεγαλώνει η διαλυτότητα. Αν μόνο η θερμοκρασία μεταβάλλεται με το βάθος, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο θα ποικίλλει κανονικά από την επιφάνεια στο βυθό. Στα φυσικά νερά, οι φυτικοί οργανισμοί ελευθερώνουν οξυγόνο ως “υπόλειμμα” της φωτοσύνθεσης, ενώ τα ζώα και οι χημειοσυνθετικοί και ανοργανοποιητικοί μικροοργανισμοί καταναλώνουν αυτό. Έτσι λοιπόν θα υπάρχει τουλάχιστον στα “στάσιμα” νερά μια κατακόρυφη διανομή του οξυγόνου, του οποίου η μεταβολή μέσα στο χρόνο θα είναι συνδεδεμένη με πολυάριθμους φυσιολογικούς και βιολογικούς παράγοντες.

Οι πηγές ανεφοδιασμού σε οξυγόνο είναι κυρίως η ατμόσφαιρα και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό η υδρογόνωση του νερού που σχετίζεται με την φωτοσύνθεση. Από την ατμόσφαιρα είσοδος οξυγόνου στο νερό γίνεται σχεδόν μόνο μέσω αναδεύσεως και αναμίξεως εξαιτίας των κυμάτων και των ρευμάτων. Με απλή διάχυση ελάχιστο οξυγόνο εισέρχεται στο νερό. Ο εμπλουτισμός μέσω της φωτοσύνθεσης γίνεται από το φυτοπλαγκτό της πελαγικής ζώνης το οποίο πολλές φορές αντιπροσωπεύει πολύ μεγάλες ποσότητες φυτομάζας και από το φυτοπλαγκτό και τα μακρόφυτα της παραλιακής ζώνης η οποία σε αβαθής λίμνες περιέχει επίσης πλούσια φυτομάζα. Το οξυγόνο που παράγεται στην πελαγική και την παραλιακή ζώνη μεταφέρεται στα άλλα μέρη της λίμνης την κυκλοφορία του νερού. Συνεπώς στα μέρη της λίμνης που δεν φθάνει αρκετό φως για φωτοσύνθεση, δεν υπάρχει παραγωγή οξυγόνου.

Παράγοντες απώλειας οξυγόνου είναι κυρίως η αναπνοή φυτικών και ζωικών οργανισμών και η αποικοδόμηση νεκρής οργανικής ουσίας. Μεγάλο μέρος της νεκρής οργανικής ουσίας εναποτίθενται στον πυθμένα. Όταν η αποικοδόμηση γίνεται αεροβίως τότε

το στρώμα του νερού γειτονιάζει άμεσα με τον πυθμένα και χάνει πολύ οξυγόνο. Για αυτό η μορφολογία του πυθμένα επηρεάζει έμμεσα τις απώλειες όλοι οι παράγοντες (π.χ. θερμοκρασία, είδος και ποσότητα οργανικής ουσίας, όγκος βαθιάς ζώνης σε σχέση με τον όγκο της πελαγικής), που επηρεάζουν τον ρυθμό αερόβιας αποικοδομήσεως της οργανικής ουσίας επηρεάζουν κατά ανάγκη τον ρυθμό απώλειας οξυγόνου. Σε ένα φωτιζόμενο περιβάλλον η απορρόφηση του οξυγόνου, με τη διαδικασία της αναπνοής, θα είναι σε μεγάλο μέρος αντισταθμισμένη με την απελευθέρωση του από την φωτόλυση του νερού, χάρη στα φυτά που αυτό περιέχει. Συγχρόνως στο βυθό, όπως και την νύχτα στην επιφάνεια, δεν υπάρχει παρά απορρόφηση οξυγόνου` απορρόφηση συνδεδεμένη με την αναπνοή και με αντιδράσεις της βακτηρίωσης χημειοσύνθεσης.

Στους δύο παραπάνω κύριους παράγοντες απώλειας οξυγόνου μπορούν να προστεθούν και άλλοι που συνήθως θεωρούνται δευτερεύοντες. Μεταξύ αυτών μπορεί να αναφερθεί η παρουσία άλλων αερίων όπως π.χ. του μεθανίου. Το μεθάνιο όταν συγκεντρωθεί στο νερό του πυθμένα σε αρκετά μεγάλες ποσότητες ανεβαίνει προς τα πάνω παρασύροντας και λίγο οξυγόνο. Επίσης η άνοδος της θερμοκρασίας του επιλιμνίου κατά το θέρος επιφέρει μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου. Ο παράγοντας αυτός μπορεί και να μειώσει το οξυγόνο του επιλιμνίου ως και στο μισό.

Με την φωτοσύνθεση παράγεται οξυγόνο και οργανική ουσία. Αλλά η οργανική ουσία που θα παραχθεί, κάποτε θα νεκρωθεί. Η νεκρή οργανική ουσία υφίστανται αποικοδόμηση. Η αερόβια αποικοδόμηση καταναλίσκει οξυγόνο, όσο οξυγόνο παραχθεί για να σχηματιστεί οργανική ουσία άλλο τόσο θα καταναλωθεί για να οξειδωθεί η ίδια ποσότητα της ουσίας οπότε το ισοζύγιο” εμπλουτισμός μέσω φωτοσύνθεσης” και “απώλεια μέσω αποικοδόμησης” είναι θεωρητικά μηδέν. Ενδέχεται μέρος της παραγόμενης οργανικής ουσίας να διαφύγει την οξείδωση, τουλάχιστον για λίγο χρόνο.

Με αυτές τις παρατηρήσεις ξετυλίγεται ο κύκλος του οξυγόνου στα φυσικά νερά. Αν θεωρήσουμε μία λίμνη σε περίοδο κυκλοφορίας: α) δίχως την παρουσία οργανισμών η περιεκτικότητα των νερών σε οξυγόνο τείνει να πλησιάζει αυτή του καθαρού νερού της ίδιας θερμοκρασίας και που είναι κορεσμένο σε διαλυμένο οξυγόνο. Υπάρχει λοιπόν, στενή σχέση ανάμεσα στην θερμοκρασία και στο οξυγόνο. β) αν φυτικοί, ζωικοί και κτηριακοί οργανισμοί εισαχθούν στην λίμνη, θα δημιουργήσουν με τον μεταβολισμό τους μια διαβάθμιση του διαλυμένου οξυγόνου που θα είναι αποτέλεσμα του φωτισμού` θα υπάρχει λοιπόν υπερκορεσμός του περιβάλλοντος σε οξυγόνο την ημέρα και κοντά στην επιφάνεια, αν η ποσότητα της οργανικής ύλης που ενεργεί και φωτοσύνθεσης είναι επαρκής. Αντίθετα, οι αναπνευστικές διαδικασίες θα απορροφούν ένα μέρος του οξυγόνου την νύχτα. Στο βυθό μόνο τα φαινόμενα της αναπνοής και της βακτηρίωσης αποσύνθεσης ενεργούν μέσα στο σχετικό ή διαρκές σκοτάδι και θα υπάρχει πάντοτε απορρόφηση.

Ερχόμαστε τη εποχή που η λίμνη στρωματοποιείται θερμικά. Το υπολίμνιο είναι απομονωμένο από τα ανώτερα στρώματα και δεν γίνεται ανανέωση του οξυγόνου του, που δαπανάται για την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης. Άρα, τείνει να μειωθεί η περιεκτικότητα οξυγόνου του υπολιμνίου σε σχέση με εκείνη του μεταλιμνίου. Άρα θα υπάρξει και πολύ νεκρή φυτομάζα στο υπολίμνιο η οποία για να αποικοδομηθεί Αν η λίμνη είναι πολύ oligότροφη, η παραγόμενη φυτομάζα του επιλιμνίου είναι λίγη, οπότε θα είναι λίγο και το οξυγόνο που θα χάσει το υπολίμνιο. Αν αντίθετα, η λίμνη είναι εύτροφη, θα παραχθεί πολύ φυτομάζα στο επιλίμνιο, άρα θα υπάρξει πολύ νεκρή φυτομάζα στο υπολίμνιο η οποία για να αποικοδομηθεί θα καταναλώσει αρκετό από το οξυγόνο του υπολιμνίου.

Υπάρχει μία στενή σχέση ανάμεσα στη διανομή του διαλυμένου οξυγόνου σε διαφορετικές περιόδους του έτους, στην παραγωγή και την παραγωγικότητα της οργανικής ύλης ζωντανής και νεκρής μέσα στην μάζα του νερού. Η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό πληροφορεί για την ικανότητα αποκαθαρισμού μιας μάζας νερού και συνδέεται με την ποσότητα των ανοργανοποιητικών μικροβιακών οργανισμών που υπάρχουν εκεί. Η διανομή του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα είναι άρα αποτέλεσμα της αναπνοής των οργανισμών, συνδεδεμένο με αυτό της οργανικής σύνθεσης από τα χλωροφυλλούχα φυτά. {1}

3.7.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

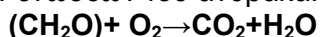
Η ευαισθησία των ψαριών στις χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου διαφέρει ανάμεσα στα είδη, στα διάφορα στάδια όπως ανάμεσα στις δραστηριότητες της

ζωής (διατροφή, αύξηση, αναπαραγωγή). Όσο θερμότερο είναι το νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση του οξυγόνου. Τα ψάρια σε υψηλότερες θερμοκρασίες καταναλώνουν μεγαλύτερη ενέργεια, τρέφονται καλύτερα και καταναλώνουν περισσότερο οξυγόνο.

Υπάρχουν δυσκολίες στον καθορισμό κριτηρίων διαλυμένου οξυγόνου για την αλιεία, εξαιτίας των πολύ διαφορετικών μορφών διακύμανσης που μπορεί να υπάρχουν στα εσωτερικά νερά, ακόμη και όταν δεν έχουν ρυπανθεί και της αδυναμίας να καθορίσουμε από την αρχή την επίδρασή τους ακόμα και όταν περιγράφονται επαρκώς, εκτός αν τα επίπεδα είναι τόσο χαμηλά, ώστε να είναι άμεσα θανατηφόρα για τα ψάρια ή τόσο υψηλά ώστε να μην τα επηρεάζουν καθόλου.

3.7.3 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ(BOD)

Η οξειδωση των οργανικών ενώσεων του άνθρακα:



Απαιτεί την παρουσία διαλυμένου οξυγόνου και θερμοκρασίες πάνω από 0 °C. Η οξειδωση της αμμωνίας: $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, απαιτεί θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 4°C. Αυτή η απαίτηση σε οξυγόνο ονομάζεται βιοχημική ή βιολογική (Biochemical Oxygen Demand) και αναφέρεται ως BOD. Αν υπάρχει μεγάλη ποσότητα οργανικού υλικού που μπορεί να οξειδωθεί σε μία λίμνη η οποία προέρχεται από απόβλητα, τα βακτήρια που φέρουν σε πέρας την οξειδωση μπορεί να χρησιμοποιήσουν όλο το διαθέσιμο διαλυμένο οξυγόνο, προκαλώντας έντονη έλλειψη οξυγόνου.

Άλλες βιοχημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στα νερά είναι:

- i. Αναγωγή νιτρικών από μικροοργανισμούς ($\rightarrow \text{N}_2$ και λίγο N_2O) σε απουσία διαλυμένου οξυγόνου.
- ii. Υδρόλυση ρίπων από μικροοργανισμούς.
- iii. Αφαίρεση αλογόνων ορισμένων χλωριωμένων ενώσεων.
- iv. Υδροξυλίου αρωματικών ενώσεων
- v. Καθίζηση μετάλλων
- vi. Δημιουργία συμπλοκών μετάλλων

Το BOD μετριέται στα νερά με προσδιορισμό της ποσότητας του οξυγόνου που καταναλώνεται από τους υδρόβιους μικροοργανισμούς σε μια περίοδο 2 ημερών (BOD_2) ή 5 ημερών (BOD_5). Λαμβάνεται ένα δείγμα νερού στο οποίο μετριέται η περιεκτικότητα του οξυγόνου και στη συνέχεια τοποθετείται σε φιάλες για 48 ώρες ή 5 ημέρες, οι οποίες φυλάγονται στο σκοτάδι και σε θερμοκρασία 20°C. Μετά από αυτό το διάστημα η τελική τιμή της περιεκτικότητας σε οξυγόνο ξαναμετριέται και συγκρίνεται με την αρχική. Η διαφορά δίνει την κατανάλωση του οξυγόνου σε αυτό το διάστημα. Η τιμή είναι ανάλογη της ποσότητας των υποκειμένων σε σήψη ουσιών μέσα στο νερό και έτσι μπορούμε να βγάλουμε σχετικά με την οργανική επιβάρυνση, ειδικά αν η διαδικασία συνδυαστεί με την εκτίμηση της κατανάλωσης του υπερμαγγανικού καλίου.

Η κακή ποιότητα των νερών των παράκτιων ρευμάτων αντικατοπτρίζεται στο υψηλό οργανικό φορτίο (BOD), στις ακραίες τιμές χαμηλού και υψηλού κορεσμού του οξυγόνου, στη μεγάλη θολότητα και στα σχετικά υψηλά επίπεδα απορρυπαντικών που μεταφέρονται στις εκροές. Αν θεωρήσουμε τα επίπεδα BOD σαν μια μέτρηση της οργανικής ρύπανσης, η κατάσταση των παράκτιων ρευμάτων μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

- μη ρυπασμένα, $\text{BOD} < 5 \text{ mg/l}$
- ελαφρά ρυπασμένα, $\text{BOD} = 5-10 \text{ mg/l}$
- ρυπασμένα, $\text{BOD} = 10-20 \text{ mg/l}$
- πολύ ρυπασμένα, $\text{BOD} > 20 \text{ mg/l}$

Αυτή η ταξινόμηση είναι αυθαίρετη, αλλά αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα των εύτροφων φυσικών νερών σε έλλειμμα οξυγόνου, το οποίο σχετίζεται με τη χαμηλή ποιότητα των νερών. {1}

3.7.4 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Μέσα στα φυσικά νερά το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται συχνότερα με παρουσία αλκαλικών και αλκαλινο-γεωδών, συνδυάζεται με αυτά για να σχηματίσει ανθρακικά και δισσάνθρακικά άλατα. Υπάρχει μια χημική ισορροπία ανάμεσα στις τρεις μορφές του ανθρακικού οξέος που στην περίπτωση των αλάτων του ασβεστίου μπορεί να αποδοθεί ως:



Όταν το ανθρακικό οξύ βρίσκεται διαλυμένο σε καθαρό νερό, προκαλεί πτώση του Ph. Οι δυο οξύτητες αυτού του οξέος εξουδετερώνονται σε Ph 8,3 και 4,5. Σε ελεύθερη κατάσταση θα βρει μια βάση για να σχηματίσει ένα άλας, θα είναι λοιπόν “επιθετικό” για τα άλατα των βάσεων, τέτοια όπως του ασβεστίου και του μαγνησίου. Αυτή η “επιθετικότητα” δεν αφορά στο σύνολο του ανθρακικού οξέος, μια και υπολογίσιμο μέρος αυτού είναι η ισορροπία με τα άλατα όπως δείχνει η παραπάνω εξίσωση και δεν μπορεί να αντιδράσει με το ουδέτερο άλας για να δώσει όξινο άλας.

Με παρουσία βάσεων, όπως ασβεστίου, το ανθρακικό οξύ θα σχηματίσει αρχικά ένα όξινο ανθρακικό ή δισσάνθρακικό άλας. Χάρη στη πρώτη από τις δυο οξύτητες του θα είναι ημισυνδυασμένο, ενώ με τη μορφή ανθρακικού άλατος, αδιάλυτο κατά τον περισσότερο χρόνο, συνδυασμένο. Έτσι, στα φυσικά νερά το διοξείδιο του άνθρακα παρουσιάζεται κάτω από τέσσερις διαφορετικές μορφές:

A. Ανθρακικό οξύ συνδυασμένο, με μορφή ουδέτερου άλατος

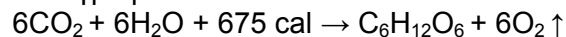
B. Ανθρακικό οξύ ημισυνδυασμένο, με μορφή όξινου άλατος

Γ. Ανθρακικό οξύ “επιθετικό”, με μορφή ελεύθερου και αντιδραστικού οξέος

Δ. Ανθρακικό οξύ ισοσταθμισμένο ελεύθερο και όχι αντιδραστικό, απαραίτητο για να διατηρεί σε διάλυση το ημισυνδυασμένο ανθρακικό οξύ.

Ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του μεταβολισμού, στα βαθιά στρώματα της λίμνης και κυρίως κοντά στον πυθμένα, είναι η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα. Μέσα στην τροφογενή ζώνη η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα δεν είναι μετρήσιμη παρά μόνο η απουσία της φωτοσύνθεσης.

Η γνώση της ποσότητας του αφομοιούμενου διοξειδίου του άνθρακα με φωτοσυνθετικό τρόπο επιτρέπει να υπολογίσουμε την ποσότητα της λαμβανόμενης ενέργειας από το περιβάλλον που έχει χρησιμοποιηθεί από τους οργανισμούς. Η εξίσωση της φωτοσύνθεσης μπορεί να γραφτεί:



Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται στη ροή της αυτόχθονης θρέψης των οργανισμών που υπάρχουν, είναι ένα μέτρο των μετατροπών ενέργειας, των οποίων έδρα είναι η μάζα του νερού. Η κατακόρυφη διανομή διοξειδίου του άνθρακα συγγενεύει αρκετά με αυτή του ελλείμματος σε οξυγόνο. Το οξυγόνο ισορροπεί πιο γρήγορα με υπερκείμενο αέρα από ότι το διοξείδιο του άνθρακα που τότε είναι σε καθαρό υπερκορεσμό εξαιτίας της δραστηριότητας των φωτοσυνθετικών οργανισμών. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στο υπολίμνιο οφείλεται:

A. Στην αύξηση του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα που προέρχεται κυρίως από την δραστηριότητα των οργανισμών

B. Στο σχηματισμένο δισσάνθρακικό άλας αμμωνίου στο αποξυγονομένο περιβάλλον με άμεση ενέργεια του διοξειδίου του άνθρακα πάνω στο αμμωνιακό

Γ. Στην αύξηση μη εξατμιζόμενων διαλυτών δισσάνθρακικών αλάτων

Η ύπαρξη μιας σημαντικής αναταραχής στο επίπεδο της εσωεπιφάνειας υπολιμνίου-μεταλιμνίου μας υποχρεώνει να θεωρήσουμε ότι υπάρχει μια ορισμένη μεταβίβαση του διοξειδίου του άνθρακα των βαθιών στρωμάτων προς εκείνα της επιφάνειας και στην περίοδο της στρωμάτωσης κυρίως στα άκρα μιας λίμνης. Τα φυτά είναι πολύ ικανά να αφομοιώνουν όχι μόνο το ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα, αλλά άμεσα και ορισμένα ανθρακικά και δισσάνθρακικά άλατα.

Το pH μιας μάζας νερού είναι συνδεδεμένο με την παρευρισκόμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα. Η συνεχής εναλλαγή του διοξειδίου του άνθρακα ανάμεσα σε οργανισμούς και περιβάλλον θα προκαλέσει μια μεταβολή του pH μέσα στο χρόνο.

Οι διακυμάνσεις του διοξειδίου του άνθρακα, συνδεδεμένες με μεταβολικά φαινόμενα, προκαλούν μια συνεχή τροποποίηση της ισορροπίας ανάμεσα στο διοξείδιο του άνθρακα και στα άλατά του, κυρίως του ανθρακικού ασβεστίου που θα μπορεί να κατακρημνίζεται, αν ελαττώνεται η ποσότητα του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα. {1}

3.7.5 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Υπάρχει μια στενή σχέση ανάμεσα στη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, στην περιεκτικότητα του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα, στα αλκαλικά αποθέματα ή στο

σύνολο των ανθρακικών και δισσάνθρακικών αλάτων που μπορούν να ελευθερώσουν αφομοιώσιμο διοξείδιο του άνθρακα και στη φωτοσύνθεση.

Σε νερά σχετικά πλούσια σε ασβέστιο, η χρησιμοποίηση από τα φυτά του διαθέσιμου διοξειδίου του άνθρακα προκαλεί τη διακοπή της μεταβίβασης ισορροπίας που υπάρχει ανάμεσα στα διάφορα παρειασκόμμενα ιόντα και καταβύθιση του ανθρακικού ασβεστίου με διάσπαση των δισσάνθρακικών αλάτων.

Στα ασβεστιούχα νερά το pH θα προσδιορίζεται από τη σχέση ανάμεσα σε ιόντα H^+ που προέρχονται από τη διάσπαση του ανθρακικού οξέος και σε ιόντα OH^- που προέρχονται από την υδρόλυση των όξινων ανθρακικών αλάτων. Όλα τα χλωροφυλλούχα φυτά δεν είναι ικανά να χρησιμοποιήσουν το ιόν HCO_3^- . Ένας ορισμένος αριθμός πρέπει να περιοριστεί σε ελεύθερο διοξείδιο του άνθρακα. {1}

3.7.6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΟΝΤΩΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

Η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (τιμή pH) επηρεάζει το μεταβολισμό τόσο των ζώων όσο και των φυτών. Υπάρχει μια κανονική διακύμανση των τιμών pH για τα νερά για καλή αλιεία.

α. Δεν υπάρχει καθορισμένη διακύμανση του pH, μέσα στα οποία η αλιεία δεν βλάπτεται και έξω από την οποία καταστρέφεται, αλλά υπάρχει μια σταδιακή επιδείνωση, καθώς και οι τιμές του pH απομακρύνονται πέρα από την κανονική διακύμανση

β. Η διακύμανση του pH που δεν είναι άμεσα θανατηφόρα για τα ψάρια είναι 5 ως 9. Η τοξικότητα κοινών ρυπαντών επηρεάζεται έντονα από τις μεταβολές του pH μέσα σε αυτό το εύρος και αυξημένη οξύτητα ή αλκαλικότητα μπορεί να κάνει αυτά τα δηλητήρια πιο τοξικά. Επίσης, μια εκκένωση οξέων μπορεί να ελευθερώσει αρκετό διοξείδιο του άνθρακα από δισσάνθρακικά άλατα μέσα στο νερό και ή να είναι άμεσα τοξική ή να έχει ως συνέπεια το εύρος 5-6 του pH να είναι θανατηφόρο.

γ. Κάτω από τη τιμή 5 του pH πρέπει να αναμένεται η θνησιμότητα των ψαριών, αν και μερικά είδη μπορούν να προσαρμόζονται σε χαμηλές τιμές ως 3,7. Η παραγωγικότητα του υδάτινου οικοσυστήματος μειώνεται αισθητά κάτω από την τιμή pH 5, ώστε η σοδειά από την αλιεία να μειώνεται. Μερικά όξινα νερά μπορεί να περιέχουν ιζηματοποιημένο υδροξείδιο του τρισθενούς σιδήρου, το οποίο μπορεί επίσης να δράσει ως ένας θανατηφόρος παράγοντας.

δ. Εργαστηριακά δεδομένα δείχνουν ότι οι τιμές pH μεταξύ 9 και 10 μπορεί να είναι βλαβερές για λίγα είδη ψαριών και πάνω από 10 θανατηφόρες για τα υπόλοιπα. {1}

3.7.7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

Τα φυσικά νερά παίζουν ρόλο διάλυτη ενός σημαντικού αριθμού αλάτων, τα οποία σε διάλυση είναι περισσότερο ή λιγότερο διασπασμένα σε ιόντα. Αυτά τα ιόντα μετακινούνται άλλα προς το ένα ηλεκτρόδιο και άλλα προς το άλλο, όταν υποβληθεί το εξεταζόμενο νερό σε ηλεκτρικό πεδίο. Τα ανιόντα κατευθύνονται προς την άνοδο και τα κατιόντα προς την κάθοδο.

Όλα τα ιόντα δεν έχουν την ίδια κινητικότητα και μετρώντας την ικανότητα διέλευσης του ρεύματος (αγωγιμότητα), προσδιορίζουμε την κινητικότητα του συνόλου των παρειασκόμμενων ιόντων. Η αγωγιμότητα μιας μάζας νερού εξαρτάται όχι μόνο από την περιεκτικότητα της σε ιονισμένα άλατα, αλλά και από το μέγεθος και την απόσταση των ηλεκτροδίων.

Ειδική αγωγιμότητα του νερού είναι η ποσότητα του ηλεκτρισμού που μεταφέρεται από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο σε ένα δευτερόλεπτο, μέσα από μια τομή 1cm^2 και κάτω από μια διαφορά δυναμικού 1 volt/cm. Επειδή η αγωγιμότητα είναι το αντίστροφο της αντίστασης, η ειδική αγωγιμότητα είναι το αντίστροφο της ειδικής αντίστασης. Η μονάδα της αγωγιμότητας είναι mho (αντίστροφο του ohm).

Τα άλατα σε διάλυση έχουν μια αγωγιμότητα που ποικίλει ανάλογα με τη συγκέντρωση, περνώντας από το μέγιστο σε μια ορισμένη τιμή αυτής. Αν εισάγουμε την έννοια της ισοδύναμης αγωγιμότητας ή το πηλίκο της αγωγιμότητας δια των αριθμών των ισοδύναμων των διαλυμένων σε ένα χιλιοστόλιτρο (1 ισοδύναμο = 1 mol g/ σθένο),

παίρνουμε μια γραμμική σχέση της αγωγιμότητας ανάλογα με τη συγκέντρωση. Για ισχυρούς ηλεκτρολύτες η ισοδύναμη αγωγιμότητα αυξάνει κανονικά με τη διάλυση, αν και για ασθενής ηλεκτρολύτες ατελώς διασπασμένους ποικίλει εξαιτίας του αποτελέσματος της διάλυσης πάνω στην τιμή της διάσπασης.

Η ιοντική σύνθεση του νερού παίζει αποφασιστικό ρόλο στην παρουσία ή την απουσία των φυτών και των ζώων στο νερό. Τα ζώα του γλυκού νερού ζουν μέσα σε ένα υποτονικό διάλυμα, το νερό δηλαδή είναι πάντοτε φτωχότερο σε ιόντα από ότι είναι τα σωματικά τους υγρά και το πρόβλημα για αυτά είναι η σταθερή διατήρηση της συγκέντρωσης ορισμένων ιόντων στο αίμα τους. {1}

3.7.8 ΑΝΙΟΝΤΑ

Το φυσικό νερό περιέχει ηλεκτρολύτες που ορισμένοι είναι ανιόντα ή ιόντα φορτισμένα αρνητικά. Είναι το αποτέλεσμα διάσπασης των αλάτων, από τα οποία τα κυριότερα είναι γεωλογικής προέλευσης και από τα οποία μερικά συμμετέχουν δραστήρια, άμεσα ή έμμεσα στη ζωή των υδρόβιων οργανισμών, στην ανάπτυξη τους, στο μεταβολισμό τους. {1}

3.7.9 ΑΛΟΓΟΝΑ, ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ

Από τα κυριότερα ανιόντα που υπάρχουν στα φυσικά νερά, τα αλογόνα είναι τα πιο σημαντικά. Βρίσκονται κυρίως σε ρυπασμένα νερά και υφάλμυρα. Το χλώριο είναι το πιο άφθονο.

Τα χλωριούχα προέρχονται συχνά από νερά βροχής και είναι θαλάσσιας προέλευσης. Άλλες φορές επίσης, η μεταφορά των χλωριούχων οφείλεται στη διάλυση των ίδιων των πετρωμάτων και κυρίως των διαλυτών ορυκτών. Επίσης δεν πρέπει να υποτιμάται ο εμπλουτισμός των φυσικών νερών σε χλωριούχα από τις συνεισφορές των ζώων και των ανθρώπων, των οποίων τα προϊόντα έκκρισης περιέχουν κατά μέσο όρο περισσότερα από 5 g/l ιόντα χλωρίου. {1}

3.7.10 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΓΙΑ ΜΟΡΦΕΣ ΧΛΩΡΙΟΥ

Το χλώριο με τη μορφή υποχλωρικού οξέος και χλωραμινών είναι τοξικό για την υδρόβια ζωή. Η τοξικότητα του χλωρίου στα ψάρια αυξάνεται με τη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου και μεταβάλλεται λίγο με αύξηση της αλατότητας ως 50% στο θαλασσινό νερό, αλλά υπάρχουν λίγα ή καθόλου δεδομένα για την επίδραση θερμοκρασίας, του pH και της σκληρότητας του νερού. {1}

3.7.11 ΘΕΙΟ

Μετά τα δισσάνθρακικά και τα πυριτικά άλατα τα θειικά είναι τα το κύριο συστατικό των νερών.

Τα θειικά ιόντα SO_4^{2-} είναι συνδεδεμένα με τα αλκαλικά κατιόντα και τα αλκαλινογεώδη. Το νερό της βροχής περιέχει μια αξιόλογη ποσότητα, αλλά η πιο σημαντική πηγή θειικών αλάτων είναι αναμφισβήτητα το θειικό άλας του ένυδρου ασβεστίου (γύψος), συχνό ορυκτό και αρκετά διαλυτό στο νερό. Στις ηφαιστιογενείς περιοχές τα νερά μπορεί να είναι εμπλουτισμένα σε θείο από τις αναθυμιάσεις του υπεδάφους, ενώ είναι η εξάτμιση που συγκεντρώνει τα θειικά άλατα στις λιμναίες λεκάνες των ημίξηρων περιοχών. Επίσης τα θειικά άλατα έχουν και ανθρώπινη προέλευση από μεταλλευτικές δραστηριότητες (ορυχεία άνθρακα). Το νερό μπορεί έτσι να είναι εμπλουτισμένο από αυτό το ανιόν και σε αυτή την περίπτωση είναι μια σοβαρή χαρακτηριστική ένδειξη της βιομηχανικής ρύπανσης.

Οι συνθήκες των περιοχών δεν είναι οι μόνες που επηρεάζουν την περιεκτικότητα των νερών θειικά και θειούχα άλατα. Οι κλιματικές συνθήκες μπορούν εξίσου να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο. Έτσι τα νερά του χιονιού μπορούν να διαλύσουν σημαντικά τις εισφορές του υπεδάφους, ενώ η εξάτμιση όπως εξίσου και η πήξη παίζουν έναν αντίστροφο ρόλο. Ακόμη οι ζωντανοί οργανισμοί μπορούν εξίσου να τροποποιήσουν την χημική σύσταση των στάσιμων νερών από μεταβολικούς μετασχηματισμούς και τα θειικά άλατα να μετατραπούν σε θειούχα.

Οι αυτότροφοι οργανισμοί και πολυάριθμοι ετερότροφοι αφαιρούν το θείο που έχουν ανάγκη από τα θειικά άλατα. Για να συγκροτήσουν έναν αρκετό αριθμό θειούχων αμινοξέων χρειάζεται το «θειικό «στοιχείο». Αλλού, ορισμένα βακτήρια καταστρέφουν τις οργανικές συνθέσεις του θείου και ανανεώνουν έτσι είτε το στοιχειώδες θείο, είτε τα προϊόντα της

οξειδωσης του, τα θειούχα και θειικά άλατα είτε τέλος τα προϊόντα της αναγωγής τους, υδρόθειο και θειούχα.

Οι έρευνες του κύκλου του θείου στα λιμναία νερά είναι σχετικά πρόσφατες. Παρότι που τα θειικά άλατα είναι γενικά αρκετά διαλυτά άλατα μέσα στο νερό, το θειικό άλας του ασβεστίου είναι ταυτόχρονα το πιο διαδεδομένο στη φύση. Το υδρόθειο, είναι πολύ διαλυτό στο νερό και διαλύεται από 3,3 ως 7,0 g περίπου ανά λίτρο σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

Το θειικό άλας του νατρίου είναι χαρακτηριστικό των νερών των ημίξηρων περιοχών και σε μερικές ιδιαίτερες περιπτώσεις μπορεί να παρατηρηθεί σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις, σχηματίζοντας μαζί με άλλα άλατα γνήσια ορυκτά επικαλύμματα στην όχθη ορισμένων λιμνών. {1}

3.7.12 ΑΖΩΤΟ

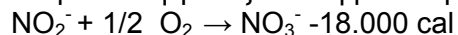
Ο αέρας διαλυόμενος στο νερό εφοδιάζει αυτό με άζωτο, το οποίο χάρη σε βιολογικούς καταλύτες επανέρχεται στη σύνθεση οξειδωμένων μορίων NO, NO₂, NO₃ που αναγόμενα θα σχηματίσουν αμμωνία ή αμμωνιακό άλας. Το μεταβολικό άζωτο φτάνει στα φυσικά νερά κυρίως με διάλυση και ξέπλυμα των εδαφών και ανακυκλώνεται διαρκώς με αποσύνθεση των οργανισμών που όλοι το περιέχουν.

Το άζωτο είναι πολύ σημαντικό συστατικό της οργανικής ύλης και εισέρχεται στη σύνθεση των κυτταρικών πρωτεϊνών. Είναι απαραίτητο στην αύξηση των φωτοσυνθετικών οργανισμών που το αντλούν από το περιβάλλον με τη μορφή των νιτρικών αλάτων.

Άλλες μορφές Αζώτου:

-Τα **νιτρικά άλατα** που μερικές φορές χρησιμοποιούνται άμεσα από του οργανισμούς και που παίζουν το ρόλο του περιοριστικού παράγοντα για τους αυτότροφους οργανισμούς. Τα νιτρικά άλατα έχουν μια διανομή που φυσικά εξαρτάται από την προέλευσή τους αλλά επίσης και από και από τη διανομή του οξυγόνου κάτω από την εξάρτηση της διανομής των αυτότροφων και ετερότροφων οργανισμών. Όταν οι συνθήκες είναι δυσμενείς στη σταθερότητα του νιτρικού αζώτου, τα νιτρικά άλατα τείνουν να εξαφανιστούν και αντικαθίστανται από δύο μορφές πολύ λιγότερο σταθερές, τα νιτρώδη και την αμμωνία.

-Τα **νιτρώδη** εμφανίζονται στο περιβάλλον όταν τι οξειδοαναγωγικό δυναμικό φτάνει την τιμή E₇=0,45 έως 0,40 volt. Είναι ασταθή, εξαιτίας του γεγονότος ότι τι περιβάλλον σπάνια παραμένει σε κανονικές συνθήκες σταθερότητας για αυτά τα ιόντα. Υπακούουν, λοιπόν, είτε σε μια τάση για οξειδωση με αναγέννηση των νιτρικών αλάτων:



Είτε σε μια τάση για αναγωγή που τα μετατρέπει σε στοιχειώδες άζωτο και σπανιότερα σε αμμωνία.

-Η **αμμωνία** είναι το παράγωγο της τελικής αναγωγής των αζωτούχων οργανικών ενώσεων. Μερικές φορές όταν το περιβάλλον είναι ισχυρά αναγωγικό, και κυρίως στην επιφάνεια του ιζήματος, αποκαλύπτονται σημαντικές ποσότητες. Επίσης με τη μορφή αμμωνιακών αλάτων είναι ένα παράγωγο υποβάθμισης που εκκρίνεται από τους οργανισμούς. Σε οξειδωμένο περιβάλλον η αμμωνία μετατρέπεται βαθμηδόν σε νιτρώδη. Σε φυσικά νερά η ανεύρεση αμμωνίας σε μεγάλες ποσότητες είναι ένα κριτήριο ρύπανσης.

Εκτός από αυτές τις τρεις μορφές αζώτου, το νερό μιας λίμνης μπορεί να περιέχει οργανικά αζωτούχα μόρια λίγο πολύ υποβαθμισμένα και κυρίως αμινοξέων. Η συγκέντρωση των φυσικών νερών σε παράγωγα υποβάθμισης εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα της οργανικής ύλης που υπάρχει και από την φύση των ανοργανοποιητών των επιφορτισμένων να μετατρέπουν και να αποδίδουν επαναχρησιμοποιήσιμα τα οργανικά παράγωγα του μεταβολισμού.

Η επίδραση της αμμωνίας είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Τα οικιακά λύματα, τα απόβλητα ορισμένων βιομηχανιών και της γεωργίας είναι συνήθεις πηγές αμμωνίας στο νερό. Οι βλαβερές επιδράσεις της αμμωνίας συνδέονται με το Ph και τη θερμοκρασία του νερού, εξαιτίας του γεγονότος ότι μόνο το ιονισμένο μέρος της είναι δηλητηριώδες. Το μη ιονισμένο μέρος αυξάνεται με την αύξηση της τιμής της τιμής του Ph και με την αύξηση της θερμοκρασίας. {1}

3.7.13 ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Ανάμεσα στα θρεπτικά στοιχεία μιας υδατοσυλλογής, εκείνο που πολλοί πιστεύουν ότι αποβαίνει συχνότερα περιοριστικός παράγοντας για την πρωτογενή παραγωγικότητα, είναι ο φώσφορος. Η έλλειψη του είναι πιο αισθητή στο επιλίμνιο κατά τις περιόδους που οι άλλοι παράγοντες, ιδίως το φως ευνοούν υψηλούς ρυθμούς φωτοσύνθεσης.

Είναι ταυτόχρονα το πιο αναγκαίο στην υδρόβια ζωή, γενικά το λιγότερο άφθονο και αυτό που παρουσιάζεται με την πιο απλή μορφή, αυτή του ορθοφωσφορικού άλατος. Το υδάτινο οικοσύστημα περιέχει πολύ περισσότερο οργανικό φώσφορο από ότι το ανόργανο. Ένα μέρος των φωσφορικών αλάτων που υπάρχουν δεν είναι άμεσα αφομοιώσιμο. Τα ζωντανά κύτταρα έχουν εξάλλου, τη δυνατότητα να απορροφούν, να συσσωρεύουν και να αποβάλλουν το φώσφορο στο περιβάλλον στο οποίο ζουν. Ο διαλυτός φώσφορος, του οποίου η συγκέντρωση ποικίλει από ίχνη λιγότερο από 1 mg/m³ μέχρι υψηλές τιμές 203 g/m³ σε άγονη ζώνη, είναι ταυτόχρονα υπεύθυνος που μερικές λίμνες είναι φτωχές και σε ισχυρές συγκεντρώσεις απαγορευτικός παράγοντας της ανάπτυξης ορισμένων φυτών.

Ο διαλυτός φώσφορος βρίσκεται κυρίως υπό μορφή ορθοφωσφορικών και πολυφωσφορικών ενώσεων. Αυτές προέρχονται κυρίως από απορρυπαντικά, διαλυτός φώσφορος επίσης υπάρχει υπό μορφή κολλοειδών οργανικών ενώσεων.

Μια από τις δυσκολίες προσέγγισης του φωσφόρου που υπάρχει μέσα σε μια μάζα νερού, είναι το μόνο ένα μέρος αυτού βρίσκεται σε κατάσταση ιόντων. Ορισμένα σύνθετα φωσφορούχα βρίσκονται σε κολλοειδή κατάσταση (οργανικός διαλυμένος φώσφορος) και άλλα είναι οργανικά σύνθετα που υπάρχουν σε ιδιαίτερη κατάσταση μέσα στα νερά. Η σχέση P οργανικός διαλυτός/ P ολικός θα είναι σταθερή στις λίμνες από 25 ως 32 %.

Οι πηγές φωσφόρου εμπλουτισμού με φώσφορο είναι:

- α) η ατμόσφαιρα
- β) υπόγεια νερά: ορυκτά που περιέχουν φώσφορο δεν διαλύονται στο νερό.
- γ) επιφανειακά νερά λεκάνης απορροής: είναι ο κύριος τρόπος εμπλουτισμού των υδατοσδυλλογών με φώσφορο.

Ο φώσφορος που περιέχουν τα νερά αυτά μπορεί να έχει τις εξής προελεύσεις:

Πρώτον, φυσική διάβρωση εδαφών, και πετρωμάτων στα επιφανειακώς απορρέοντα νερά που εμπλουτίζονται με διαλυτό φώσφορο και με σωματίδια αργίλου που έχουν προσροφημένο φώσφορο.

Δεύτερον, απόβλητα οικισμών, κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων και βιομηχανιών. Τα υγρά απόβλητα μπορεί να εισρεύσουν άμεσα στη λίμνη ή και έμμεσα. Τα οικιακά απόβλητα είναι πολύ πλούσια σε φώσφορο.

Τρίτον, φωσφορικά λιπάσματα. Όταν η λεκάνη απορροής είναι καλλιεργούμενη, τα απορρέοντα νερά θα περιέχουν και φώσφορο προερχόμενο από τη φωσφορική λίπανση των αγρών.

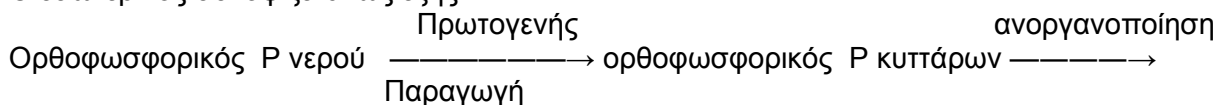
Οι πηγές φωσφόρου έχουν μειωθεί. Μόνο ορισμένα πετρώματα τον περιέχουν αλλά οι πιο σημαντικοί πηγή φαίνεται να είναι τι ξέπλυμα των εδαφών, οι βιομηχανίες απορρυπαντικών.

Η χρησιμοποίηση σημαδεμένου φωσφόρου (³²P) έδειξε το ίζημα παίζει ένα ρόλο ανταλλαγή του φωσφόρου και μπορεί να χρησιμεύει σαν αποθήκη των αφομοιωσιμων φωσφορικών αλάτων. Αυτό σημαίνει ότι η απουσία διαλυτού φωσφόρου στο νερό δεν έχει σημασία, παρά μόνο όταν ο φώσφορος δεν βρίσκεται κάτω από τη μορφή κυρίως δεσμευμένη στον πυθμένα.

Οι περιπτώσεις απώλειας φωσφόρου είναι οι εκροές του νερού από την υδατοσυλλογή οι οποίες αφαιρούν διαλυτό και αδιάλυτο φώσφορο, επίσης η απομάκρυνση υδρόβιων φυτών και αλιευμάτων. Ο φώσφορος κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το βάθος κατά τις περιόδους αναμίξεως των νερών, ανεξάρτητα από τον βαθμό ευτροφισμού. Αντίθετα, η κατανομή κατά τη στρωματοποίηση της θερμοκρασίας είναι ομοιόμορφη μόνο στις oligότροφες λίμνες ενώ στις εύτροφες είναι ανομοιόμορφη. Στις εύτροφες το υπολίμνιο έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα φωσφόρου από το επιλίμνιο γιατί ο διαλυτός φώσφορος αυξάνει στο στρώμα του νερού που γεινιάζει άμεσα με τα ιζήματα του πυθμένα. Μια αιτία της αυξήσεως αυτής είναι τα κατακρημνιζόμενα οργανικά θρύμματα του επιλίμνιου προς το υπολίμνιο. Άλλη αιτία πολύ συνηθισμένη, είναι η ελευθέρωση φωσφόρου εξαιτίας της αναγωγής που συμβαίνει στα ιζήματα. Η αύξηση του φωσφόρου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως π.χ. pH του

νερού, θερμοκρασία, η παρουσία ενώσεων που περιέχουν S, C, Fe κ.α. οι ίδιοι παράγοντες ρυθμίζουν γενικά την ανακύκλωση του φωσφόρου μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα. Η ανακύκλωση του φωσφόρου μπορεί να χωρισθεί σε δύο κύκλους, τον εσωτερικό (ή βιοτικό) κύκλο και τον εξωτερικό (ή γεωχημικό). {1}

Ο εσωτερικός συνοψίζεται ως εξής:



Ορθοφωσφορικός P νερού + οργανικός P κυττάρων.

Ο εξωτερικός κύκλος είναι:

Ορθοφωσφορικός P νερού → P ιζημάτων → Ορθοφωσφορικός P νερού + οργανικός P νερού.

Μια από τις σπουδαιότερες διεργασίες της ανακυκλώσεως είναι η εναλλαγή φωσφόρου μεταξύ των πυθμενικών ιζημάτων και του νερού. Στα ιζήματα συγκεντρώνεται ο φώσφορος που μπορεί να δεσμευθεί προσωρινά ή για μακρό χρονικό διάστημα οπότε γίνεται μη διαθέσιμος για τους οργανισμούς. Εξαιτίας της δεσμεύσεως αυτής η περιεκτικότητα των ιζημάτων δεν έχει άμεση σχέση με την παραγωγικότητα της υδατοσυλλογής. Η περιεκτικότητα των ιζημάτων σε φώσφορο είναι κατά πολλές τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από την περιεκτικότητα του νερού. Ένας παράγοντας που μπορεί να επιταχύνει πάρα πολύ την ελευθέρωση φωσφόρου από τα ιζήματα προς το νερό είναι η διατάραξη των ιζημάτων από τα ρεύματα που σχηματίζονται στην υδατοσυλλογή. {1}

3.7.14 ΚΑΤΙΟΝΤΑ

Τα κατιόντα είναι εξίσου σημαντικά όσο και τα ανιόντα. Ανάμεσα σε αυτά τα αλκαλινογεώδη μέταλλα είναι τα πιο κοινά και το ασβέστιο παίζει πρωταρχικό ρόλο στην δυναμική των θρεπτικών ουσιών. {1}

3.7.15 ΑΛΚΑΛΙΚΑ ΚΑΙ ΑΛΚΑΛΙΝΟ-ΓΕΩΔΗ

Τα φυσικά λιμναία νερά περιέχουν νάτριο και κάλιο με τη μορφή χλωριούχων, θειικών και ανθρακικών αλάτων. Το κάλιο είναι απαραίτητο στους ζωντανούς οργανισμούς αλλά ταυτόχρονα σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να θεωρηθεί δηλητήριο. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο παίζουν πρωταρχικό ρόλο στα φυσικά νερά. Τα άλατα του ασβεστίου είναι πολυάριθμα στη φύση και η διαλυτότητά τους ποικίλει. Τα χλωριούχα είναι πολύ διαλυτά, τα θειικά είναι λιγότερο, τα ανθρακικά ακόμα λιγότερο, ενώ τα φωσφορικά ποικίλουν πολύ, ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. {1}

3.7.16 ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Το ασβέστιο που φτάνει σε μια λίμνη προέρχεται από τη διάλυση του ασβεστούχων πετρωμάτων της λεκάνης τροφοδοσίας. Υπάρχουν νερά που απουσιάζει τελείως το ασβέστιο και άλλα που σχηματίζει ίζημα (υπερκορεσμός).

Το ασβέστιο εμπλέκεται ποικιλότροπα στην ανάπτυξη και τη δυναμική των πληθυσμών της πανίδας και χλωρίδας των γλυκών νερών. Το ασβέστιο είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο του μεταβολισμού των φυτών. Το ασβέστιο όπου είναι απαραίτητο, χρειάζεται σε μικροποσότητες, ως ιχνοστοιχείο.

Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο των λιμνών με μαλακά νερά παραμένει πολύ κάτω από τα επίπεδα κορεσμού και παρουσιάζει πολύ μικρές εποχικές διακυμάνσεις με το βάθος. Συνήθως, το ποσό του ασβεστίου που χρησιμοποιείται από τους οργανισμούς είναι τόσο μικρό, σε σύγκριση με αυτό που υπάρχει ελεύθερο στο οικοσύστημα, που ο προσδιορισμός του με συνηθισμένες μεθόδους είναι πολύ δύσκολος. Οι αποσυνθετικές διεργασίες μπορούν να οδηγήσουν σε κάποια αύξηση του ποσού του ασβεστίου στο υπολίμνιο των παραγωγικών λιμνών με μαλακό νερό κατά τη διάρκεια της στρωμάτωσης.

Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο των λιμνών με σκληρό νερό παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις. Τα επίπεδα του ασβεστίου αλλά και του δισανθρακικού άλατος μειώνονται σημαντικά, ως αποτέλεσμα της καθίζησης CaCO_3 κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι

μειώσεις της συγκέντρωσης του ασβεστίου και του ανόργανου άνθρακα στο επιλίμνιο και στο μεταλίμνιο είναι το άμεσο αποτέλεσμα της ταχείας αύξησης της φωτοσύνθεσης από το φυτοπλαγκτό και την παραλιακή χλωρίδα, δείχνοντας με τον καλύτερο τρόπο τον πολύ σημαντικό ρόλο της φωτοσύνθεσης στην απασβεστοποίηση του επιλίμνιου.

Το μαγνήσιο είναι πολύ πιο διαλυτό από το ασβέστιο είναι ένα στοιχείο συνοδό, του οποίου η επίδραση διαφέρει αισθητά εξαιτίας της διαφοράς διαλυτότητας. Κατά τη διάρκεια της εξάτμισης ανθρακούχου νερού που περιέχει αυτά τα δυο κατιόντα, το ασβέστιο αποτίθεται πρώτα όσο το νερό εμπλουτίζεται σε μαγνήσιο, γεγονός που επιφέρει τροποποιήσεις στη χλωρίδα και την πανίδα. {1}

3.7.17 ΑΛΑΤΑ

Μέσα στα νερά, όπως στην ξηρά, η ζωή εξαρτάται από την φυτική ύλη που δεσμεύει ηλιακή ενέργεια. Η φυτική ύλη εξαρτάται από την προμήθεια των αλάτων, που λέγονται θρεπτικά, ιδίως τα φωσφορικά και τα νιτρικά. Η έλλειψη ενός μόνο από αυτά τα σύνθετα ή λιγότερο άφθονο από ότι το κανονικό αρκεί για να σταματήσει η φυτική παραγωγή. Η αύξηση των φυκών, όπως και κάθε φυτού, απαιτεί επιπλέον επαρκές φως. Άρα πρέπει να βρίσκονται μέσα στη φυτική ζώνη που περιορίζεται στα επιφανειακά νερά. Αυτό σημαίνει πως το νερό της επιφάνειας τείνει να φτωχύνει περισσότερο. Η συνέχιση παραγωγής εξαρτάται από μια κανονική προμήθεια τροφής που ανέρχεται από βαθύτερα στρώματα, συνεπώς μια κατακόρυφη κυκλοφορία των μαζών νερού.

Κύρια πηγή των ανόργανων θρεπτικών αλάτων είναι η ανοργανοποίηση των οργανικών υλών όλων των ειδών, διαλυμένων ή μεριδιακών που αντιπροσωπεύονται από τα υπολείμματα του μεταβολισμού των ζωντανών οργανισμών.

Η υποβάθμιση της οργανικής νεκρής ύλης είναι κυρίως έργο ετερότροφων κατώτερων οργανισμών, μυκήτων και κυρίως βακτηρίων. Αυτοί οι οργανισμοί καταστρέφουν βαθμηδόν όλα τα οργανικά μόρια ως την τελική κατάσταση των ανόργανων σχετικά απλών: διοξείδιο του άνθρακα, φωσφορικά, αμμωνιακά, νιτρικά, νιτρώδη άλατα. Η ανοργανοποίηση με οξείδωση προμηθεύει την ενέργεια που χρησιμοποιείται από αυτούς τους μικροοργανισμούς για την σύνθεση της δικής τους ύλης. Το 60 με 70% της ενέργειας που αντιπροσωπεύεται από νεκρή οργανική ύλη, χρησιμοποιείται από αυτούς τους οργανισμούς για να αντιμετωπίσουν τις δαπάνες που συνδέονται με το μεταβολισμό. Το 30 με 40 % που απομένουν, αντιστοιχούν στην αποθηκευμένη ενέργεια που αντιπροσωπεύεται από τη ζωντανή βακτηριακή ύλη.

Ο πόλος λοιπόν των ετερότροφων μικροοργανισμών στην αναγέννηση των ανόργανων θρεπτικών αλάτων είναι κεφαλαιώδης. Η ανοργανοποιητική δραστηριότητα ξετυλίγεται μέσα στα ίδια τα νερά και κυρίως σε ένα επίπεδο κείμενο λίγο πιο κάτω από το βάθος αντιστάθμισης, όπου παρατηρούμε, ένα μέγιστο αφθονίας των πληθυσμών, γενικά συνδυαζόμενο με ένα ελάχιστο της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου. Η μικροβιακή συγκέντρωση έχει σχέση με τι ότι διάφορα οργανικά θρύμματα, που προέρχονται από πλούσιους ζωντανούς πληθυσμούς στο φωτισμένο στρώμα, κατά την πτώση τους προς το βυθό αναχαιτίζονται από ελάτωση της θερμοκρασίας που αυξάνει τον συντελεστή του ιξώδους του νερού και άρα της δύναμης επαφής που ενεργεί στα σωματίδια. Η αύξηση του αριθμού των σωματιδίων είναι καθοριστικό στοιχείο της αύξησης του αριθμού των μικροοργανισμών. Τα πιο σταθερά σωματίδια συνεχίζουν την πτώση τους προς το βυθό. Σε βάθη σχετικά μικρά η περιεκτικότητα σε οργανικές ύλες που μπορούν να μεταβολιστούν εύκολα πάνω στο βυθό, ιδίως όταν ο βυθός είναι καλυμμένος από λεπτό υπόστρωμα. Έτσι, οι μικροβιακοί πληθυσμοί είναι πολύ μεγάλοι με αποτέλεσμα η ανοργανοποίηση να είναι έντονη. {1}

3.7.18 ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΑ

Απορρυπαντική είναι κάθε ουσία που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό υλικών. Ο όρος κανονικά αναφέρεται και στις σχετικά απλές ουσίες όπως το καθαρό σαπούνι και καθαρή βενζίνη. Κυρίως όμως αναφέρεται στα σύγχρονα συνθετικά απορρυπαντικά που χρησιμοποιούνται ευρύτατα για οικιακές χρήσεις. Τα απορρυπαντικά συντίθενται από μόρια τα οποία περιέχουν υδρόφιλες και υδρόφοβες ομάδες. Επομένως τείνουν να δρουν στις διεπιφάνειες αέρα-νερού και ελαίου νερού. Ελαττώνουν την επιφανειακή τάση και διευκολύνουν τη δημιουργία γαλακτώματος. {1}

3.8 ΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

3.8.1 ΠΛΑΓΚΤΟΝ

Στα φυσικά νερά διακρίνουμε βασικά δυο επικράτειες την πελαγική και την βενθική. Η πελαγική περιλαμβάνει δυο μεγάλες ενότητες οργανισμών, ανάλογα με το βαθμό ελευθερίας τους σε σχέση με τις μετατοπίσεις μαζών νερού, το πλαγκτό και το νήκτο.

Το πλαγκτό αποτελείται από μικρούς οργανισμούς ζωικούς και φυτικούς που δεν έχουν ή έχουν πολύ μικρή δυνατότητα μετακίνησης. Έτσι είναι εκτεθειμένοι στις μετακινήσεις από δράση των κυμάτων. Η λέξη πλαγκτό είναι ελληνική και σημαίνει περιπλανώμενος. {1}

3.8.2 ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝ

Ο σημαντικός ρόλος του φυτοπλαγκτού σε μια μάζα νερού προκύπτει από το γεγονός ότι οι φωτοαυτότροφοι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί είναι οι παραγωγοί νούμερο 1 από τους οποίους εξαρτάται η υδρόβια ζωή. Μερικοί κατώτεροι φυτικοί οργανισμοί και μάλιστα φύκη συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του νερού με τη μορφή πυκνών και ορατών επιστραματών. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως “άνθη του νερού”.

Ο κύκλος ζωής κάθε είδους εξαρτάται, από τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών, το βαθμό της θερμικής στρωμάτωσης, τις κινήσεις των φυκών σε σχέση με το νερό, τη θήρευση από το ζωοπλαγκτό, τον ενδοφυτικό ανταγωνισμό και τον παρασιτισμό από πρωτόζωα, μύκητες, βακτήρια και ιούς.

Η κατανομή του φυτοπλαγκτού στο χώρο είναι ακανόνιστη για όλα σχεδόν τα είδη. Μεταβολές επίσης, στους πληθυσμούς συμβαίνουν σε σχέση με το βάθος. Γρήγορη αύξηση προκαλεί πυκνές μάζες φυκών, αν ο αριθμός αύξησης επικαλύπτει την διασπορά εξαιτίας της ανατάραξης του νερού. Οριζόντιες πυκνές μάζες και κατακόρυφες στρώσεις συχνά προκαλούνται εξαιτίας της ενεργητικής κίνησης των φυκών, στην προσπάθεια τους να βελτιώσουν τις συνθήκες φωτισμού και θρεπτικών.

Ποσότητα για τη σύνθεση του φυτοπλαγκτού είναι ποικίλη και διαφορετική στα νερά διαφόρων γεωγραφικών πλατών, τα βάθη των στρωμάτων και την εποχή του έτους. Γενικά, το φυτοπλαγκτό υπόκεινται σε εποχικές μεταβολές της σύνθεσης του, παράλληλα με τις φυσικοχημικές μεταβολές των νερών κατά την διάρκεια του έτους. Το φυτοπλαγκτό με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, δηλαδή κατά αυτότροφο τρόπο (φωτοσύνθεση), δομεί διάφορες ουσίες οι οποίες αποδομούνται και πάλι από βακτήρια. Σε υγιή νερά η δομή και η αποδομή των ουσιών βρίσκονται σε ισορροπία. Δεν προκύπτει δηλαδή, συσσώρευση οργανικών ουσιών. Από τα βακτήρια η κάθαρση καλείται “αυτοκάθαρση”. Όταν παρουσιάζονται “άνθη του νερού”, η ισορροπία διαταράσσεται. Σε αυτή την περίπτωση συσσωρεύονται περισσότερες οργανικές ουσίες, αφού τα βακτήρια δεν είναι πλέον σε θέση να αποδομήσουν τις μεγάλες ποσότητες αυτών των ουσιών. Έτσι τα βακτήρια είναι αποφασιστικής σημασίας για την διατήρηση της καθαρότητας του νερού.

Κατά την αποδομή των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια καταναλώνεται οξυγόνο. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις επέρχεται πλήρης κατανάλωση του οξυγόνου που έχει μεγάλη επίδραση στη κυκλοφορία και την πορεία εξέλιξης των ουσιών που υπάρχουν στο νερό, αφού από το νερό που στερείται οξυγόνο απελευθερώνονται ενώσεις φωσφόρου. Η κατανάλωση του οξυγόνου επιτείνεται ακόμη περισσότερο με τη βακτηριακή οξειδωση του μεθανίου του τελικού προϊόντος αποδομής των οργανικών ουσιών. Ο φώσφορος και άλλα θρεπτικά άλατα είναι αποφασιστικοί παράγοντες οι οποίοι ρυθμίζουν την ανάπτυξη των φυκών. {1}

3.8.3 ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝ

Το ζωοπλαγκτό περιλαμβάνει ζώα τα οποία αιωρούνται στο νερό με περιορισμένες δυνατότητες μετακίνησης. Όπως το φυτοπλαγκτό έτσι και το ζωοπλαγκτό είναι συνήθως πυκνότερο από το νερό και μπορεί να βυθίζεται σε μεγαλύτερα βάθη. Τα πλαγκτικά πρωτόζωα έχουν περιορισμένη ικανότητα μετακίνησης. Η διάκριση ανάμεσα στο αιωρούμενο ζωοπλαγκτό που έχει περιορισμένη ικανότητα μετακίνησης και τα ζώα εκείνα που είναι δυνατόν να μετακινούνται ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη κυματισμού των ρευμάτων.

Οι προσαρμογές των ζωοπλαγκτικών οργανισμών στο υδάτινο ενδιαίτημα περιλαμβάνουν γρήγορη αναπαραγωγή, μικρό μέγεθος. Η θήρευσή τους μειώνεται με την

κατακόρυφη μετακίνηση τους κατά τη διάρκεια της ημέρας και με τη διαφάνεια του σώματος που συνήθως παρουσιάζουν.

Η πρωταρχική σημασία του ζωοπλαγκτού στην οικονομία μιας υδάτινης μάζας συνάγεται από το γεγονός ότι η πλειονότητα των ζωοπλαγκτικών οργανισμών μετατρέπουν τη φυτική ύλη του φυτοπλαγκτού σε ζωικές πρωτεΐνες. Είναι τα βασικά φυτοφάγα. Τα φυτοφάγα μπορούν να φαγωθούν είτε από μεγαλύτερα ζώα του πλαγκτού είτε από ευκίνητους οργανισμούς. Με αυτό τον τρόπο η πολυπλοκότητα του ζωοπλαγκτού δημιουργεί την σύνδεση ανάμεσα στους μικροσκοπικούς βοσκότοπους και τους μεγαλύτερους κατοίκους των νερών. {1}

3.9 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ

Μεγάλο μέρος ενδιαφέροντος συγκεντρώνεται στη μελέτη των λιμνών όπου οφείλεται στη δομή και στη δυναμική των πληθυσμών των ζωοπλακτονικών οργανισμών στο χώρο και στο χρόνο. Η κοινότητα του ζωοπλαγκτού στις περισσότερες λίμνες, αποτελείται από πέντε έως οκτώ επικρατέστερα είδη και αρκετές άλλες σπανιότερες μορφές. Παράγοντες, όπως το pH, το φως, η θερμοκρασία, η τροφή και οι κινήσεις του νερού επηρεάζουν τον αριθμό των ειδών στις λίμνες. Χαμηλό Ph, για παράδειγμα, είναι δυνατόν να προκαλέσει μείωση τόσο στην αφθονία όσο και στην ποικιλότητα των ειδών. Όσο περισσότερα είδη φαριών υπάρχουν σε μια λίμνη τόσο μεγαλύτερος είναι και ο αριθμός των ειδών του ζωοπλαγκτού που είναι δυνατόν να βρίσκεται σε αυτήν. Καθώς επίσης, μεγάλες ολιγότροφες λίμνες έχουν περισσότερα είδη από άλλες μικρότερες.

3.10 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο κύκλος της ύλης στα υδάτινα οικοσυστήματα εξελίσσεται ακολουθώντας το ίδιο γενικό σχήμα με αυτών των χερσαίων. Το στοιχείο κλειδί είναι η ικανότητα των φωτοαυτότροφων φυτών, προικισμένων με χλωροφυλλούχες χρωστικές ουσίες, να χρησιμοποιούν τη φωτεινή ενέργεια της ηλιακικής ακτινοβολίας, για να πραγματοποιούν τη σύνθεση των οργανικών μορίων από τα σύνθετα ανόργανα: διοξείδιο του άνθρακα, φωσφορικά, νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά άλατα κ.ά.

Ο κλασικός τρόπος εξέτασης ενός οικοσυστήματος είναι σαν ένα αυτοτελές σύστημα στο οποίο παρέχεται ενέργεια με μορφή ακτινοβολίας. Αυτή η ενέργεια περνά μέσα από μια σειρά τροφικών επιπέδων και που αποδίδει τα βασικά υλικά στην αρχική μορφή τους. Αυτό το μοντέλο ταιριάζει πολύ σε λιμναία οικοσυστήματα. Στα οικοσυστήματα των τρεχούμενων νερών κάθε τι που παράγεται από μεταβολισμό, τείνει να ακολουθήσει την κάθοδο του υδάτινου ρεύματος, ενώ η πιθανότητα να ανακυκλωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα είναι πολύ μικρή.

Η χημική σύσταση των ρευμάτων επηρεάζεται από την ακανόνιστη εκροή τους. Οι περισσότεροι χείμαρροι και ποταμοί έχουν μια μέγιστη εκροή κατά τη διάρκεια των χειμερινών βροχών ή από το λιώσιμο του χιονιού την άνοιξη. Σωματίδια αποσπώνται από την κοίτη κατά τη διάρκεια της μέγιστης εκροής. Αυτά, μεταφέρουν σχεδόν όλο το χρόνο θρεπτικά συστατικά, όπως φώσφορο και σίδηρο, τα οποία είναι στενά συνδεδεμένα με τη σωματιδιακή ύλη. Οι μεγάλες εκροές μεταφέρουν, επίσης μεγάλο ποσοστό του ετήσιου φορτίου των διαλυμένων θρεπτικών συστατικών, όπως νιτρικά και πυριτικά. Ρεύματα τα οποία τροφοδοτούνται από πηγές, έχουν σταθερή ροή και συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών. {1}

Τα ρεύματα με μαλακά ή όξινα νερά απαντούν σε πολύ σκληρά ή όξινα πετρώματα. Οι μύκητες και τα βακτήρια επεξεργάζονται τα νεκρά αυτόχθονα και αλόχθονα οργανικά υλικά, τα οποία ονομάζονται συνολικά θρύμματα και τρώγονται από άλλους οργανισμούς του ρεύματος.

Αυτή η μικροβιακή αποσύνθεση απαιτεί άφθονες προμήθειες από ανόργανα θρεπτικά και ειδικότερα το άζωτο για την κατακρήμνιση του οργανικού άνθρακα των θρυμμάτων. Τα ρεύματα με σκληρά νερά παρέχουν περισσότερα θρεπτικά ανόργανα συστατικά για ταχύτερη αποικοδόμηση από ότι τα ρεύματα με μαλακά νερά.

3.11 ΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Όταν σχηματίζεται μια λεκάνη με νερό, όσο μεγάλη και αν είναι, στερείται για ένα χρονικό διάστημα ορισμένα στοιχεία: γεωγραφικά, χημικά, βιολογικά. Στη συνέχεια

δημιουργούνται κανονικές συνθήκες ύπαρξης και μια κατάσταση της οποίας η σταθερότητα θα εξαρτηθεί από τη φύση και την ταχύτητα εξέλιξης των παραγόντων που προσδιορίζουν. {1}

3.12 ΟΛΙΓΟΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Όπως και αν εξελίσσεται ένα υδάτινο σύστημα, αυτό περνά στην αρχή της ζωής του, από μια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από υπεροχή των φυσικών και χημικών παραγόντων και από τον σχετικά ασήμαντο ρόλο που παίζουν για αυτό οι οργανισμοί. Οι πραγματικά ολιγότροφες λίμνες έχουν απλά χαρακτηριστικά. Είναι οι νέες λίμνες ή εκείνες των οποίων η παραγωγή παραμένει ασήμαντη, εξαιτίας της πραγματικής φτώχειας σε θρεπτικές ουσίες που έχει ως αποτέλεσμα μια ασήμαντη βιομάζα και ασήμαντη δυνατότητα αύξησης. Είναι βαθιές λίμνες που έχουν μια αναλογία : όγκος υπολίμνιου προς όγκο επιλίμνιου σχετικά υψηλή. Τα νερά τους είναι διαφανή, χρώμα που μοιάζει με αυτό του καθαρού νερού που βρίσκεται μεταξύ του γαλάζιου και ενός πράσινου έντονου.

3.13 ΜΕΣΟΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Μια πραγματικά ολιγότροφη λίμνη εξελίσσεται με το πέρασμα του χρόνου. Κάτω από μια σταθερή επίδραση των εξωτερικών μεταφορών τελειοποιείται, με το να εμπλουτίζεται σε θρεπτικές ουσίες που επιτρέπουν μια πιο σημαντική αύξηση των πληθυσμών και ύστερα μια μεταβολή αυτών που επιτρέπει επιτάχυνση της περιόδου. Μετά από μια μακρά φάση βραδείας εξέλιξης δημιουργείται μια περίοδος επιταχυνόμενης εξέλιξης που επιτρέπει να φτάσει στην επόμενη φάση εξέλιξης. Η διαφορετική ηλικία των περισσότερων λιμνών της γης έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν όλα τα ενδιάμεσα στάδια εξέλιξης ανάμεσα στις πραγματικά ολιγότροφες λίμνες και αυτές ονομάστηκαν ευτροφικές. Αυτές φτάνουν στο τελευταίο στάδιο εξέλιξης που θα οδηγήσει στην πλήρωσή τους, στο θάνατο τους, στην εξαφάνισή τους.

3.14 ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

Μια καλά στοιχειοθετημένη ανθρώπινη επίδραση πάνω στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι ο ευτροφισμός. Ένας πολυσύνθετος όρος που γενικά συνδέεται με την αυξημένη παραγωγικότητα, την δομική απλοποίηση των βιοτικών συστατικών και τη μείωση της ικανότητας του μεταβολισμού των οργανισμών να προσαρμόζονται στις επιβαλλόμενες μεταβολές των συνθηκών. Σε συνθήκες ευτροφισμού, η περίσσεια συντελεστών παραγωγής συχνά τείνουν να ξεπεράσουν τη δυνατότητα του οικοσυστήματος να είναι σε ισορροπία. Στην πραγματικότητα, τα οικοσυστήματα είναι εκτός ισορροπίας, μόνο σε ότι αφορά τα χημικά και βιοτικά χαρακτηριστικά των γλυκών νερών που επιθυμεί ο άνθρωπος να είναι σε κάποια σταθερά επίπεδα.

Ο ευτροφισμός ή ο τροφικός εμπλουτισμός και οι συνέπειες του, Αναγνωρίστηκαν ως πρόβλημα κατά τα μέσα και τέλη του 20^{ου} αιώνα. Πρόκειται για ένα τεχνητό ευτροφισμό, ο οποίος προέρχεται από την αστική, τη βιομηχανική και τη αγροτική δραστηριότητα του ανθρώπου. Παρόλα ταύτα, ο ευτροφισμός δεν είναι μόνο ένα ανθρωπογενές πρόβλημα, αφού οποιαδήποτε μεταβολή μέσα σε μια φυσική ή μη λεκάνη απορροής θα επηρεάσει τη βιολογική κατάσταση των λιμνών. Σε πολλά μέρη ο άνθρωπος εκμεταλλεύτηκε τα οφέλη του τεχνητού εμπλουτισμού, απαυξάνοντας την αλιευτική παραγωγή σε υδατοσυλλογές και λίμνες.

Ο ευτροφισμός είναι όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των βιολογικών αποτελεσμάτων μιας αυξανόμενης συγκέντρωσης λιπασμάτων (συνήθως αζωτούχων και φωσφορικών, αλλά μερικές φορές καλίου, ασβεστίου, σιδήρου) σε υδάτινα οικοσυστήματα. Είναι δύσκολο να οριστεί επακριβώς, γιατί η περιγραφή της τροφικής φύσης οποιασδήποτε λίμνης, συνήθως συσχετίζεται με μια προηγούμενη κατάσταση ή με μια κατάσταση αναφοράς με χαμηλότερη συγκέντρωση θρεπτικών, ονομαζόμενη ως μεσότροφη ή ολιγότροφη. {1}

Πίνακας 3.1 κατάταξης λιμνών ανάλογα με το βαθμό του ευτροφισμού τους {1}

Παράμετρος	Ολιγότροφες	Μεσότροφες	Εύτροφες
Σχετικό βάθος	Μεγάλο	Ενδιάμεσο	Μικρό
Θρεπτικά στοιχεία	Λίγα	Μέση κατάσταση	Πολλά
Ολικός φώσφορος mg/l	<5	5-100	>100
Διαφάνεια (δίσκος secchi)	μεγάλη≈40m	Μέση	Μικρή<2 m
O ₂ %	70	30-70	0-30
Ριζωμένα υδρόφυτα	Ελάχιστα	Λίγα	Πολλά
Παραγωγικότητα (g δεσμευμένου C m ⁻² y ⁻¹)	Μικρή (<25)	Ενδιάμεση (25-75)	Μεγάλη (75-250)

3.15 ΑΜΕΣΕΣ ΚΑΙ ΕΜΜΕΣΕΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ

Οι βιολογικές αλλαγές που συμβαίνουν σε μια λίμνη, ως αποτέλεσμα του ευτροφισμού, είναι δυνατόν να διαχωριστούν σε αυτές που είναι άμεσα αποτελέσματα της εισροής των θρεπτικών, όπως είναι η διέγερση της αύξησης των φυκών, και σε αυτές που είναι έμμεσα αποτελέσματα, όπως οι αλλαγές στη κοινότητα των ψαριών ως συνέπεια της μείωσης του συγκέντρωσης του οξυγόνου.

Τα άμεσα αποτελέσματα συμβαίνουν όταν η αύξηση των οργανισμών, συνήθως των πλαγκτικών φυτών, απελευθερώνεται από τον τροφικό περιορισμό. Σε κάθε οικοσύστημα η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε παραγωγή οργανικής ύλης σπάνια φτάνει στη μέγιστη φυσιολογική ικανότητα των φυτών που ζουν εκεί. Κάθε είδος θα περιορίζεται από τους περιβαλλοντικούς πόρους, οι οποίοι είναι διαθέσιμοι σε μικρότερη ποσότητα τη στιγμή εκείνη, ακόμη και αν οι άλλοι βρίσκονται σε αφθονία σε σχέση με τις ανάγκες ενός οργανισμού. Οι πλέον συνήθεις περιβαλλοντικοί πόροι που επηρεάζουν την παραγωγή είναι το φως και τα τροφικά αποθέματα. Όποιος από αυτούς πέσει κάτω από το ελάχιστο επίπεδο στήριξης της αύξησης, θα ρυθμίσει τον πληθυσμό αυτών των ειδών. Αυτό συχνά ονομάζεται νόμος του ελαχίστου και αποτελεί σημαντική οικολογική έννοια. Υπάρχουν περιορισμοί στον ρυθμό αύξησης παρά στο ανώτερο όριο της πληθυσμιακής βιομάζας. Στις λίμνες συνήθως οι περιοριστικοί παράγοντες είναι ο φώσφορος και το φως για τα φύκη, τα τροφικά διαθέσιμα και η θερμοκρασία για τα ζώα.

Υπάρχουν επίσης, έμμεσα βιολογικά αποτελέσματα στην απελευθέρωση ενός πληθυσμού από τη φάση του περιορισμού, με ένα κατάλληλο απόθεμα όλων των πόρων. Ο ρυθμός αύξησης αυξάνει και μπορεί να φτάσει στο σημείο όπου ο πληθυσμός έρχεται σε ανταγωνισμό για έναν ή περισσότερους πόρους με γειτονικά είδη. Μια συνέπεια αυτού μπορεί να είναι η αντικατάσταση ενός μικρότερου ανταγωνιστή με έναν άλλο που είναι πιο αποτελεσματικός στη χρήση των πόρων. Έτσι, σε μια λίμνη με μια αύξηση των αποθεμάτων του φωσφόρου θα αυξηθεί η βιομάζα των φυκών, και θα αλλάξουν τα είδη που συνιστούν την βιομάζα αυτή.

Άλλα έμμεσα αποτελέσματα του ευτροφισμού μπορεί να εμφανιστούν, όταν μια αύξηση στην παραγωγή του πληθυσμού οποιοδήποτε είδους έχει επιδράσεις πάνω στο φυσικοχημικό περιβάλλον όπου ζει (όπως συγκέντρωση οξυγόνου ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης από την αναπνοή του βακτηριακού πληθυσμού ή ποσότητα του φωτός ως αποτέλεσμα της πυκνότητας του πληθυσμού των φυκών). Αυτό μπορεί να επηρεάσει άλλα είδη που μοιράζονται το ίδιο περιβάλλον, αλλά δεν ανταγωνίζονται άμεσα για πόρους μέσα σε αυτό. {1}

3.16 Η ΔΙΑΔΟΧΗ ΤΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΜΕ ΤΟΝ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟ

Η διαδοχή των αλλαγών που συμβαίνουν συνήθως σε λίμνες υποκείμενες σε ευτροφισμό είναι μια άμεση και έμμεση συνέπεια της αύξησης της συγκέντρωσης των θρεπτικών, τα οποία εμπεριέχονται σε κάθε συστατικό του λιμναίου οικοσυστήματος. Αρχικά μπορεί να ανιχνευτεί μια αύξηση στην εισροή των αζωτούχων και φωσφορικών αλάτων,

μερικές φορές μαζί με άλλα ιόντα, όπως: ασβεστίου, καλίου, σιδήρου, μαγγανίου, θειικών και χλωριούχων, που εξαρτώνται από την πηγή προέλευσης. Αυτές οι θρεπτικές ουσίες προσλαμβάνονται από επίφυτα (προσκολλημένα) και πλαγκτικά φύκη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της βιομάζας και της παραγωγικότητας και άλλες στο εποχικό πρότυπο τους. Παρουσιάζονται αλλαγές στα είδη, όπως διάτομα, κυανοβακτήρια και μονοκύτταρα πράσινα φύκη. Μπορεί επίσης να παρουσιαστούν μικρότερες μετατοπίσεις, όπως αλλαγές στα είδη των διατόμων μέσα σε ένα γένος. Βυθισμένα μακρόφυτα μπορούν επίσης να αυξηθούν σε βιομάζα, ιδιαίτερα σε ασβεστούχα νερά, αλλά συχνότερα η μακροφυτική βιομάζα μειώνεται με την αύξηση του εμπλουτισμού.

Ως αποτέλεσμα του ανταγωνισμού για το φως με το φυτοπλαγκτό ή τα επίφυτα. Υπάρχει ακόμα μια μείωση της ποικιλότητας, καθώς εξαφανίζονται είδη μη ανθεκτικά σε χαμηλό φως, σε υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων στερεών ή στον ανταγωνισμό. Αλλαγές εμφανίζονται στο καθεστώς του οξυγόνου του υδάτινου όγκου ως αποτέλεσμα της συσσώρευσης και αποσύνθεσης των φυτικών θρυμμάτων του φυτοπλαγκτού και των μακροφύτων στη λάσπη του βυθού της λίμνης. Η έκταση των αλλαγών αυτών εξαρτάται πάρα πολύ από την έκταση της λεκάνης της λίμνης, ιδιαίτερα αν είναι βαθιά. Οι περισσότερες λίμνες με βάθος πάνω από τα 10 μέτρα είναι ενδεχομένως ικανές να σχηματίζουν στρώματα. Αυτό σημαίνει ότι οι συνθήκες νηνεμίας και ζέστης, το πάνω στρώμα του νερού, πάχους λίγων μέτρων, συγκεντρώνει τη θερμότητα, γίνεται ελαφρότερο και επιπλέει στο ψυχρότερο και πυκνότερο νερό του βυθού.

Αν η στρωμάτωση διαρκεί για περισσότερο από μερικές ημέρες, τα στρώματα βαθμηδόν θα διαχωρίζονται χημικά και βιολογικά. Το πάνω στρώμα που ονομάζεται επιλίμνιο, φωτίζεται και περιέχει τους περισσότερους φυτοπλαγκτονικούς πρωτογενείς παραγωγούς και το ζωοπλαγκτό που τρέφεται από αυτό. Αυτό παραμένει εμπλουτισμένο με οξυγόνο, ως αποτέλεσμα της δραστηριότητας των πρωτογενών παραγώγων και της διάχυσης από την ατμόσφαιρα, αλλά γίνεται φτωχό σε θρεπτικά, εξαιτίας της απορρόφησής τους από τους φυτικούς και ζωικούς ιστούς. Νεκροί οργανισμοί και περιττώματα βυθίζονται στο χαμηλότερο στρώμα που ονομάζεται υπολίμνιο, όπου αποσυντίθεται από βακτήρια ταυτόχρονα στη στήλη του νερού και το ίζημα, και εξασφαλίζουν τροφή για τα ασπόνδυλα που διαβιούν στο ίζημα. Το οξυγόνο εδώ είναι μειωμένο ως αποτέλεσμα της αναπνοής και της απουσίας αναπλήρωσης του από την επιφάνεια. Ορισμένα διαλυτά θρεπτικά, όπως τα φωσφορικά και τα διαλυτά ιόντα ελευθερώνονται από ανοξική δραστηριότητα και συγκεντρώνονται μέχρις ότου προσληφθούν από πρωτογενείς παραγωγούς ή μέχρις ότου αναμειχθούν.

Σε πολλές λίμνες η στρωμάτωση καταστρέφεται κατά τη διάρκεια της νύχτας ή από τους φθινοπωρινούς ανέμους που ανατρέπουν την στρωμάτωση και προκαλούν ανάμειξη των νερών της λίμνης.

Η μέγιστη έκταση της μείωσης του οξυγόνου εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των παρακάτω παραγόντων:

- **Όγκος του υπολίμνιου.** Ένα μεγαλύτερο υπολίμνιο συγκρατεί περισσότερο οξυγόνο, έτσι ώστε η μείωση του θα συμβεί αργότερα από ότι σε ένα υπολίμνιο με μικρότερο όγκο.

- **Βάθος της λίμνης.** Το υπολίμνιο μιας βαθύτερης λίμνης θα παραμείνει σε χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτό μιας ρηχότερης λίμνης της ίδιας περιοχής, γιατί μπορεί να απορροφηθεί από το επιλίμνιο λιγότερη θερμότητα ανά μονάδα όγκου. Κατά συνέπεια θα μειωθεί η αναπνοή της κοινότητας και η μείωση του οξυγόνου θα είναι βραδύτερη.

- **Ποσότητα οργανικών κατακρημνισμάτων από το επιλίμνιο.** Αυτή αυξάνει καθώς αυξάνεται η παραγωγή στο επιλίμνιο. Για το λόγο αυτό θα αυξηθεί ο μεταβολισμός της κοινότητας στο υπολίμνιο και κατά συνέπεια ο βαθμός μείωσης του οξυγόνου.

- **Διάρκεια του χρόνου διατήρησης της στρωμάτωσης.** Διαφορές όπως, μια προφυλαγμένη θέση ή ένα μακρύ ζεστό καλοκαίρι, θα παρατείνουν τη στρωμάτωση και θα επαυξήσουν τη μείωση του οξυγόνου.

Η βακτηριακή βιομάζα και παραγωγή ακολουθεί ως αποτέλεσμα της αύξησης των θρεπτικών και των οργανικών θρυμμάτων. Η αναπνοή της βακτηριακής βιομάζας στην υπολίμνια στήλη νερού και στο ίζημα είναι ο πλέον σημαντικός παράγοντας της

απορρόφησης του οξυγόνου, που ανευρίσκονται στο πλαγκτό και στο ίζημα. Μια αύξηση στην πυκνότητα του ζωοπλαγκτού ακολουθεί μια αύξηση στη βιομάζα των φυτικών, των βακτηρίων και των θρυμμάτων. Παρόλα αυτά, αλλαγές στη σύνθεση των ειδών μπορούν να συμβούν σαν συνέπεια των διαφορετικών ικανοτήτων που χρησιμοποιεί το ζωοπλαγκτό για να προσλάβει τμήμα της τροφής διαφορετικών μεγεθών και δια μέσου της επίδρασης της επιλογής μεγέθους των αρπακτικών ψαριών.

Ποιοτικές και ποσοτικές αλλαγές συμβαίνουν στην βενθική πανίδα ως αποτέλεσμα των αλλαγών στο καθεστώς οξυγόνωσης και του τροφικού αποθέματος από το επιλίμνιο. Είδη λιγότερο ανθεκτικά στη μείωση του οξυγόνου λιγοστεύουν και αυτά που απομένουν μπορούν να φτάσουν σε πολύ υψηλές πυκνότητες.

Η σύνθεση των ειδών των ψαριών μπορεί να αλλάξει, αρχικά ως αποτέλεσμα της έλλειψης οξυγόνου στο υπολίμνιο που ωθεί είδη ευαίσθητα στο οξυγόνο σε πιο θερμά, ανώτερα στρώματα της λίμνης.

Τα μη αποσυνθεμένα σκληρά τμήματα πολλών ειδών υδρόβιων ζώων και φυτών συσσωρεύονται στα ιζήματα των λιμνών, προσφέροντας τη δυνατότητα καταγραφής των διαδικασιών της αλλαγής. {1}

3.17 Ο ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΙΑΙΑΣ ΔΙΑΔΟΧΗΣ

Όλες οι λίμνες και οι υδατοσυλλογές έχουν μια καθορισμένη διάρκεια ζωής, αργά ή γρήγορα θα γεμίσουν με ίζημα και αν δεν γίνει επέμβαση, θα αντικατασταθούν από χερσαίες κοινωνίες. Αυτή η διάρκεια ζωής μπορεί να ποικίλει από λίγα χρόνια, για λίμνες που δημιουργήθηκαν εξαιτίας αλλαγών της κοίτης των ποταμών, ως εκατομμύρια χρόνια για βαθιές λίμνες που δημιουργήθηκαν εξαιτίας μετακινήσεων του φλοιού της γης. Ο τρόπος σχηματισμού που θα έχει η λίμνη, είναι σημαντικός, επειδή όσο βαθύτερη είναι η λίμνη τόσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απαιτείται για να γεμίσει και επειδή το βάθος μπορεί να ελέγχει την παραγωγικότητα.

Η ιδέα του Lindeman για την εξέλιξη μιας υποθετικής λίμνης αρχίζει από μια κατάσταση χαμηλής περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία, χαμηλής παραγωγικότητας και πλήρως οξυγονούμενου ολιγότροφου υπολίμνιου. Αυτή η κατάσταση επιτρέπει την σταδιακή εισαγωγή θρεπτικών ουσιών και αυξάνει την παραγωγικότητα, η οποία προκαλεί μεγαλύτερη αποξυγόνωση του υπολίμνιου, ως συνέπεια των βαρύτερων οργανικών θρυμμάτων που πέφτουν σαν βροχή, σε έναν όγκο σταδιακά μειούμενο από την ιζηματογένεση, εξαιτίας των θρυμμάτων και της διάβρωσης που προκαλούν τα νερά στη λεκάνη απορροής.

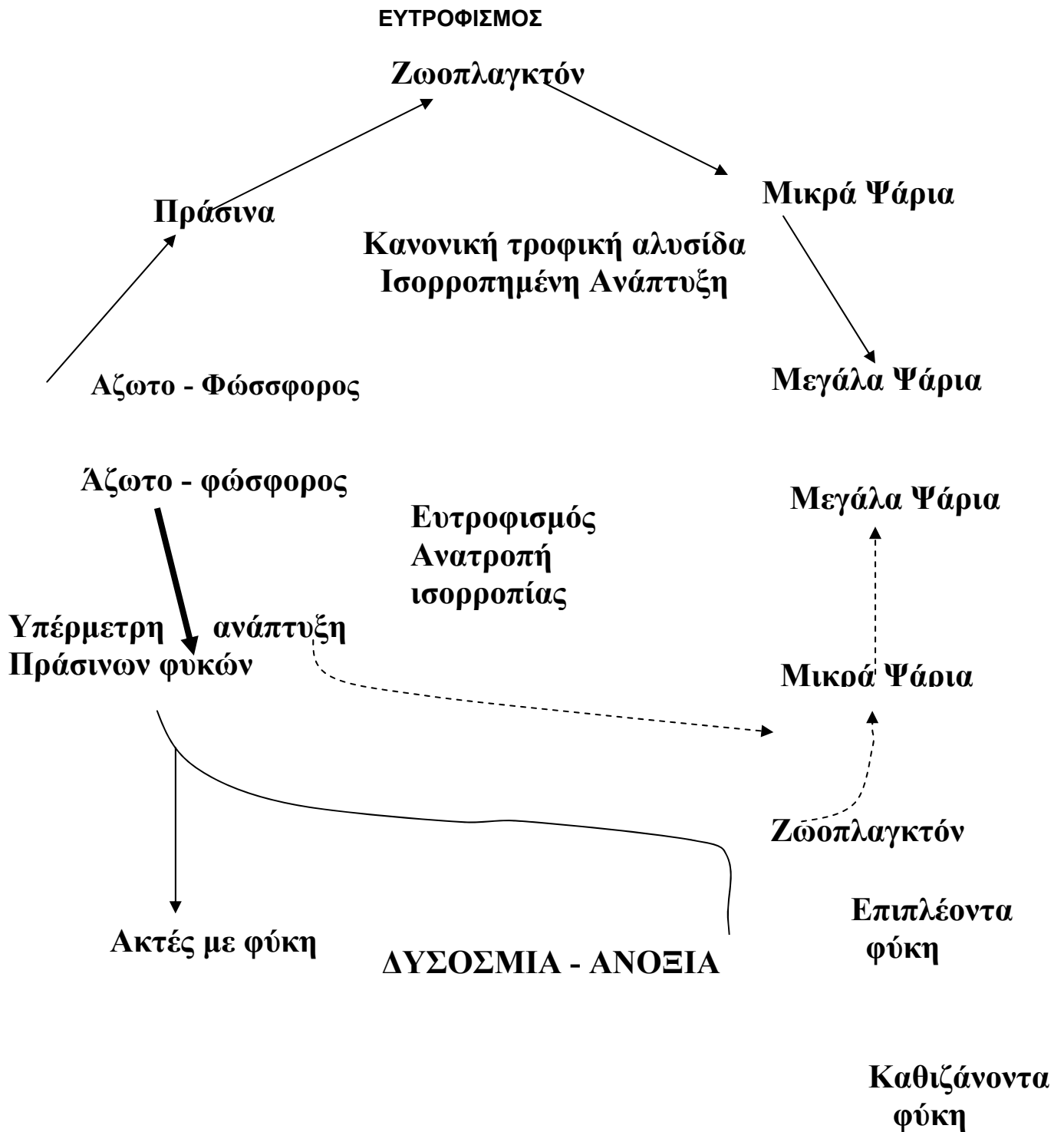
Σε ευρωπαϊκές λίμνες που μελετήθηκαν, μη παραγωγικές ορεινές λίμνες ήταν θατιές και δέχονταν λίγα θρεπτικά στοιχεία από τις εισροές. Αυτές είχαν σταθερά οξυγονούμενα υπολίμνια και ήταν ολιγότροφες. Αντίθετα, οι ρηχές και σε μικρό υψόμετρο λίμνες είχαν μεγαλύτερη εισροή θρεπτικών συστατικών, παραγωγικά επιλίμνια, μικρότερα και πιο ρηχά υπολίμνια, υφιστάμενα μείωση του οξυγόνου και ήταν εύτροφες.

Άλλες μελέτες έδειξαν, ότι υπάρχουν περίοδοι κατά τις οποίες οι λίμνες γίνονται λιγότερο παραγωγικές και περισσότερο ολιγότροφες. Για παράδειγμα, σε πολλές αγγλικές λίμνες που δημιουργήθηκαν με την υποχώρηση των παγετώνων, έχουν δείξει αρχικές περιόδους υψηλότερης παραγωγικότητας μετά το σχηματισμό λιμνών, επειδή στερούμενη βλάστησης λεκάνες απορροής διαβρώνονταν και τα θρεπτικά συστατικά μεταφέρονταν στις λίμνες. Ακολούθησαν περίοδοι με χαμηλότερη παραγωγικότητα, με ολιγότροφα είδη δείκτες, καθώς και λεκάνες απορροής βλάστησαν και η διάβρωση μειώθηκε.

Οι πρώιμες περίοδοι των φυσικών αλλαγών στις λίμνες παρέχουν ένα κριτήριο ως προς το οποίο εκτιμάται ο προχωρημένος τεχνητός ευτροφισμός. Στις αγγλικές λίμνες η ολιγότροφη περίοδος αρχίζει να αλλάζει με τους πρώτους αποίκους. Η παραγωγικότητα και η εισαγωγή ιζήματος αυξήθηκε σε μερικές, αλλά δεν συμπίπτουν όλες οι λίμνες με την εκκαθάριση της βλάστησης στη λεκάνη απορροής.

Οι ιζηματογενείς ενδείξεις των πρώιμων εισαγόμενων ανθρώπινων αλλαγών μπορούν να παρέχουν, ένα κριτήριο με το οποίο να εκτιμώνται αλλαγές του 20^{ου} αιώνα. Η αρχική μετατροπή της φυσικής βλάστησης σε καλλιέργειες έγινε σε διάφορες χρονικές στιγμές από τη μια άκρη της γης στην άλλη, έχει παρόμοια αποτελέσματα στις λεκάνες απορροής.

Η σύγκριση μεταξύ φυσικού και τεχνητού ευτροφισμού μπορεί να συνοψιστεί καλύτερα με τις λέξεις της Hutchinson(1973): ευτροφισμός σε μια λίμνη της νέας Αγγλίας πριν το 1650 πιθανόν σήμαινε καλό ψάρεμα, τώρα σημαίνει ένα παχύ στρώμα κυανοπράσινων φυκών. Ο ευτροφισμός άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως ως όρος από τα τέλη του 1940. {1}



ΕΙΚΟΝΑ 3.1 ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

3.18 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΥ

Αποξυγόνωση λόγω υπερβολικής παραγωγής οργανικής ύλης και λόγω μείωσης της ταχύτητας επιφανειακού αερισμού σε περίπτωση δημιουργίας αυξημένου πάχους επιφανειακό στρώματος αλγών

Μείωση διαφάνειας

Εμφάνιση τοξικότητας

Συγκέντρωση τοξικών ουσιών που προσροφούνται στα αλγη

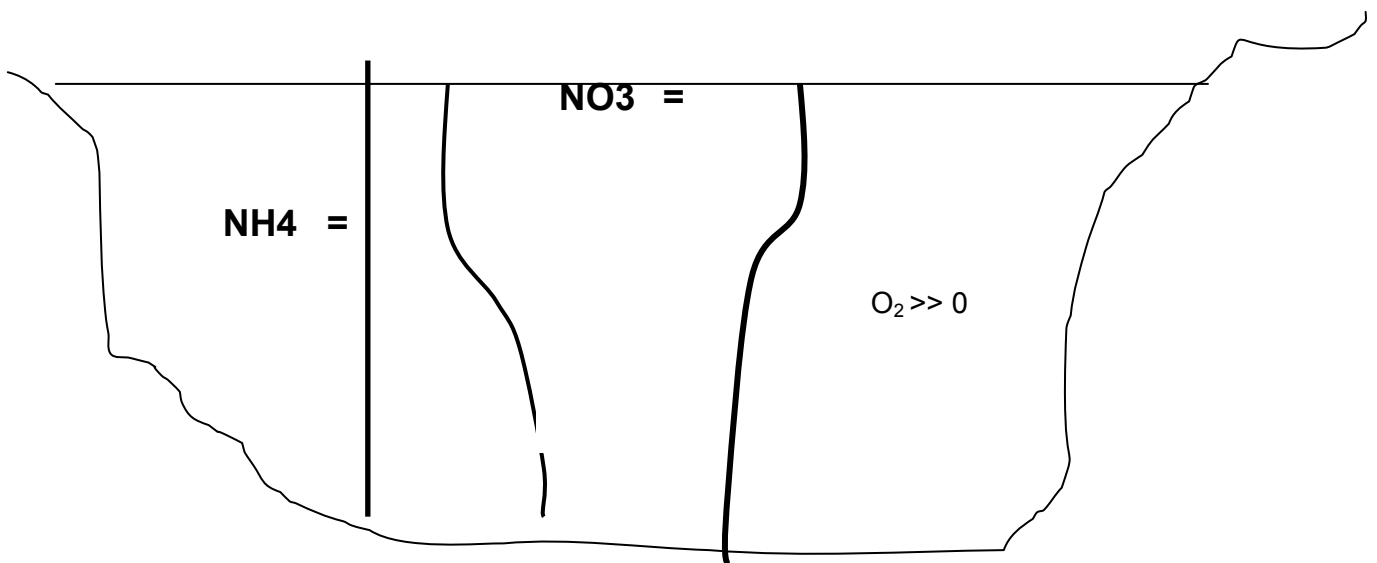
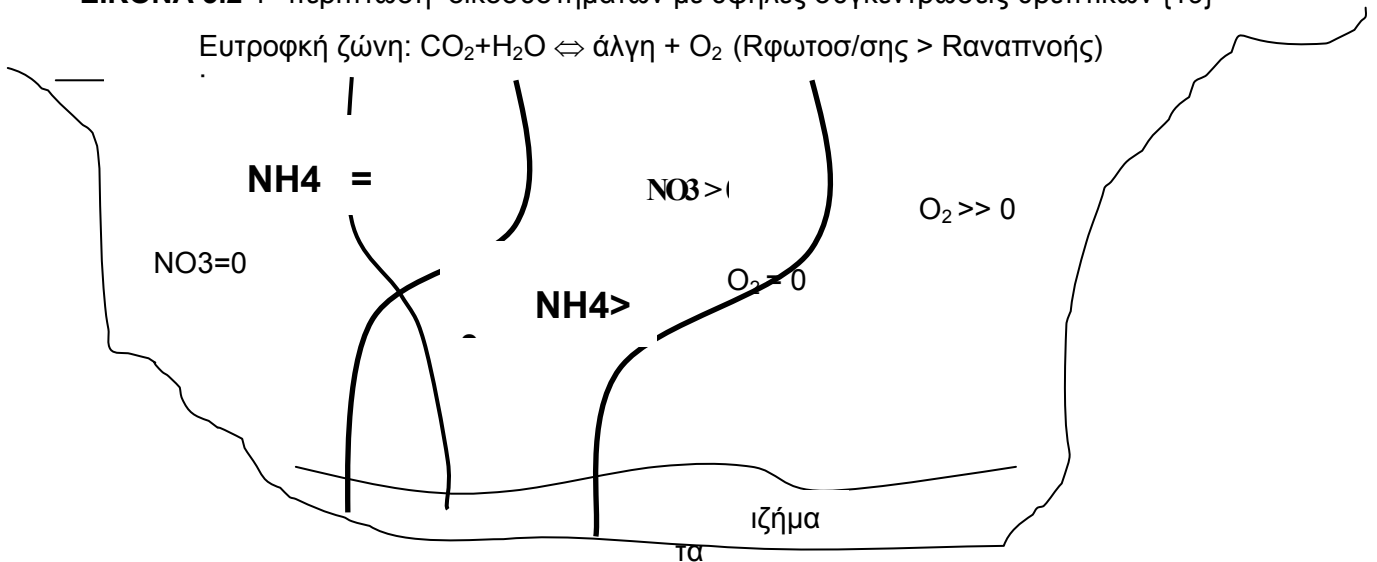
Δημιουργία οσμών και γεύσης

Προβλήματα κατά την επεξεργασία του νερού για πόση

Δημιουργία γλοιωδών επικαλύψεων

ΕΙΚΟΝΑ 3.2 1^η περίπτωση οικοσύστημάτων με υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών {19}

Ευτροφική ζώνη: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{άλγη} + \text{O}_2$ ($R_{\text{φωτοσ/σης}} > R_{\text{αναπνοής}}$)



ΕΙΚΟΝΑ 3.3 2^η περίπτωση ολιγοτροφικό σύστημα, περιορισμένες συγκεντρώσεις θρεπτικών {19}

3.19 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. {1}

3.20 ΥΦΑΛΜΥΡΥΝΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Η εντακτική 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 υδροφόρο στη θάλασσα, έχουμε αντιστροφή του φαινομένου και νερό από την θάλασσα εισέρχεται στο υπόγειο νερό. Αλμυρό νερό αναμένεται να εισβάλλει σε μεγαλύτερη έκταση σε παράκτιες περιοχές, εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας (έως και εβδομήντα εκατοστά μέσα στις επόμενες δεκαετίες) λόγω της κλιματικής αλλαγής ή της μείωσης των βροχοπτώσεων.

3.21 ΜΕΡΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ:

3.21.1 Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΜΙΑΣ ΛΙΜΝΗΣ

Η ρύπανση των νερών έχει κάποιες φορές ορατές επιπτώσεις. Σε άλλες, όμως, περιπτώσεις η ρύπανση δεν είναι ορατή, αλλά μπορεί να προκαλέσει μεγάλη βλάβη στην υγεία και στο περιβάλλον. Στα τέλη Αυγούστου και στις αρχές Σεπτεμβρίου 2004 βρήκαν φρικτό θάνατο πάνω από 30.000 υδρόβια και παρυδάτια πουλιά στη λίμνη Κορώνεια της επαρχίας Λαγκαδά, στο νομό Θεσσαλονίκης. Τα πουλιά βρίσκονταν στην μεταναστευτική τους περίοδο. Από τα μέσα Σεπτεμβρίου ακολούθησαν μαζικοί θάνατοι τριών τουλάχιστον ειδών ψαριών που ζουν στη λίμνη. Στις 15 Σεπτεμβρίου 2004, η Νομαρχία Θεσσαλονίκης απαγόρευσε την αλιεία στη λίμνη, τη βόσκηση στη γύρω περιοχή και την προσέγγιση των πολιτών. Η κύρια αιτία της οικολογικής καταστροφής ήταν η μακροχρόνια ρύπανση της λίμνης. {9,10}

3.21.2 Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΜΙΑΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΛΙΜΝΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

Η λίμνη Αράλη στο Καζακστάν ήταν μέχρι τη δεκαετία του 1960, η τέταρτη σε μέγεθος μεγαλύτερη λίμνη παγκοσμίως. Μεταξύ του 1966 και του 1994 η στάθμη της κατέβηκε κατά 16 μέτρα, ενώ ο όγκος των νερών της μειώθηκε κατά 75%. Η έκτασή της μειώθηκε στο μισό και οι ανατολικές και δυτικές ακτές της υποχώρησαν κατά 80 χιλιόμετρα. Η πόλη Αράλσκ, παραλιακή μέχρι πριν 35 χρόνια, σημαντικό λιμάνι και φημισμένη λουτρόπολη της λίμνης Αράλης, σήμερα απέχει 40 περίπου χιλιόμετρα από τις όχθες της. Ενώ στη λίμνη ψάρευαν χιλιάδες ψαράδες, δίνοντας εργασία σε 60.000 ανθρώπους και απέδιδε κάπου 40.000 τόνους ψαριών τη δεκαετία του 1950 (πάνω από 160 τόνους ψαριών καθημερινά), σήμερα επιβιώνουν μόνο δύο από τα 24 είδη ψαριών της λίμνης, ενώ πολυάριθμα ψαροχώρια έχουν εγκαταλειφθεί. Τα περισσότερα είδη εξαφανίστηκαν μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, εξαιτίας της ρύπανσης από τα φυτοφάρμακα και λιπάσματα (κυρίως για την εντακτική καλλιέργεια βαμβακιού), αλλά και της αύξησης της περιεκτικότητας των νερών της λίμνης σε αλάτι.

Τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων, το αλάτι και η σκόνη από τις αποξηραμένες, άγονες περιοχές μεταφέρονται από τον άνεμο δεκάδες ή και εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά. Οι γύρω περιοχές πλήττονται κάθε χρόνο από δεκάδες ανεμοστρόβιλους που μεταφέρουν βλαβερά για την υγεία υλικά. Ακόμα και σήμερα, οι καλλιέργειες, που γίνονται σε αποξηραμένες πια εκτάσεις περιέχουν υπολείμματα φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιήθηκαν πριν από δεκαετίες. Χιλιάδες άνθρωποι αναγκάστηκαν να μεταναστεύσουν σε άλλες περιοχές. Πολλοί άνθρωποι υποφέρουν από ασθένειες, αναπνευστικές λοιμώξεις, καρκίνους (κυρίως του λάρυγγα και του οισοφάγου), τύφο, ηπατίτιδα, διάρροια. Το ρυπασμένο και μολυσμένο νερό συνέβαλε στην επέκταση των ασθενειών. Πολλά παιδιά γεννιούνται με σοβαρές ασθένειες ή βλάβες. Η αλλαγή της λίμνης συνοδεύτηκε από αλλαγή του κλίματος

της περιοχής: ο αέρας είναι πιο ξηρός, ο χειμώνας πιο βαρύς και το καλοκαίρι πολύ πιο ζεστό. Οι μέρες χωρίς βροχή έχουν φτάσει τις 120-150, όταν κάποτε ήταν μόνο 30-35.

3.21.3 Η ΑΣΘΕΝΙΑ ΤΗΣ ΜΙΝΑΜΑΤΑ

Σε ένα μικρό χωριό της Ιαπωνίας, στον κόλπο της Minamata, παρατηρήθηκαν στα μέσα της δεκαετίας του 1950 δηλητηριάσεις γατιών στην αρχή και ανθρώπων στη συνέχεια, που είχαν σαν αποτέλεσμα δεκάδες θανάτους ανθρώπων, παραμορφώσεις και διαταραχές του νευροφυτικού συστήματος, κυρίως των ψαράδων της περιοχής. Αιτία ήταν οι ποσότητες μιας τοξικής ουσίας, του υδραργύρου, που κατέληγε από ένα εργοστάσιο παραγωγής πλαστικού PVC στο ποτάμι, μαζί με άλλα υγρά και στερεά απόβλητα. Από το ποτάμι, οι τοξικές ουσίες κατέληγαν στον κόλπο της Minamata κι εκεί περνούσαν στα ψάρια και τα οστρακοειδή. Οι δηλητηριώδεις ενώσεις έφθαναν στους ψαράδες και τους ντόπιους, που κατανάλωναν θαλασσινά, αλλά και στις γάτες, με αποτέλεσμα να προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία τους. Αν και οι ποσότητες των διαφόρων ενώσεων του υδραργύρου που έπεφταν στο ποτάμι ήταν σχετικά μικρές, μέσω της τροφικής αλυσίδας – από το θαλασσινό νερό, στο πλαγκτόν και από εκεί στα ψάρια, για να καταλήξει τελικά στους ανθρώπους – οι ποσότητες που έφταναν στους ανθρώπους ήταν αυξημένες (το φαινόμενο λέγεται βιο-συσσώρευση). Σε μια τέτοια διαδικασία, οι συγκεντρώσεις τοξικών ουσιών σε οργανισμούς μπορεί να είναι 100-30.000 φορές μεγαλύτερες σε σχέση με τις συγκεντρώσεις στο νερό, όπως έχει αποδειχτεί από πολλές επιστημονικές έρευνες (π.χ. έρευνες για τη συγκέντρωση υδραργύρου στο νερό, το πλαγκτόν και τα ψάρια. {9,10}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ο όρος «μικροοργανισμός» ή ο ταυτόσημος «πρώτιστο» θα χρησιμοποιηθεί για μονοκύτταρους οργανισμούς ή πολυκύτταρους με κύτταρα του ίδιου τύπου και λειτουργιών. Στους ανώτερους οργανισμούς (φυτά, ζώα) διαφορετικού τύπου κύτταρα επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες.

Ως μικρόβια θεωρήθηκαν παλαιότερα, αδιάκριτα από την συστηματική τους ταξινόμηση, οι οργανισμοί που εντοπίζονταν με το μικροσκόπιο. Ο όρος αυτός εξακολουθεί να χρησιμοποιείται για τους παθογόνους μικροοργανισμούς των ζώων, των ανθρώπων ή των φυτών. Το σύνολο των μικροοργανισμών, ιδιαίτερα βακτηρίων και μυκήτων αναφέρονται ως μικρόβια. Στην φύση υπάρχει μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις οικολογικές ισορροπίες και ελάχιστα είδη προκαλούν παθολόγνα φαινόμενα στον άνθρωπο, στα ζώα ή στα φυτά. Οι μικροοργανισμοί αποτελούν βασικό κρίκο στους βιολογικούς κύκλους και εξασφαλίζουν τη ροή τους.

Οι σπουδαιότερες ταξονομικές κατηγορίες μικροοργανισμών είναι πέντε: τα βακτήρια, οι μύκητες, τα πρωτόζωα, τα φύκη και οι ιοί.

4.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΛΙΜΝΩΝ

Παρόλο που η λειτουργία των λιμνών είναι παρόμοια με αυτή των εγκαταστάσεων ενεργού ιλύος, η μάζα των βιολογικών στερεών είναι στις λίμνες πολύ μικρότερη. Οι λίμνες έχουν 50 - 200 mg/lit βιομάζας έναντι των 2000 - 5000 mg/lit ενός συστήματος ενεργού ιλύος. Η συνολική μάζα των βιολογικών στερεών καθορίζει τον ρυθμό των βιολογικών αντιδράσεων σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων. Οι λίμνες λειτουργούν 10 - 20 φορές πιο αργά από τις εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος.

Οι μικροοργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για την βιολογική επεξεργασία στις λίμνες βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση. Τα οργανικά υλικά του λύματος περιέχουν οργανικό άνθρακα που χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Τα βακτήρια αποδομούν τα οργανικά υλικά και τα μετατρέπουν σε νέα βιομάζα και διοξείδιο του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την διαδικασία αυτή καθώς και το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, χρησιμοποιείται από τα άλγη για την παραγωγή νέων αλγών και οξυγόνου (κατά την διάρκεια της ηλιοφάνειας). Μικροσκοπικά ζώα (φυτοφάγα) τρέφονται από άλγη και βακτήρια. Μεγαλύτερου μεγέθους ζώα (σαρκοφάγα) τρέφονται από τα φυτοφάγα.

Στις λίμνες συναντώνται αερόβια και αναερόβια βακτήρια καθώς και άλγη και μερικές ανώτερες μορφές ζωής όπως πρωτόζωα, τροχόζωα, daphnia και προνύμφες εντόμων. {21}

4.3 ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Πρόκειται για ομοταξία κατώτερων οργανισμών. Είναι όντα μονοκύτταρα που ζουν μεμονωμένα ή κοινοβιακά.

Τα βακτήρια είναι πλατιά διαδεδομένα στη φύση και βρίσκονται στον αέρα, το νερό, το έδαφος, στην επιφάνεια και τις ρίζες των φυτών.

Τα βακτήρια έχουν εξαιρετική σημασία για την οικονομία της φύσης. Συντελούν μαζί με τους μύκητες στην αποσύνθεση οργανικών ουσιών στο έδαφος, στο νερό και στα απορρίμματα. Στα βακτήρια ανήκουν είδη αερόβια, αναερόβια και προεραϊκά αναερόβια. Τα βακτήρια είναι διαφανή και άχρωμα και στην μικροσκοπική παρατήρηση ξεχωρίζουν από τη διαφορετική οπτική τους πυκνότητα. Για την παρατήρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των βακτηρίων χρησιμοποιούνται, ειδικές τεχνικές μικροσκοπικής παρατήρησης που βασίζονται στο διαφορικό χρωματισμό των διαφόρων ειδών ή των επιμέρους χαρακτηριστικών του βακτηριακού κυττάρου. {21}

4.4 ΑΕΡΟΒΙΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα αερόβια βακτήρια είναι παρόμοια με αυτά που συναντώνται και σε άλλες διαδικασίες επεξεργασίας (ενεργός ιλύς κλπ). Υπάρχουν μεμονωμένα βακτήρια, βακτήρια που σχηματίζουν κροκίδες (φλόκους) καθώς και νηματοειδή βακτήρια. Όλα λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο, οξειδώνοντας τον οργανικό άνθρακα (BOD) και παράγουν CO₂ και νέα

βακτήρια (βιολογική λάσπη). Τα μεμονωμένα βακτήρια τα διανεμημένα μέσα στο λύμα, παρόλο που οξειδώνουν εύκολα το BOD, δεν καθιζάνουν και επομένως συχνά εγκαταλείπουν το σύστημα με την εκροή ως αιωρούμενα στερεά. Αυτά αναπτύσσονται κυρίως σε λίμνες με υψηλό οργανικό φορτίο και χαμηλές συνθήκες οξυγόνωσης.

Πιο σημαντικά είναι τα βακτήρια που σχηματίζουν φλόκους, τα οποία αναπτύσσονται σε μεγάλα συσσωματώματα λόγω εξωκυτταρικής παραγωγής πολυμερούς (glycocalyx). Αυτή η μορφή ανάπτυξης είναι σημαντική επειδή αυτά τα συσσωματώματα αποδομούν το BOD και καθιζάνουν με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αριθμός των αιωρούμενων στερεών στην έξοδο. Τα νηματοειδή βακτήρια (filamentous) αναπτύσσονται στις λίμνες κάτω από ειδικές συνθήκες. Γενικά δεν προκαλούν λειτουργικά προβλήματα στις λίμνες όπως στις εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος.

Τα περισσότερα από τα ετερότροφα βακτήρια έχουν μεγάλη ανοχή στις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά σε μεγάλη περιοχή pH και θερμοκρασίας. Η αφαίρεση του BOD επιτυγχάνεται καλά σε συνθήκες pH από 6.5 έως και 9.0 και σε θερμοκρασίες από 3-4 °C έως και 60-70 °C. Κάτω από τους 3 °C η αφαίρεση του BOD μειώνεται ραγδαία και σταματάει εντελώς στον 1 °C.

Μια ειδική ομάδα βακτηρίων που συναντώνται στις λίμνες (όπως και σε άλλα συστήματα επεξεργασίας) είναι τα νιτροποιητικά βακτήρια που οξειδώνουν την αμμωνία σε νιτρώδη αρχικά και στη συνέχεια σε νιτρικά. Πρόκειται για αυστηρά αερόβια βακτήρια και απαιτούν ένα δυναμικό redox τουλάχιστον +200 mV (Holt et al. 1994). Αρχικά εθεωρείτο ότι μόνον δύο βακτήρια συμμετείχαν στην νιτροποίηση: το *Nitrosomonas* που οξειδώνει την αμμωνία σε νιτρώδη και το *Nitrobacter* που οξειδώνει τα νιτρώδη σε νιτρικά. Σήμερα είναι γνωστό ότι τουλάχιστον πέντε είδη οξειδώνουν την αμμωνία, και τουλάχιστον τρία είδη βακτηρίων οξειδώνουν τα νιτρώδη (Holt et al. 1994).

Εκτός από οξυγόνο, τα νιτροποιητικά βακτήρια απαιτούν ουδέτερο pH (7-8) και σημαντική αλκαλικότητα (χρησιμοποιούν το CO₂ σαν τροφή για την ανάπτυξή τους). Πλήρης νιτροποίηση αναμένεται σε τιμές pH μεταξύ 7.0 και 8.5. Η νιτροποίηση μειώνεται σημαντικά για pH μεγαλύτερο του 9.0 και σταματάει εντελώς για pH κάτω από 7. {21}

4.5 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Τα αναερόβια, ετερότροφα βακτήρια που συναντώνται στις λίμνες, εμπλέκονται στον σχηματισμό μεθανίου και την αναγωγή των θειικών. Ο αναερόβιος σχηματισμός μεθανίου γίνεται από τρεις διαφορετικές ομάδες αναερόβιων βακτηρίων που μετατρέπουν τα οργανικά. Αρχικά, οι πρωτεΐνες, τα λίπη και τα πολυσακχαρίδια του λύματος υδρολύονται σε αμινοξέα, πεπτιδία, λιπαρά οξέα, γλυκερόλη και μονο- και δισακχαρίδια. Η υδρόλυση αυτή πραγματοποιείται από πολλά είδη αναερόβιων βακτηρίων που έχουν μεγάλη ανοχή σε διαφορετικές συνθήκες pH και θερμοκρασίας.

Τα προϊόντα των προηγούμενων διαδικασιών, μετατρέπονται σε απλές αλκοόλες και οργανικά οξέα όπως οξικό, προπιονικό και βουτυρικό, από διαφορετική ομάδα βακτηρίων (οξεοποιητικά βακτήρια). Τα βακτήρια αυτά είναι ανθεκτικά σε μεγάλη περιοχή τιμών pH και θερμοκρασίας.

Τέλος τα μεθανοβακτήρια μετατρέπουν το μυρμηγκικό οξύ, την μεθανόλη, την μεθυλαμίνη και το οξικό οξύ σε μεθάνιο (κάτω από αναερόβιες πάντα συνθήκες). Μεθάνιο παράγεται επίσης και από την αναγωγή του CO₂. Τα μεθανοβακτήρια είναι ευαίσθητα και απαιτούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 14 °C και περιοχή pH μεταξύ 6,5 και 7,5.

Τα προϊόντα των οξεοποιητικών βακτηρίων αποτελούν το υπόστρωμα για τα μεθανοποιητικά. Όταν η παραγωγή οργανικών οξέων είναι μεγάλη, μειώνεται το pH κάτω από την περιοχή στην οποία λειτουργούν τα μεθανοβακτήρια με αποτέλεσμα να αναστέλεται η λειτουργία τους και να συσσωρεύεται στην λίμνη λάσπη με χαμηλό pH.

Άλλη κατηγορία αναερόβιων βακτηρίων είναι τα βακτήρια αναγωγής θειικών. Αυτά χρησιμοποιούν τα θειικά ως δέκτη ηλεκτρονίων και τα ανάγουν σε υδρόθειο. Αυτή η αναγωγή συμβαίνει σε παρουσία BOD και θειικών και απουσία οξυγόνου, και είναι μία από τις κύριες αιτίες πρόκλησης οσμών στις λίμνες. {21}

4.6 ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΟΥΝ

Αναερόβια, φωτοσυνθετικά βακτήρια υπάρχουν σε όλες τις λίμνες και είναι οι επικρατέστεροι φωτοσυνθέτοντες οργανισμοί στις αναερόβιες λίμνες. Τα αναερόβια

θειοβακτήρια ομαδοποιούνται σε κόκκινα και πράσινα βακτήρια και αποτελούνται από περίπου 28 είδη. Οξειδώνουν τις ανηγμένες θειούχες ενώσεις (H_2S) χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και παράγουν θείο και θειικά. Πρόκειται για αντίστοιχη διαδικασία με τη φωτοσύνθεση των αλγών μόνον που αντί για H_2O και παραγωγή O_2 έχουμε το H_2S και παραγωγή SO_4^{2-} .

Τα πιο κοινά από τα θειοβακτήρια είναι τα *Chromatium*, *Thiocystis*, και *Thiopedia*, που μπορούν να αναπτυχθούν σε αφθονία και να προσδώσουν στην λίμνη ένα ροζ ή κόκκινο χρώμα. Ο υπερπληθυσμός τους φανερώνει οργανική υπερφόρτωση και αναερόβιες συνθήκες, που δεν είναι επιθυμητές σε ένα αερόβιο σύστημα. Γενικά η παρουσία τους είναι επιθυμητή επειδή αποτελούν έναν καλό μηχανισμό ελέγχου των οσμών αφού μετατρέπουν το υδρόθειο σε θειικά και θείο.

Τα άλγη είναι αερόβιοι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν και αναπτύσσονται με απλά ανόργανα συστατικά (CO_2 , NH_3 , NO_3^- , και PO_4^{3-}) χρησιμοποιώντας το φως ως πηγή ενέργειας. Σημειώτέον ότι τα άλγη παράγουν οξυγόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας και καταναλώνουν οξυγόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Στις λίμνες συναντώνται τρία είδη αλγών ανάλογα με το είδος της χλωροφύλλης τους: τα καφέ άλγη (διάτομα), τα πράσινα άλγη και τα κόκκινα άλγη. Το πιο είδος επικρατεί κάθε φορά εξαρτάται από τις συνθήκες ανάπτυξης που επικρατούν στην λίμνη, κυρίως την θερμοκρασία, την οργανική φόρτιση, το επίπεδο οξυγόνου και την διαθεσιμότητα των θρεπτικών.

Ένα τέταρτο είδος "αλγών" συνηθισμένο στις λίμνες είναι τα κυανοβακτήρια ή πρασινογάλαζα βακτήρια. Αυτοί οι οργανισμοί αναπτύσσονται περίπου όπως και τα πραγματικά άλγη με την εξαίρεση ότι τα περισσότερα είδη μπορούν να παρασκευάσουν ατμοσφαιρικό άζωτο. Τα κυανοβακτήρια συχνά υπεραναπτύσσονται στις λίμνες και μερικά είδη παράγουν οσμηρά και τοξικά παραπροϊόντα. Φαίνεται να ευνοούνται από φτωχές συνθήκες ανάπτυξης όπως υψηλές θερμοκρασίες, λίγο φως, λίγα θρεπτικά. Τα πιο κοινά απαντώμενα σε λίμνες κυανοβακτήρια είναι τα *Aphanothece*, *Microcystis*, *Oscillatoria* και *Anabaena*.

Κατά τη διάρκεια του έτους υπάρχουν εναλλαγές στα είδη των αλγών που υπάρχουν στις λίμνες, ανάλογα με την εκάστοτε θερμοκρασία και τον πληθυσμό των πρωτόζωων και των δαρηνία. Τα διάτομα συνήθως επικρατούν το χειμώνα σε θερμοκρασίες μικρότερες από $15^\circ C$. Στις αρχές της άνοιξης, με την αύξηση της θερμοκρασίας, επικρατούν τα πράσινα άλγη, όπως τα *Chlorella*, *Chlamydomonas* και *Euglena*.

Όταν αρχίσουν να αναπτύσσονται τα τροχόζωα και τα Δαρηνία και ο ανταγωνισμός για την διαθέσιμη τροφή, τα προηγούμενα είδη δίνουν τη θέση τους σε είδη που επιβιώνουν ευκολότερα όπως τα *Scenedesmus*, *Micractinium* και *Ankistrodesmus*. Τα άλγη αναπτύσσονται σε ασθενείς θερμοκρασίες και μεγάλους χρόνους παραμονής. Το μόνο θρεπτικό που επηρεάζει την ανάπτυξή τους φαίνεται να είναι η αλκαλικότητα (ανόργανος άνθρακας). Η συσσωρευμένη λάσπη στον πυθμένα της λίμνης μπορεί να γίνει διαλυτή με την αύξηση της θερμοκρασίας και έτσι να απελευθερωθούν θρεπτικά απαραίτητα για την ανάπτυξη των αλγών και να προκαλέσουν υπερπληθυσμό αλγών. Ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης μιας τέτοιας κατάστασης είναι η αφαίρεση της λάσπης.

Η ανάπτυξη των αλγών έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του pH λόγω της κατανάλωσης του ανόργανου άνθρακα (CO_2 και HCO_3^-). Αν η αλκαλικότητα είναι χαμηλή, ο υπερπληθυσμός των αλγών μπορεί να οδηγήσει σε αλκαλικό pH (πολύ πάνω από 9.5). Αυτό οδηγεί σε παραβίαση του επιτρεπόμενου pH της εκροής, (που συνήθως είναι 9), αλλά από την άλλη μεριά είναι ωφέλιμο επειδή:

- Σε υψηλά επίπεδα pH αυξάνεται σημαντικά η φυσική απολύμανση και έτσι μειώνονται τα παθογόνα της εκροής.

- Η αμμωνία αποδεσμεύεται και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.

- Η αφαίρεση του φωσφόρου με φυσικά χημική κατακρήμνιση ενισχύεται σε υψηλές τιμές pH. {21}

4.7 ΜΥΚΗΤΕΣ

Οι μύκητες είναι ευκαριωτικοί, ετερότροφοι μικροοργανισμοί, μη φωτοσυνθετικοί, ικανοί να αναπτύσσονται όπου υπάρχουν οργανικές ενώσεις που αποτελούν τα θρεπτικά υποστρώματα των φυτών να φωτοσυνθέτουν, δηλαδή, να δεσμεύουν ηλιακή ενέργεια και να

την μετατρέπουν σε χημική ενέργεια με την παράλληλη παραγωγή οξυγόνου, καθιστά τα φύκη μεγάλης σπουδαιότητας για την φύση. Οι μύκητες ζουν σε πολλούς βιότοπους του πλανήτη. Ως συνήθης βιότοπός τους είναι το έδαφος, πολλά είδη όμως ζουν στο νερό των λιμνών και θαλασσών ενώ σπόρια μυκήτων περιέχονται και στον αέρα. Μαζί με τα βακτήρια οι μύκητες παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποσύνθεση νεκρών φυτών στο έδαφος. {53}

4.8 ΠΡΩΤΟΖΩΑ

Τα πρωτόζωα αποτελούν μια μεγάλη ομάδα μονοκύτταρων, ευκαριωτικών οργανισμών που ζουν ελεύθερα σε λίμνες, ποτάμια, τη θάλασσα ή το έδαφος και παρασιτούν σε διάφορους οργανισμούς. Πολλές ανώτερες μορφές ζωής αναπτύσσονται στις λίμνες. Αυτές περιλαμβάνουν πρωτόζωα και μικροασπόνδυλα όπως τροχόζωα, daphnia, ζωνοσκώληκες, προνύμφες χειρονόμων και προνύμφες κουνουπιών, που συνήθως καλούνται ζωοπλαγκτόν. Τα πρωτόζωα είναι τα πιο συνηθισμένα είδη ανώτερης μορφής ζωής που συναντώνται στις λίμνες. Έχουν αναγνωριστεί περίπου 250 είδη μέχρι σήμερα (Curds, 1992). Τα τροχόζωα και τα Daphnia είναι ιδιαίτερα σημαντικά αφού συντελούν στον έλεγχο της υπερανάπτυξης των αλγών. Πρόκειται για είδη με αργή ανάπτυξη και εμφανίζονται σε συστήματα με χρόνο παραμονής μεγαλύτερο από 10 ημέρες. {27}

4.9 ΙΟΙ

Οι ιοί είναι ενδοκυτταρικά παράσιτα. Οι ιοί παρασιτούν σε όλο το φάσμα των ζώντων οργανισμών από τα βακτήρια και τους μύκητες ως τα ανώτερα φυτά και ζώα. Ορισμένοι ιοί έχουν την ικανότητα να παίρνουν μορφές επιβίωσης κρυσταλλικού σχεδόν τύπου που τους επιτρέπουν την διατήρησή τους στο περιβάλλον για μεγάλα χρονικά διαστήματα και σε αντίξοες συνθήκες. {54}

4.10 ΦΥΚΗ

Τα φύκη είναι υδρόβιοι, ευκαριωτικοί οργανισμοί ικανοί να φωτοσυνθέτουν. Ζουν μεμονωμένα ή σε συναθροίσματα, σε κάθε ελεύθερη υδάτινη επιφάνεια. Κοινό χαρακτηριστικό των φυκών είναι η παρουσία στο κύτταρό τους, ειδικών ενώσεων που έχουν φωτοχημικές ιδιότητες. Πρόκειται για διάφορες χρωστικές ουσίες που απορροφούν ορισμένες από τις ακτινοβολίες του φάσματος του ηλιακού φωτός. {25}

4.11 ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Οι ετεροτροφικοί-χημικοσυνθετικοί μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν την οργανική τροφή (οργανικός άνθρακας) για σύνθεση και απόληψη ενέργειας. Η οξειδωση πραγματοποιείται με αφαίρεση ιόντων υδρογόνου (ηλεκτρονίων) από την οργανική ύλη και μεταφέρεται στην αναγόμενη ύλη. Αν τελικός αποδέκτης είναι το μοριακό οξυγόνο το διαλυμένο στο νερό τότε η οξειδωση ονομάζεται αερόβια. Αν είναι οποιαδήποτε άλλη ύλη τότε η οξειδωση ονομάζεται αναερόβια. Προϊόντα της αερόβιας οξειδωσης είναι κατά βάση τα CO₂, H₂O. Κατά την αναερόβια οξειδωση τελικοί αποδέκτες του υδρογόνου μπορούν να είναι τα θειικά (SO₄²⁻) με προϊόν το κάκισμο και τοξικό υδρόθειο, τα νιτρικά (NO₃⁻) με προϊόν τα N₂ και N₂O, το CO₂ και οξειδωμένες οργανικές ενώσεις. Αντίστοιχα, οι μικροοργανισμοί διακρίνονται σε αερόβιους, αναερόβιους και επταμφοτερίζοντες που δρουν ως αερόβιοι με παρουσία οξυγόνου και ως αναερόβιοι με απουσία οξυγόνου.

Οι σημαντικότεροι αυτοτροφικοί-χημικοσυνθετικοί μικροοργανισμοί είναι η νιτροσομονάδα και το νιτροβακτηρίδιο. Η πρώτη οξειδώνει το αμμωνιακό άζωτο (NH₃+NH₄⁺) σε νιτρώδη (NO₂⁻) και το δεύτερο τα νιτρώδη σε νιτρικά (NO₃⁻). Οι οξειδώσεις είναι αερόβιες με κατανάλωση 4,5 gr οξυγόνου ανά γραμμάριο (ως N) αμμωνιακού αζώτου που οξειδώνεται τελικώς σε νιτρικά.

Άλλοι σημαντικοί αυτοτροφικοί-χημικοσυνθετικοί μικροοργανισμοί είναι οι αερόβιοι θειοβάκιλλος και σιδηροβακτηρίδιο. Ο πρώτος οξειδώνει στο εκτός ροής τμήμα αποχετευτικών αγωγών, όπου επικρατούν αερόβιες συνθήκες, το εκλυόμενο υδρόθειο σε θειικό οξύ που μπορεί να προκαλέσει καταστροφές στους αγωγούς. Το υδρόθειο παράγεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες που μπορούν να παρατηρούνται στο βρεχόμενο τμήμα των αγωγών. Το σιδηροβακτηρίδιο οξειδώνει δισθενή σίδηρο που μπορεί να βρίσκεται στο νερό σε κατακρημνιζόμενο σε μείγμα με βιομάζα τρισθενή σίδηρο. Αποτέλεσμα μπορεί να είναι η

δυσάρεστη οσμή και γεύση του νερού και ακόμη μείωση της διοχετευτικότητας των αγωγών. Κατά τη διάρκεια του έτους υπάρχουν εναλλαγές στα είδη των αλγών που υπάρχουν στις λίμνες, ανάλογα με την εκάστοτε θερμοκρασία και τον πληθυσμό των πρωτόζωων και των δαρηθία. Τα διάτομα συνήθως επικρατούν το χειμώνα σε θερμοκρασίες μικρότερες από 15 οC. Στις αρχές της άνοιξης, με την αύξηση της θερμοκρασίας, επικρατούν τα πράσινα άλγη, όπως τα *Chlorella*, *Chlamydomonas* και *Euglena*.

Όταν αρχίσουν να αναπτύσσονται τα τροχόζωα και τα *Daphnia* και ο ανταγωνισμός για την διαθέσιμη τροφή, τα προηγούμενα είδη δίνουν τη θέση τους σε είδη που επιβιώνουν. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι δείκτες είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή, η *E.coli*, οι Εντερόκοκκοι, το *Cl. Perfringens*. {45}

4.12 ΟΛΙΚΑ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΟΕΙΔΗ

Ανήκουν στην οικογένεια των Εντεροβακτηριακών. Τυπικά γένη συναντώμενα στα δίκτυα νερού είναι τα *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Serratia*, *Klebsiella*. Δεν θεωρούνται σαν ειδικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης του νερού, δεδομένου ότι πολλά είδη είναι περιβαλλοντικής προέλευσης (έδαφος, φύλλα κ.λ.π.) Παρέχουν ενδείξεις για άλλης προέλευσης μικροβιακής μόλυνσης του νερού, συμπληρώνοντας έτσι τα στοιχεία που παρέχονται από άλλες παραμέτρους. Αποτελούν ενδεικτική παράμετρο. {45}

4.13 E.COLI

Ανήκει στα κολοβακτηριοειδή, συνεπώς είναι μέλος της οικογένειας των Εντεροβακτηριακών και θεωρείται ο βασικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης, τόσο του πρωτογενούς, όσο και του κατεργασμένου νερού. Η *E.coli* (εικόνα 4.1) αποτελεί μόνιμο ξενιστή του εντέρου των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων, όπου μπορεί να υπάρχει σε μεγάλους αριθμούς (μέχρι και 10^9 /gr κοπράνων) και μπορεί να αντιπροσωπεύει το 95% των εντεροβακτηριακών που ανευρίσκονται στα κόπρανα. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης και η ευαισθησία της στα απολυμαντικά είναι όμοια με εκείνα πολλών παθογόνων μικροβίων, ιδιαίτερα δε με την *Salmonella* και την *Shigella*. Λόγω των ιδιοτήτων αυτών, η *E.coli* είναι ο καλύτερος βιολογικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης του νερού. Η απομόνωση της από δείγματα νερού, αποδεικνύει πέρα από κάθε αμφιβολία την πρόσμειξη του νερού με περιπτώματικές ουσίες, υποδηλώνοντας ότι και οποιοσδήποτε άλλος μικροοργανισμός που τυχόν βρίσκεται στο έντερο των ανθρώπων και των ζώων μπορεί να εισχωρήσει στο νερό και κατ' επέκταση και παθογόνοι μικροοργανισμοί, επισημαίνοντας τους δυνητικούς κινδύνους μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων. {45}

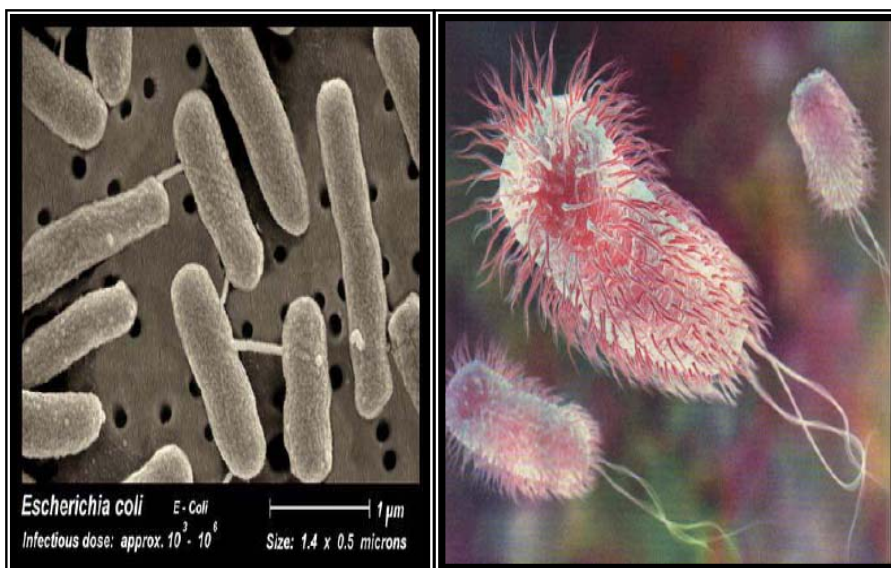
4.14 ΕΝΤΕΡΟΚΟΚΚΟΙ

Ανήκουν στην οικογένεια των Στρεπτοκόκκων, στην ομάδα των D κατά Lancefield. Αποτελούνται από διάφορα είδη που υπάρχουν στα κόπρανα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων. Στα κόπρανα ανθρώπων οι εντερόκοκκοι σπανίως υπερβαίνουν τους 10^6 /gr, ενώ στα κόπρανα των ζώων υπάρχουν σε μεγαλύτερο αριθμό από την *E.coli*. Σπανίως πολλαπλασιάζονται στο νερό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα περιβαλλοντικά stress και στην χλωρίωση από την *E.coli*. Η παρουσία τους αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του ύδατος με περιπτώματικές ουσίες και δη παλαιότερης μόλυνσης. Ο κύριος λόγος αναζήτησης τους είναι η εκτίμηση της σημασίας της παρουσίας Ολικών Κολοβακτηριοειδών επί απουσίας *E.coli* καθώς και η παροχή συμπληρωματικών πληροφοριών για την εκτίμηση της έκτασης πιθανής κοπρανώδους μόλυνσης. {45}

4.15 CL. PERFIGENS

Βλαστικές μορφές και σπόροι. Αποτελεί είδος του γένους των θειοαναγωγικών κλωστηριδίων. Παράγει σπόρους ανθεκτικούς στο περιβάλλον που επιζούν στο νερό και στο περιβάλλον για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από την *E.coli*. Στα κόπρανα ανευρίσκεται σε πολύ μικρότερους αριθμούς από ότι η *E.coli* και ο εντερόκοκκος. Ως εκ τούτου είναι λιγότερο ευαίσθητος δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης. Αναζητείται όταν το νερό προέρχεται ή επηρεάζεται από επιφανειακά νερά. Χρησιμοποιείται σαν δείκτης ελέγχου της αποτελεσματικότητας της επεξεργασίας του νερού. Σε περίπτωση μη τήρησης της παραμετρικής αυτής τιμής θα πρέπει να εξετάζεται η παροχή νερού για να εξασφαλισθεί ότι

δεν υπάρχει ενδεχόμενος κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία λόγω παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών όπως π.χ. Κρυπτοσπορίδιο. {45}



Εικόνα 4.1 E-coli {45}

4.16 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΥΛΗ

Η οργανική ύλη αποτελεί πολύ συνηθισμένο και πολύ σημαντικό ρύπο. Βρίσκεται με μεγάλες συγκεντρώσεις στα αστικά και πολλά βιομηχανικά υγρά απόβλητα αλλά και στα στερεά απόβλητα. Είναι πολύ σημαντικός ρύπος αφού προκαλεί αποξυγόνωση του νερού πράγμα που μπορεί να μειώσει ή ακόμη να εξαφανίσει τους πληθυσμούς των ψαριών.

Η οργανική ύλη αποτελεί τη βασική τροφή των ετεροτροφικών-χημικοσυνθετικών μικροοργανισμών, κατά το πλείστο βακτηριδίων. Με ύπαρξη διαλυμένου οξυγόνου οι μικροοργανισμοί είναι αερόβιοι. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οργανικής ύλης συνεπάγονται μεγαλύτερη μάζα μικροοργανισμών (βιομάζα) και συνεπώς ταχύτερη κατανάλωση διαλυμένου οξυγόνου (μάζα/χρόνο). Αν η ταχύτητα αυτή είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα οξυγόνωσης, προκύπτει μείωση της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου.

4.17 ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

Προσθήκη σε αποδέκτη ουσιών (οργανικών και ανόργανων) που δεν βρίσκονται φυσικά σε αυτό ή περιέχονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. {18,19}

Πίνακα 4.1 μη συμβατικοί ρύποι {18,19}

Είδη ρύπων	Επίδραση
Βαρέα μέταλλα Cd, Zn, Cr, Hg, Pb, Ni, Cu, κλπ	Άμεση και μακροπρόθεσμη τοξική επίδραση σε υδρόβιους οργανισμούς και στον άνθρωπο Ορισμένα (π.χ. Cd) ύποπτα καρκινογενή Οργανικά σύμπλοκα παρουσιάζουν βιοσυσσώρευση
Συνθετικές οργανικές ενώσεις υδρογονάνθρακες Οργανοφωσφορικές ενώσεις Τριαλογονομένα Χλωριωμένοι Μεθάνια	Κυρίως μακροπρόθεσμη τοξική επίδραση στην υγεία Μικρή βιοδιασπασιμότητα → Βιολογική συσσώρευση και μεγέθυνση Αρκετά είναι ύποπτα καρκινογενή
Πετρέλαιο	Τοξική άμεση επίδραση Καρκινογόνες ενώσεις Αποξυγόνωση

4.18 ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΜΕ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ

Οι οργανισμοί των υδάτινων οικοσυστημάτων (φυτικοί και ζωικοί) και ο άνθρωπος δέχονται τις επιπτώσεις των ρύπων που απελευθερώνονται στο υδάτινο περιβάλλον.

Στο περιβάλλον, οι υδρόβιοι οργανισμοί, εκτός από την περίπτωση κάποιου ατυχήματος, σπάνια υφίστανται άμεση τοξική δράση από τους ρύπους άμεση τοξικότητα). Συνήθως οι οργανισμοί έρχονται σε επαφή με συγκεντρώσεις ρύπων που δεν είναι άμεσα θανατηφόρες, αλλά προκαλούν μακροχρόνια προβλήματα (χρόνια τοξικότητα) Μέσα στον οργανισμό οι ρύποι δρουν σε πολλά επίπεδα

κυτταρικό και υποκυτταρικό(μεταλλάξεις, καρκινογενέσεις)

ιστών και οργάνων(άμεση τοξικότητα, σταδιακές αλλοιώσεις, μείωση ρυθμού ανάπτυξης, μείωση αναπαραγωγής κλπ

ατόμων και πληθυσμών(ασθένειες, μεταβολές στην συμπεριφορά, μεταβολές στην σύσταση χλωρίδας και πανίδας, διατάραξη οικολογικής ισορροπίας). {18,19}

4.19 ΜΑΚΡΟΧΡΟΝΙΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

4.19.1 ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ

Τμήμα των ρύπων προσροφάται στην εξωτερική επιφάνεια των οργανισμών. {18,19}

4.19.2 ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ

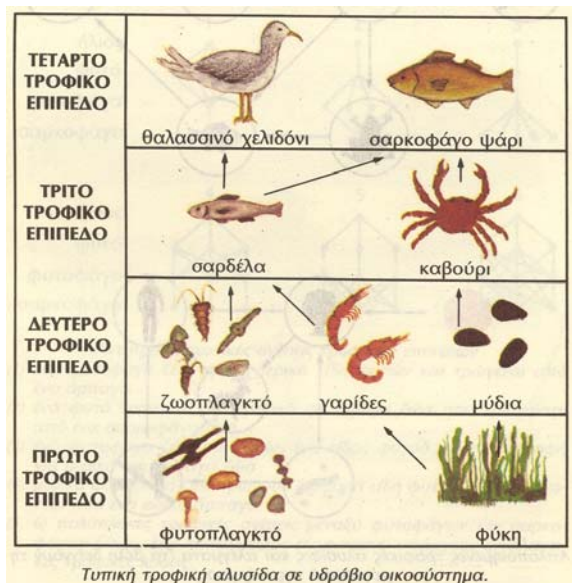
Οι ρύποι εισέρχονται στον οργανισμό των ζώων και φυτών με την αναπνοή και τη διατροφή και κατακρατούνται στους ιστούς. Μερικά από τα ζώα των υδάτινων οικοσυστημάτων έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύουν τους ρύπους κατά εκατοντάδες φορές. Η βιοσυσσώρευση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Περιβαλλοντικούς: το είδος και η συγκέντρωση του ρύπου, ο χρόνος έκθεσης, κλπ. Βιολογικούς: είδος, ηλικία, φύλο, ιστός/όργανο, βιολογικός κύκλος. {18,19}

4.19.3 ΒΙΟΜΕΤΑΦΟΡΑ

Οι βιοσυσσωρευμένοι ρύποι δεν εξαφανίζονται με τον θάνατο του οργανισμού, αλλά μεταφέρονται διαμέσου της τροφικής αλυσίδας. Με αυτόν τον τρόπο ένας ρύπος μπορεί διαδοχικά να μεταφερθεί χρονικά και γεωγραφικά μακριά από το σημείο απόρριψής του. {55}

4.19.4 ΒΙΟΜΕΓΕΘΥΣΗ

Ορισμένοι ρύποι έχουν την ιδιότητα να αυξάνουν σε συγκέντρωση όταν περνούν από κατώτερο τροφικό επίπεδο σε ανώτερο. Ξέρουμε ότι αυτό ισχύει για τα εντομοκτόνα, πολλούς άλλους συνθετικούς οργανικούς ρύπους και από τα μέταλλα για τον υδράργυρο. {18,19}



Εικόνα 4.2 Τροφική αλυσίδα σε υδρόβιο οικοσύστημα {18,19}

4.20 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Πηγές: Επιφανειακές απορροές από γεωργικές εκτάσεις βιομηχανικά απόβλητα, αστικά χλωριωμένα λύματα, αερομεταφορά. Ιδιαίτερα επικίνδυνες ενώσεις με μεγάλο χρόνο ζωής και χαμηλό ως μηδενικό ρυθμό αποικοδόμησης καθώς αποτελούν ουσίες που έχει κατασκευάσει ο άνθρωπος.

Κυρίως μακροπρόθεσμα τοξική επίδραση στον άνθρωπο και σε άλλα θηλαστικά, αλλά άμεση τοξική επίδραση στο φυτοπλαγκτόν (αναχαίτιση φωτοσύνθεσης), έντομα (κεντρικό νευρικό σύστημα), και σε ψάρια (ασφυξία)

Αρκετά είναι ύποπτα καρκινογενή και τερατογενή όπως οι χλωριωμένες οργανικές ενώσεις που παράγονται κατά την χλωρίωση του νερού

Σημαντική βιοσυσσώρευση και βιομεγένθυση. {18,19}

4.21 ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Θερμική ρύπανση είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των υδάτινων σωμάτων εξαιτίας της αποχέτευσης θερμών αποβλήτων, συνήθως νερού ψύξης ενεργειακών σταθμών και άλλων εργοστασίων. Τα ψάρια, όπως και τα ερπετά, είναι ποικιλόθερμα ζώα. Δεν μπορούν να κρατήσουν σταθερή τη θερμοκρασία του σώματός τους όπως περίπου συμβαίνει με τα ομοιόθερμα ζώα (θηλαστικά, πτηνά) ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Αντίθετα η θερμοκρασία του περιβάλλοντος (νερού) είναι ο ρυθμιστής της θερμοκρασίας του σώματος των ψαριών και συνεπώς και της ταχύτητας μεταβολισμού η οποία διπλασιάζεται για αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10°C. Ανάλογα αυξάνονται και οι απαιτήσεις σε οξυγόνο στις οποίες είναι δυνατό να μη μπορεί να ανταποκριθεί το αναπνευστικό σύστημα των ψαριών με δυνατό αποτέλεσμα το θάνατο από ασφυξία. Για υποθανατηφόρες αυξήσεις θερμοκρασίας έχουν παρατηρηθεί ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και αυξημένη ευαισθησία σε τοξικές ύλες.

Οι Οδηγίες της Ε.Ε. δεν επιτρέπουν να αυξάνεται η θερμοκρασία των γλυκών υδάτων περισσότερο από 1.5°C και 3°C στα 98% του χρόνου για σαλμονίδες και κυπρινίδες αντιστοίχως. Σε περιοχές καλλιέργειας οστρακοειδών συνιστάται να μη ανυψώνεται η θερμοκρασία του νερού περισσότερο από 2°C στα 75% του χρόνου. {15}

4.22 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. {15}

4.23 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. {15}

4.24 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΗ

Τα πετρελαιοειδή έχουν την ιδιότητα να διασπείρονται και να εξαπλώνονται σε τεράστιες εκτάσεις, επειδή σχηματίζουν μονομοριακές στρώσεις. Έτσι, καλύπτοντας την επιφάνεια του νερού, εμποδίζουν την ανταλλαγή των αερίων μεταξύ αέρα και νερού και βλάπτουν τους υδρόβιους οργανισμούς. Ακόμη, το πετρέλαιο επιδρά στις τροφικές αλυσίδες, ρυπαίνει τις πηγές τροφής που βρίσκονται στην αρχή της τροφικής αλυσίδας, εμποδίζει την αναπαραγωγή της θαλάσσιας ζωής και μειώνει την φυσική αντίσταση των οργανισμών. Ωστόσο, πολλά βακτήρια που ζουν στο πετρέλαιο, έχουν την ικανότητα να το διασπούν, εξυγιαίνοντας έτσι τις ρυπασμένες περιοχές. Το πετρέλαιο διασπάται επίσης από την κίνηση του κυματισμού και της παλίρροιας. {15}

4.25 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Η ρύπανση των υδάτων έχει μεγάλες επιπτώσεις στην ζωή του ανθρώπου και των υπόλοιπων ζωικών και φυτικών οργανισμών αφού η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού υπονομεύει την υγεία τους αλλά και γίνεται ακατάλληλο για άλλες γεωργικές ή βιομηχανικές χρήσεις. Η άνοδος της θερμοκρασίας από την θερμική ρύπανση έχει τραγικές συνέπειες για τους υδρόβιους οργανισμούς, οι οποίοι έχουν μικρές ανοχές στις αλλαγές της θερμοκρασίας.

4.26 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΤΟΝΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Η χρήση βιοκτόνων και χημικών λιπασμάτων είναι πηγή ρύπανσης και ευθύνεται για τα φαινόμενα του ευτροφισμού και της βιολογικής μεγέθυνσης.

4.26.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΤΟΝΩΝ

Με τον όρο βιοκτόνα εννοούμε τα εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα και άλλα σκευάσματα τα οποία έχουν σαν σκοπό την εξόντωση επιβλαβών για την γεωργία οργανισμών. Η σημαντικότερη συνέπεια από την χρήση τέτοιων σκευασμάτων είναι η βιολογική μεγέθυνση την οποία υφίστανται, δηλαδή η αύξηση της συγκέντρωσης τους διαμέσου των τροφικών αλυσίδων, με αποτέλεσμα την δημιουργία επιβλαβών για την υγεία του ανθρώπου ποσοτήτων. Σε πολλές περιπτώσεις οι επιβλαβείς οργανισμοί εναντίον των οποίων χρησιμοποιούνται αλόγιστα τα βιοκτόνα, παρουσιάζουν αυξημένη ανθεκτικότητα σε αυτά, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται συνεχώς μεγαλύτερες δόσεις για την καταπολέμηση τους.

Τέλος με την εκτεταμένη χρήση των βιοκτόνων καταστρέφονται και κάποια ωφέλιμα παράσιτα τα οποία συγκρατούν τους πληθυσμούς των επιβλαβών οργανισμών, με αποτέλεσμα πλέον να πολλαπλασιάζονται ανεξέλεγκτα.

4.26.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Με τον όρο χημικά λιπάσματα εννοούμε κάθε χημικό σκεύασμα το οποίο έχει σαν σκοπό την αύξηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών ουσιών οι οποίες παρέχονται στα φυτά.

Η σημαντικότερη συνέπεια από την αλόγιστη χρήση τέτοιων σκευασμάτων είναι η ρύπανση που δημιουργείται στο έδαφος, στον αέρα και στις θάλασσες. Η αύξηση της συγκέντρωσης των θρεπτικών ουσιών σε λιμναία περιβάλλοντα προκαλεί το φαινόμενο του ευτροφισμού, δηλαδή την υπέρμετρη ανάπτυξη κάποιων φυτικών οργανισμών όπως τα φύκια. {15}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Η ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Μετά τη συνάντηση και την υπογραφή της συνθήκης του "Ρίο" το 1992, ο όρος "βιοποικιλότητα" άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως και αναφέρεται από όλους, ειδικούς και μη, ως πανάκεια που λύνει όλα τα οικολογικά προβλήματα. Ο όρος ήταν γνωστός στην οικολογία πολύ πιο πριν από τη συνάντηση του Ρίο και χρησιμοποιόταν για να εκφράσει την ποικιλία των μορφών ζωής σε έναν συγκεκριμένο χώρο. Παρά όμως την απλότητα και σαφήνεια του όρου, το περιεχόμενό του είναι μια από τις πλέον αφηρημένες και αμφιλεγόμενες έννοιες της οικολογίας. Ο λόγος είναι ότι δεν υπάρχει μία, αλλά πολλές βιοποικιλότητες, σε διάφορα επίπεδα οργάνωσης της ζωής και ότι δεν είναι ενιαίος ο τρόπος έκφρασης ή καλύτερα εκτίμησής της. Πρακτικά, μπορούν να διακριθούν τέσσερα διαφορετικά επίπεδα βιοποικιλότητας, το καθένα από τα οποία έχει διαφορετική σημασία αλλά στην πράξη, αποτελεί κομμάτι αναπόσπαστο ενός ενιαίου συνόλου.

Το πρώτο επίπεδο είναι εκείνο της "γενετικής βιοποικιλότητας". Η γενετική βιοποικιλότητα εκφράζει το εύρος των κληρονομικών καταβολών ενός συγκεκριμένου είδους. Όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος αυτό, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα επιβίωσης του είδους απέναντι σε εξωτερικές πιέσεις (stress) όπως επιδημίες, κλιματικές αντιξοότητες κ.λπ. Είναι αυτονόητο ότι τα φυσικά είδη έχουν πολύ μεγαλύτερο εύρος κληρονομικών καταβολών και συνεπώς πολύ μεγαλύτερη αντοχή και ικανότητα επιβίωσης από τα "τεχνητά" ή γενετικά βελτιωμένα είδη. Στην Ελλάδα, εξαιτίας της γεωγραφικής της θέσης, της ποικιλίας των κλιματικών της τύπων, της ορογραφικής της διαμόρφωσης και της ιστορίας της, τα είδη φυτών και ιδιαίτερα δένδρων, παρουσιάζουν πολύ μεγάλη γενετική βιοποικιλότητα, η οποία όμως δεν έχει ερευνηθεί παρά ελάχιστα. Κατά τη διάρκεια των παγετώνων, πολλά είδη της Κ και Β Ευρώπης μετανάστευσαν νοτιότερα και έφθασαν μέχρι την Ελλάδα, δημιουργώντας είτε ετερογενείς πληθυσμούς ενός είδους, είτε υβρίδια με τα προϋπάρχοντα είδη, διευρύνοντας έτσι το εύρος των κληρονομικών τους καταβολών. Είναι γνωστά τα υβρίδια της ελάτης μεταξύ της προϋπάρχουσας κεφαλληνιακής και της λευκής ελάτης, η γνωστή υβριδογενής ελάτη καθώς και η υβριδογενής μοισιακή οξιά, υβρίδιο μεταξύ της ανατολικής και δασικής οξιάς. Στους πληθυσμούς των υβριδίων αυτών συναντά κανείς όλες τις αποκλίσεις και τις ενδιάμεσες μορφές από το ένα ως το άλλο είδος, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το τοπικό κλίμα. Ένα άλλο χαρακτηριστικό της ετερογένειας και συνεπώς της μεγάλης γενετικής βιοποικιλότητας, προέρχεται από την ανάλυση των πληθυσμών της δασικής πεύκης των Πιερίων και της ερυθρελάτης της Ροδόπης. Τα είδη αυτά έφθασαν στην Ελλάδα κατά την περίοδο των παγετώνων από διαφορετικές περιοχές, τα χαρακτηριστικά των οποίων φέρουν μέχρι σήμερα. Έτσι για παράδειγμα στη δασική πεύκη και σε μια μικρή σχετικά έκταση, απαντούν όλες οι μορφές, από τις στενόκομες, λεπτόκλαδες αλπικές μέχρι τις ευρύκομες, χονδρόκλαδες των πεδιάδων της Πολωνίας. Το ίδιο ισχύει και για την ερυθρελάτη. Μορφές τις οποίες συναντά κανείς στην Κ Ευρώπη σε διάφορες περιοχές, τις απαντά και στην Ελλάδα, σε μια σχετικά μικρή έκταση. Η ίδια όμως μεγάλη γενετική βιοποικιλότητα των παραπάνω ειδών (ελάτης, οξιάς, δασικής πεύκης και ερυθρελάτης) συναντάται σε όλα σχεδόν τα δασοπονικά είδη της χώρας. Το ίδιο πιθανόν συμβαίνει και με τα άλλα είδη φυτών και ζώων. Το γεγονός αυτό, μαζί με το μεγάλο πλεονέκτημα διατήρησης της φυσικότητας των οικοσυστημάτων της Ελλάδας, σε ό,τι αφορά την ποιοτική σύνθεσή τους και παρά την έντονη υποβάθμισή τους, προσδίδει μια πολύ μεγάλη σημασία στη χώρα ως τράπεζα γονιδίων και γενικότερα γενετικού υλικού, το οποίο πρέπει να ερευνηθεί και διατηρηθεί.

Το δεύτερο επίπεδο βιοποικιλότητας είναι αυτό της βιοποικιλότητας των ειδών φυτών και ζώων. Η βιοποικιλότητα αυτή εκφράζεται με τον αριθμό (πλήθος) των ειδών φυτών και ζώων που απαντούν σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Για πολλούς ερευνητές όμως αυτό δεν αρκεί. Ο αριθμός των ειδών δεν εκφράζει πάντοτε τη βιοποικιλότητα διότι υπεισέρχονται παράμετροι όπως ο πληθυσμός των ειδών, το μέγεθος των ατόμων, η βιομάζα τους και η κυριαρχία ορισμένων ειδών. Άλλοι δέχονται ως έκφραση της βιοποικιλότητας τον αριθμό των λειτουργιών που ασκούν τα είδη σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα δηλαδή τον αριθμό των οικολογικών φωλεών. Επειδή όμως η εκτίμηση όλων αυτών των παραμέτρων είναι δύσκολη, θεωρείται, προς το παρόν, ικανοποιητική η έκφραση της βιοποικιλότητας των ειδών με βάση

τον αριθμό των ειδών φυτών και ζώων μιας συγκεκριμένης περιοχής ή ενός συγκεκριμένου οικοσυστήματος. Η σημασία της βιοποικιλότητας των ειδών είναι προφανής για την οικολογική ισορροπία, σταθερότητα και λειτουργία των αναδραστικών μηχανισμών ενός οικοσυστήματος. Όσο περισσότερα είδη μετέχουν στη σύνθεση ενός οικοσυστήματος τόσο μεγαλύτερη σταθερότητα παρουσιάζει το οικοσύστημα, τόσο πυκνότερο δίκτυο τροφικών αλυσίδων και βιοσυστημάτων δημιουργείται, τόσο πιο απρόσκοπτες είναι οι ροές βιομάζας και ενέργειας καθώς και η ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων και τόσο καλύτερα και αποτελεσματικότερα λειτουργούν οι μηχανισμοί ανάδρασης. Πέρα από αυτό, πολλά είδη στην οντογενετική τους εξέλιξη έχουν συνδεθεί στενά μεταξύ τους και η ύπαρξη του ενός εξαρτάται από την ύπαρξη του άλλου. Για το λόγο αυτό, η εξαφάνιση ενός είδους μπορεί να έχει συνέπειες που δεν μπορούν να προβλεφθούν. Η Ελλάδα, για τους λόγους που ήδη αναπτύχθηκαν, παρουσιάζει πολύ μεγάλη βιοποικιλότητα ειδών φυτών και ζώων. Αναλογικά με την έκτασή της εμφανίζει τη μεγαλύτερη βιοποικιλότητα από όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η βιοποικιλότητα αυτή, παρ' όλο ότι έχει μελετηθεί περισσότερο από κάθε άλλη βαθμίδα, αφήνει ακόμη πολλά περιθώρια έρευνας, κυρίως σε ό,τι αφορά στη γεωγραφική κατανομή των ειδών. Η σημασία της διατήρησης της βιοποικιλότητας των ειδών αναφέρθηκε ήδη και είναι πρόδηλο ότι δεν μπορεί να ασκηθεί αειφορική διαχείριση χωρίς την προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας των ειδών.

Το τρίτο επίπεδο βιοποικιλότητας, γνωστό ως βιοποικιλότητα οικοσυστημάτων ή φυτοκοινωνιών (habitats), εκφράζεται με τον αριθμό (πλήθος) των συνδυασμών ειδών φυτών και ζώων (οικοσυστημάτων) που συναντώνται σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Ο αριθμός των οικοσυστημάτων και ο τρόπος κατανομής τους στο χώρο, δηλαδή το μωσαϊκό των τύπων οικοσυστημάτων, χαρακτηρίζει και δίνει τη σφραγίδα του στο τοπίο της περιοχής. Η προστασία των οικοσυστημάτων εξασφαλίζει όχι μόνο την προστασία των ειδών που τα συνθέτουν αλλά και τη διατήρηση της φυσιογνωμίας των τοπίων. Η Ελλάδα, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού συνδυασμών ειδών φυτών και ζώων, εμφανίζει πολύ μεγάλη βιοποικιλότητα φυτοκοινωνιών-οικοσυστημάτων (habitats). Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, η μεγάλη αυτή βιοποικιλότητα των φυτοκοινωνιών-οικοσυστημάτων δεν έχει μελετηθεί επαρκώς στη χώρα, παρά την προφανή σημασία της.

Το τέταρτο επίπεδο βιοποικιλότητας είναι εκείνο της βιοποικιλότητας των τοπίων, το οποίο εκφράζεται με τον αριθμό ή το πλήθος των τύπων τοπίων που εμφανίζονται σε μια περιοχή ή σε μια χώρα. Στη σύνθεση ενός τοπίου δε μετέχουν μόνο φυσικά οικοσυστήματα αλλά και τεχνητά, όπως οι διάφορες γεωργικές καλλιέργειες αλλά και τύποι οικισμών. Ο αριθμός των τύπων οικοσυστημάτων, φυσικών και τεχνητών, η κατανομή τους στον χώρο και η αναλογία συμμετοχής τους προσδιορίζουν το χαρακτήρα και τη φυσιογνωμία του τοπίου. Εκτός από την αρχιτεκτονική τοπίου, επιστήμη που έχει ήδη αναπτυχθεί και διδάσκεται σε πολλές σχολές, αναπτύχθηκε τελευταία και η επιστήμη της οικολογίας τοπίου, η οποία ασχολείται με τις αλληλεπιδράσεις και αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των οικοσυστημάτων που συνθέτουν ένα τοπίο και ιδιαίτερα μεταξύ των φυσικών και τεχνητών οικοσυστημάτων. Η Ελλάδα εμφανίζει επίσης πάρα πολύ μεγάλη βιοποικιλότητα τοπίων, για τους ίδιους λόγους που εμφανίζει μεγάλη γενετική βιοποικιλότητα, βιοποικιλότητα ειδών και οικοσυστημάτων. Στη χώρα απαντούν τοπία από τα ημιορεινά της Α Κρήτης μέχρι τα σκανδιναβικά (βόρεια) της Ροδόπης και τα αλπικά του Ολύμπου, του Σμόλικα, της Τύμφης, του Βόρα και άλλων οροσειρών της Β Ελλάδας. Σε μια σύντομη σχετικά διαδρομή από την Αμφίπολη μέχρι την κεντρική Ροδόπη, συναντά κανείς όλους τους τύπους τοπίων από τον ευμεσογειακό με την ελιά, την αριά, την κουμαριά κ.λπ., μέχρι τα βόρεια τοπία των ψυχρόβιων κωνοφόρων δασών της ερυθρελάτης, της δασικής πεύκης και της σημύδας. Συνοψίζοντας, είναι εμφανές ότι η Ελλάδα διαθέτει μεγάλη βιοποικιλότητα σε όλα τα επίπεδά της (γενετική βιοποικιλότητα, βιοποικιλότητα ειδών, βιοποικιλότητα φυτοκοινωνιών-οικοσυστημάτων και βιοποικιλότητα τοπίων). Παρά τη διάκριση της βιοποικιλότητας σε διάφορα επίπεδα, η προστασία της πρέπει να αντιμετωπίζεται ως κάτι ενιαίο. Η προστασία κάθε επιπέδου εξαρτάται από την προστασία του προηγούμενου ή επόμενου επιπέδου. Η προστασία και διατήρηση των τοπίων εξαρτάται από την προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων που τα συνθέτουν, η σταθερότητα των οικοσυστημάτων εξαρτάται από την προστασία και διατήρηση των ειδών που συμμετέχουν στη δομή τους δηλαδή από την προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας των ειδών και η προστασία και επιβίωση των

ειδών, εξαρτάται από τη διατήρηση και προστασία της γενετικής βιοποικιλότητάς τους δηλαδή τη διατήρηση των κληρονομικών μεταβολών τους σε όλο το εύρος τους.

Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι η προστασία της βιοποικιλότητας σε όλα της τα επίπεδα, για την οποία τόσα πολλά λέγονται και τόσα λίγα γίνονται, δεν επιβάλλεται για λόγους καθαρά ρομαντικούς, αλλά από την ανάγκη ορθολογικής και αειφορικής διαχείρισης των φυσικών πόρων, συνεπώς για την επιβίωση του ίδιου του ανθρώπου. {33}

5.2 Η ΟΔΗΓΙΑ 92/43/ΕΟΚ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000

5.2.1 Η ΟΔΗΓΙΑ 92/43/ΕΟΚ

Η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ «για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» θεσμοθετήθηκε από το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων με σκοπό να συμβάλλει στην προστασία της βιολογικής ποικιλότητας, μέσω της διατήρησης των φυσικών οικοτόπων, καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας στο ευρωπαϊκό έδαφος των κρατών μελών που εφαρμόζεται η συνθήκη. Τα μέτρα, τα οποία λαμβάνονται σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, αποσκοπούν στη διασφάλιση της διατήρησης ή της αποκατάστασης σε ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης, των φυσικών οικοτόπων και των άγριων ειδών χλωρίδας και πανίδας κοινοτικού ενδιαφέροντος.

Ένα "συνεκτικό ευρωπαϊκό οικολογικό δίκτυο" τύπων – Natura 2000 – πρέπει να διασφαλίζει τη διατήρηση ή την αποκατάσταση σε ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης, των τύπων φυσικών οικοτόπων και των οικοτόπων των οικείων ειδών (άρθρο 3). Η οικολογική συνοχή του Natura 2000 μπορεί να βελτιωθεί με τη διαχείριση στοιχείων του τοπίου στα οποία αποδίδεται πρωταρχική σημασία για την άγρια πανίδα και χλωρίδα (άρθρο 10). Η προστασία των ειδών χλωρίδας και πανίδας πρέπει επίσης να διασφαλισθεί μέσω της θέσπισης συστημάτων αυστηρής προστασίας των ειδών στην περιοχή φυσικής κατανομής τους (άρθρα 12-16). Η οδηγία περιλαμβάνει σειρά συμπληρωματικών διατάξεων σχετικά με την εποπτεία και παρακολούθηση, την επανεισαγωγή τοπικών ειδών, την εισαγωγή μη τοπικών ειδών, την έρευνα και την εκπαίδευση. Κατά τη λήψη μέτρων, σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές απαιτήσεις, καθώς και οι περιφερειακές και τοπικές ιδιομορφίες.

Οι τύποι οικοτόπων και τα είδη κοινοτικού ενδιαφέροντος που προστατεύονται από την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ αναφέρονται στα Παραρτήματα I, II, IV και V. Η οδηγία για τους οικοτόπους, σε συνδυασμό με την οδηγία για τα πτηνά (79/409/ΕΟΚ), αποτελεί ουσιαστικό μέσο υποστήριξης της πολιτικής της ΕΕ στον τομέα της διατήρησης της βιοποικιλότητας, και ζωτικής σημασίας εργαλείο για την ΕΕ που θα την βοηθήσει στην επίτευξη ευρύτερων στόχων διατήρησης της βιοποικιλότητας, όπως η αναστολή της υποβάθμισης της βιοποικιλότητας μέχρι το 2010. Κεντρικό στοιχείο της οδηγίας αποτελεί ο καθορισμός, η προστασία και η διαχείριση ειδικών ζωνών διατήρησης που εντάσσονται στο δίκτυο Natura 2000. {55}

5.2.2 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000

Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών: Τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (στα αγγλικά: Special Protection Areas - SPA) για την Ορνιθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ, και τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (στα αγγλικά: Sites of Community Importance - SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ.

Για τον προσδιορισμό των ΤΚΣ λαμβάνονται υπόψη οι τύποι οικοτόπων και τα είδη των Παραρτημάτων I και II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ καθώς και τα κριτήρια του Παραρτήματος III αυτής. Οι ΖΕΠ, μετά τον χαρακτηρισμό τους από τα Κράτη Μέλη, εντάσσονται αυτόματα στο Δίκτυο Natura 2000, και η διαχείρισή τους ακολουθεί τις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΚ και τις διατάξεις του άρθρου 4 της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Αντίθετα, για την ένταξη των ΤΚΣ πραγματοποιείται επιστημονική αξιολόγηση και διαπραγμάτευση μεταξύ των Κρατών Μελών και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των κατά οικολογική ενότητα Βιογεωγραφικών Σεμιναρίων. Οι ΤΚΣ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Ο κατάλογος των Τόπων Κοινοτικής

Σημασίας όσον αφορά την Μεσογειακή ζώνη, στην οποία ανήκει εξ ολοκλήρου η Ελλάδα, οριστικοποιήθηκε και δημοσιεύθηκε στην επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, τεύχος με αριθμό L259. Μετά την οριστικοποίηση του καταλόγου των ΤΚΣ, τα Κράτη Μέλη υποχρεούνται να κηρύξουν τις περιοχές αυτές ως «Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ)» (στα αγγλικά: Special Areas of Conservation - SAC)» το αργότερο μέσα σε μια εξαετία και να καθορίσουν τις προτεραιότητες για την διατήρηση σε ικανοποιητική κατάσταση των τύπων οικοτόπων και ειδών κοινοτικού ενδιαφέροντος εντός αυτών. Οι ΕΖΔ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 1, 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. {56}

5.3 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η καταγραφή των τόπων που πληρούν τα κριτήρια της παρουσίας τύπων οικοτόπων και οικοτόπων ειδών της Οδηγίας 92/43/ΕΚ στη χώρα μας (296 περιοχές - «Επιστημονικός Κατάλογος»), έγινε από ομάδα περίπου 100 επιστημόνων που συστήθηκε ειδικά για το σκοπό αυτό στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος LIFE (1994-1996) με τίτλο «Καταγραφή, Αναγνώριση, Εκτίμηση και Χαρτογράφηση των Τύπων Οικοτόπων και των Ειδών Χλωρίδας και Πανίδας της Ελλάδας (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ)». Στον «Επιστημονικό Κατάλογο» εντάχθηκε το σύνολο σχεδόν των μέχρι τότε προστατευόμενων περιοχών σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Η τελική επιλογή των τόπων που προτάθηκαν από τη χώρα στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή έγινε από κοινή ομάδα εργασίας ΥΠΕΧΩΔΕ - Υπουργείου Γεωργίας κατόπιν γνωμοδοτήσεων όλων των συναρμόδιων Υπουργείων.

Η Ελλάδα έχει χαρακτηρίσει σήμερα 163 Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) και 239 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ). Οι δύο κατάλογοι περιοχών παρουσιάζουν μεταξύ τους επικαλύψεις όσον αφορά τις εκτάσεις τους. Μάλιστα, 31 τόποι έχουν οριστεί ταυτόχρονα ως ΖΕΠ και έχουν προταθεί και ως ΤΚΣ. Όλοι οι τόποι του Δικτύου Natura 2000, που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων, συνοδεύονται από δελτίο δεδομένων με γενικότερα περιγραφικά στοιχεία και ειδικότερες πληροφορίες για τους τύπους οικοτόπων και τα είδη που ενδιαπούν στον κάθε τόπο και από χάρτη κλίμακας 1:100.000. Όλοι οι ανωτέρω χάρτες έχουν αποσταλεί στις Διευθύνσεις Περιβάλλοντος και Χωροταξίας των Περιφερειών της χώρας, στα Τμήματα Περιβάλλοντος των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, στις αρμόδιες Υπηρεσίες των Κεντρικών Υπουργείων, στη βιβλιοθήκη του ΥΠΕΧΩΔΕ και διανέμονται σε όλους τους ενδιαφερόμενους πολίτες. Λόγω του όγκου της πληροφορίας δεν επισυνάπτονται επί του παρόντος στο Διαδίκτυο οι χάρτες 1:100.000 των περιοχών του καταλόγου αλλά παρατίθενται ενδεικτικοί συνοπτικοί χάρτες της θέσης των περιοχών στο εθνικό έδαφος σε κλίμακα 1:2.200.000. Οι δραστηριότητες στις περιοχές του Δικτύου Natura 2000 ρυθμίζονται μέχρι σήμερα από την Εθνική Νομοθεσία. Η Οδηγία 79/409/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με τις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις 414985/29-11-85 (ΦΕΚ 757/Β/18-12-85), 366599/16-12-96 (ΦΕΚ 1188/Β/31-12-96), 294283/23-12-97 (ΦΕΚ 68/Β/4-2-98). Η Οδηγία 92/43/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 33318/3028/11-12-98 (ΦΕΚ 1289/Β/28-12-98) {56}

5.4 Η ΟΔΗΓΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΤΗΝΑ 79/409/ΕΟΚ

Η οδηγία του Συμβουλίου 79/409/ΕΟΚ περί της διατηρήσεως των πτηνών που συχνά αποκαλείται 'οδηγία για τα πτηνά', εξεδόθη τον Απρίλιο 1979 και ήταν η πρώτη νομοθετική πράξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης που είχε εκπονηθεί αποδίδοντας έμφαση στην μακροπρόθεσμη διαφύλαξη όλων των ειδών πτηνών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η εν λόγω οδηγία εντοπίζει 181 απειλούμενα είδη και υποείδη για τα οποία απαιτείται ειδική μέριμνα. Τα κράτη μέλη είναι αρμόδια για το χαρακτηρισμό των περιοχών ειδικής προστασίας (ΠΕΠ) και ειδικά για την προστασία των αποδημητικών πτηνών, που αποτελούν φυσικό περιουσιακό στοιχείο όλων των Ευρωπαίων.

Στόχος της οδηγίας για τα πτηνά, είναι η μακροπρόθεσμη διαφύλαξη όλων των ειδών αγρίων πτηνών στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Σε ότι αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση των 15 αναφέρεται σε κατάλογο 181 απειλούμενων ειδών και υποειδών για τα οποία απαιτείται ειδική μέριμνα (πάρτημα Ι). Τα κράτη μέλη είναι υπεύθυνα για τον καθορισμό των περιοχών ειδικής προστασίας (ΠΕΠ), και ιδίως για την προστασία των αποδημητικών πτηνών που αποτελούν φυσικό περιουσιακό στοιχείο όλων των Ευρωπαίων. {37}

5.5 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

5.5.1 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

1. Για την κήρυξη των περιοχών ως προστατευόμενων σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία (ν. 1650/86), προαπαιτείται η εκπόνηση Ειδικών Περιβαλλοντικών Μελετών (ΕΠΜ). Οι μελέτες αυτές απογράφουν τις φυσικές, κοινωνικές, οικονομικές και άλλες παραμέτρους της υπό μελέτη περιοχής και προτείνουν Σχέδια Νομοθετημάτων (ΠΔ ή ΚΥΑ) κήρυξής τους ως προστατευόμενες -με την αναγκαία ζωνοποίηση- καθώς και τους γενικούς όρους και περιορισμούς όσον αφορά τις παραγωγικές και άλλες δραστηριότητες, με γνώμονα τις οικολογικές απαιτήσεις των τύπων οικοτόπων και των ειδών με σημαντική παρουσία στην περιοχή μελέτης. Τα τμήματα των προστατευόμενων περιοχών με ιδιαίτερη φυσική αξία αποτελούν συνήθως κεντρικό τμήμα μιας περιοχής, στην οποία τα αναγκαία μέτρα προστασίας κλιμακώνονται κατά ζώνες. Μετά την έγκριση των ΕΠΜ από την πολιτική ηγεσία του ΥΠΕΧΩΔΕ, αρμοδιότητα που έχει δοθεί στον Γενικό Δ/ντη Περιβάλλοντος, τα εν λόγω Σχέδια Νομοθετημάτων δημοσιοποιούνται από τις αρμόδιες Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις και στη συνέχεια, τα οικεία Ν.Σ. αφού συγκεντρώσουν τις απόψεις φορέων - πολιτών διαβιβάζουν τις σχετικές Αποφάσεις τους στην αρμόδια Υπηρεσία του ΥΠΕΧΩΔΕ, η οποία αφού τις λάβει υπόψη της επανασυντάσσει τα εν λόγω Σχέδια Νομοθετημάτων που προωθούνται για υπογραφή από τα συναρμόδια Υπουργεία

2. Μέχρι σήμερα εκπονήθηκαν ή βρίσκονται στο στάδιο εκπόνησης, περίπου 84 ΕΠΜ

3. Τις προστατευόμενες περιοχές μπορούν να διαχειρίζονται Φορείς Διαχείρισης ή υφιστάμενες δημόσιες υπηρεσίες, ειδικές υπηρεσίες και ΝΠΔΔ ή φορείς που ορίζονται για το σκοπό αυτό με συμβάσεις διαχείρισης (ν 2742/99). Οι προστατευόμενες περιοχές διέπονται από κανονισμούς διοίκησης και λειτουργίας στους οποίους καθορίζονται τα αναγκαία μέτρα οργάνωσης και λειτουργίας των προστατευόμενων αντικειμένων και εξειδικεύονται οι γενικοί όροι και περιορισμοί άσκησης δραστηριοτήτων και εκτέλεσης έργων που καθορίζονται με το νομοθέτημα κήρυξης των περιοχών. Επίσης, καταρτίζονται πενταετή σχέδια διαχείρισης των προστατευόμενων περιοχών. Με τα σχέδια αυτά προσδιορίζονται, στο πλαίσιο των γενικότερων όρων και προϋποθέσεων, που τίθενται στα νομοθετήματα κήρυξης, οι κατευθύνσεις και οι προτεραιότητες για την εφαρμογή των έργων, δράσεων και μέτρων που απαιτούνται για την αποτελεσματική προστασία και διαχείριση των κατά περίπτωση προστατευόμενων αντικειμένων. Τα Σχέδια Διαχείρισης συνοδεύονται από προγράμματα δράσης.

4. Με τον Ν. 3044/02 ιδρύθηκαν 25 Περιοχές Προστασίας με Φορέα Διαχείρισης (ΦΔ), που προστέθηκαν στις δύο περιοχές που είχαν ήδη κηρυχθεί ως προστατευόμενες, με βάση τους Ν. 1650/1986 και 2742/1999: το Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Ζακύνθου και το Εθνικό Πάρκο Σχινιά-Μαραθώνα. Ο Ν. 3044/2002 περιλαμβάνει και χάρτες με τα εξωτερικά όρια κάθε μίας από τις 25 ΠΠ.

5. Επιπρόσθετα στην κήρυξη των περιοχών ως προστατευόμενων σε εθνικό επίπεδο, προωθείται η διαχείρισή τους και μέσω των Ειδικών Χωροταξικών Σχεδίων, των Δασικών Διαχειριστικών Σχεδίων και των σχετικών αγροπεριβαλλοντικών μέτρων. Την εφαρμογή των ανωτέρω σχεδίων παρακολουθούν ειδικές υπηρεσίες όπως για παράδειγμα οι Διευθύνσεις Δασών και τα Δασαρχεία.

6. Σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία, στις περιοχές του Δικτύου Natura 2000 η περιβαλλοντική αδειοδότηση πραγματοποιείται σε διοικητικό επίπεδο κατά ένα βαθμό υψηλότερο σε σχέση με το επίπεδο περιβαλλοντικής αδειοδότησης των αντίστοιχων έργων εκτός των περιοχών του Δικτύου, ώστε να διασφαλίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό η αντικειμενικότητα, η μέριμνα για το φυσικό περιβάλλον και η εξέταση των συνδυαζόμενων επιπτώσεων (Ν. 3010/02, ΚΥΑ 11014/703/Φ104/03). {57}

5.6 ΣΥΜΒΑΣΗ ΡΑΜΣΑΡ

5.6.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΒΑΣΗ RAMSAR

Η μεγάλη οικολογική σημασία των υγροτόπων αναγνωρίστηκε παγκόσμια με την υπογραφή της "Σύμβασης για τους Υγροτόπους Διεθνούς Σημασίας ως Ενδιαίτηματος για τα Υδροβία Πουλιά" στις 2.2.1971 στην πόλη RAMSAR της Περσίας. Η Σύμβαση Ramsar υπογράφηκε και από την Ελλάδα και κυρώθηκε από το Ελληνικό Κοινοβούλιο στις

19.11.1974. Σκοπός της συμφωνίας είναι η προστασία των υγροτόπων με διεθνές ενδιαφέρον για τα υδρόβια πουλιά. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, κάθε συμβαλλόμενο μέρος υποδεικνύει έναν κατάλογο υγροτόπων που πληρούν ορισμένα κριτήρια. Η Ελλάδα έχει υποδείξει έντεκα (11) περιοχές οι οποίες περιλήφθηκαν στον κατάλογο των προστατευόμενων περιοχών της Σύμβασης Ramsar.

Οι υγρότοποι είναι περιοχές που συνδυάζουν το υδάτινο με το χερσαίο περιβάλλον δίνοντας τη δυνατότητα συνύπαρξης σε πολλούς διαφορετικούς οργανισμούς. Σαν υγρότοποι αναφέρονται περιοχές με έλη ή βάλτους, συγκεντρώσεις νερού φυσικές ή τεχνητές, πρόσκαιρες ή σταθερές, με νερό στάσιμο ή τρεχούμενο, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό, καθώς και οι θαλάσσιες περιοχές με βάθος μικρότερο των 6 μέτρων. Η οικολογική σημασία των υγροτόπων αναγνωρίστηκε παγκόσμια με τη συνθήκη που υπογράφηκε στις 2/7/1971 στο Ramsar του Ιράν, μεταξύ άλλων και από την Ελλάδα. Με αυτή καθορίστηκαν οι υγρότοποι διεθνούς σημασίας και το πλαίσιο προστασίας τους. Έτσι, κάθε χώρα πρέπει να προάγει τη διατήρηση των υγροτόπων με τη δημιουργία περιοχών ειδικής προστασίας της φύσης, να ενθαρρύνει την έρευνα και την ανταλλαγή στοιχείων σχετικών με τους υγροτόπους, τη χλωρίδα και την πανίδα τους και να προσπαθεί να αυξήσει τους πληθυσμούς των υδρόβιων πτηνών. Ένα από τα στοιχεία που κάνουν εξαιρετική τη σημασία των υγροτόπων της χώρας μας είναι το ότι αποτελούν σταθμούς στο ταξίδι των αποδημητικών πουλιών ή τόπους όπου ξεχειμάζουν.

Οι υγρότοποι καθώς εμπλουτίζονται με τα υλικά που μεταφέρουν τα ποτάμια και οι παλίρροιες της θάλασσας ευνοούν την ανάπτυξη πλούσιας βλάστησης που δίνει τη δυνατότητα επιβίωσης σε πλήθος οργανισμών: Ψάρια, αμφίβια, ερπετά και πουλιά γεννούν τα αυγά τους στη βλάστηση των περιοχών αυτών. Επιπρόσθετα, οι υγρότοποι ρυθμίζουν την υδρομηχανική ισορροπία και το κλίμα της περιοχής (μετριάζοντας τον καύσωνα και το υπερβολικό ψύχος). Τα τελευταία χρόνια τεράστιες εκτάσεις υγροτόπων αποξηράνθηκαν για να αποδοθούν στη γεωργία (όπως η λίμνη Κάρλα) ενώ άλλες επιβαρύνθηκαν από τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων ή άλλαξαν από τη διευθέτηση χειμάρρων και ποταμών. Από τη σύμβαση Ramsar προστατεύονται οι παρακάτω 11 υγρότοποι στη χώρα μας.

Υδροβιότοπος είναι μια περιοχή όπου το νερό αποτελεί τον κύριο παράγοντα ελέγχου του φυσικού περιβάλλοντος καθώς και της πανίδας και χλωρίδας που συνδέεται με αυτή την περιοχή.

Υδροβιότοποι, κατά το άρθρο 1(1) της σύμβασης Ραμσάρ, " είναι εκτάσεις καλυπτόμενες φυσικά ή τεχνητά, μόνιμα ή εποχιακά από στάσιμα ή ρέοντα γλυκά, υφάλμυρα ή αλμυρά νερά, συμπεριλαμβανομένων και των εκτάσεων που καλύπτονται από θαλάσσιο νερό, του οποίου το βάθος δεν υπερβαίνει τα 6 μέτρα κατά την άμπωτη" {58}

5.6.2 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΒΑΣΗ ΡΑΜΣΑΡ

Οι χώρες που υπέγραψαν τη σύμβαση συμφωνούν στα εξής:

Οι υγροβιότοποι είναι φυσικοί πόροι με μεγάλη αξία (αναψυχική, οικονομική, επιστημονική).

Οι υγροβιότοποι αποτελούν ενδιαιτήματα σπάνιων ειδών χλωρίδας και πανίδας και κυρίως ορνιθοπανίδας.

Τα υδρόβια πουλιά μεταναστεύουν εποχιακά και πρέπει να προστατεύονται.

Τα οικοσυστήματα πρέπει να προστατευτούν για την αειφόρο ανάπτυξη και διατήρηση, εφ' όσον ο άνθρωπος εξαρτάται από το περιβάλλον.

Να μη γίνει μετατροπή των υγροβιότοπων σε άλλη μορφή.

Έχουν μεγάλη περιβαλλοντική αξία λόγω της ποικιλότητας των οικοσυστημάτων και της βιοκοινότητας τους.

Οι υγρότοποι αποτελούν συνδιασμό φυσικών βιοτόπων. Είναι σύνθετα οικοσυστήματα και παρέχουν ωφέλη ως προς την αλιεία, την κτηνοτροφία, τη δασική ξυλεία, την αναψυχή και την περιβαλλοντική εκπαίδευση. {39}

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

6.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ

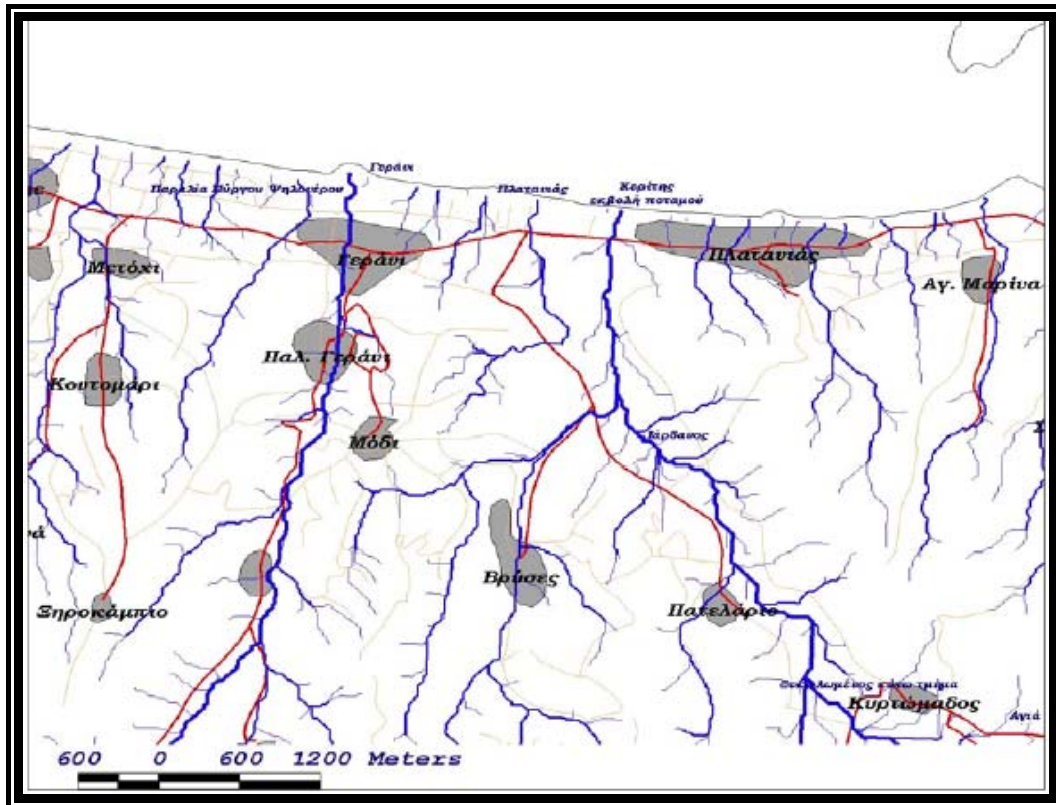
Η ονομασία της λεκάνης του Κερίτη προέρχεται από τον ομώνυμο ποταμό, ο οποίος αναφέρεται από τον Όμηρο σαν Ιάρδανος, ονομασία που επανέρχεται για το κομμάτι της εκβολής του. Πρόκειται για ένα μεγάλο ποταμό με αμμώδεις όχθες ο οποίος καταλήγει στη θάλασσα στην περιοχή του Πλατανιά. Η παραλία, η εκβολή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



Εικόνα 6.1 Ποταμός Κερίτης {60}



Εικόνα 6.2 Λίμνη Αγιαίς {60}



Εικόνα 6.3 Ποταμός, εκβολή και παραλία Κερίθη {59}

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

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

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

Το βόρειο τμήμα τέλος, είναι πεδινό, με πλούσια βλάστηση και υδροφορία. Εδώ βρίσκεται ο υγρότοπος της Αγιάς. {59}

6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το χωριό Αγιά αναφέρεται στο Καστροφύλακα και από το Βασιλικάτα το 1630. Η ετυμολογία προέρχεται μάλλον από την αραβική λέξη άια = νερό και οφείλεται στις πλούσιες πηγές που αναβλύζουν στην περιοχή και σχηματίζουν τον παραπόταμο του Πλατανιά. Αν η ετυμολογία είναι σωστή το χωριό είναι κτίσμα των Αράβων. {59}

6.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η τεχνητή λίμνη Αγιάς 7 h, βρίσκεται σε απόσταση 5 km, από τη βόρεια ακτή του νομού Χανίων και σε υψόμετρο 80 m. δημιουργήθηκε το 1927-28 στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Κερίθη, με την κατασκευή τεχνητού φράγματος το οποίο διακόπτει τη συνέχεια ενός παραπόταμου του Κερίθη. Η λίμνη τροφοδοτείται με νερό από πηγές που βρίσκονται στις όχθες και τον πυθμένα και με θρεπτικά υλικά και ρυπαντές από τα ανάντι του ποταμού (ΟΑΔΥΚ 1998) καθώς διέρχεται από κτηνοτροφική μονάδα και περιβάλλεται από κατοικημένη περιοχή χωρίς δίκτυο αποχέτευσης. Επιπλέον η περιοχή γύρω από τη λεκάνη της λίμνης περιλαμβάνει συστηματική καλλιέργεια εσπεριδοειδών. Η στάθμη της λίμνης δεν παραμένει σταθερή και εξαρτάται άμεσα από τους φορείς χρήστες, ενώ διαθέτει ανοίγματα από τα οποία υπάρχει δυνατότητα αποστράγγισης της λίμνης. {7}

6.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Στην περιοχή περιλαμβάνεται ο υγρότοπος της Αγιάς, ο οποίος είναι τμήμα ενός μεγαλύτερου που περιλαμβάνει τον ποταμό Κερίτη μέχρι τις εκβολές του. Στην περιοχή NATURA 2000 περιλαμβάνεται όλος ο βιότοπος με τα παρακάτω στοιχεία:

NATURA 2000

Sitecode: A4340006

Site Name: Λίμνη Αγιάς – Πλατανιάς – ρέμα & εκβολή Κερίτη – Κοιλιάδα Φασάς

Γεωγραφικό Μήκος: 23 56'0", Πλάτος: 35 28'00"

Έκταση: 410 ha

Υψόμετρο Ελαχιστο: 0μ., Μέγιστο: 200μ., ΜΕΣΟ: 30μ.

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

ΛΙΜΝΗ ΑΓΙΑΣ Κωδικός: 434376000

Γεωγραφικό μήκος: 23⁰ 55' 00"

ΠΛΑΤΟΣ: 35⁰ 29' 00"

Έκταση : 7 ha Υψόμετρο από το επίπεδο της θάλασσας 80m

Τύπος υγρότοπου:reservoir

Η λίμνη δημιουργήθηκε το 1927-8 με την κατασκευή τεχνητού φράγματος στη νότια πλευρά της, για την εκμετάλλευση του υδατικού δυναμικού της περιοχής και για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Με την πάροδο του χρόνου απέκτησε χαρακτηριστικά υγροτόπου. {59}

6.5 ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ

Και οι δυο όχθες του ποταμού κοντά στην εκβολή είναι καλυμμένες από γιγάντια καλάμια *Arundo donax* όπου μπορούν να βρουν καταφύγιο ερωδιοί, μυγοχάφτες, τσιροβάκοι, ποταμίδες, φυλλοσκόπιοι. Στην παραλία αλλά και στο ποτάμι φωλιάζει ο ποταμοσφυριχτής, στις καλάμιές των όχθων η καλάμοποταμίδα και η ωχροστρισιίδα και στα πλατάνια της κοίτης το αηδόνη.

Μεταξύ των ειδών που έχουν καταγραφεί: σταυραετός, φιδαιτός, σφηκιάρης, τσίφτης, μαυροπετρίτης, μαυροκιρκίνεζο, θαλασσοσφυριχτής, πετροτριλίδα, διπλομπεκάσινο, σταχτοσικνιάς, μικροσικνιάς, κιστικόλη, μαυρολαίμης, καστανολαίμης, δεντροσπουργίτης, συρλοσίχλονο, μαυρομυγοχάφτης, ψευταηδόνη, ακτίτης, κορμοράνος, αρτέμης, μύχος, ασπροκόλα, δεντροφυλλοσκόπος, τρυποφράχτης, σκαρθάκι. {59}

6.6 ΛΟΙΠΗ ΠΑΝΙΔΑ

Σημαντικοί πληθυσμοί για τον κρητικό βάτραχο (*Rana cretensis*), δένδροβάτραχο (*Hyla arborea*), φρύνο (*Bufo viridis*) και νεροχελώνα (*Mauremys rivulata*). Έχει καταγραφεί και το εισαχθέν είδος βατράχου *Rana catesbiana*. Επίσης συναντάμε τα: σπιτικό σαμιαμίθι (*Hemidactylus turcicus*), τρανόσαυρα (*Lacerta trilineata*), λιακόνι (*Chalcides ocellatus*), δεντρογαλιά (*Coluber gemonensis*), όχεντρα (*Elaphe situla*), νερόφιδο (*Natrix tessellata*), όφις (*Telescopus fallax*), άρκαλος (*Meles meles*), καλλιγιαννού (*Mustela nivalis*), ζουρίδα (*Martes foina*), σκαντζόχοιρος (*Erinaceus concolor*), μυγαλή (*Crocidura suaveolens*), νανομυγαλή (*Suncus etruscus*), λαγός (*Lepus europaeus*), δασοποντικός (*Apodemus sylvaticus*), ποντικός (*Mus musculus*), αρουραίος (*Rattus rattus*). Στην παραλία αναπαράγεται η θαλάσσια χελώνα (*Caretta caretta*). {59}

6.7 ΧΛΩΡΙΔΑ

Στις ακτογραμμές υπάρχουν θίνες με τα αγρωστώδη (*Ammophila arenaria*). Στο τμήμα της κοιλάδας του Φασά παρατηρούνται στα ποτάμια υδροχαρείς φυτοκοινωνίες με επιπλέουσα βλάστηση. Στις απότομες σχιστολιθικές πλαγιές επικρατούν τα αγρωστώδη *Scirpus cernuus* και πολλά σπάνια βρυόφυτα. Οι φτέρες καλύπτουν μεγάλη έκταση της περιοχής και ξεχωρίζει απ' αυτές το σπάνιο είδος *Woodwardia radicans*. {59}

6.8 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

6.8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο τύπος κλίματος της Κρήτης είναι ένας μεταβατικός ενδιάμεσος τύπος μεταξύ του χερσαίου Μεσογειακού και ερημοειδούς Μεσογειακού, στο οποίο υπάγεται κυρίως η

νοτιοανατολική Κρήτη. Το κύριο χαρακτηριστικό του κλίματος είναι η γλυκύτητα και η ηπιότητα. Η ψυχρή εποχή είναι ήπια και σε αυτό συντελεί η συχνή άφιξη στην περιοχή των θερμών και υγρών ΝΔ αερίων μαζών.

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

Ολόκληρη η παραλιακή ζώνη της βόρειας και νότιας Κρήτης έχει έντονο θερμομεσογειακό χαρακτήρα με αριθμό βιολογικών ξηρών ημερών κατά τη θερμή και ξηρά περίοδο ($125 < \chi < 150$). Στις ημιορεινές και ορεινές περιοχές ο χαρακτήρας μετατρέπεται σε έντονο μεσο-μεσογειακό ($75 < \chi < 100$), ασθενή μεσο-μεσογειακό ($40 < \chi < 75$), υπομεσογειακό ($0 < \chi < 40$), ενώ μόνο η κορυφή των Λευκών Ορέων υπάγεται στον υποξηρικό ψυχρό με περίοδο υπόξηρη χαρακτήρα ($\chi = 0$). («Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», 2001)

Συγκεκριμένα στην περιοχή ενδιαφέροντος το κλίμα είναι μεσογειακό με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και βροχερό και ήπιο χειμώνα. Ο χειμώνας αρχίζει το δεύτερο δεκαήμερο του Νοεμβρίου και παρατείνεται μέχρι το Μάρτιο με πολλές βροχοπτώσεις. Η άνοιξη είναι μικρής διάρκειας, από τον Απρίλιο έως αρχές Μαΐου και παρουσιάζει μικρές βροχοπτώσεις. Το καλοκαίρι αρχίζει συνήθως μέσα Μαΐου και διαρκεί έως τέλη Σεπτεμβρίου με λίγες βροχοπτώσεις κατά το μήνα αυτό. Ολικό παγετό δεν εμφανίζονται στην περιοχή ενώ οι μερικοί ή λευκοί αποτελούν σπάνιο φαινόμενο. Οι χιονοπτώσεις είναι σπάνιες και δεν δημιουργούν πρόβλημα στα χαμηλά υψόμετρα. Το χαλάζι είναι ένα σπάνιο φαινόμενο στα χαμηλά υψόμετρα, έχει μικρό μέγεθος και δεν προκαλεί ζημιές. Η θερμοκρασία ελάχιστες φορές με εξαίρεση τα μεγάλα υψόμετρα (Ζούρβα) πέφτει υπό το μηδέν. Οι άνεμοι που παρατηρούνται συνήθως στην περιοχή είναι Δυτικοί και Βορειοδυτικοί μέσης εντάσεως. Οι παραπάνω λόγοι εξηγούν τη μεγάλη ευδοκίμηση των καλλιεργειών στην περιοχή και ειδικότερα των εσπεριδοειδών. (<<Διαχειριστικό σχέδιο για τον Υγρότοπο της Αγίας>>, 1998).{60}

6.8.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Στο νομό Χανίων υπάρχουν 5 σταθμοί μέτρησης της θερμοκρασίας αέρος, Αγροκηπίου, Αλικιανού, Καλυβών, Βάμου και Σούδας. Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις του σταθμού του Αλικιανού, ο οποίος βρίσκεται εντός της περιοχής μελέτης.

Από την αξιολόγηση των θερμοκρασιακών δεδομένων του σταθμού προέκυψαν τα εξής:

Πίνακας 6.1 θερμοκρασίες σταθμού Αλικιανού {60}

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

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

Η πεδινή ζώνη της Κρήτης αποτελεί κλιματικά μια μετάβαση από το Μεσογειακό προς το ημιορημικό κλίμα. Χαρακτηρίζεται από μικρό ύψος βροχοπτώσεων, ήπιο χειμώνα και ξηρή περίοδο μεγάλης διάρκειας. Το θέρος λόγω θαλάσσιας αύρας και των 18ετήσιων ανέμων είναι σχετικά δροσερό και διαρκεί από τον Ιούνιο έως τον Σεπτέμβριο. Θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Στην περιοχή αυτή δεν παρατηρείται ποτέ παγετός και η θερμοκρασία σπάνια πέφτει κάτω από 0°C. Οι θερμοκρασιακές αποκλίσεις είναι ήπιες. («Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», 2001)

Η ορεινή ζώνη της Κρήτης εμφανίζει μεγαλύτερες θερμοκρασιακές αποκλίσεις, μέση ετήσια θερμοκρασία 2-3 °C χαμηλότερη από την πεδινή ζώνη. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ταυτίζεται με τα επίπεδα των πεδινών σταθμών, ενώ η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα είναι κατά 3°C χαμηλότερη. («Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», 2001)

6.8.3 ΥΓΡΑΣΙΑ

Η μέση ατμοσφαιρική σχετική υγρασία είναι σε ολόκληρη τη βόρεια Κρήτη ελάχιστη τον Ιούνιο και μέγιστη τον Δεκέμβριο. Μεταξύ των βορείων σταθμών η μέση ελάχιστη μηνιαία σχετική υγρασία μειώνεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Οι χαμηλές τιμές υγρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες, ιδιαίτερα στη νότια Κρήτη, καθιστούν το θέρος ευχάριστο και δε δημιουργούν συνθήκες δυσφορίας. («Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», 2001)

6.8.4 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Η μέση ετήσια βροχόπτωση στη Κρήτη παρουσιάζει αύξηση από τα ανατολικά προς τα δυτικά και από νότια προς βόρεια. Στην πόλη της Σητείας η τιμή της είναι 490mm, στο Ηράκλειο 470mm ενώ στους σταθμούς Αλικιανού και Σούδας 824mm και 600mm αντίστοιχα.

Η Κρήτη γενικά παρουσιάζει σημαντική ανισοκατανομή του ετήσιου όγκου βροχόπτωσης, τόσο γεωγραφικά όσο και φυσιογραφικά, εμφανίζοντας βροχοβαθμίδα από τις μεγαλύτερες στην Ελλάδα. Η μέση μηνιαία βροχόπτωση είναι μέγιστη τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο και ελάχιστη τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, οι οποίοι είναι σχεδόν άνομβροι σε ολόκληρη την πεδινή Κρήτη. Το 25% της ετήσιας βροχόπτωσης συμβαίνει κατά τη διάρκεια του βροχότερου μήνα. Ο μηνιαίος αριθμός ημερών βροχής κυμαίνεται από 0,3 έως 15 ημέρες για Δεκέμβριο/Ιανουάριο και Ιούλιο/Αύγουστο αντίστοιχα. Ο μέσος αριθμός ημερών βροχής στην Κρήτη ανέρχεται σε 90 ημέρες περίπου.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι μέσες μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σε mm, η μέση τιμή ημερών βροχής κατά μήνα και έτος καθώς και η εξάτμιση όπως υπολογίστηκε από παρατηρήσεις 50 ετών στην περιοχή της λεκάνης της Αγυιάς.

Πίνακας 6.2 Μηνιαίες και ετήσιες βροχοπτώσεις σε mmστην περιοχή της Αγυιάς {59}

ΜΗΝΕΣ	Μέσες Μηνιαίες Βροχοπτώσεις	Ημέρες Βροχής	Εξάτμιση Από Εξατμισόμετρο
Ιανουάριος	176,4	15,3	35
Φεβρουάριος	137	14,3	40
Μάρτιος	119,5	10,5	67
Απρίλιος	52,8	7	117
Μάιος	9,9	3,4	175
Ιούνιος	5,8	0,9	235
Ιούλιος	0,9	0,5	246
Αύγουστος	4,9	0,6	207
Σεπτέμβριος	24,3	2,7	142
Οκτώβριος	82,1	7,8	81
Νοέμβριος	111,2	11,4	3
Δεκέμβριος	125,9	14,5	30
ΕΤΟΣ	850,7	89	1412

(«Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», 2001)

6.8.5 ANEMOI

Καθόλη τη διάρκεια του έτους επικρατούν κυρίως βόρειοι και βορειοδυτικοί άνεμοι. Η νηνεμία καλύπτει ετήσιο ποσοστό της τάξης του 20 % στους πεδινούς σταθμούς της ανατολικής Κρήτης και το 30% στους ορεινούς. Η μέγιστη μηνιαία ένταση ανέμων εμφανίζεται στην Σητεία και την Ιεράπετρα τον Ιούλιο (5,82 και 6,84 m/sec αντίστοιχα). Στους σταθμούς δυτικής Κρήτης η μέγιστη μηνιαία ένταση ανέμων εμφανίζεται κατά το Φεβρουάριο και Μάρτιο, είναι δε σημαντικά χαμηλότερη της τάξης των 4 m/sec. («Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», 2001)

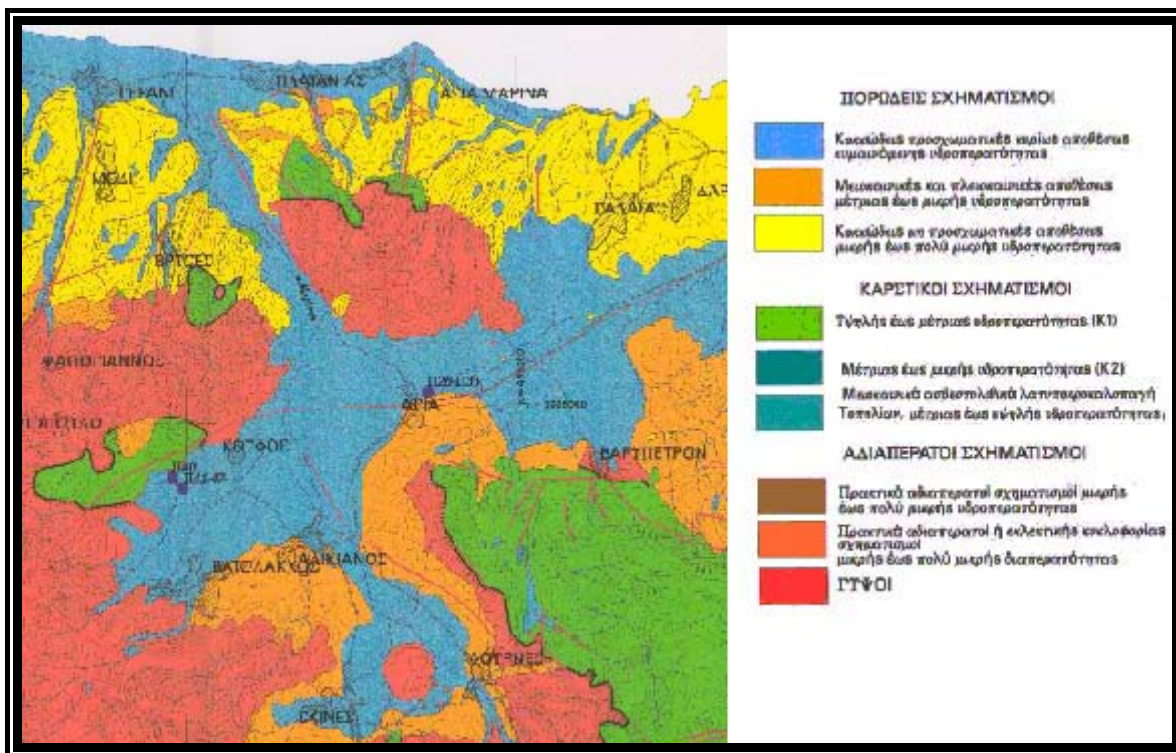
6.8.6 ΝΕΦΩΣΗ-ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑ-ΟΜΙΧΛΗ

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

Η ομίχλη, όπως και η πάχνη είναι σπάνιο φαινόμενο για την Κρήτη. Ο μέσος αριθμός ημερών ομίχλης είναι λιγότερος από 1 μέρα για τους πεδινούς σταθμούς και περίπου 15 για τους ορεινούς. («Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων», 2001)

6.9 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η γεωλογική και τεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής Κερίτη, η παλαιογεωμορφολογική εξέλιξη και η υδρογεωλογική συμπεριφορά των διάφορων πετρολογικών σχηματισμών που συμμετέχουν στη γεωλογική δομή της περιοχής, αποτελούν τους βασικούς παράγοντες που έχουν καθορίσει τις υδρογεωλογικές συνθήκες και έχουν οδηγήσει στη δημιουργία των πηγών.



Εικόνα 6.4 Λιθολογικός χάρτης περιοχής μελέτης {60}

Το πιο παλιό γνωστό σύμπλεγμα πετρωμάτων στη Δυτική Κρήτη είναι τα στρώματα Ιονίου ζώνης. Οι σχηματισμοί αυτοί δομούν τη νότια και νοτιοανατολική εξεταζόμενη περιοχή και αναπτύσσονται σε μεγάλα υψόμετρα, κοντά στη ζώνη του υδροκρίτη. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτελούν τον πυρήνα των Λευκών Ορέων.

Πάνω στους σχηματισμούς αυτούς βρίσκονται οι σκοτεινόμαυροι λατυποπαγείς ασβεστόλιθοι και δολομίτες, με χαρακτηριστική θραυσματοπαγή και κυψελώδη υφή, ασβεστόλιθοι Τρυπαλίου. Είναι οι γνωστοί δολομιτικοί ασβεστόλιθοι της βορειοδυτικής περιμέτρου των Λευκών Ορέων. Οι σχηματισμοί αυτοί δεν εμφανίζουν σαφή στρώση και το πάχος τους ξεπερνάει τα 500 μέτρα..

Οι φυλλίτες με σημαντικές ενστρώσεις χαλαζιτών και ψαμμιτών, που απαντούν στα βόρεια και δυτικά του καλύματος Τρυπαλίου, είναι επωθημένοι στους ασβεστόλιθους αυτούς. Δομούν επίσης, την περιοχή βόρεια της Αγυιάς και του Κουφού. Βόρεια της Αγυιάς δεν υπάρχουν στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι οι φυλλίτες είναι επωθημένοι σε ασβεστόλιθους Τρυπαλίου, ενώ δυτικότερα στην περιοχή Κουφού καταγράφεται η τεκτονική επαφή ασβεστόλιθων Τρυπαλίου και φυλλιτών. Οι μικρές εμφανίσεις στις περιοχές αυτές ασβεστόλιθων της ζώνης Τριπόλεως δε φαίνεται να έχουν υδρογεωλογική σημασία, πιθανώς συνδέονται με τις γνωστές καρστικές υδροφορίες του Κερίτη.

Οι μεταλλικοί, νεογενείς και διλουβιακοί σχηματισμοί, απαντούν στη βόρεια περίμετρο της ασβεστολιθικής μάζας, από την Αγυιά μέχρι το ακρωτήριο Καλάμι, καθώς και στη βόρεια παράκτια ζώνη, από την πόλη των Χανίων και προς τα δυτικά. Στα νεογενή περιλαμβάνονται πορώδης μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και μάργες του Μειόκαινου, καθώς και μάργες, μαργαϊκοί ψαμμίτες, κροκαλομιγείς μάργες και μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι του Πλειόκαινου. Οι διλουβιακοί σχηματισμοί απαντούν κυρίως στην περιοχή της Αγυιάς. Τέλος, οι πρόσφατες ολοκαινικές αποθέσεις σημειώνουν μεγάλη ανάπτυξη στην κοιλάδα Αγυιάς-Χανίων-Σούδας και στη λεκάνη Κουφού-Κερίτη. Στην κοιλάδα απαντούν κυρίως λεπτόκοκκοι αργιλοϊλυαμμώδεις σχηματισμοί ενώ στη λεκάνη Κουφού-Κερίτη επικρατούν οι αδρομερείς κροκαλοαμμώδεις αποθέσεις, ποτάμιας προέλευσης.

Οι ασβεστολιθικές εμφανίσεις με τα χαμηλότερα υψόμετρα, σημειώνονται στην περιοχή των Μυλωνιανών και στον Κουφό. Και στις δυο παρατηρούνται μορφές παλαιότερων αναβλύσεων σε υψόμετρα υψηλότερα από τις σημερινές θέσεις των αντίστοιχων πηγών.

Στα Μυλωνιανά σε υψόμετρο 100 μ. περίπου υπάρχουν ίχνη που πιθανών να συνδέονται με λειτουργία πηγών σε παλαιότερη γεωλογική εποχή. Όμως η ελάττωση του πάχους της αργιλικής επικάλυψης των ασβεστολιθών στην περιοχή της Αγυιάς κατά μια φάση ανοδικής κινήσεως και διαβρώσεως και η εξασθένηση της υδατοστεγανότητας οδήγησε στην εμφάνιση των πηγών εκεί όπου υπάρχουν σήμερα («Υδρογεωλογική μελέτη του κάμπου Χανίων).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

7.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ως δειγματοληψία νοούνται όλες οι διαδικασίες επιλογής, συλλογής, διατήρησης και μεταφοράς προς ανάλυση μιας ενδεικτικής ποσότητας ενός υλικού. Η ποσότητα αυτή (δείγμα) πρέπει να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά του προς ανάλυση υλικού και να επιτρέπει την αναγωγή των παραμέτρων που θα προσδιοριστούν στο δείγμα.

Πριν την δειγματοληψία μελετάται το υλικό που πρόκειται να αναλυθεί, καθορίζονται οι απαιτούμενοι προσδιορισμοί που επιλέγονται οι ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν ως δείγμα. Η αντιπροσωπευτικότητα εξασφαλίζεται με επιλογή των κατάλληλων σημείων και του χρόνου δειγματοληψίας και της συχνότητας συλλογής δειγμάτων.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων πρέπει να είναι κατά το δυνατόν επαναλήψιμα, για αυτό το σημείο δειγματοληψίας σε υδάτινους αποδέκτες πρέπει να ορίζονται σε σχέση με σταθερά σημεία ή να προσδιορίζονται και να σημειώνονται.

Η συλλογή δειγμάτων από λίμνες παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, κατά τη διάρκεια της ημέρας και του έτους, απαιτεί συνήθως ειδική μελέτη για τον καθορισμό σημείων δειγματοληψίας και τη συχνότητα συλλογής δειγμάτων.

Βασική αρχή για την συλλογή δειγμάτων από επιφανειακούς αποδέκτες, είναι η δειγματοληψία από σημεία όπου το νερό του αποδέκτη έχει πλήρως αναμιχθεί με νερό πλευρικών εκβολών ή παραπόταμων, εκτός αν ο σκοπός της δειγματοληψίας είναι να προσδιοριστεί η τοπική επίδραση μιας εκβολής στο κυρίως υδατόρευμα.

Η συλλογή δειγμάτων από λίμνες δεν πρέπει να γίνεται κοντά στην εκβολή των ποταμών ή χειμάρων ή στάσιμα νερά. Η συλλογή δειγμάτων σε λίμνες πρέπει να γίνεται σε διάφορα βάθη, δεδομένου ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα χαρακτηριστικά του νερού αυξανόμενου του βάθους. {3}

7.2 ΒΑΣΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό και να αντιστοιχεί στις συνηθισμένες συνθήκες του προς ανάλυση υλικού.

Η συλλογή και μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση χαρακτηριστικών του δείγματος και να αποκλείουν την αλλοίωση του.

Η συλλογή δειγμάτων νερού γίνεται συνήθως σε επιμελώς καθαρές φιάλες . αν πρόκειται και για μικροβιολογικές παραμέτρους, το δοχείο δειγματοληψίας πρέπει να είναι αποστειρωμένο.

Οι λεπτομέρειες δειγματοληψίας διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Η ποσότητα, ο τρόπος διατήρησης και μεταφοράς δειγμάτων στο εργαστήριο. {3}

7.3 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΑΠΟ ΛΙΜΝΕΣ

Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των υδάτων από λίμνες υπόκεινται σε σημαντικές διαφορές από τις εποχιακές στρωματώσεις, βροχοπτώσεις, τους ανέμους κλπ. Η επιλογή της τοποθεσίας, του βάθους και της συχνότητας δειγματοληψίας εξαρτώνται από τις επί τόπου συνθήκες και το σκοπό της έρευνας.

Η συλλογή νερών από διαφορετικά βάθη σε λίμνες γίνονται με δειγματολήπτες ώστε να μη αλλοιώνονται τα χαρακτηριστικά του δείγματος από την επαφή του με τον αέρα. {3}

7.4 ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

Με τον όρο “στιγμιαία δείγματα” νοούνται τα δείγματα που συλλέγονται σε μια ορισμένη ώρα και θέση και αντιπροσωπεύουν τη συγκεκριμένη σύνθεση της πηγής, τη στιγμή της δειγματοληψίας.

Αν η πηγή θεωρείται ότι έχει συγκεκριμένα και αμετάβλητα χαρακτηριστικά στη διάρκεια του χρόνου τότε μπορούμε να θεωρήσουμε το δείγμα αντιπροσωπευτικό. Αν η πηγή παρουσιάζει διακυμάνσεις στο χρόνο απαιτείται να συλλέγονται στιγμιαία δείγματα, ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα και να αναλύονται, ξεχωριστά. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε

να έχουμε τη συχνότητα και τη διάρκεια των ημερήσιων διακυμάνσεων. Στη συνέχεια, συλλέγουμε δείγματα ανά χρονικά διαστήματα που αντιστοιχούν στις αναμενόμενες μεταβολές. Όταν η σύσταση των νερών ποικίλλει στο χώρο παρά στο χρόνο, πρέπει να συλλέγεται σειρά δεομένων από διάφορα σημεία πηγής. {3}

7.5 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

7.5.1 ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ

Θολερότητα είναι μια έκφραση οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό και να μη μεταδίδει το φως σε ευθεία γραμμή. Η μέτρηση της θολερότητας είναι μια σημαντική μέτρηση στην εξέταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, γιατί η διαύγεια του νερού επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς και τις χρήσεις των νερών. Η θολερότητα στα επιφανειακά νερά προέρχεται από αιωρούμενα σωματίδια, ανόργανης ή οργανικής φύσης (όπως χύμα, πηλός, βακτήρια). Συσχέτιση της θολερότητας με το περιεχόμενο του δείγματος σε βάρος εναιωρούμενων στερεών είναι δύσκολη διότι το διαφορετικό μέγεθος, σχήμα και σύσταση των στερεών επηρεάζουν τη σκέδαση του φωτός. Ο προσδιορισμός της θολερότητας αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού των λιμνών. Η μέτρηση της θολερότητας επιτρέπει τον έλεγχο και αυτοματοποίηση των μονάδων καθαρισμού του νερού και αποβλήτων διότι μπορεί να μετρηθεί με όργανα συνεχούς καταγραφής. {3}

7.5.2 ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη σύγκριση της έντασης σκεδασμού του φωτός από το δείγμα σε σχέση με ένα πρότυπο αιώρημα αναφοράς. Όσο μεγαλύτερη είναι η σκέδαση του φωτός από το δείγμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η θολερότητα και τα αποτελέσματα της μέτρησης εκφράζονται με Νεφελομετρικές Μεθόδους Θολερότητας (N.T.U). Για τη ρύθμιση του οργάνου, χρησιμοποιείται πρότυπο αιώρημα φορμαζίνης, που παρασκευάζεται από πολυμερές της φορμαζίνης που αναπαράγει αρκετά πιστά την θολερότητα των φυσικών νερών. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στα πόσιμα, επιφανειακά και θαλασσινά νερά, στην περιοχή από 0 ως 40 νεφελομετρικές μονάδες (N.T.U).

7.5.3 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

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

7.5.4 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

7.5.5 ΘΟΛΕΡΟΜΕΤΡΟ Ή ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΟ

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

α) η πηγή φωτός από λάμπα βολφραμίου λειτουργεί σε θερμοκρασία 2200-3000 °C.

β) η οπτική διαδρομή του φωτός από την φωτεινή πηγή ως το φωτοκύτταρο, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10 cm.

γ) το φωτοκύτταρο πρέπει να εστιάζεται σε 90° από την προσπίπτουσα ακτίνα και να μη διαφέρει περισσότερο από $\pm 30^\circ$ από την διεύθυνση της ακτίνας που σκεδάζεται. Το σύστημα των φίλτρων αν χρησιμοποιείται, πρέπει να προκαλεί στο φωτοκύτταρο τη μέγιστη απόκριση στην περιοχή από 400-600 nm.

δ) η μέγιστη τιμή θολερότητας του οργάνου είναι 40 N.T.U.

7.5.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Το θολερόμετρο ρυθμίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Μετρούνται στο θολερόμετρο πρότυπα αιωρήματα που να καλύπτουν την περιοχή, η οποία ελέγχεται η αντιστοιχία των ενδείξεων του οργάνου με σειρά προτύπων διαλυμάτων.

7.5.7 ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑΣ, ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ ΑΠΟ 40 Ν.Τ.Υ.

Το δείγμα αναδεύεται, ώστε να γίνει τέλεια διασπορά των αιωρούμενων στερεών και αφού εξαφανιστούν οι μικρές φυσαλίδες αέρα, μεταφέρεται ορισμένη ποσότητα δείγματος στο σωλήνα του θολομέτρου. Διαβάζουμε κατευθείαν τη ένδειξη του οργάνου.

7.5.8 ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟ 40 Ν.Τ.Υ.

Το δείγμα ανακινείται και αραιώνεται με νερό χωρίς θολερότητα δύο ή περισσότερες φορές ώστε η θολερότητα του διαλύματος να ν μικρότερη από 30-40 Ν.Τ.Υ. υπολογίζουμε τη θολερότητα του δείγματος από την τιμή της θολερότητας του διαλύματος επί τον συντελεστή αραιώσης.

7.6 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

7.6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η θερμοκρασία μαζί με το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο αποτελούν τις βασικότερες ίσως παρεμποδίσεις που επηρεάζουν τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί οργανισμοί μπορούν να ζήσουν σε πολύ συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών, το ξεπέρασμα του οποίου επιφέρει, αρχικά “στρες” και στη συνέχεια, το θάνατο. Για αυτό η μέτρηση της θερμοκρασίας πρέπει να συνοδεύει κάθε δειγματοληψία. Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι ακόμα απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως αλκαλικότητα, αλατότητα, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο κ.λ.π. Επίσης, σε λιμνολογικές έρευνες, η μέτρηση της θερμοκρασίας μαζί με εκείνη του βάθους, του διαλυμένου οξυγόνου και της αλατότητας είναι βασική προϋπόθεση προκειμένου να υπολογιστεί το επίπεδο κορεσμού του νερού σε οξυγόνο. Η θερμοκρασία των αποβλήτων που αποθηκεύονται στα επιφανειακά νερά πρέπει να βρίσκεται σε ορισμένα όρια συνήθως (25-40⁰ C) και πρέπει να ελέγχεται τακτικά, σύμφωνα με τη νομοθεσία. {3}

7.6.2 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η μέτρηση της θερμοκρασίας δείγματος νερού όταν αυτή γίνεται λίγο κάτω από την επιφάνεια του νερού ή στο εργαστήριο μπορεί να γίνει με οποιοδήποτε καλό υδραργυρικό θερμόμετρο Κελσίου. Το θερμόμετρο πρέπει να είναι βαθμονομημένο, τουλάχιστον ανά 0,1⁰ C και έχει μικρή θερμοχωρητικότητα για να γίνεται γρήγορα εξισορρόπηση της θερμοκρασίας. Η ακρίβεια των θερμομέτρων πρέπει να συγκρίνεται με Πρότυπα Θερμόμετρα του Διεθνούς Γραφείου Προτύπων και να χρησιμοποιούνται πάντοτε θερμόμετρα εφοδιασμένα με το σχετικό πιστοποιητικό και διάγραμμα διορθώσεων. Για επιτόπιες μετρήσεις το θερμόμετρο πρέπει να προστατεύεται με μεταλλική θήκη.

7.6.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Το θερμόμετρο ή το ειδικό όργανο μέτρησης της θερμοκρασίας βυθίζεται στο νερό που πρόκειται να εξεταστεί όση ώρα χρειάζεται για να γίνει η θερμική εξισορρόπηση. Τα αποτελέσματα, εκφράζονται με προσέγγιση 0,1⁰ C ή 1⁰ C ανάλογα με τις απαιτήσεις.

ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

7.6.4 pH

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

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

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

Και

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$$

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

$[OH^-]$ = η συγκέντρωση υδροξυλιόντων, σε moles /L

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

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

Στα νερά φυσικής προέλευσης, το pH κυμαίνεται συνήθως από 6,5 ως 8,5 (χωρίς να αποκλείονται ακραίες τιμές). Σε αυτά τα όρια, πρέπει να βρίσκεται και το pH των λυμάτων και αποβλήτων πριν τη διάθεση τους σε ρέματα και υπονόμους. {3}

7.6.5 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Το pH μετράται ηλεκτρομετρικά. Ο ηλεκτρομετρικός προσδιορισμός του pH γίνεται με τη χρήση ειδικών οργάνων, γνωστών ως πεχάμετρα. Τα όργανα αυτά είναι συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων με αισθητήριο αποτελούμενο από ηλεκτρόδιο υάλου συνδεδεμένο με ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Προσδιορισμοί στο ύπαιθρο, μπορούν να γίνουν και χρωματομετρικά με τη χρησιμοποίηση δεικτών που αλλάζουν χρώμα σε διαφορετικά πεδία pH. Η σύγκριση του δημιουργούμενου χρώματος με πρότυπη χρωματική κλίμακα δίνει την τιμή του Ph.

7.6.6 ΗΛΕΚΤΡΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

7.6.7 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Το pH ενός δείγματος νερού προσδιορίζεται ηλεκτρομετρικά με τη χρήση ειδικού οργάνου, γνωστού ως πεχάμετρο. Το όργανο αυτό αποτελείται από ποτενσιόμετρο, με αισθητήριο από ηλεκτροδίου υάλου και ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Ο ηλεκτρομετρικός προσδιορισμός του pH μπορεί να εφαρμοστεί στα πόσιμα, επιφανειακά, καθώς και σε λύματα και σε βιομηχανικά απόβλητα.

7.6.8 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

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

7.6.9 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΕΘΟΔΟΥ

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

7.6.10 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

7.6.11 ΠΕΧΑΜΕΤΡΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΤΥΠΟΥ Ή ΦΟΡΗΤΟ ΓΙΑ ΕΠΙΤΟΠΙΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΛΗΡΕΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ ΥΑΛΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ Ή ΣΥΝΘΕΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ.

Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι καλομέλανος ή Ag-AgCl ή άλλου τύπου, σταθερού δυναμικού. Τα σύνθετα ηλεκτρόδια περιλαμβάνουν, στο ίδιο στέλεχος, το ηλεκτρόδιο υάλου και το ηλεκτρόδιο αναφοράς, είναι εύκολα στη χρήση και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

7.6.12 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

7.6.13 ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Στο εμπόριο, κυκλοφορούν έτοιμα ρυθμιστικά διαλύματα, σε διάφορα πεδία pH, για τη ρύθμιση του πεχαμέτρου πριν από κάθε μέτρηση pH.

7.6.14 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

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

7.6.15 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

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

7.7 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

7.7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι η αριθμητική έκφραση των ηλεκτρικών φορτίων που φέρει ένα υδατικό διάλυμα. Η αγωγιμότητα ενός δείγματος νερού εξαρτάται, κυρίως, από την ολική συγκέντρωση των ιονιζόμενων ουσιών, που περιέχονται στο δείγμα και τη θερμοκρασία, στην οποία έγινε η μέτρηση. Τα περισσότερα ανόργανα οξέα, βάσεις και άλατα π.χ. (HCl, NaCO₃, NaCl κλπ.) που δίστανται στο νερό έχουν μεγάλη αγωγιμότητα ενώ αντίθετα τα οργανικά μόρια έχουν πολύ μικρή αγωγιμότητα. Μονάδα μέτρησης είναι μmhos/cm ή mS/m (1mS/m=10μmhos/cm). Νερό πρόσφατα απεσταγμένο έχει αγωγιμότητα 0,5-2 μmhos/cm, ενώ μετά από μερικές βδομάδες παραμονής, λόγω απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, η αγωγιμότητα του φθάνει τα 2-4 μmhos/cm. Στα πόσιμα νερά η αγωγιμότητα, συνήθως κυμαίνεται από 500-1500 μmhos/cm ενώ σε

ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα η αγωγιμότητα φθάνει πάνω από 10,000 μmhos/cm. Η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κριτήριο για την επίδραση των διαφόρων ιόντων στις χημικές ισορροπίες, τον ρυθμό διάβρωσης των μετάλλων, την ανάπτυξη φυτών και ζώων, κλπ. Επίσης, ως κριτήριο για την

Απόδοση των ιοντοανταλλακτικών ρητινών ή άλλων συσκευών αποσκλήρυνσης του νερού. Ακόμη η μέτρηση της αγωγιμότητας μπορεί να γίνει μια γρήγορη εκτίμηση των ημερήσιων διακυμάνσεων των διαλυμένων μεταλλικών ιόντων στα απόβλητα των βιομηχανιών. Με ανάλογο τρόπο μπορεί να συσχετιστεί η απαιτούμενη ποσότητα χημικών ουσιών που απαιτείται για την εξουδετέρωση, την κροκιδωση ορισμένων αποβλήτων ή για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των ολικών διαλυμένων στερεών σε ένα δείγμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των συνηθέστερα απαντωμένων ιόντων στο νερό είναι: {3}

Πίνακας 7.1 ηλεκτρική αγωγιμότητα ορισμένων ιόντων {3}

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

7.7.2 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Μετράται η ειδική αντίσταση ή η ειδική αγωγιμότητα ενός κύβου νερού, ίσου με 1 cm^3 , που βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων πλατίνας ή (καλυμμένων με μαύρο πλατίνας). Ο βαθμός αντίστασης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά αγωγικών συστατικών του εξεταζόμενου δείγματος. Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικά όργανα γνωστά ως αγωγιμόμετρα. Τα όργανα αυτά μετρούν την αντίσταση του διαλύματος ή την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα αγωγιμόμετρα, συνήθως αποτελούνται από μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος γέφυρα Wheatstone και κύτταρο αγωγιμότητας και δίνουν κατευθείαν τιμή της αγωγιμότητας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αντίθεση με την αγωγιμότητα των μετάλλων αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, με ρυθμό περίπου 1,9%/ $^{\circ}\text{C}$. Σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις προέρχονται συνήθως, από τη διαφορετική θερμοκρασία μέτρησης, για αυτό, η μέτρηση της αγωγιμότητας πρέπει πάντα να πραγματοποιείται σε σταθερή θερμοκρασία συνήθως (20,0 $^{\circ}\text{C}$) η οποία και να αναγράφεται δίπλα στο αποτέλεσμα της μέτρησης.

7.7.3 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

7.7.4 ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟ ΝΕΡΟ

Χρησιμοποιείται απιονισμένο νερό που λαμβάνεται από ιοντοανταλλακτική στήλη κατιόντων και ανιόντων. Η ειδική αγωγιμότητα του νερού αυτού πρέπει να είναι μικρότερη από 1 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$, στους 20 $^{\circ}\text{C}$. Το απιονισμένο νερό πρέπει να χρησιμοποιείται αμέσως μόλις διέλθει στη στήλη.

7.7.5 ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΚΑΛΙΟΥ

Παρασκευάζονται τρία πρότυπα διαλύματα χλωριούχου καλίου με συγκεντρώσεις 0,1 mol/L, 0,01 mol/L και 0,001 mol/L σε χλωριούχο κάλιο. Το διάλυμα παρασκευάζεται από αναλυτικώς καθαρό χλωριούχο κάλιο, σε μορφή σκόνης ή μικρών κρυστάλλων, που έχει ξηρανθεί, πριν τη ζύγιση, στους $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

7.7.6 ΕΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

7.7.7 ΑΓΩΓΙΜΟΜΕΤΡΟ

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλοί τύποι αγωγιμόμετρων.τα περισσότερα είναι εφοδιασμένα με διάταξη αυτόματης αντιστάθμισης της θερμοκρασίας, η οποία επιτρέπει την άμεση ανάγνωση, με πολύ καλή προσέγγιση, της ειδικής αντίστασης στη θερμοκρασία αναφοράς. Η περιοχή της θερμοκρασίας για τη οποία η αντιστάθμιση γίνεται αυτόματα.

7.7.8 ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Το στοιχείο μέτρησης της αγωγιμότητας αποτελείται από δυο ηλεκτρόδια καλυμμένα με πλατίνα, που απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση και βρίσκονται μέσα σε γυάλινη θήκη.

7.7.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΖΕΤΑΙ

Το στοιχείο μέτρησης ξεπλένεται, πολλές φορές με απιονισμένο νερό και μετά τουλάχιστον δύο φορές με το δείγμα που πρόκειται να εξεταστεί. Αν το όργανο δεν διαθέτει διάταξη αυτόματης αντιστάθμισης της θερμοκρασίας, η θερμοκρασία του δείγματος ρυθμίζεται στους $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ και βυθίζεται το στοιχείο του οργάνου στο δείγμα. Στη συνέχεια, γίνονται μετρήσεις, κάθε φορά με νέο δείγμα, ώσπου οι τιμές να μην διαφέρουν περισσότερο από 0,2%.

7.8 ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ

7.8.1 ΓΕΝΙΚΑ

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

Όταν αναφερόμαστε στη σκληρότητα τη διακρίνουμε σε ολική, ανθρακική και μη ανθρακική. Η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, ίση με το άθροισμα της ανθρακικής και μη ανθρακικής σκληρότητας. Η ανθρακική σκληρότητα αντιστοιχεί στον παλιότερο όρο “παροδική σκληρότητα” και μη ανθρακική σκληρότητα στον όρο “μόνιμη” ή “παραμένουσα σκληρότητα”. Ο προσδιορισμός της ανθρακικής σκληρότητας γίνεται με τον προσδιορισμό της αλκαλικότητας. Στην περίπτωση που η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή, μεγαλύτερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε η αλκαλικότητα εκφράζει την ανθρακική ή παροδική σκληρότητα. Η διαφορά της αλκαλικότητας από την ολική σκληρότητα, εκφράζει τη μη ανθρακική ή μονιμη σκληρότητα.

Στην περίπτωση που η ολική σκληρότητα έχει αριθμητική τιμή ίση ή μικρότερη από την ολική αλκαλικότητα, τότε όλη η ολική σκληρότητα αναφέρεται ως ανθρακική σκληρότητα και δεν υπάρχει μη ανθρακική σκληρότητα. Η σκληρότητα εκφράζεται με διάφορες μονάδες μέτρησης. Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μονάδες είναι: mg/L CaCO_3 , mmole/L και meq/L αλκαλικών ιόντων ή Γαλλικοί, Γερμανικοί και Βρετανικοί βαθμοί.

Η σκληρότητα του νερού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, από μηδενική ως αρκετές εκατοντάδες mg/L CaCO_3 , ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που έχει υποστεί. Η σκληρότητα των φυσικών νερών οφείλεται στη γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία διέρχεται το νερό. {3}

7.8.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Δύο μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό της σκληρότητας στοιχειομετρικά, αφού προσδιοριστούν ξεχωριστά οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου. Η δεύτερη μέθοδος είναι ογκομετρική και βασίζεται στην από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από τη χημική ένωση E.D.T.A.

7.8.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ EDTA

7.8.4 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας με αυτή τη μέθοδο βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από το δινάτριο άλας του αιθυλενο-διαμινο-

τετραοξικού οξέος (EDTA) σε αλκαλικό περιβάλλον (pH:10± 0,1),παρουσία δείκτη Eriochrome Black T.

7.8.5 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΣΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ

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

Πίνακας 7.2 μεταλλικά ιόντα που επηρεάζουν τον προσδιορισμό αν έχουν μεγάλες συγκεντρώσεις {3}

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

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

7.8.6 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ
ΔΕΙΚΤΗΣ ERIOCHROME BLACK T
ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΡΥΘΡΟ ΤΟΥ ΜΕΘΥΛΙΟΥ
ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ 0,01 mol/L
ΔΙΑΛΥΜΑ EDTA 0,01 M ERIOCHROME BLACK T

7.8.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

7.8.8 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Πριν από κάθε ανάλυση, τα θολά δείγματα διηθούνται και αραιώνονται τα δείγματα που έχουν ολική περιεκτικότητα ασβεστίου και μαγνησίου, μεγαλύτερη από 3,5 mol/L, με απεσταγμένο νερό.

Με σιφώνι, μεταφέρονται 50,0 mL δείγματος σε κωνική φιάλη των 250 mL. Προσθέτονται 4 mL από το ρυθμιστικό διάλυμα και αν χρειάζεται 250 mg στερεό κυανούχο κάλιο. Ιώδες Αναδεύουμε και προσθέτουμε 3 σταγόνες δείκτη Eriochrome Black T ή ανάλογη ποσότητα στερεό μίγμα. Με την προσθήκη της χρωστικής, το δείγμα χρωματίζεται ανοικτό κόκκινο ή ιώδες.

Τιτλοδοτούμε, αμέσως με διάλυμα, EDTA με ταυτόχρονη ανάδευση. Η τιτλοδότηση γίνεται γρήγορα στην αρχή αργά προς το τέλος. Όταν το χρώμα του διαλύματος αρχίζει να αλλάζει από κόκκινο ή ιώδες σε μπλε, τότε το διάλυμα EDTA πρέπει να προσθέτεται σταγόνα-σταγόνα. Η τιτλοδότηση τελειώνει όταν εξαφανιστεί και η τελευταία κόκκινη απόχρωση.

Στη συνέχεια, τιτλοδοτούμε νέα ποσότητα δείγματος με τον ακόλουθο τρόπο: Μεταφέρονται 50,0 mL δείγματος σε κωνική φιάλη των 250 mL. Προσθέτεται ποσότητα διαλύματος EDTA, μικρότερη κατά 0,5 mL από αυτή που καταναλώθηκε στην πρώτη τιτλοδότηση. Προσθέτουμε 4 mL από το ρυθμιστικό διάλυμα και 3 σταγόνες δείκτη Eriochrome Black T. Γίνεται τιτλοδότηση προσθέτοντας σταγόνα-σταγόνα, το διάλυμα EDTA, ώσπου να φθάσει στο τελικό σημείο. Αν το αποτέλεσμα διαφέρει περισσότερο από 0,2 mL από το αποτέλεσμα της πρώτης τιτλοδότησης πρέπει να επαναληφθεί η τιτλοδότηση και σε τρίτη ποσότητα δείγματος.

7.8.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Σκληρότητα (EDTA) σε mg/L $\text{CaCO}_3 = A * B * 1,000 / \text{mL δείγματος}$
Όπου: A, mL του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν
B, mg του CaCO_3 που περιέχονται σε 1,00 mL διαλύματος EDTA.

7.9 ΣΤΕΡΕΑ Ή ΣΤΕΡΕΟ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ

7.9.1 ΓΕΝΙΚΑ

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 ψηλή συγκέντρωση στερεών είναι ακατάλληλα για βιομηχανική χρήση, κολύμβηση κ.α. Τα αστικά λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν συνήθως μεγάλες συγκεντρώσεις στερεών, με οργανική ή ανόργανη σύσταση, για αυτό και είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός τους για το σχεδιασμό συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων και τον έλεγχο της καλής τους λειτουργίας. {3}

7.9.2 ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ, 103-105 °C (TOTAL SOLIDS Ή T.S)

7.9.3 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η μέτρηση του ολικού στερεού υπολείμματος ή των ολικών στερεών γίνεται με εξάτμιση ορισμένης ποσότητας δείγματος σε κάψα πορσελάνης, στους 103-105 °C ή στους 180 °C. Η διαφορά του απόβαρου της κάψας από το μικτό βάρος της κάψας του στερεού

υπολείμματος, μας δίνουν το βάρος του στερεού υπολείμματος. Στα ολικά στερεά περιλαμβάνονται και διαλυμένα στερεά, που περιέχονται στο δείγμα.

7.9.4 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Πριν την μέτρηση πρέπει να αφαιρεθούν τυχόν ευδιάκριτα αδρομερή στερεά, επιπλέοντα ή καθιζάνοντα. Όταν η ξήρανση γίνεται σε θερμοκρασία 103-105 °C, ενδέχεται το υπόλειμμα να συγκρατεί κρυσταλικό νερό, με αποτέλεσμα να υπάρχει θετικό σφάλμα κατά τη μέτρηση.

Στη θερμοκρασία των 103-105 °C, συνήθως τα οξινικά ανθρακικά άλατα μετατρέπονται σε ουδέτερα ανθρακικά και αποβάλλονται ως διοξείδιο του άνθρακα, με αποτέλεσμα να δημιουργείται αρνητικό σφάλμα κατά τη μέτρηση. Αντίθετα, η απώλεια οργανικής ύλης στη θερμοκρασία αυτή, είναι συνήθως ασήμαντη.

7.9.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

Η κάψα πυρώνεται ζεστή στους 550 ± 50 °C για μια ώρα. Αφήνεται να κρυώσει μέσα σε ξηραντήριο, ζυγίζεται με προσέγγιση 0,1 mg και φυλάγεται στο ξηραντήριο, ώσπου να χρησιμοποιηθεί. Ορισμένη ποσότητα δείγματος, μεταφέρεται στην προζυγισμένη κάψα και εξατμίζεται σε υδατόλουτρο μέχρις ότου η κάψα στεγνώσει.

Η επιλογή της ποσότητας του δείγματος, εξαρτάται από την περιεκτικότητα του δείγματος σε στερεά. Το βάρος του στερεού υπολείμματος στη κάψα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 25-250 mg. Όταν η ξήρανση γίνεται σε κλίβανο, καλό είναι η θερμοκρασία να είναι περίπου 98 °C, για αποφυγή απώλειας στερεών. Στη συνέχεια, το στερεό υπόλειμμα ξηραίνεται, για μια ώρα ακόμα στους 103-105 °C ή στους 180 °C. Η κάψα αφήνεται να κρυώσει σε ξηραντήριο και ζυγίζεται με προσέγγιση 0,1 mg.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Τα ολικά στερεά υπολογίζονται από τη σχέση:

Ολικά στερεά ή ολικό στερεό υπόλειμμα, mg/L = (A-B)*1,000B /mL δείγματος
όπου: **A**, το βάρος του υπολείμματος +βάρος κάψας **B**, το βάρος της κάψας

ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

7.10 ΑΜΜΩΝΙΑ (NH₄⁺- N)

7.10.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το αμμωνιακό άζωτο μπορεί να βρίσκεται υπό μορφή αμμωνιακών ιόντων (NH₃), ανάλογα με το pH και τη θερμοκρασία του διαλύματος, σύμφωνα με την παρακάτω σχέση ισορροπίας: NH₃ + H₂ → NH₄⁺ + OH⁻

Σε αλκαλικό περιβάλλον, η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά, ενώ σε όξινο περιβάλλον προς τα αριστερά. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία, η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα αριστερά και αντίστροφα.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία χώρα μας, η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση ιόντων αμμωνίου, είναι 0,5 mg/L ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο στα γλυκά νερά για την διαβίωση της πέστροφας και ειδών της οικογένειας των Σ αλμονίδων 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. {3}

7.10.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

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

Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

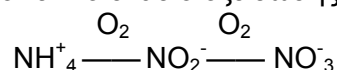
Το εύρος του test είναι 0,05-3,00 mg/l NH₄⁺- N.

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

7.11 ΝΙΤΡΙΚΑ ΙΟΝΤΑ (NO₃⁻)

7.11.1 ΓΕΝΙΚΑ

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



Στα επιφανειακά υπόγεια νερά, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι συνήθως μικρές. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, είναι δείκτης ρύπανσης των υδάτων από λιπάσματα ή λύματα και απόβλητα. Τα ανεπεξέργαστα λύματα δεν περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών, γιατί το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου που βρίσκεται δεσμευμένο σε οργανικές ενώσεις. αντίθετα, τα επεξεργαζόμενα λύματα περιέχουν

συνήθως, υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ως αποτέλεσμα του παρατεταμένου αερισμού που οδηγεί στην νιτροποίηση των αζωτούχων ενώσεων. Η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση των νιτρικών στο πόσιμο είναι 50 mg/L, στα απόβλητα που διαθέτονται στα ρέματα (ΕΥΔΑΠ) 4 mg/L. {3}

7.11.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε νιτρικά ιόντα, χρησιμοποιήθηκε το spectroquant Nitrate test (1.09713.0001) της Merck με εύρος μέτρησης 0,10-25,0 mg/l NO_3^- -N. Με την πλαστική σύριγγα, που περιέχεται μέσα στο test, μεταφέρονται 4 ml από το αντιδραστήριο NO_3^- -1 μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολούθως, προστίθενται στο δοκιμαστικό σωλήνα 0,5 ml δείγματος και 0,5 ml από το αντιδραστήριο NO_3^- -2 με πιπέτα ακριβείας. Βιδώνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας και ανακινείται με προσοχή γιατί το περιεχόμενο του ζεσταίνεται αρκετά. Αφήνουμε το δοκιμαστικό σωλήνα για 10 λεπτά σε ηρεμία ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Μετά το πέρασμα των 10 λεπτών, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Επιπροσθέτως, τυχόν αιωρούμενα που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο δείγμα πρέπει να διαλύονται ή να απομακρύνονται με κατάλληλη μέθοδο.

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

7.12 ΦΩΣΦΟΡΟΣ (PO_4^{3-} -P)

7.12.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στα επιφανειακά νερά και απόβλητα απαντάται σε πολλές μορφές, πιο συχνά με τη μορφή ορθοφωσφορικών και πολυφωσφορικών ιόντων, ως οργανικός φώσφορος, δεσμευμένος σε οργανικές ενώσεις. Η παρουσία του φωσφόρου στα επιφανειακά νερά, οφείλεται σε πολλές πηγές, φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης. Λύματα και απόβλητα καταλήγουν στους επιφανειακούς αποδέκτες, επιβαρημένα σε σημαντικές ποσότητες φωσφόρου. Τα φωσφορούχα λιπάσματα που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, δεν δεσμεύονται ποσοτικά από τα φυτά ή το έδαφος και έτσι οι εκπλύσεις εδαφών περιέχουν και αυτές σημαντικά φορτία φωσφόρου. Ο οργανικός φώσφορος δημιουργείται κυρίως από βιολογικές διαδικασίες. Ο οργανικός φώσφορος περιέχεται στα περιττώματα και υπολείμματα τροφών και συνεπώς και σε λύματα. Φώσφορος υπάρχει ακόμα, στα ιζήματα λιμνών λιμνοθαλασσών και κλειστών κόλπων και στη βιολογική ιλύ.

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

Το ανώτατο επιτρεπτό όριο των φωσφορικών στο επιφανειακό νερό σύμφωνα με τη νομοθεσία είναι 0,4-0,7 mg/l. {3}

7.12.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

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

Ανοίγεται το καπάκι του φωτομέτρου (MERCCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτομέτρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτομέτρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Δείγματα που περιέχουν $Cl^- > 1000 \text{ mg/l}$ πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό.

Το εύρος του test είναι 0,05-5,00 mg/l PO_4-P .

Για την διασφάλιση της ποσότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 0,80 mg/l PO_4-P (Spectroquant Combicheck 10) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης, χειρισμός) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

7.13 ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

7.13.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η πίεση, η ηλιοφάνεια, ο κυματισμός, τα ρεύματα, η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και οργανικές ουσίες, το περιεχόμενο σε μικροοργανισμούς κ.α. Από τους παράγοντες αυτούς, εκείνοι που επηρεάζουν περισσότερο την διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό, είναι η θερμοκρασία, η αλατότητα και η πίεση. Έτσι κάτω από δεδομένες συνθήκες θερμοκρασίας, αλατότητας, 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 σε οξυγόνο και αποτελεί μέτρο για την κατάσταση των επιφανειακών υδάτων. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να μειώσουν την περιεκτικότητα του νερού σε οξυγόνο, όπως οργανικές ουσίες από λύματα ή απόβλητα που για την αποσύνθεσή τους απαιτεί 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 που υπάρχει υπερκορεσμός σε οξυγόνο, ενώ τη νύχτα και ιδιαίτερα τις πρώτες πρωϊνές ώρες να παρατηρείται σημαντική μείωση του οξυγόνου που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φθάσει σε επίπεδο ανοξίας. Το φαινόμενο αυτό συναντάται ιδιαίτερα σε λίμνες και κλειστούς κόλπους. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία στη χώρα μας, τα πόσιμα νερά πρέπει να έχουν διαλυμένο οξυγόνο με τιμή 75% τουλάχιστον της τιμής κορεσμού, στα γλυκά νερά στα οποία διαβιώνουν πέστροφες και άλλα είδη της οικογένειας των σαλμονιδών, το διαλυμένο οξυγόνο

πρέπει να είναι 50% των εξετασθέντων δειγμάτων, μεγαλύτερο από 9 και στο 100% των δειγμάτων μεγαλύτερο από 6. {3}

7.13.2 ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

7.13.3 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου με την ηλεκτροχημική μέθοδο, γίνεται με τη χρήση ενός ευαίσθητου στοιχείου, με το οποίο μετράται η μερική πίεση του οξυγόνου σε νερό. Το στοιχείο μέτρησης του οξυγόνου, είναι ένα ηλεκτρόδιο με δυο μεταλλικούς πόλους. Η άνοδος, είναι συνήθως μια σπείρα από άργυρο και η κάθοδος ένας δακτύλιος από χρυσό, στη βάση του ηλεκτροδίου. Το εσωτερικό του ηλεκτροδίου, περιέχει ηλεκτρολύτη χλωριούχου καλίου, σε μορφή ζελέ ή υπέρκορου διαλύματος. Το κάτω μέρος του ηλεκτροδίου καλύπτεται από μια λεπτή μεμβράνη εκλεκτικής διαπερατότητας. Η μεμβράνη είναι αδιαπέραστη στο νερό και τα διαλυμένα στερεά συστατικά του νερού και περατή στο οξυγόνο και ορισμένα άλλα αέρια που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό. Το ηλεκτρόδιο βρίσκεται συνδεδεμένο με εξωτερική πηγή τάσης.

Το στοιχείο βυθίζεται στο νερό που πρόκειται να αναλυθεί. Κάτω από τη επίδραση διαφοράς δυναμικού που παράγεται από πολαρογραφικό ή γαλβανικό στοιχείο το οξυγόνο που περιέχεται στο δείγμα διέρχεται από μεμβράνη του ηλεκτροδίου και ανάγεται στην κάθοδο ενώ τα υδροξυλιόντα αντιδρούν με τα μεταλλικά ιόντα στην επιφάνεια της ανόδου. Το ρεύμα διάχυσης που δημιουργείται, είναι γραμμικά ανάλογο με τη μερική πίεση του οξυγόνου του δείγματος, σε ορισμένη θερμοκρασία.

Το ρεύμα που παράγεται, ενισχύεται κατάλληλα και μετατρέπεται, απευθείας, σε ένδειξη της συγκέντρωσης οξυγόνου πάνω σε βαθμολογημένη κλίμακα του οργάνου.

Το πεδίο εφαρμογής των οξυγονόμετρων, είναι ευρύ. Τα οξυγονόμετρα αποτελούν την καλύτερη μέθοδο για τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου, σε έντονα ρυπασμένα ή χρωματισμένα νερά, λύματα, απόβλητα.

7.13.4 ΡΥΘΜΙΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ

7.13.5 ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ

Η βαθμονόμηση του οργάνου γίνεται στη τιμή μηδέν και σε μια τιμή εκτός του μηδενός.

7.13.6 ΕΙΔΙΚΕΣ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΕΙΣ

Για μετρήσεις οξυγόνου σε καθαρά γλυκά νερά και εφόσον δεν περιέχονται παρεμποδιστικές ουσίες, το όργανο ρυθμίζεται με απεσταγμένο νερό.

7.14 ΧΛΩΡΙΟ Cl^-

7.14.1 ΓΕΝΙΚΑ

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

Στα αστικά λύματα, η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι υψηλότερη από εκείνη των πόσιμων νερών γιατί κατά τη χρήση του από τον άνθρωπο, το νερό επιβαρύνεται με άλατα και κυρίως με χλωριούχο νάτριο. {3}

7.14.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥ

7.14.3 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Σε ουδέτερο ή αλκαλικό περιβάλλον pH(8.3) και παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου, γίνεται ποσοτική καταβύθιση των χλωριόντων, σε σχηματισμό χλωριούχου αργύρου και

χρωμικού αργύρου. Ο χλωριούχος άργυρος έχει καταβυθιστεί ποσοτικά όταν αρχίζει να εμφανίζεται το κόκκινο χρώμα του χρωμικού αργύρου.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε νερά και απόβλητα με συγκεντρώσεις χλωριόντων από 1,5 ως 100 mg/L Cl⁻.

7.14.4 ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Τα ιόντα βρωμίου, ιωδίου και τα θειώδη ιόντα τιτλοδοτούνται σαν ισοδύναμες ποσότητες ιόντων χλωρίου.

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

7.14.5 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

7.14.6 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

ΝΕΡΟ ΑΠΑΛΛΑΓΜΕΝΟ ΙΟΝΤΩΝ ΧΛΩΡΙΟΥ, ΔΙΣΑΠΟΣΤΑΓΜΕΝΟ Ή ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟ

ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥ AgNO₃ 0.0141N

Διαλύονται 2,395 AgNO₃ σε απεσταγμένο νερό και αραιώνονται σε 1000 mL. Το διάλυμα τιτλοδοτείται με διάλυμα NaCl 0.0141 N. Το διάλυμα του νιτρικού αργύρου φυλάσσεται σε γυάλινη σκουρόχρωμη φιάλη.

ΠΡΟΤΥΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ NaCl 0.0141 N

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

ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΡΩΜΙΚΟΥ ΚΑΛΙΟΥ

Διαλύονται 50 g K₂CrO₄ σε 100 mL απεσταγμένο νερό. Προσθέτουμε μερικές σταγόνες διαλύματος νιτρικού αργύρου μέχρι να σχηματιστεί κόκκινο ίζημα. Το διάλυμα αφήνεται σε ηρεμία, προστατευόμενο από φως για 12 ώρες. Διηθείται από σκληρό ηθμό πορώδους πορσελάνης, για απομάκρυνση του ιζήματος και αραιώνεται μέχρι 1 λίτρο με απεσταγμένο νερό.

7.14.7 ΕΙΔΙΚΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

ΑΙΩΡΗΜΑ ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ

ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ H₂SO₄ 1N

ΔΕΙΚΤΗΣ ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗΣ (10g/l)

ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ (30%)

7.14.17 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Λαμβάνονται 100 mL ή άλλη ποσότητα, αραιωμένη στα 100 mL. Α το δείγμα είναι, έντονα χρωματισμένο, λαμβάνονται 200 mL , προσθέτονται 6 mL αιωρήματος υδροξειδίου του αργιλίου, αναμιγνύεται, το μίγμα αφήνεται να καθιζάνει, διηθείται και απορρίπτονται τα πρώτα 50 mL του διηθήματος. Από το υπόλοιπο το διήθημα, λαμβάνονται με σιφώνιο πληρώσεως, 100 mL ή άλλη ποσότητα που αραιώνεται στα 100 mL για την ογκομέτρηση. Αν υπάρχουν θειούχα, θειώδη ή θειοθειικά ιόντα, προσθέτεται 1 mL H₂SO₄ και αναδεύεται για 1 λεπτό.

7.14.18 ΟΓΚΟΜΕΤΡΗΣΗ

Δείγματα 7-10 pH ,ογκομετρούνται αμέσως. Δείγματα που βρίσκονται σε αυτή την περιοχή ρυθμίζονται με διάλυμα H₂SO₄ 1 ή NaOH 1N. Προσθέτεται mLδείκτη χρωμικού καλίου στο δείγμα και ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα AgNO₃ ,μέχρις ότου το κίτρινο

χρώμα πάρει μια ελαφρά απόχρωση προς το κόκκινο. Τιτλοδοτείται το διάλυμα νιτρικού αργύρου και ογκομετρείται ένα λευκό με την πιο πάνω μέθοδο.

7.15 ΘΕΙΚΑ ΙΟΝΤΑ SO_4^-

7.15.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η παρουσία θειικών ιόντων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, μπορεί να προέρχεται από την γεωλογική σύσταση των πετρωμάτων τα οποία διέρχεται το νερό ή από ορισμένες χρήσεις από τον άνθρωπο. Η συγκέντρωση των θειικών ιόντων στα φυσικά νερά, παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχονται και το είδος και την ένταση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

Ο έλεγχος των θειικών ιόντων στο νερό έχει μεγάλη σημασία γιατί έχει βρεθεί ότι τα θειικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου έχουν καθαρτική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, γι' αυτό και το ανώτερο επιτρεπτό όριο θειικών ιόντων στο πόσιμο νερό είναι 250 mg /l..{3}

7.15.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

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

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

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

Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (auto selector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του auto selector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος του test είναι 25-300 mg/l SO_4 .

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

7.16 ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Το ασβέστιο στα επιφανειακά και υπόγεια νερά είναι φυσικής προέλευσης και οφείλεται στη χημική σύσταση που έχουν τα πετρώματα, από τα οποία διέρχεται το νερό. Τα πετρώματα, τα οποία είναι πλούσια σε ασβέστιο και εμπλουτίζουν τα φυσικά νερά, είναι ασβεστόλιθοι, οι δολομίτες, ο γύψος κ.α. Στη χώρα μας λόγω ασβεστολιθικής σύστασης των πετρωμάτων, τα νερά σε πολλές περιοχές είναι πλούσια σε ασβέστιο.

Το ασβέστιο, δεσμευμένο με ανθρακικά ιόντα, σχηματίζει ανθρακικό ασβέστιο, που συμβάλλει στη δημιουργία ολικής σκληρότητας. Υψηλές συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου, προκαλούν καθαλατώσεις στις σωληνώσεις και τις μεταλλικές επιφάνειες, ιδιαίτερα εκείνες από τις οποίες διέρχεται ζεστό νερό. {3}

7.17 ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ - B.O.D (Biochemical Oxygen Demand)

7.17.1 ΑΡΧΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

Η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς του δείγματος για να καταναλώσουν αερόβια την περιεχομένη οργανική ουσία που περιέχεται στο δείγμα. Η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου ή βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο BOD εκφράζεται σε χιλιοστογραμμάρια απαιτούμενου οξυγόνου ανά λίτρο αποβλήτου (mg/l) ή σε ισοδύναμες μονάδες: γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (g/m³).

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

Η διεργασία περιγράφεται στην παρακάτω εξίσωση:

Μικροοργανισμοί

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

Το παραγόμενο CO₂ για να μην επηρεάζει την μεταβολή της πίεσεως στο δοχείο, δεσμεύεται από φίλτρο στερεού NaOH που βρίσκεται μέσα στην φιάλη. {3}

7.17.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

1. Θέτουμε σε λειτουργία τον θερμοθάλαμο σε θερμοκρασία 20°C.
2. Στο δείγμα μετράτε το pH και ρυθμίζεται από 6 έως 7,5 (για την ρύθμιση του pH προτείνεται η χρήση διαλύματος HCl 0,01 M).
3. Σε ειδική σκουρόχρωμη φιάλη των 500 ml τοποθετείται ποσότητα 428 ml δείγματος αν το BOD του δείγματος αναμένεται υψηλό τότε προτείνεται αραιώση. Η αραιώση του δείγματος μπορεί να επιτηδευθεί με την μείωση της ποσότητας του δείγματος που τοποθετείται στο δοχείο συμφωνά με το πινάκα παρακάτω.
4. Τοποθετούμε μαγνητικός αναδευτήρας μέσα στην φιάλη.
5. Τοποθετούμε την λαστιχένια βάση για το αλκαλικό αντιδραστήριο στο λαιμό της φιάλης.
6. Τοποθετούμε μερικούς κρυστάλλους στέρεου NaOH στην λαστιχένια βάση προσέχοντας να μην έρθουν σε επαφή με το δείγμα μας.
7. Τοποθετούμε την ειδική μανομετρική συσκευή μέτρησης του BOD στην κορυφή της φιάλης χωρίς όμως να την κλείσουμε αεροστεγώς.
8. Τοποθετούμε την φιάλη στο αεροθάλαμο πάνω στους μαγνητικούς αναδευτήρες ώστε να υπάρχει συνεχής ανάδευση.
9. Αφήνουμε στους 20° C για 15 λεπτά για να γίνει εξισορρόπηση της θερμοκρασίας της φιάλης και του δείγματος με αυτήν του θερμοθαλάμου.
10. Όταν η θερμοκρασία σταθεροποιηθεί, σφραγίζουμε την φιάλη βιδώνοντας την ειδική μανομετρική συσκευή μέτρησης του BOD.
11. Μηδενίζουμε την συσκευή πατώντας τα πλήκτρα «» και «» ταυτόχρονα έως οι ενδείξεις του οργάνου να μηδενιστούν.
12. Αφήνουμε στο θερμοθάλαμο για 5 ημέρες την φιάλη με διαρκή ανάδευση και σταθερή θερμοκρασία 20° C.
13. Μετά το πέρας των 5 ημερών λαμβάνουμε την τιμή που αναγράφεται στην συσκευή του BOD και την καταγράφουμε ως « ένδειξη οργάνου

Πίνακας 7.3 διάφορα δείγματα νερού {3}

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

Πχ

Μετρήσιμο Εύρος: 0 – 400 ml

Όγκος δείγματος: 157 ml

Πολ. Παράγοντας: 10

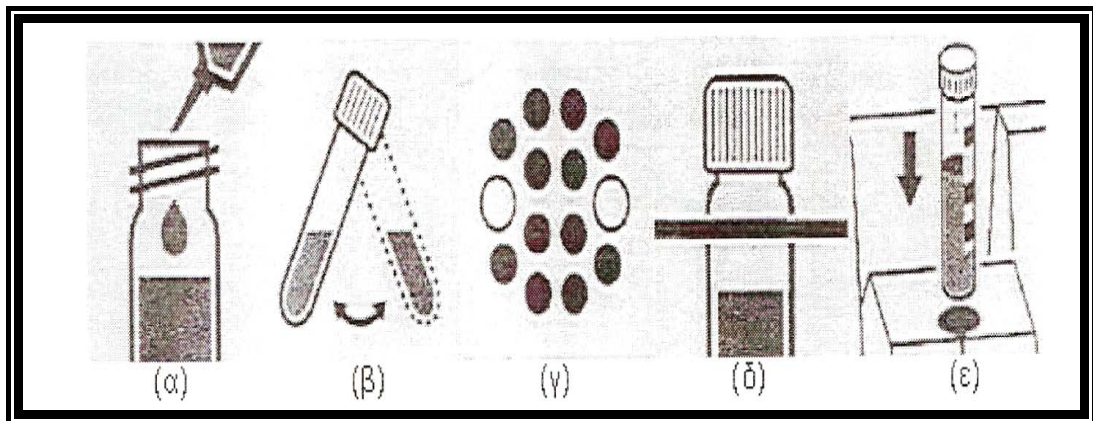
Μετρήσιμη τιμή οργάνου: 18

Αποτέλεσμα: (18 x 10) BOD mg/l)

7.18 ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ-COD (Chemical Oxygen Demand)

Για τη μέτρηση του COD χρησιμοποιήθηκε ημιοσοτική φωτομετρική μέθοδος με kit. Στις δειγματοληψίες χρησιμοποιήθηκε το COD Cell Test MERCK 14540. Κατά τη διαδικασία μέτρησης του COD ακολουθείται η εξής διαδικασία:

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

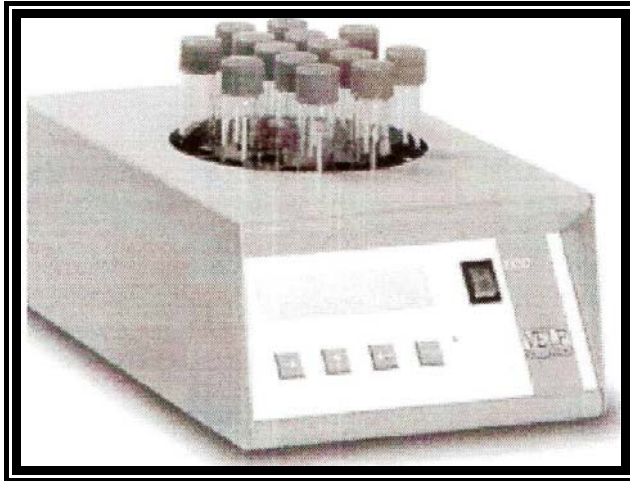


Εικόνα 7.1 Διαδικασία προετοιμασίας για την μέτρηση του COD {3}

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

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

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



Εικόνα 7.2 Θερμοαντιδραστήρας {3}

ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

7.19 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

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

Απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα: Κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων και ολικών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιήθηκε αντλία κενού, αποστειρωμένα τρυβλία με υπόστρωμα, αποστειρωμένα φίλτρα 47mm - 0,45 μm (Pall GN-6 mertica/® Grid), μαγνητική χοάνη διήθησης 300ml, μεταλλική λαβίδα με στρογγυλεμένα άκρα, πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου 1 - 10 ml, ογκομετρικοί κύλινδροι, θάλαμοι επώασης (G®-Cell 075) και (Heraeus kentro UB6) ρυθμισμένοι σε θερμοκρασία 44°C και 37°C αντίστοιχα. Για τα ολικά και κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκε Agar και Membrane Laury/ Su/phate Broth (Lab M 82). Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκε το S/anetz & Bart/ey Medium (Lab M 166).{3}

7.20 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ-ΜΕΤΡΗΣΗΣ:

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

7.21 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των ολικών και κοπρανωδών κολοβακτηριδίων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Σε φιάλη Boro τοποθετείται η ποσότητα του Agar και του Membrane Laury/ Su/phate Broth (Lab 82), ανάλογα με την ποσότητα των τρυβλίων που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Το καπάκι του μπουκαλιού τοποθετείται χωρίς να βιδωθεί και το μπουκάλι τοποθετείται στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης για 10 λεπτά. Όταν τελειώσει η λειτουργία του κλιβάνου, το θρεπτικό υλικό μοιράζεται στα αποστειρωμένα τρυβλία. Αφου κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του.

Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των εντερόκοκκων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Σε ειδικό μπουκάλι που αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, τοποθετείται ανάλογη ποσότητα του S/anetz & Bart/ey Medium (Lab 166) με τα τρυβλία που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Βιδώνεται το καπάκι του μπουκαλιού και τοποθετείται στην θερμαντική πλάκα με ανάδευση έως ότου αρχίσει ο βρασμός και γίνει διαυγές. Στην συνέχεια μοιράζετε στα τρυβλία. Αφου κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του.

7.22 ΔΙΗΘΗΣΗ

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

7.23 ΕΠΩΑΣΗ

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

7.24 ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΑΠΟΙΚΙΩΝ

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

7.25 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο ακολουθεί μια παραστατική περιγραφή των αποτελεσμάτων της μεταβολής των μικροβιολογικών παραμέτρων ποιότητας, σε δείγματα νερού από τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν σε τρία διαφορετικά σημεία της λίμνης και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους ανά διαστήματα. Τα σημεία δειγματοληψιών στην λίμνη της Αγυιάς είναι τα ακόλουθα, η Υπερχείλιση, η Εισροή Πλατάνου και η Εισροή της Γέφυρας.

Στην περιοχή της Υπερχείλισης η χρονική περίοδος δειγματοληψιών ήταν από 4/11/05 έως 9/5/07 ενώ στις περιοχές Του Πλάτανου και της Γέφυρας ήταν από 31/7/6 έως 9/5/07 αντιστοίχως. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν οι εξής: θερμοκρασία, pH, αγωγιμότητα, θολερότητα, CaCO₃, DO, BOD,COD, NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P, Cl⁻, SO₄⁻, streptococcus faecalis, E-coli, total coliforms, Ca, Na, K.

Η τιμή του pH κυμάνθηκε μεταξύ 7,7 και 8,5 για την σημείο του Πλάτανου, 7,2 έως 7,7 για το σημείο της Γέφυρας και 7,6 και έως 9,2 για το σημείο της Υπερχείλισης. Οι τιμές δεν φάνηκε να έχουν άμεση σχέση με την εποχή της δειγματοληψίας. Η EC έχει μέσο όρο 368,75 μS/cm για την περιοχή του Πλάτανου, 625 μS/cm για την Γέφυρα και 644 μS/cm για την Υπερχείλιση, όπου στην περιοχή της Γέφυρας παρατηρείται και μεγαλύτερη αύξηση της τιμής του Cl⁻ εν συγκρίσει με τις άλλες περιοχές.

Η συγκέντρωση NO₃-N παρουσίασε διακύμανση της τάξεως 0,1 - 1 mg/L για την Υπερχείλιση, 0,7 - 2,9 mg/L για τον Πλάτανο και τέλος 0 - 8,7 mg/L στην Γέφυρα όπου σημειώνεται η μεγαλύτερη αύξηση ανεξαρτήτως εποχής όπου οφείλεται πιθανότατα σε εισροές από γεωργικές απορροές είτε κάποιου άλλου είδους ανθρωπογενής ρύπανση με μεγαλύτερη επιβάρυνση στο σημείο αυτό. Η NH₄-N ,PO₄-P παραμένουν σε χαμηλές τιμές εκτός των απότομων αυξήσεων που παρατηρήθηκαν τους καλοκαιρινούς όσο και τους χειμερινούς μήνες και της πιο έντονης αύξησης στην Γέφυρα.

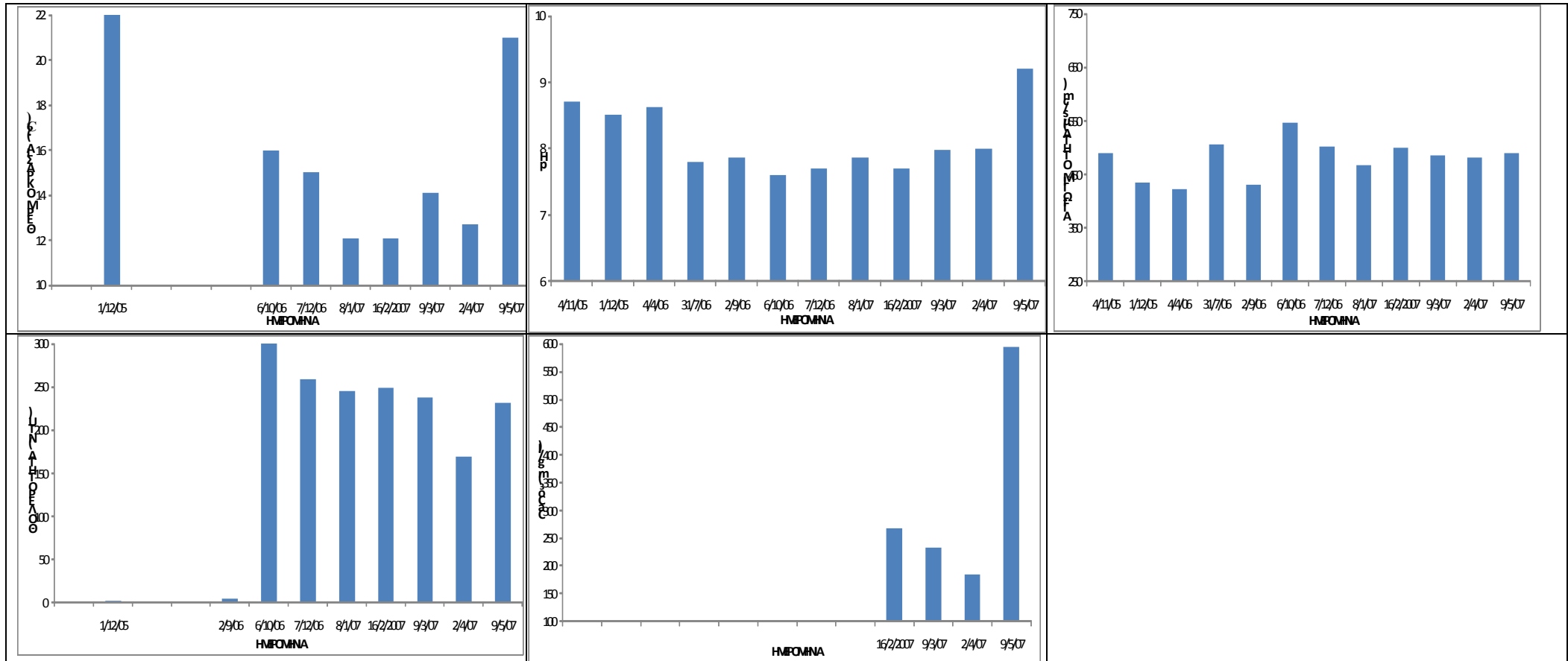
Οι τιμές του BOD κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα σε όλα τα σημεία και όλες τις χρονικές στιγμές εκτός από κάτι απότομες αυξήσεις. Οι τιμές του COD κυμάνθηκαν στην περιοχή της Υπερχείλισης από 3 έως 19,3, στην περιοχή του Πλάτανου από 5 έως 15 και τέλος στην περιοχή της Γέφυρας από 0,2 έως 24,3. Οι τιμές αυτές κατατάσσουν σε κατηγορία λιπασμένων λιμνών.

Όπου: Α Αγυιά Υπερχείλιση

Β Εισροή Πλατάνου

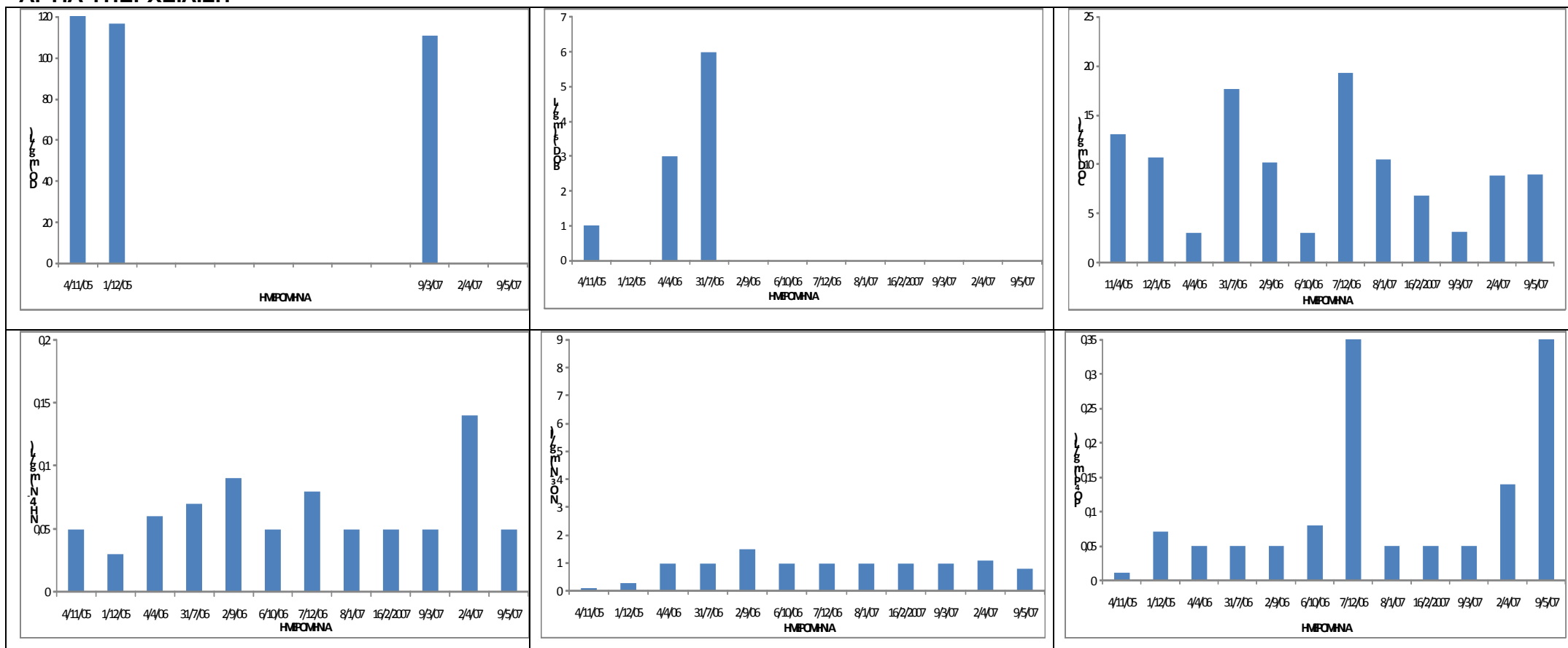
Γ Εισροή Γέφυρα

ΑΓΥΙΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ



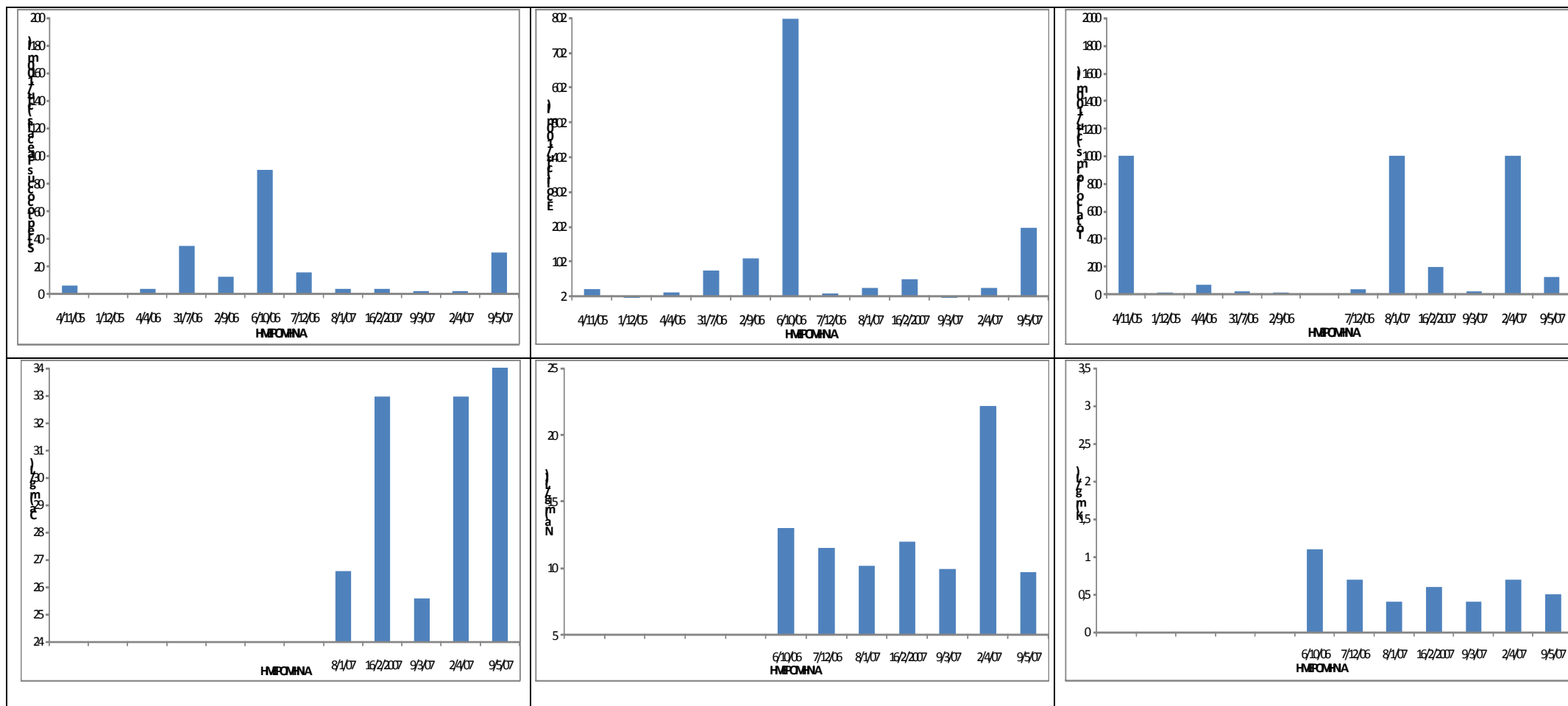
Σχήμα 8.1 Μεταβολή των παραμέτρων **θερμοκρασίας, pH, EC, θολρότητας και σκληρότητας** σε δείγματα νερού από το σημείο της Υπερχείλισης της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 4/11/05 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΑΓΥΙΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ



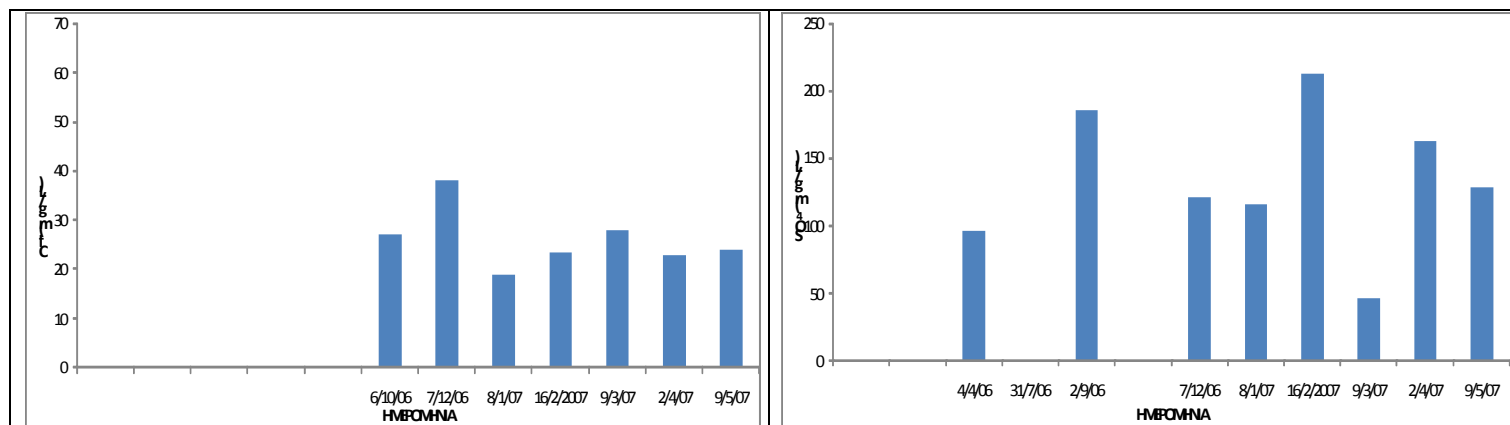
Σχήμα 8.2 Μεταβολή των συγκεντρώσεων **DO, BOD, COD, NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P** σε δείγματα νερού από το σημείο της Υπερχειλίσης της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 4/11/05 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΑΓΥΙΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ



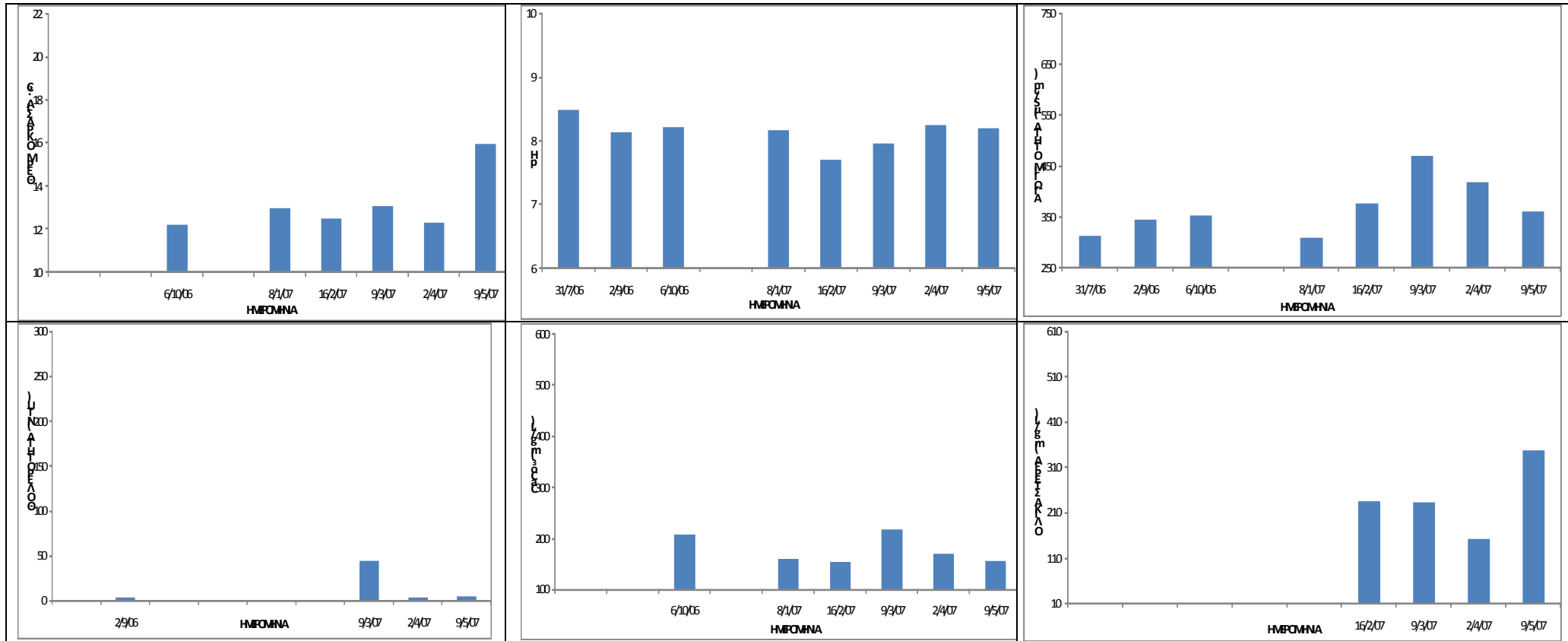
Σχήμα 8.3 Μεταβολή των μικροβιολογικών παραμέτρων **STREPTOCOCCUS FAECALIS**, **E-COLI**, **TOTAL COLIFORMS**, και των συγκεντρώσεων **Ca**, **Na**, **K** σε δείγματα νερού από το σημείο της Υπερχείλισης της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 4/11/05 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΑΓΥΙΑ ΥΠΕΡΧΕΙΛΙΣΗ



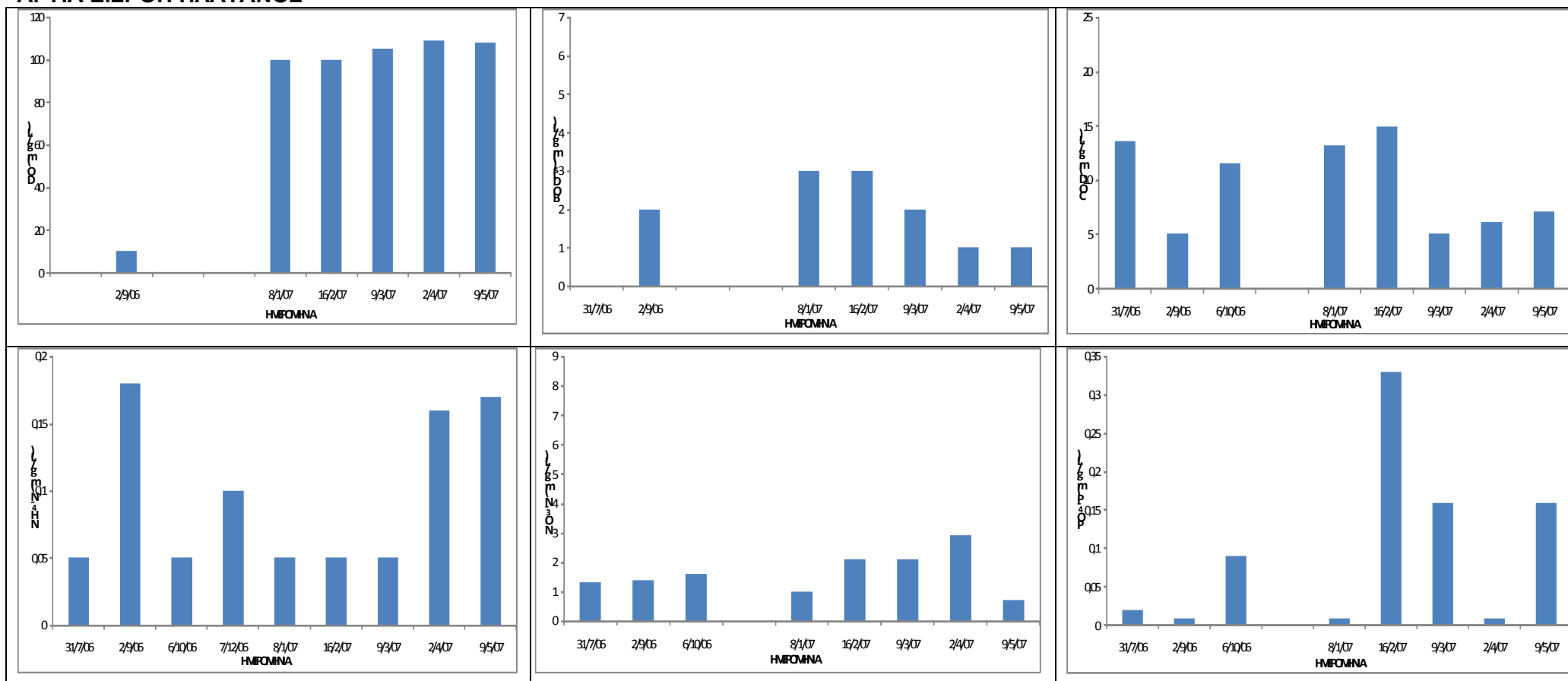
Σχήμα 8.4 Μεταβολή των συγκεντρώσεων Cl^- , SO_4 σε δείγματα νερού από το σημείο της Υπερχειλίσης της λίμνης της Αγυιάς, την χρονική περίοδο από 4/11/05 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΠΛΑΤΑΝΟΣ



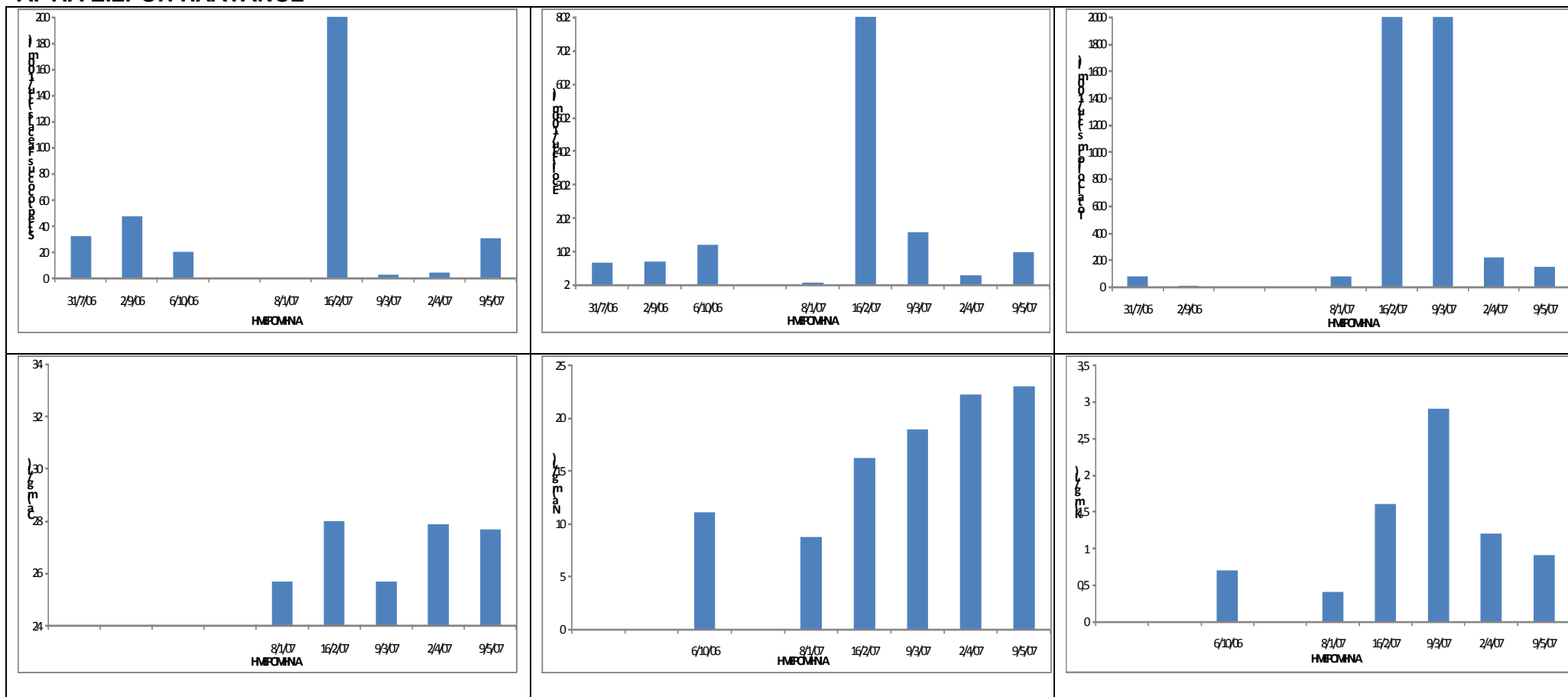
Σχήμα 8.5 Μεταβολή των παραμέτρων **θερμοκρασίας, pH, EC, θολότητας, σκληρότητας και ολικά στερεά** σε δείγματα νερού από το σημείο του Πλατάνου της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06/ έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΠΛΑΤΑΝΟΣ



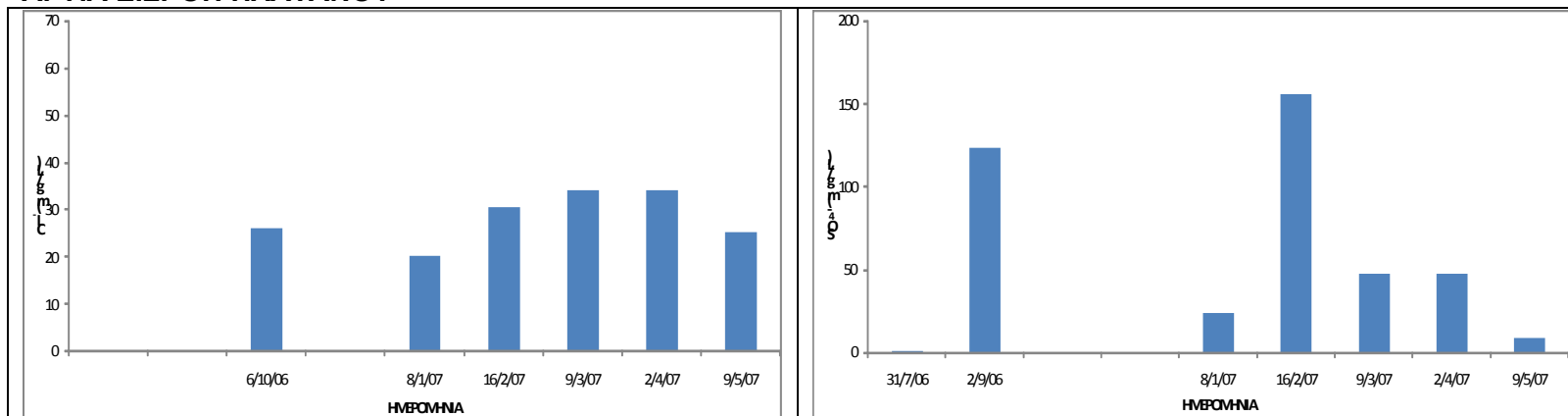
Σχήμα 8.6 Μεταβολή των συγκεντρώσεων **DO, BOD, COD, NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P** σε δείγματα νερού από το σημείο της Εισροής Πλατάνου της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας

ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΠΛΑΤΑΝΟΣ



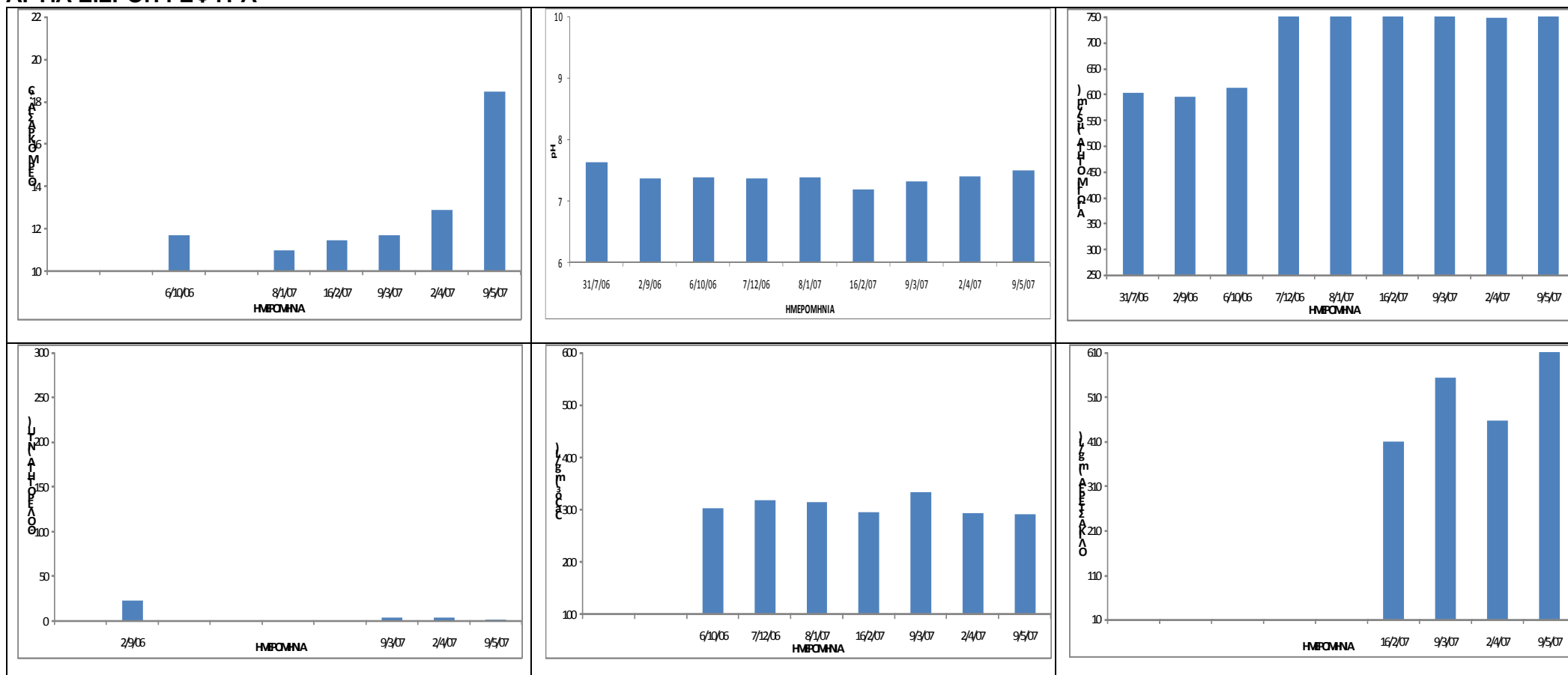
Σχήμα 8.7 Μεταβολή των συγκεντρώσεων **STREPTOCOCCUS FAECALIS, E-COLI, TOTAL COLIFORMS, Ca, Na, K** ποιότητας σε δείγματα νερού από το σημείο της Εισροής Πλατάνου της λίμνης της Αγυιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΠΛΑΤΑΝΟΥ



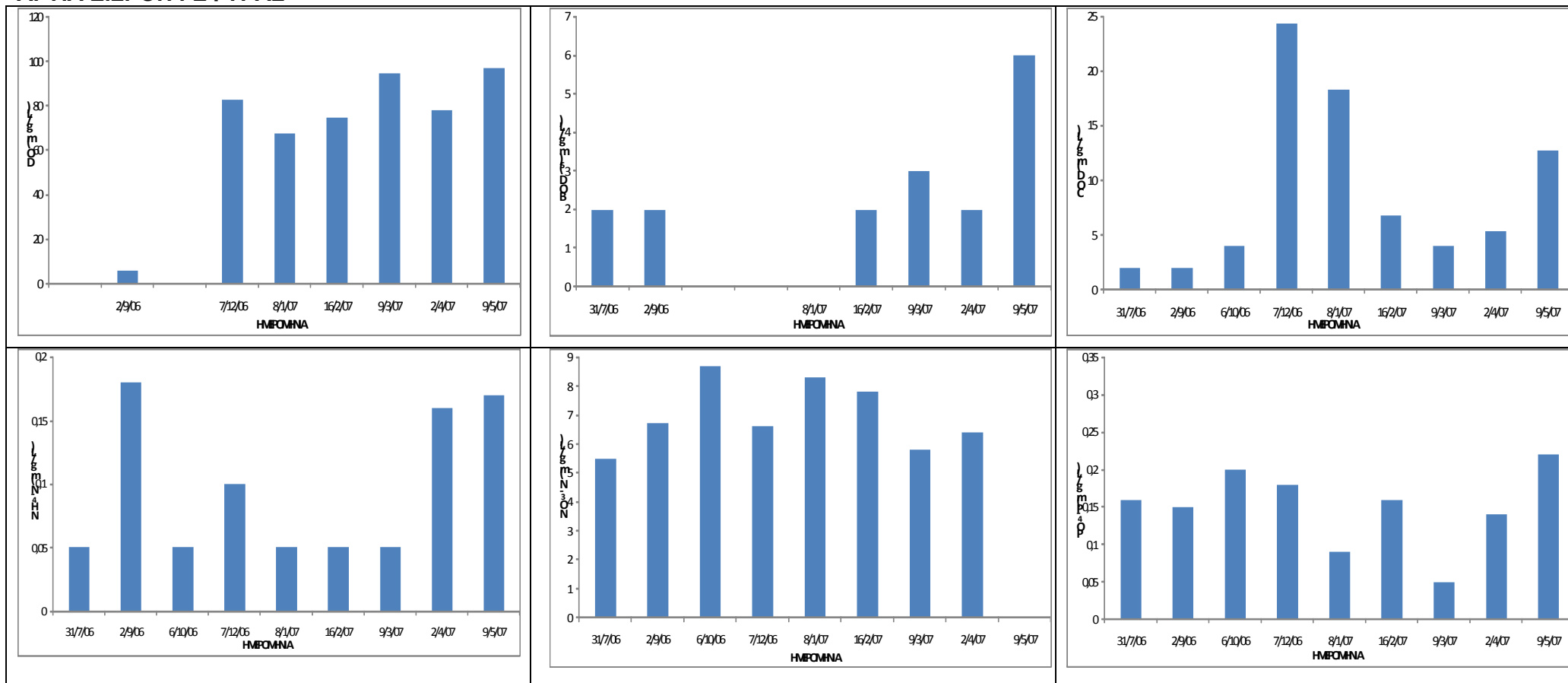
Σχήμα 8.8 Μεταβολή των συγκεντρώσεων Cl^- , SO_4 σε δείγματα νερού από το σημείο της Εισροής Πλατάνου της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας

ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΓΕΦΥΡΑ



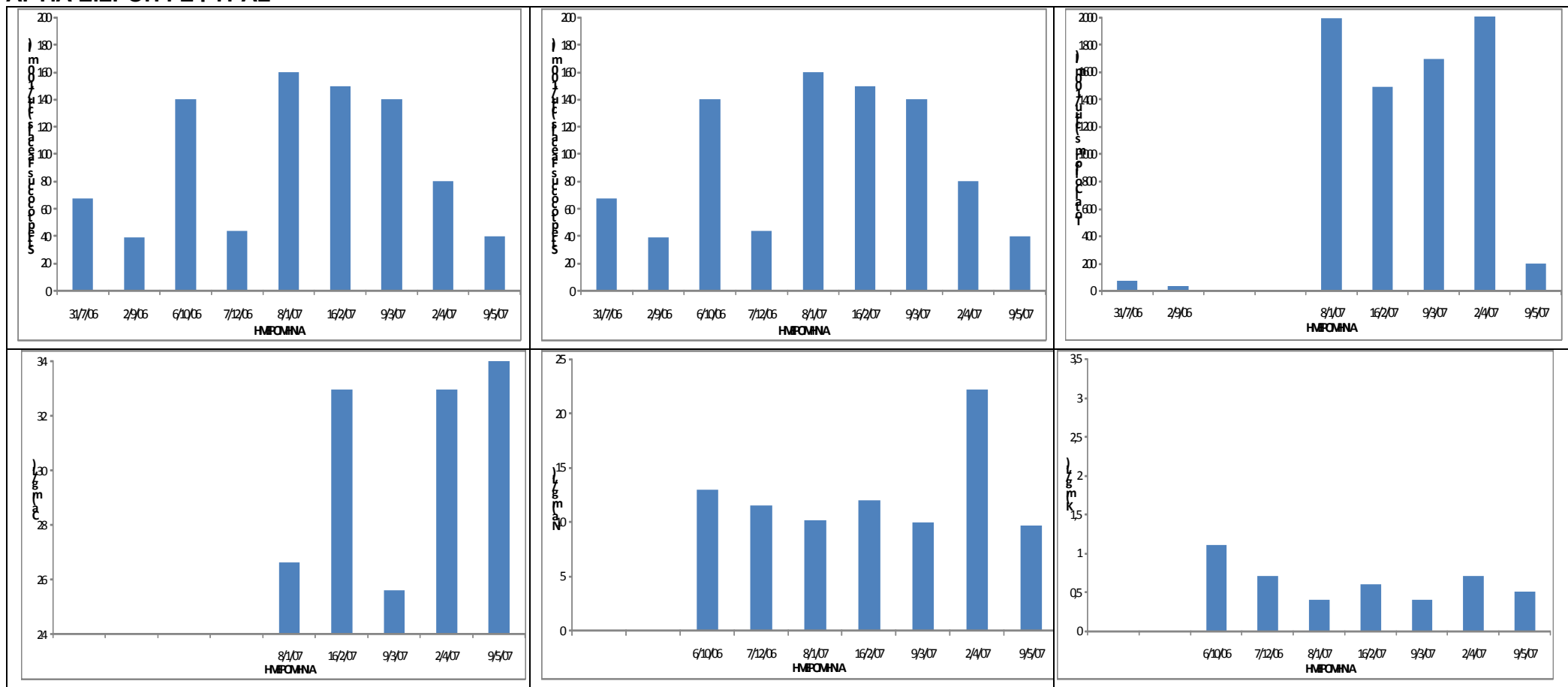
Σχήμα 8.9 Μεταβολή των παραμέτρων **θερμοκρασίας, Ph, EC, σκληρότητας, θολρότητας και ολικά στερεά** σε δείγματα νερού από το σημείο της Εισροής Γέφυρας της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΓΕΦΥΡΑΣ



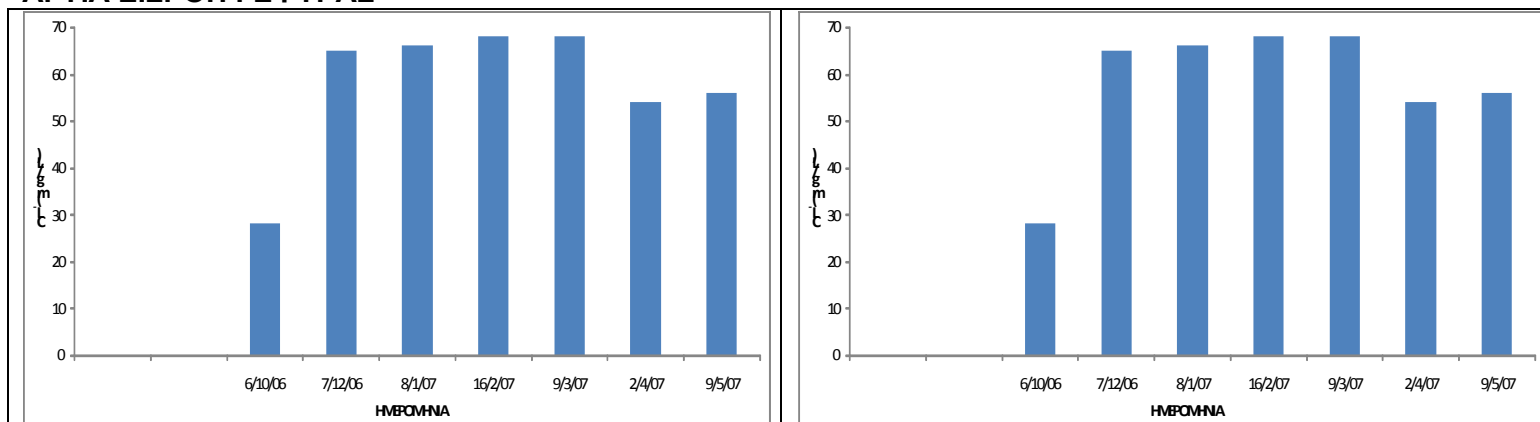
Σχήμα 8.10 Μεταβολή των συγκεντρώσεων **DO, BOD, COD, NH₄-N, NO₃-N, PO₄-P** σε δείγματα νερού από το σημείο της Εισροής Γέφυρας της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας

ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΓΕΦΥΡΑΣ

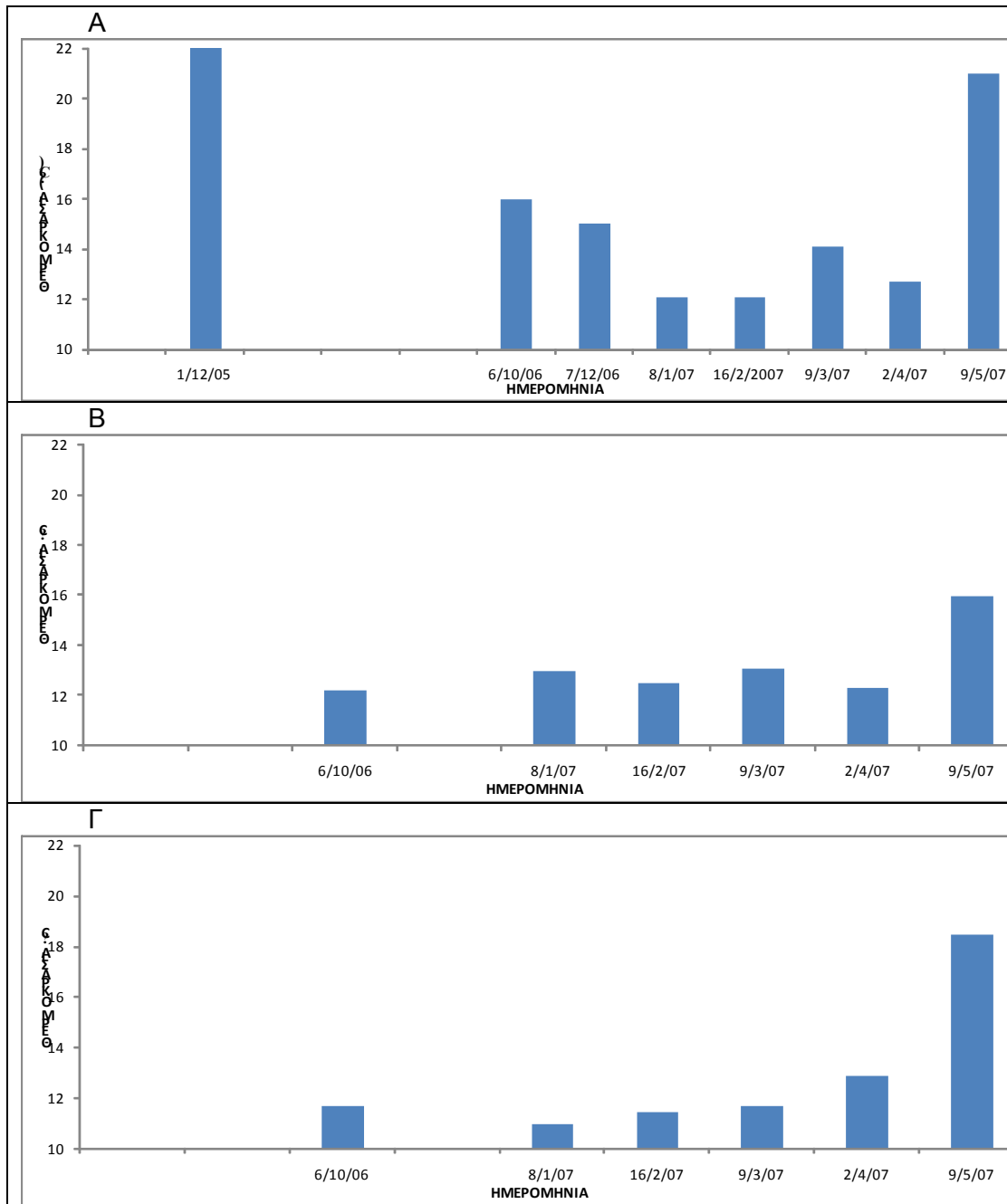


Σχήμα 8.11 Μεταβολή των συγκεντρώσεων **STREPTOCOCCUS FAECALIS, E-COLI, TOTAL COLIFORMS, Ca, Na, K** σε δείγματα νερού από το σημείο της Εισροής Γέφυρας της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

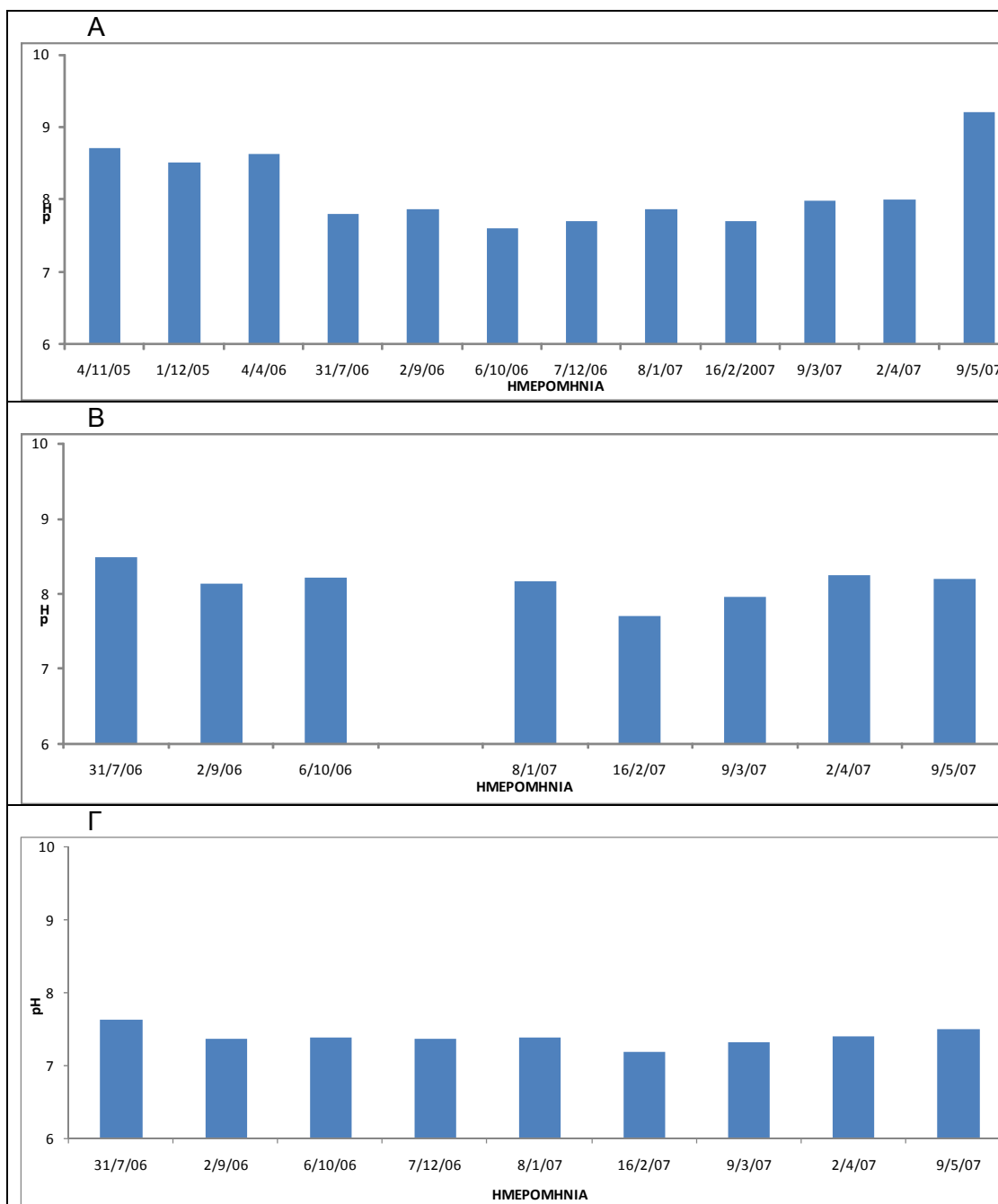
ΑΓΥΙΑ ΕΙΣΡΟΗ ΓΕΦΥΡΑΣ



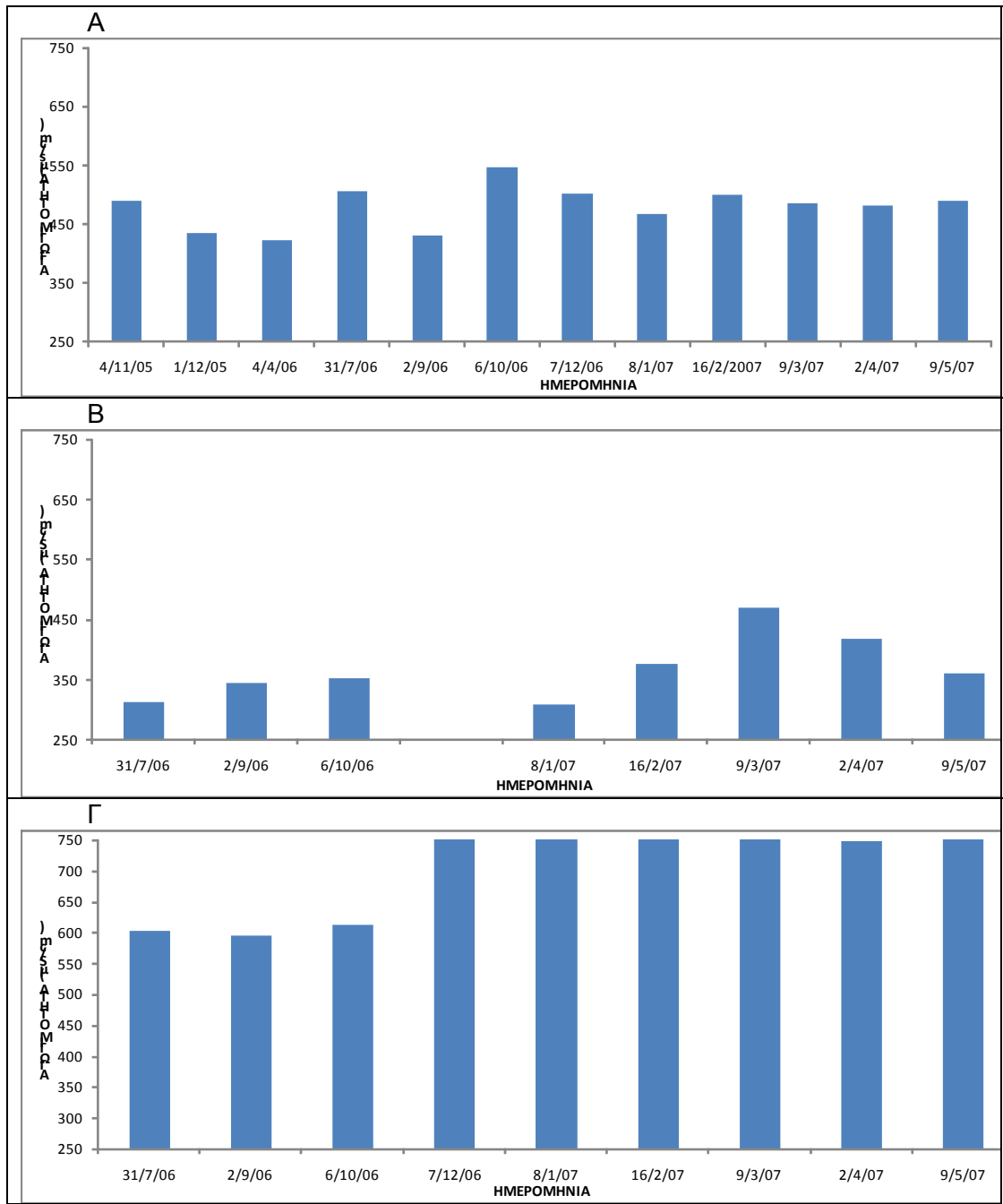
Σχήμα 8.12 Μεταβολή των συγκεντρώσεων Cl^- , SO_4 σε δείγματα νερού από το σημείο της Εισροής Γέφυρας της λίμνης της Αγιάς, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07 στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



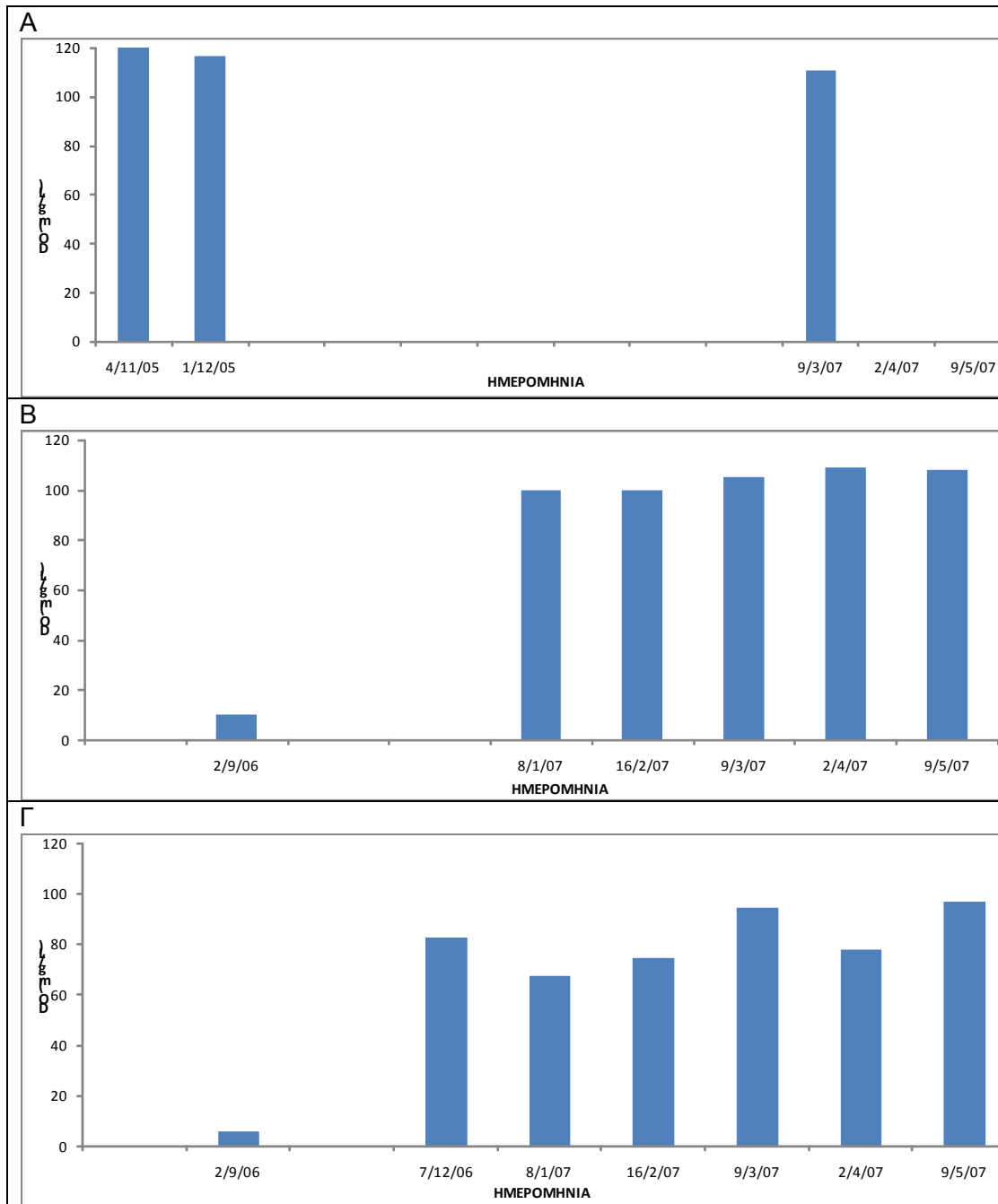
Σχήμα 8.13 Μεταβολή της θερμοκρασίας σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



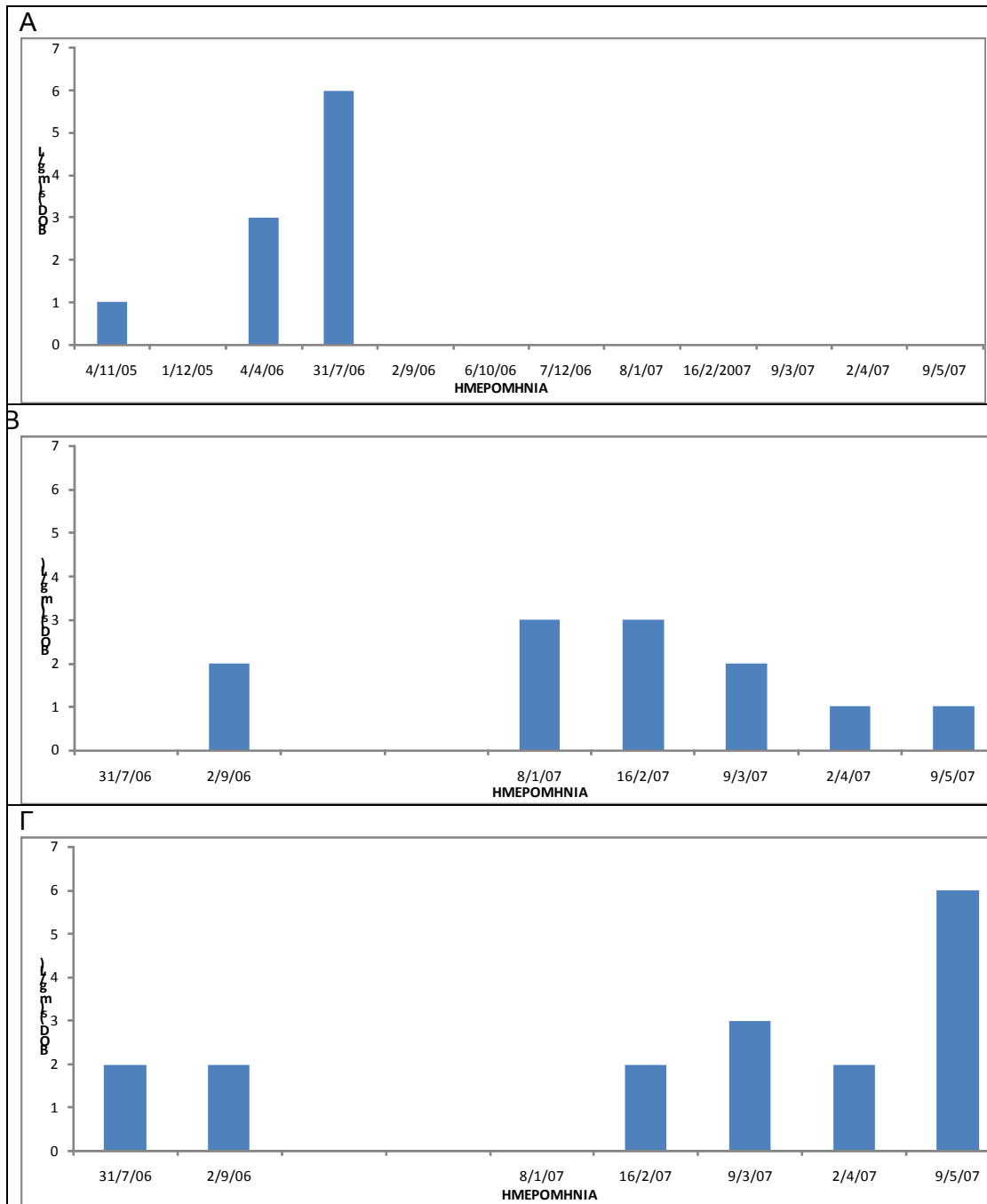
Σχήμα 8.14 Μεταβολή του pH σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



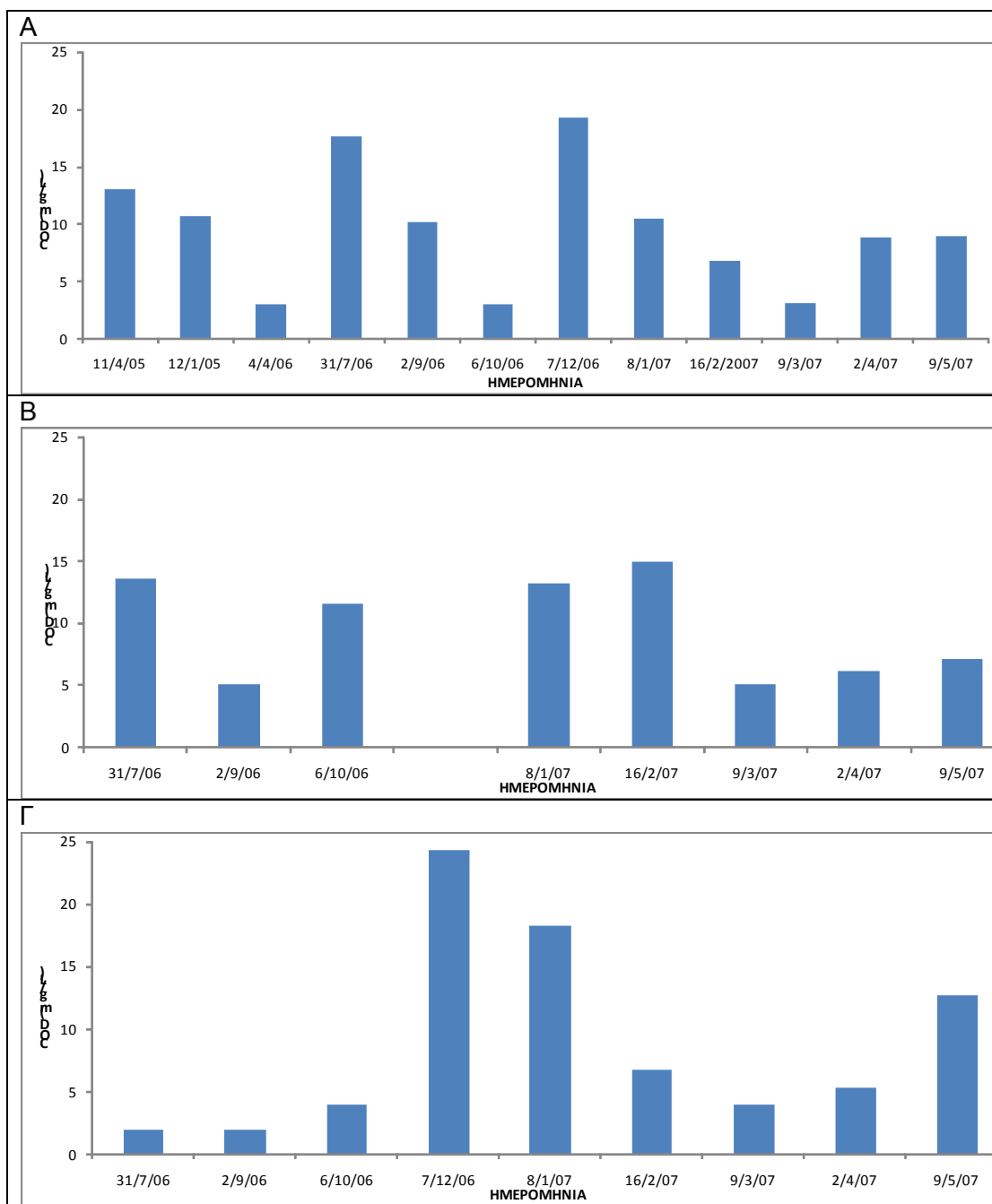
Σχήμα 8.15 Μεταβολή της αγωγιμότητας σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



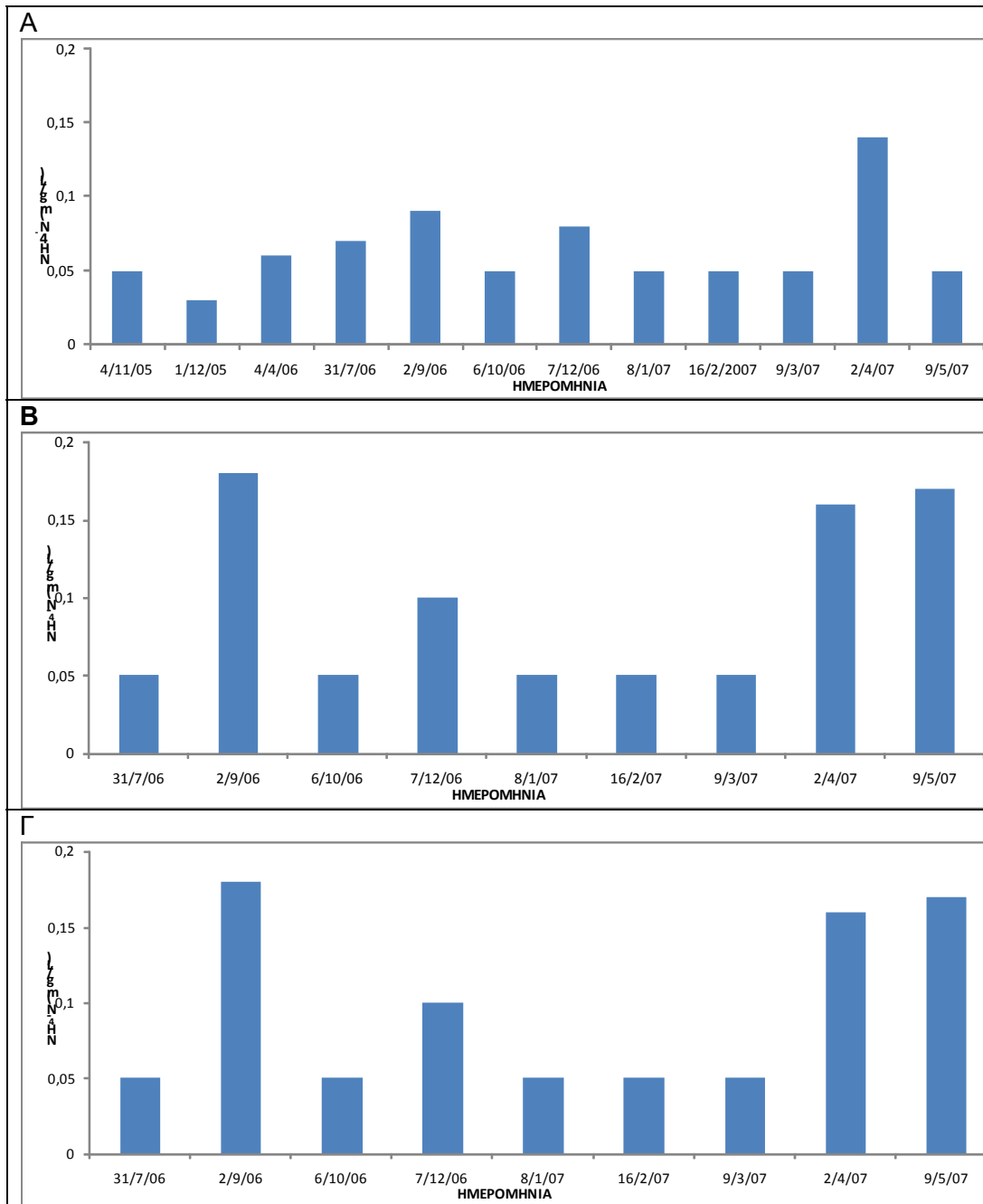
Σχήμα 8.16 Μεταβολή της συγκέντρωσης DO σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



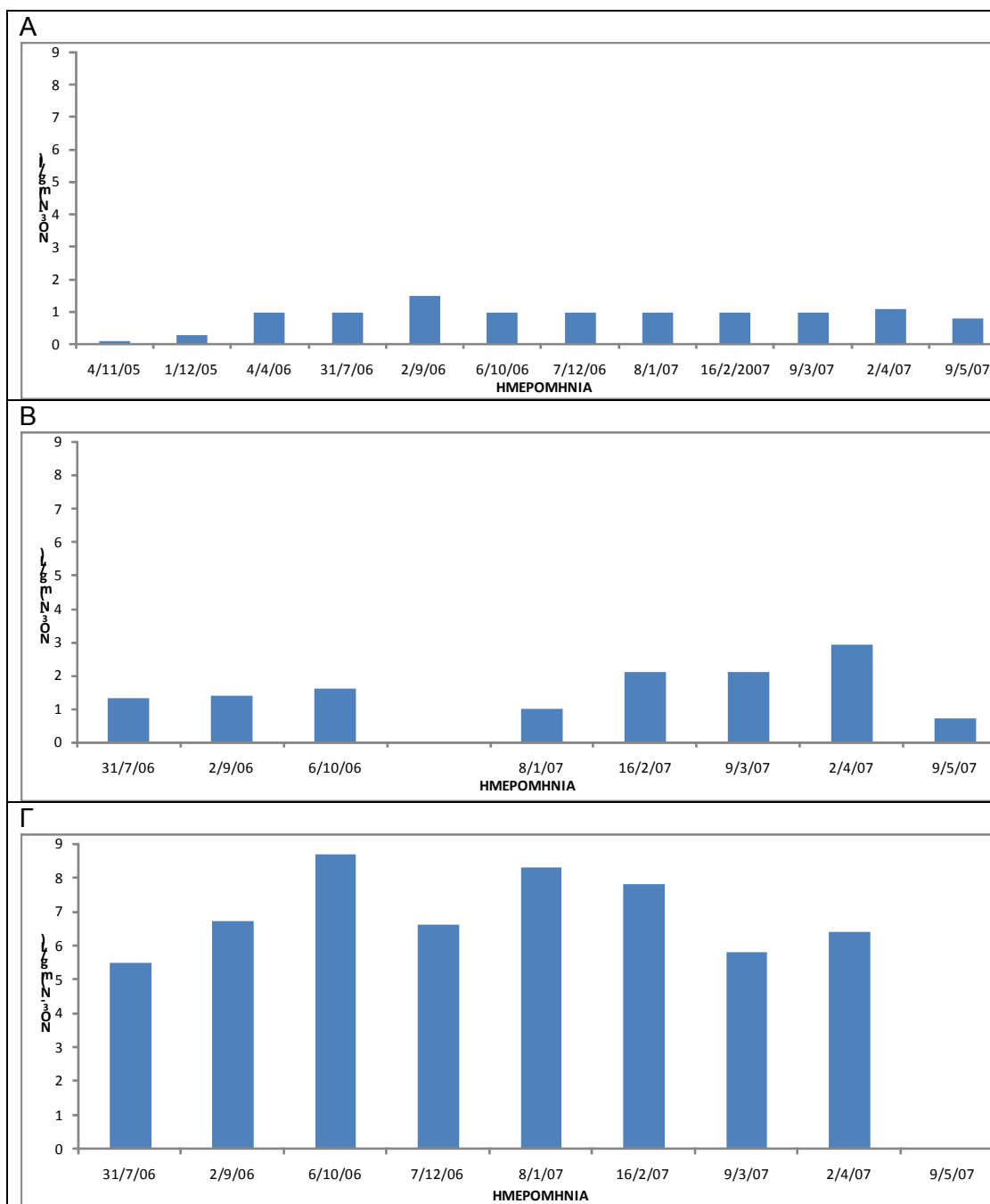
Σχήμα 8.17 Μεταβολή της συγκέντρωσης BOD σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



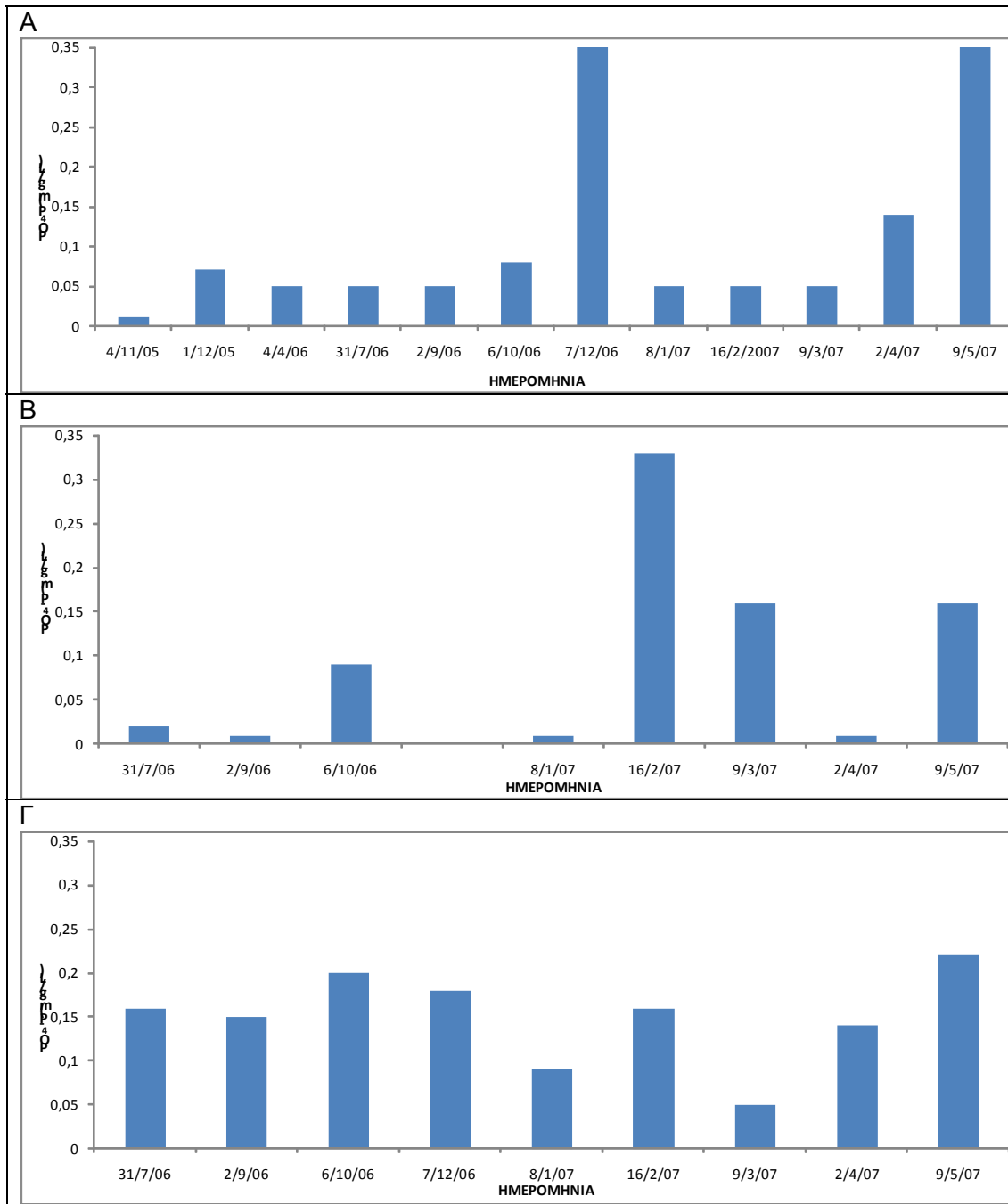
Σχήμα 8.18 Μεταβολή της συγκέντρωσης COD σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



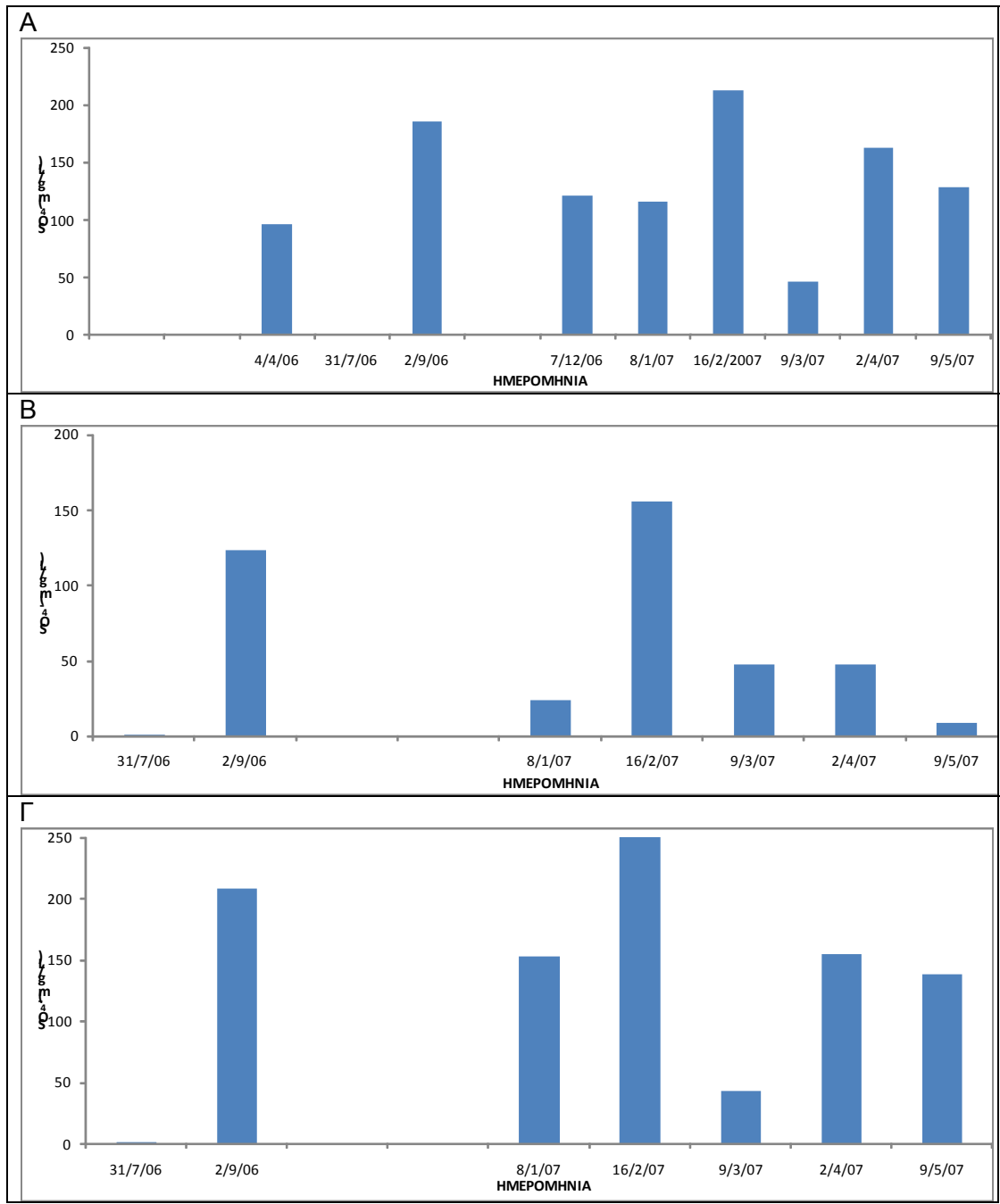
Σχήμα 8.19 Μεταβολή της συγκέντρωσης NH₄-N σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



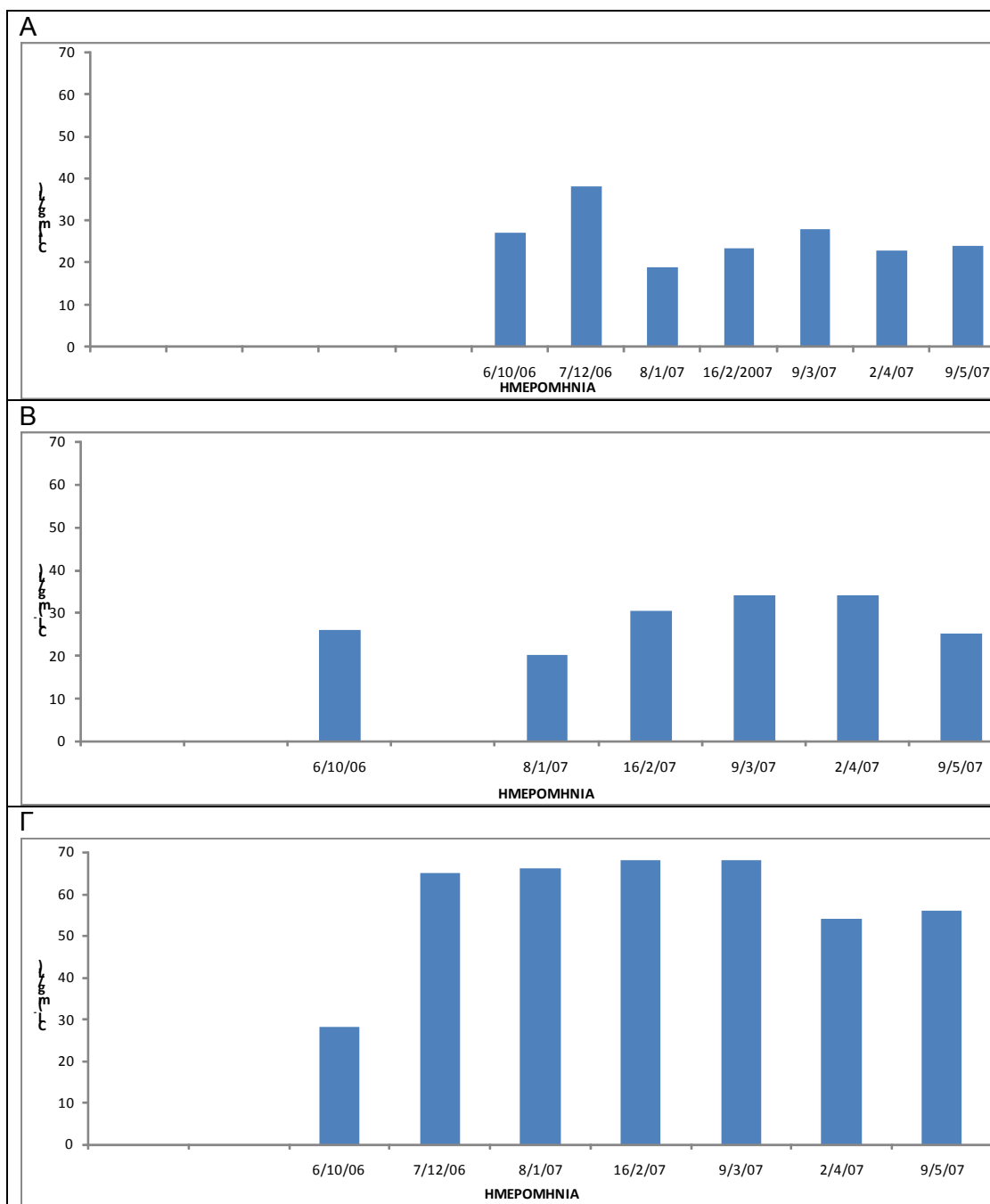
Σχήμα 8.20 Μεταβολή της συγκέντρωσης NO₃-N σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



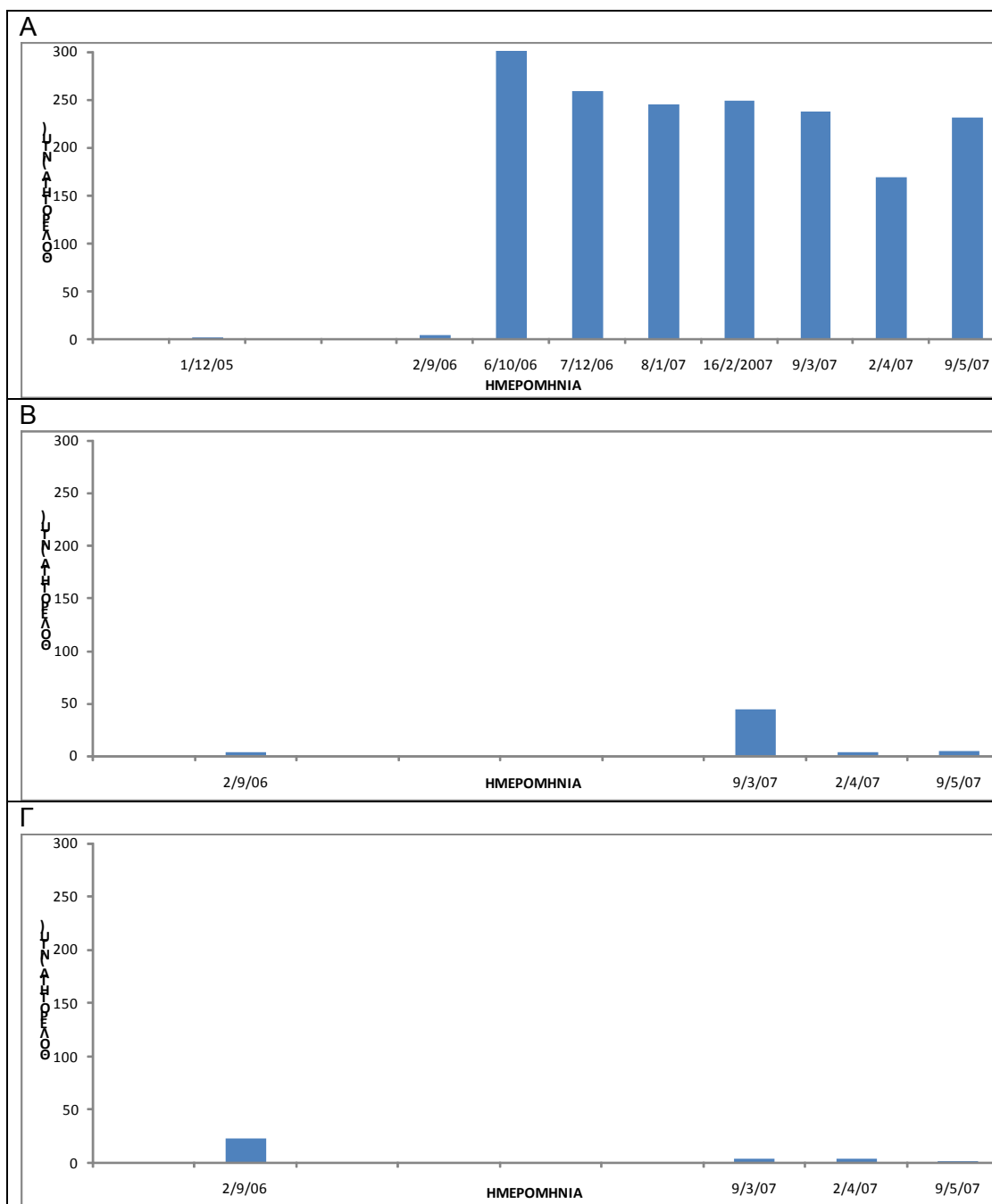
Σχήμα 8.21 Μεταβολή της συγκέντρωσης PO₄-P σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



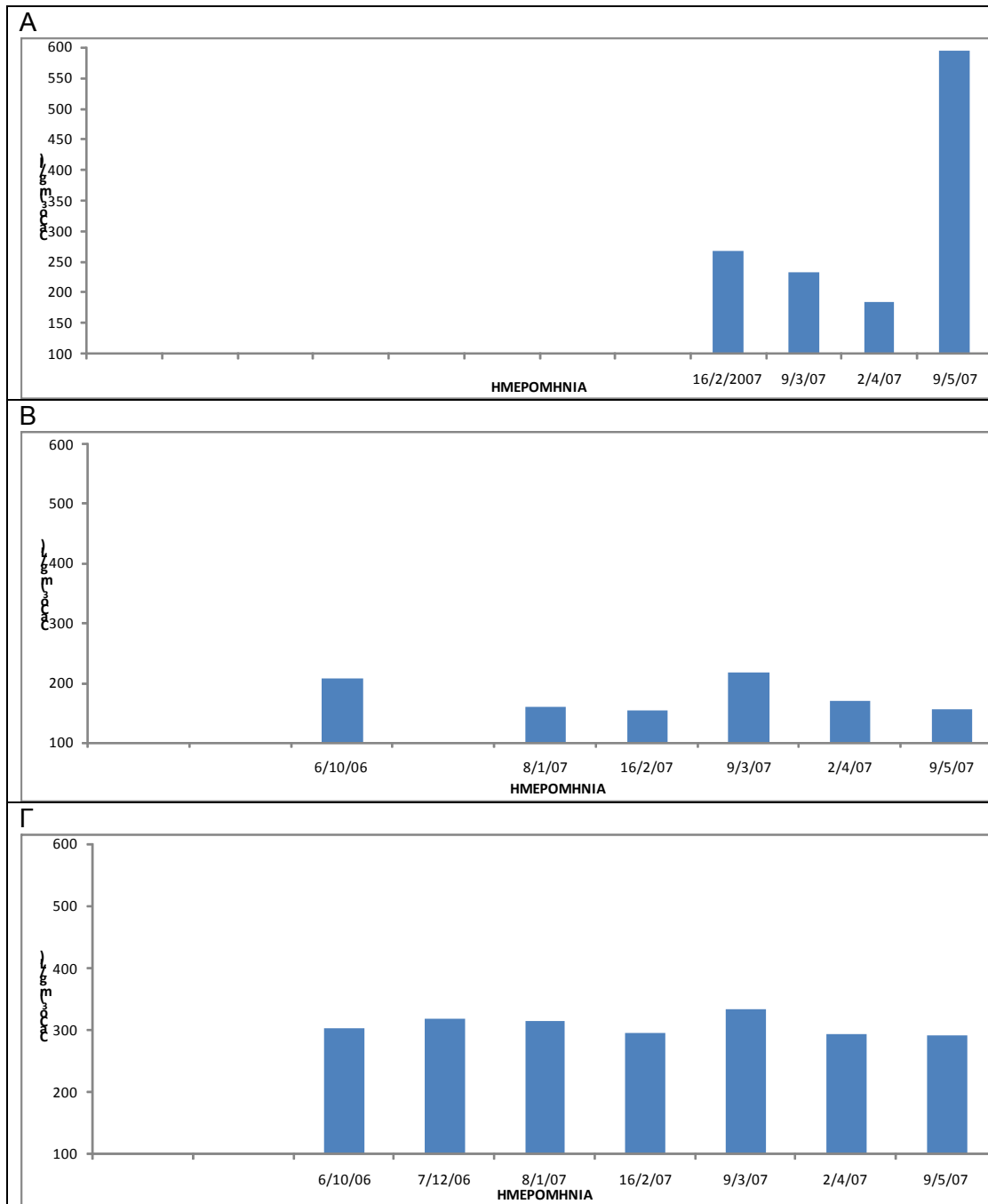
Σχήμα 8.22 Μεταβολή της συγκέντρωσης SO₄-S σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



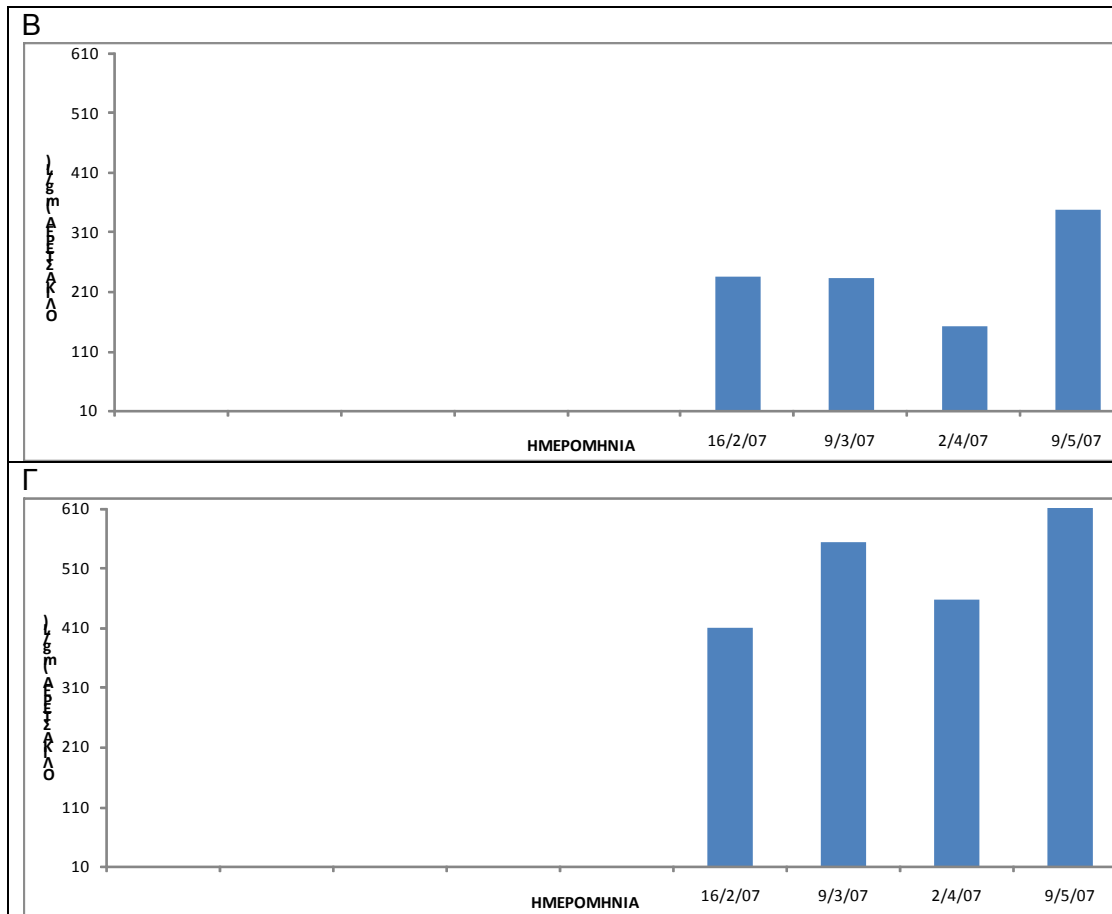
Σχήμα 8.23 Μεταβολή της συγκέντρωσης Cl⁻ σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



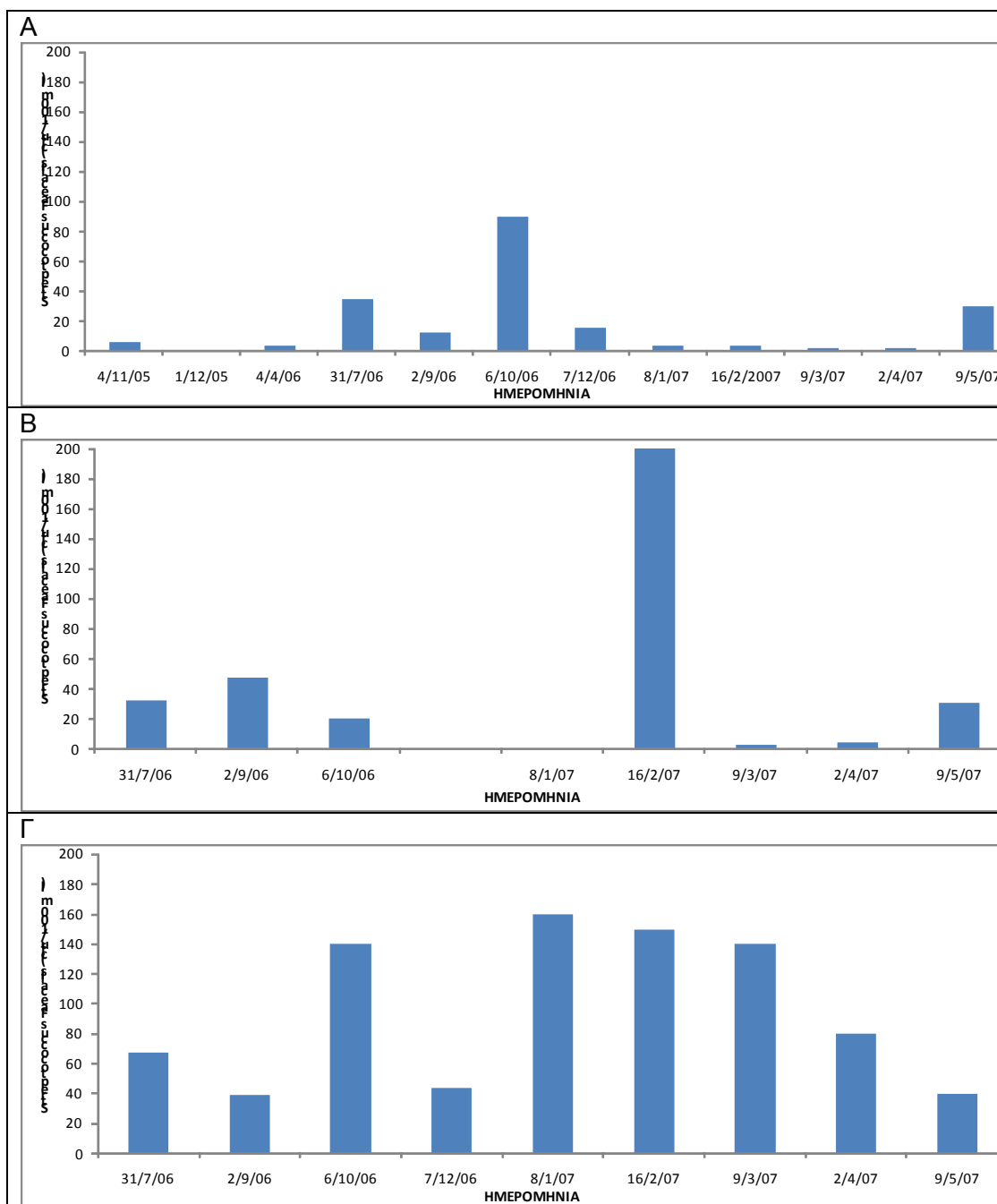
Σχήμα 8.24 Μεταβολή της θολότητας σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



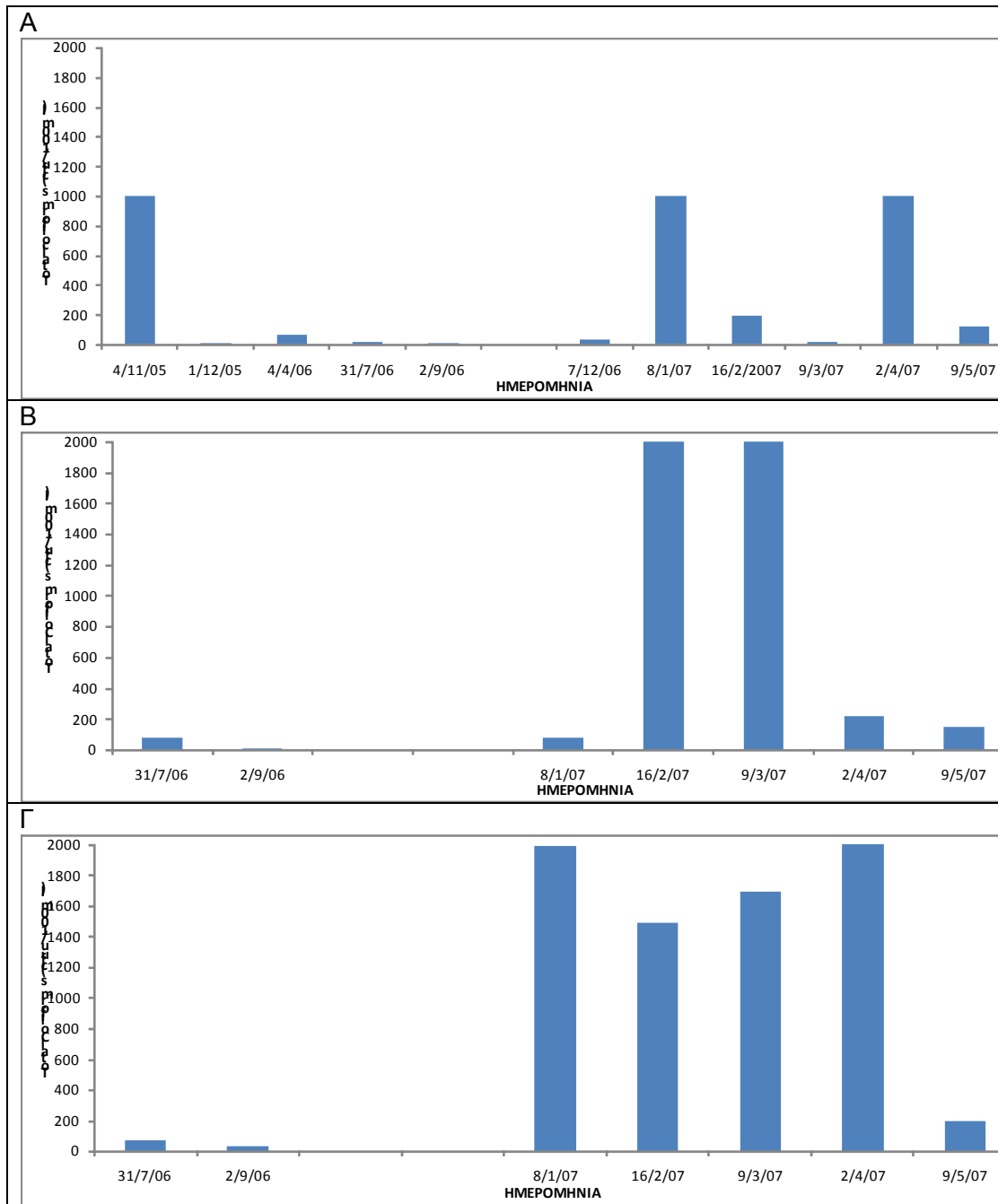
Σχήμα 8.25 Μεταβολή της σκληρότητας σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



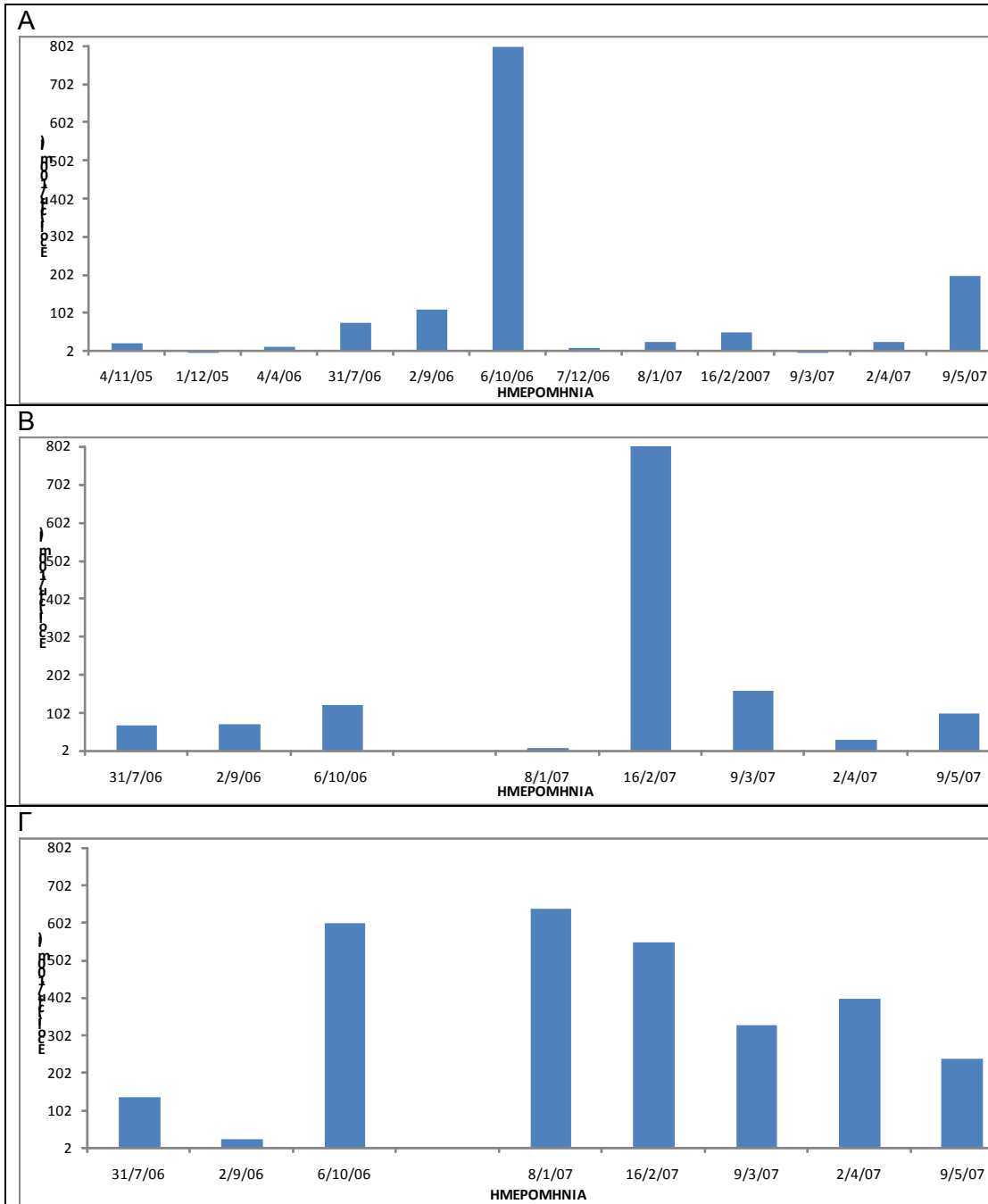
Σχήμα 8.26 Μεταβολή της συγκέντρωσης ολικών στερεών σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



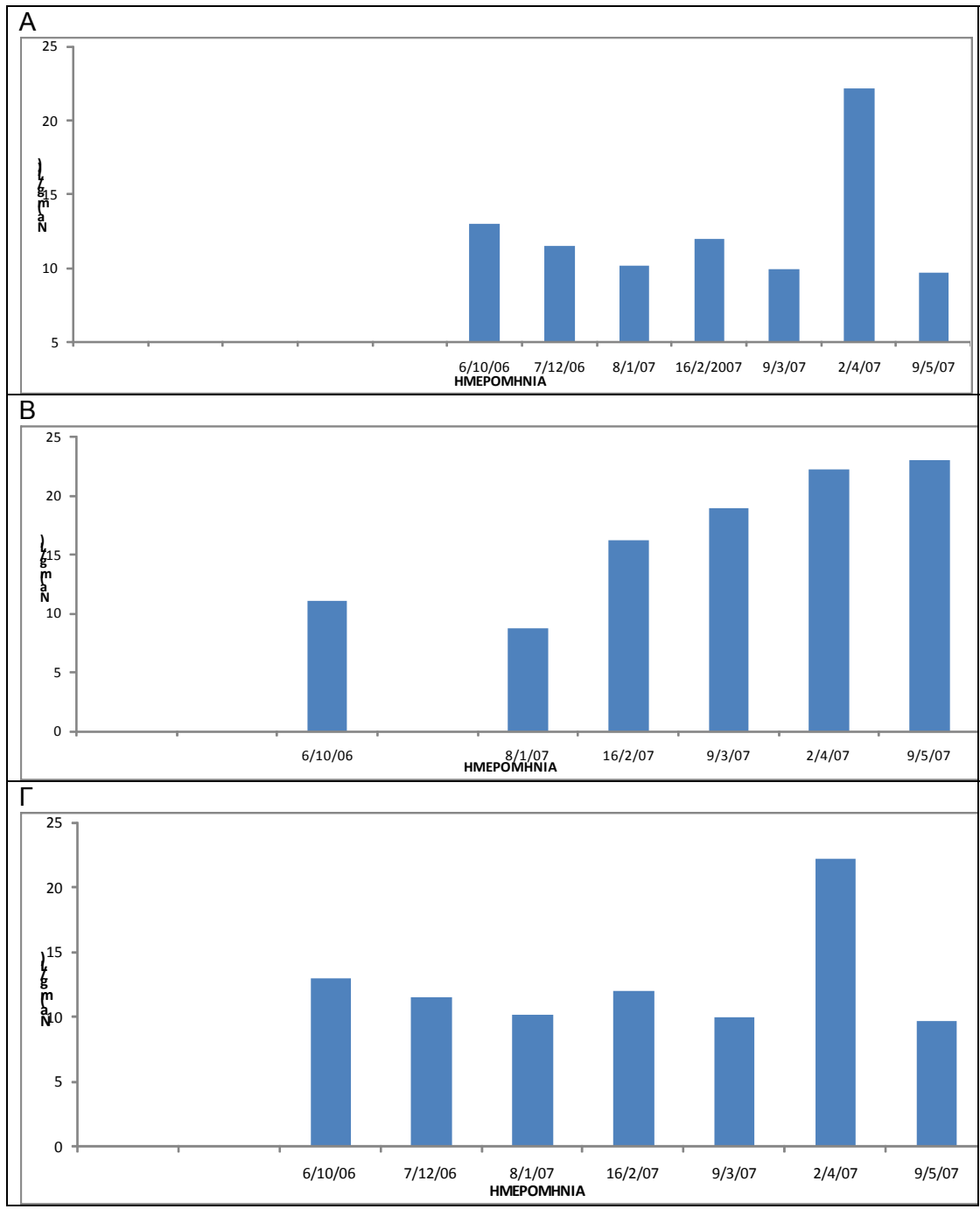
Σχήμα 8.27 Μεταβολή της συγκέντρωσης *S. faecalis* σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



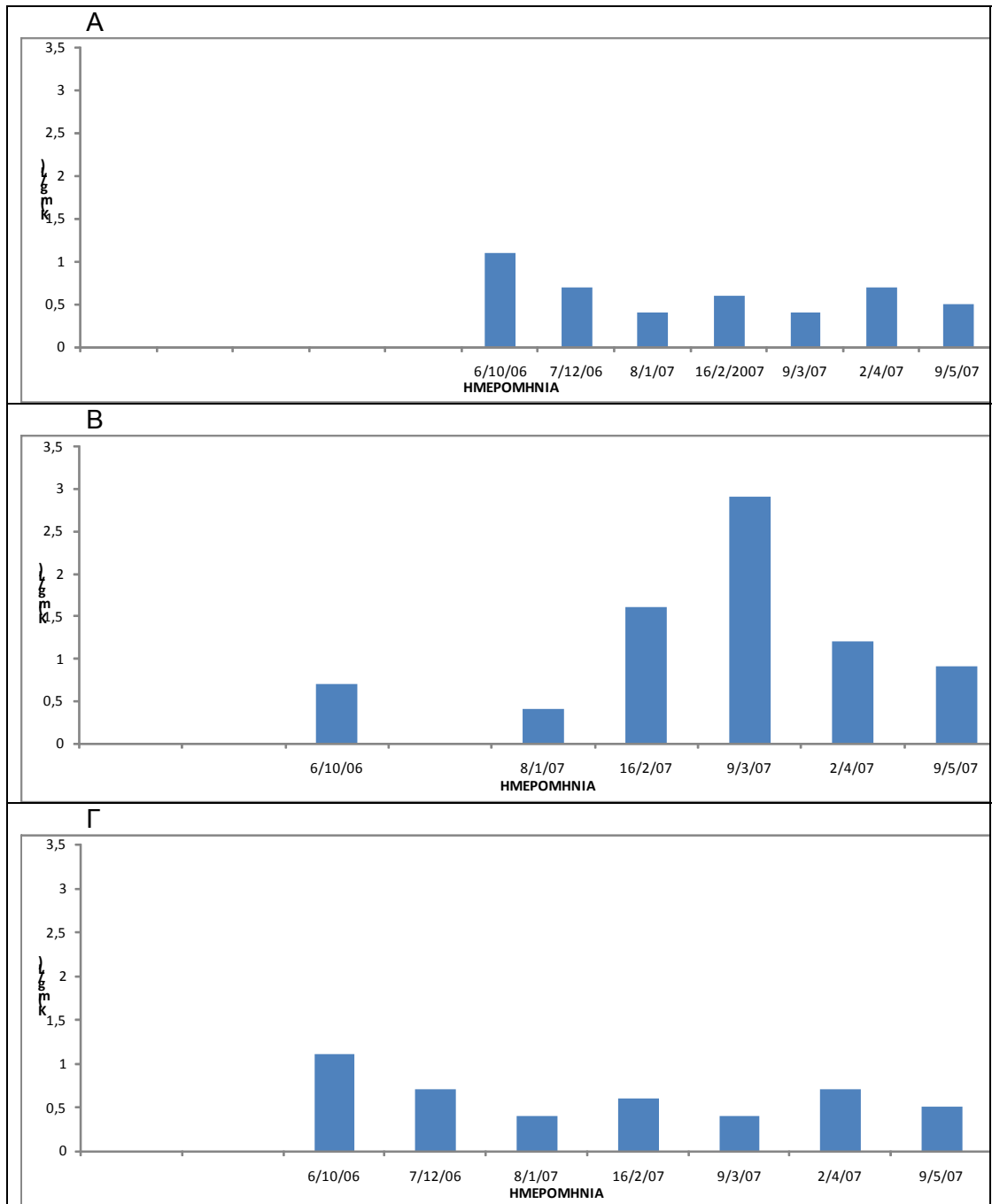
Σχήμα 8.28 Μεταβολή της συγκέντρωσης total coliforms σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



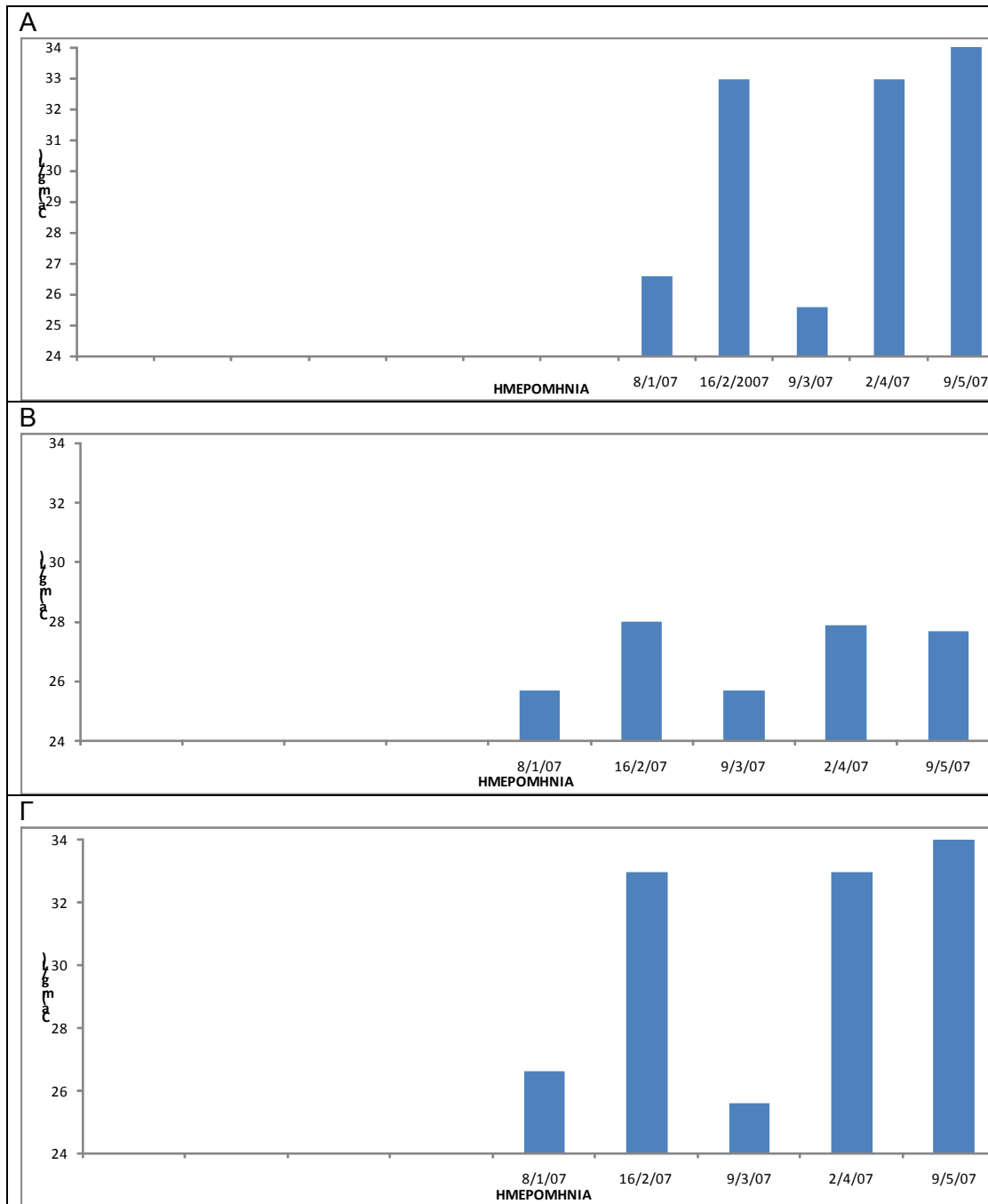
Σχήμα 8.29 Μεταβολή της συγκέντρωσης E coli σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



Σχήμα 8.30 Μεταβολή της συγκέντρωσης Na σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχειλίση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



Σχήμα 8.31 Μεταβολή της συγκέντρωσης Κ σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.



Σχήμα 8.32 Μεταβολή της συγκέντρωσης Ca σε δείγματα νερού από τα σημεία Α Αγιά Υπερχείλιση, Β Εισροή Πλατάνου, Γ Εισροή Γέφυρα, την χρονική περίοδο από 31/7/06 έως 9/5/07. Στα σημεία των γραφικών παραστάσεων όπου δεν εμφανίζεται η ημερομηνία δεν έχει μετρηθεί η αντίστοιχη παράμετρος ενώ όπου υπάρχει ημερομηνία χωρίς ράβδο σημαίνει μηδενική τιμή παραμέτρου στην εν λόγω ημερομηνία δειγματοληψίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

9.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα πρώτα σημάδια του ποιοτικού υποβιβασμού των νερών των λιμνών έχουν γίνει εμφανή πριν από δεκαετίες. Τα τελευταία χρόνια, πολλές ελληνικές λίμνες έγιναν αποδέκτες αγροτικών, βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων και εμπλουτίστηκαν με θρεπτικά συστατικά, ιζήματα και βαρέα μέταλλα. Τα επίπεδα των θρεπτικών συστατικών, είναι μείζονος σημασίας αφού σχετίζονται άμεσα από με τον ευτροφισμό, παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές στις λίμνες Βεγορίτιδα, Πετρών, Χειμαδίτιδα, Ζάχαρη και Βιστονίδα. Στην πλειονότητα των Ελληνικών λιμνών, οι τιμές του ολικού φωσφόρου υπερβαίνουν τα 20 $\mu\text{g/L}$ αποδεικνύοντας ότι υπάρχει ανθρωπογενής επίδραση στη λεκάνη απορροής. Σε αντίθεση, τα επίπεδα ολικού ανόργανου αζώτου υπερβαίνουν την οριακή τομή των 0,5 mg/L για μη ρυπασμένες λίμνες στις λίμνες Βεγορίτιδα και Πετρών.

Οι απορροές από γεωργικές εκτάσεις και τα ανεπεξέργαστα λύματα είναι οι κυριότερες αιτίες εμπλουτισμού συστατικών των ελληνικών λιμνών. Ειδικότερα, η λίμνη Βεγορίτιδα έχει αυξημένο ανόργανο άζωτο σαν αποτέλεσμα της κατάληξης λυμάτων από εργοστάσιο λιπασμάτων. Οι λίμνες της Καστοριάς και των Ιωαννίνων είναι εμπλουτισμένες με θρεπτικά συστατικά σαν αποτέλεσμα των αστικών λυμάτων, ενώ στις άλλες λίμνες παρατηρούνται αγροτικά και τοπικής προέλευσης λύματα. Ένα άλλο σοβαρό πρόβλημα, εμφανές στις παράκτιες λίμνες είναι η είσοδος θαλασσινού νερού με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του νερού και τον περιορισμό των δυνατών χρήσεων του.

Η θερμοκρασία των επιφανειακών νερών μπορεί να παρουσιάζει φυσική ημερήσια και εποχιακή διακύμανση λόγω των καιρικών συνθηκών, που όμως δεν επηρεάζουν την ποιότητα του νερού και της υδρόβιας ζωής. Μεγάλες και απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας παρατηρούνται:

1. Από τη διάθεση θερμών βιομηχανικών αποβλήτων.

2. Από μεγάλους όγκους θερμών νερών ψύξης που προέρχονται από θερμικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού συμβάλλει στην αποοξυγόνωσή του, τόσο λόγω της μειωμένης διαλυτότητας του οξυγόνου στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες, όσο και λόγω της αύξησης του ρυθμού των βιολογικών διεργασιών που γίνονται στο νερό και που καταναλώνουν περισσότερο οξυγόνο. Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί τον θάνατο πιο ευαίσθητων ψαριών. Για παράδειγμα, η πέστροφα μπορεί να ζήσει σε θερμοκρασία των 22°C για μεγάλες περιόδους. Επίσης, η αύξηση θερμοκρασίας έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην επώαση των αυγών των ψαριών. Η θερμοκρασία του σώματός τους προσαρμόζεται παθητικά στη θερμοκρασία του υδάτινου περιβάλλοντος όπου ζουν. Η κατανάλωση οξυγόνου και της τροφής, η ικανότητα μετατροπής της τροφής, ο ρυθμός ανάπτυξης και πολυάριθμοι άλλοι παράγοντες επηρεάζονται από τη θερμοκρασία σημαντικά.

Έχει παρατηρηθεί ότι οι μέσες ετήσιες τιμές pH ποικίλουν μεταξύ 7,8 και 8,6, η αύξηση του pH συνήθως συσχετίζεται με τη φωτοσύνθεση και με την αύξηση των ανθρακικών ιόντων ενώ η μείωση οφείλεται πιθανώς στην αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών. Το εύρος τιμών της αγωγιμότητας κυμαίνεται από 247-1200 $\mu\text{S/cm}$ με μέγιστη τιμή να φθάνει στα 11,000 $\mu\text{S/cm}$, για τη Βιστονίδα λόγω εισροής θαλασσινού νερού. Ενώ στη λίμνη της Αγυιάς οι τιμές του pH κυμαίνονται από 7,2 έως 9,2 με μεταβολές που δεν φάνηκε να έχουν άμεση συνάρτηση με την εποχή δειγματοληψίας. Οι τιμές της αγωγιμότητας είναι 310-775 $\mu\text{S/cm}$ με πολύ υψηλές τιμές στο σημείο της Γέφυρας. Στους παράγοντες που επηρεάζουν την αγωγιμότητα περιλαμβάνεται η γεωλογική σύσταση της περιοχής, το μέγεθος της λεκάνης απορροής, άλλες πηγές ιόντων (όπως τα απόβλητα, ατμοσφαιρικές εισροές, γεωργική και αστική απορροή), το ποσοστό εξάτμισης και ο βακτηριακός μεταβολισμός. Όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση των ιόντων, τόσο υψηλότερη είναι και η αγωγιμότητα. Υψηλές τιμές αγωγιμότητας παρατηρούνται σε εύτροφες λίμνες. Υψηλές τιμές αγωγιμότητας παρατηρούνται επίσης στις λίμνες Κορωνεία και Βόλβη λόγω υφαλμύρυνσης η οποία συνοδεύεται με υψηλή συγκέντρωση ιόντων χλωρίου. Τα υψηλότερα επίπεδα θειικών ιόντων, γεωλογικής προέλευσης μετρήθηκαν στην Αμβρακία ενώ στις λίμνες Βιστονίδα και Κορωνίδα, τα θειικά ιόντα προέρχονται πρωτίστως από την εισαγωγή θαλασσινού νερού και σε μικρότερο ποσοστό από ανθρωπογενείς πηγές. Η λίμνη Πετρών είναι εμπλουτισμένη με θειικά που προέρχονται από γεωργικές απορροές, ενώ στη Λυσιμαχία τα θειικά ιόντα προέρχονται από γεωλογικούς σχηματισμούς όσο και από ανθρωπογενείς πηγές, όπως λύματα πόλης του Αγρινίου και αγροτικές εργασίες. Στην λίμνη της Αγυιάς παρατηρούνται πολύ υψηλές συγκεντρώσεις θειικών ιόντων συγκριτικά με τις άλλες λίμνες που αναφέραμε.

Οι τιμές κυμαίνονται από (0,7-336 mg/L), όπου οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται στο σημείο της Γέφυρας. Οι υψηλές συγκεντρώσεις θεικών στην λίμνη της Αγυιάς πιθανότατα να οφείλονται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, οι τιμές ξεπερνούν τα όρια του πόσιμου νερού που κυμαίνεται από 25 ως 250 mg/l.

Η συγκέντρωση $\text{NO}_3\text{-N}$ παρουσίασε διακύμανση (0-8,7 mg/L) κατά τη διάρκεια της μελέτης με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται ανεξαρτήτως εποχής αλλά πάλι στην περιοχή της Γέφυρας και ενδεχομένως να οφείλεται στην εισροή γεωργικών απορροών είτε άλλου είδους ανθρωπογενούς ρύπανσης. Η παραμετρική τιμή νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι μέχρι 50. Τα $\text{PO}_4\text{-P}$ στις περιοχές της Υπερχείλισης και Πλάτανου είναι σε σχετικά χαμηλές τιμές εκτός από κάτι απότομες εξάρσεις, ενώ στην περιοχή της Γέφυρας παρατηρείται πιο σταθερή άνοδος των τιμών. Η συγκέντρωση φωσφορικών συνήθως οφείλεται σε απορρυπαντικά και φωσφορικά λιπάσματα. 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. Η συγκέντρωση $\text{NH}_4\text{-N}$ παρατηρείται χαμηλή στην περιοχή της Υπερχείλισης και με πιο έντονες αυξομειώσεις στις περιοχές της Γέφυρας και του Πλάτανου που ενδεχομένως να αποτελεί προϊόν της βακτηριακής αποικοδόμησης της οργανικής ουσίας ή να οφείλεται στη ρήψη λιπασμάτων και ζωικών τροφών μέσα στη λίμνη. Παράδειγμα πολύ ρυπασμένης λίμνης από $\text{NH}_4\text{-N}$ είναι η λίμνη Δοϊράνης όπου πολύ υψηλά παρουσιάστηκαν το 2001 πιθανώς εμφανιζόμενα από την αναερόβια αποικοδόμηση των υψηλών ποσοτήτων οργανικής ουσίας, ενδεχομένως σε συνδυασμό με τα απόβλητα που εισάχθηκαν στη λίμνη, η μέση τιμή του για αυτή την περίοδο ήταν 0,126 mg/l. Το όριο στο πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l, μεγάλες συγκεντρώσεις είναι ένδειξη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες.

Η ανώτερη τιμή δεικτών οργανικής ρύπανσης BOD(6 mg/L O_2) και COD (24.3 mg/L O_2) κατατάσσουν τη λίμνη σε κατηγορία αρκετά ρυπασμένης λίμνης. Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο αποτελεί σήμερα μια σημαντική παράμετρο όσον αφορά την ποιότητα του νερού. Αποτελεί ένδειξη για το βαθμό της οργανικής ρύπανσης που προκαλεί το αποσυντιθέμενο οργανικό υλικό. Το B.O.D. μετρά το ποσό του οξυγόνου που καταναλώνουν οι μικροοργανισμοί όχι μόνο για την αποικοδόμηση μιας ρυπαντικής ουσίας αλλά όλου του υπάρχοντος οργανικού υλικού. Το οργανικό υλικό στα νερά προέρχεται από αστικά λύματα, γεωργοκτηνοτροφικά και βιομηχανικά απόβλητα, καθώς και υπολείμματα σοδειάς, λιπάσματα, φυτοφάρμακα, όπως επίσης και από τη φυσική βλάστηση της περιοχής που όταν αποξηραίνεται εμπλουτίζει τους αποδέκτες. Επειδή η αποσύνθεση του οργανικού αυτού υλικού απαιτεί οξυγόνο, η μέτρηση του B.O.D. μας διευκολύνει να εκτιμήσουμε τα επίπεδα της ρύπανσης. Ο προσδιορισμός του B.O.D. είναι σημαντικότερος ακόμη και από τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου επειδή, μειωμένη κατανάλωση οξυγόνου μπορεί να σημαίνει ότι το νερό είναι απαλλαγμένο από μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών ή ότι οι υπάρχοντες μικροοργανισμοί δεν "ενδιαφέρονται" για τη διάσπαση της οργανικής ύλης ή ακόμα ότι ένας μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών από εκείνους που αρχικά υπήρχαν έχει αποβιώσει.

Οι τιμές διαλυμένου οξυγόνου DO ξεπερνούν κατά μέσο όρο τα 80 % στην λίμνη της Αγυιάς, η τιμή κορεσμού είναι μέχρι 75%. Η συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα, οργανικές ουσίες, μικροοργανισμούς κ.α. Επειδή το οξυγόνο έχει σχετικά μικρή διαλυτότητα στο νερό, καταναλώνεται γρήγορα όταν υπάρχει μεγάλο οργανικό φορτίο με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες. Η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου δεν επηρεάζει άμεσα τα άλγη ή το πλαγκτόν, λόγω της αυτοτροφικής τους ιδιότητας, αλλά τα μακροασπόνδυλα και τα ψάρια. Συγκέντρωση μικρότερη από 7 mg/l σημαίνει έλλειψη οξυγόνου που έχει σαν αποτέλεσμα την μη επιβίωση των ψαριών και των άλλων αερόβιων οργανισμών. Οι φυσιολογικές τιμές του D.O κυμαίνονται πάνω από 7 mg/l. Η λίμνη με αυτές τις συγκεντρώσεις κατατάσσεται σε κατηγορία εύτροφης και αρκετά ρυπασμένης. Όταν εξαιτίας φυσικών ή ανθρωπίνων δραστηριοτήτων εισέλθει στη λίμνη άφθονο θρεπτικό υλικό προκαλείται υπερβολική ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού (άνθιση του νερού) με αποτέλεσμα το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο να μειώνεται σε περιοχές κοντά στην ακτή και στον πυθμένα όπου καταλήγουν μεγάλες ποσότητες νεκρής υδρόβιας βλάστησης και αποσυντίθενται από τα αερόβια βακτήρια, τα οποία χρησιμοποιούν το διαλυμένο οξυγόνο.

Η μικροβιολογική ανάλυση του νερού στη διάρκεια της μελέτης δεν έδειξε ιδιαίτερη εποχιακή μεταβολή, αλλά όλα τα σημεία δειγματοληψίας παρουσίασαν υψηλές τιμές μικροβιολογικών αποικιών κυρίως στα σημεία της Υπερχείλισης και Γέφυρας με πολύ έντονη παρουσία των total coliforms (2100/100ml). Η ανώτατη παραδεκτή τιμή για όλα τα μικροβιολογικά του νερού είναι 0. Τα περισσότερα κολοβακτηρίδια θεωρούνται μη παθογόνα το *escerichia coli* 0157 θεωρείται ιδιαίτερα παθογόνο για τον άνθρωπο.

Η λίμνη της Αγιάς φαίνεται ότι δέχεται ετήσια δοκιμασία και πως είναι ο τελικός “αποδέκτης” των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται στην περιοχή.

Η παρακολούθηση των εισροών που πραγματοποιείτε στα πλαίσια της παρούσης έρευνας θα αναδείξει τις περιοχές ρυπογόνου εμπλουτισμού της λίμνης, ανθρώπινης πάντα προέλευσης και θα προσεγγίσει τις σημαντικότερες σημειακές πηγές ρύπανσης. {7}

ΠΗΓΕΣ- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σίνης Α., 2005. Λιμνολογία Θεωρία και Ασκήσεις. University Studio Press, 327 σελίδες.
2. Τσιούρης Σ., 2001. Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος . Εκδόσεις Γαρταγάνη 349 σελίδες.
3. Ζανάκη Κ., 2001. Έλεγχος Ποιότητας Νερού. Εκδόσεις Ίων, 508 σελίδες.
4. Skoylidis, N.T, I Bertahas & Kousouris, 1998. The environmental state of freshwater resources in Greece (rivers & lakes). Environmental Geology.36;1-2.
5. Ο.Α.Δ.Υ.Κ, 1998 LIFE '95 Πρόγραμμα Δυτικής Κρήτης: “Διαχείριση και προστασία απειλούμενων βιοτόπων της δυτικής Κρήτης με οικοτόπους και είδη προτεραιότητας” Οργανισμός Ανάπτυξης Δυτικής Κρήτης.

10.2 ΣΕΛΙΔΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

6. kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/what_it_is.htm - 4k 18k
7. Σταυρουλάκης Γιώργος, Γεωργία Κακουλάκη, Ανδρονίκη Παπαφιλιππάκη και Μαρία Κυρίου. 2007. Μελέτη του ρυπαντικού φορτίου στην λίμνη Αγιάς. 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων «Υδάτινοι Βιολογικοί Πόροι και Οικοσυστήματα Διαχείριση – Αξιοποίηση – Προστασία». Μυτιλήνη 27-30 Σεπτεμβρίου 2007.
8. planetearth.pblogs.gr/2008/11/352887.html
9. 30kwww.watersave.gr/site/images/stories/PDFs/11ekp.pdf
10. <http://www.watersave.gr/site/content/view/20/35>
11. ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html - 217k
12. dipe.ioa.sch.gr/tperival/wp/?p=6 - 18k
13. el.wikipedia.org/wiki/Ευτροφισμός - 26k
14. 3lyk-argyr.att.sch.gr/arg/books/gl02pdf/g02s118.pdf
15. utopia.duth.gr/~ap5669/ - 18
16. kpe-kastor.kas.sch.gr/istoselida_biodiversity/drastiriotita/eutrophism1.htm - 8k
17. www.e-tipos.com/multimedia_popup?id=1193 - 6k
18. www.itia.ntua.gr/~nikos/metsovo/diafaneies_ripansi_a.doc
19. www.itia.ntua.gr/nikos/ydatiko/diafaneies_ripansi_2.doc
20. el.wikipedia.org/wiki/Βακτήριο - 56k
21. deya.gr/Enigma/Ponds/Biology.htm
22. dipe.ioa.sch.gr/tperival/wp/?p=6 - 18k –
23. www.gpeppas.gr/perivalon/nero.html - 19k
24. www.greenpage.gr/blue_rypansh.htm - 31k
25. el.wikipedia.org/wiki/Φύκη - 43k
26. 3lyk-argyr.att.sch.gr/arg/books/gl03pdf/g03s13.pdf
27. el.wikipedia.org/wiki/Κατηγορία:Πρωτόζωα - 21k
28. www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/antonopoulos_b.pdf
29. europa.eu/success50/html/story_13_el.html - 12k
30. www.itia.ntua.gr/~nikos/metsovo/diafaneies_ripansi_b.doc
31. www.greenpage.gr/biopoikilothta_3.htm - 33k
32. blog-sta-thrania.pblogs.gr/rypansh.html - 95k
33. www.minenv.gr/1/12/121/12103/g1210316.html - 17k
34. blog-sta-thrania.pblogs.gr/rypansh.html - 95k
35. [el.wikipedia.org/wiki/Οδηγία_των_Οικοτόπων_\(92/43/ΕΟΚ\)](http://el.wikipedia.org/wiki/Οδηγία_των_Οικοτόπων_(92/43/ΕΟΚ)) - 31k

36. <http://europa.eu.int/eur-lex/lex/JOHtml.do?uri=OJ:L:2006:259:SOM:EN:HTML>
37. [el.wikipedia.org/wiki/Οδηγία_για_τα_πουλιά_\(79/409/ΕΟΚ\)](http://el.wikipedia.org/wiki/Οδηγία_για_τα_πουλιά_(79/409/ΕΟΚ)) - 64k –
38. www.ornithologiki.gr/gr/politiki/directive_79_409.php - 12k -
39. el.wikipedia.org/wiki/Σύμβαση_Ραμσάρ - 38k
40. www.ornithologiki.gr/gr/politiki/ramsar_convention.php - 9k
41. www.efox.gr/index.php?pN=huntedanimals&txtNewsID=32&template=standard.htm - 34k
42. <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.htm>
43. <http://kireas.org/smf/index.php?topic=297.0>
44. <http://markos-arthra.blogspot.com/2008/10/natura-ramsar.html>
45. www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=528 - 132k
46. http://www.ornithologiki.gr/gr/politiki/ramsar_convention.php
47. <http://www.efox.gr/index.php?pN=huntedanimals&txtNewsID=32&template=standard.htm>
48. <http://www.dasologikos.150m.com/ramsar.htm>
49. http://www.ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1825&Itemid=82
50. <http://www.infosoc.gr/infosoc/el-GR/services/leksiko/480.htm>
51. <http://utopia.duth.gr/~ap5669/>
52. <http://www.neo.gr/website/ergasiamathiti/54.htm>
53. el.wikipedia.org/wiki/Μύκητας - 42k
54. el.wikipedia.org/wiki/Ιός
55. europa.eu/scadplus/leg/el/lvb/l28076.htm - 33k
56. www.ekby.gr/ekby/el/EKBY_Natura2000_el.html - 2k
57. www.minenv.gr/1/12/121/12103/g1210300/g121030000001.html - 11k
58. www.greenpage.gr/ydrobiotopoi.htm - 32k
59. www.nhmc.uoc.gr/wetlands/files/oikotouristikos-perieih/22.agia.pdf

10.4 ΑΠΟ ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

60 Μελέτη υδροφορίας λεκάνης Κερίτη & προσομοίωση της κίνησης των υπόγειων υδάτων στην περιοχή της Αγυιάς του Ν. Χανίων. Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Νοέμβριος 2004.

10.3 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

61 Η Οδηγία 79/409/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με τις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις 414985/29-11-85 (ΦΕΚ 757/Β/18-12-85), 366599/16-12-96 (ΦΕΚ 1188/Β/31-12-96), 294283/23-12-97 (ΦΕΚ 68/Β/4-2-98).

62 Η Οδηγία 92/43/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 33318/3028/11-12-98 (ΦΕΚ 1289/Β/28-12)

63 Η Οδηγία 79/409 του Συμβουλίου της 2.4.1979 για την διατήρηση των άγριων πτηνών γνωστή και ως οδηγία προστασίας των πουλιών έχει την νομική της βάση στο πρώην άρθρο 235 ΣΕΚ.

64 Η σύμβαση για τους Υγροβιότοπους Διεθνούς Σημασίας υπογράφηκε στις 2 Φεβρουαρίου 1971 στην Περσική πόλη Ραμσάρ και άρχισε να ισχύει στις 21 Δεκεμβρίου 1975. Η Ελλάδα έχει υπογράψει τη συγκεκριμένη σύμβαση και την επικύρωσε με το Ν.Δ.191/74.