



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

**« Μελέτη της δυναμικής της ζωοπαραγωγικής κοινωνίας και των περιβαλ-
λοντικών παραμέτρων στον υγρότοπο Καλοδικίου (Ν. Θεσπρωτίας)»**

ΚΟΣΙΩΡΗ ΑΛΕΞΙΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- 1. Κάγκαλου Ι., Καθηγήτρια, Επιβλέπουσα**
Εργαστήριο Υδάτινων Οικοσυστημάτων,
Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου
- 2. Αθανασοπούλου Φ., Καθηγήτρια**
Εργαστήριο Ιχθυοπαθολογίας, Ιχθυολογίας & Υδατοκαλλιεργειών,
Τμήμα Κτηνιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- 3. Πάσχος Ι., Καθηγητής**
Εργαστήριο Υδατοκαλλιεργειών & Εσωτερικών Υδάτων,
Τμήμα Ιχθυοκομίας -Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου

ΚΑΡΔΙΤΣΑ-2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7538/1
Ημερ. Εισ.: 10-09-2009
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
592.176
ΚΟΣ



UNIVERSITY OF THESSALY
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF VETERINARY

**MSc DISSERTATION SUBMITTED TO THE UNIVERSITY OF THESSALY, IN
PART FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS OF THE MSc POST-
GRADUATE COURSE OF DEPARTMENT OF VETERINARY SCIENCES
AND THE TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL INSTITUTE (T.E.I.) OF
EPIRUS.**

**"Study of dynamics of zooplanktonic community and environmental pa-
rameters in the wetland of Kalodiki (Thesprotia)".**

KOSIORI ALEXIA

THREE-MEMBER ADVISORY COMMITTEE

- 1. Kagalou I., Professor, Supervisor,** Laboratory of Aquatic Ecosystems, Fisheries and Aquaculture Department, Technological and Educational Institute (T.E.I.) of Epirus.
- 2. Athanasopoulou F., Professor,** Laboratory of Aquaculture and Fish Diseases, Department of Veterinary, University of Thessaly.
- 3. Paschos I., Professor,** Laboratory of Fresh Water Culture , Fisheries and Aquaculture Department, Technological and Educational Institute (T.E.I.) of Epirus.

KARDITSA - 2008

Στην οικογένειά μου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εστιάζεται στη:

«Μελέτη της δυναμικής της ζωοπλαγκτικής κοινωνίας και των περιβαλλοντικών παραμέτρων στον υγρότοπο Καλοδικίου (Ν. Θεσπρωτίας)».

Το έλος Καλοδικίου είναι ένας εσωτερικός υγρότοπος, γλυκού νερού, στο νότιο τμήμα του Ν. Θεσπρωτίας, με έκταση 4.000 στρέμματα περίπου.

Με στόχο την κατανόηση της δυναμικής των παραμέτρων που καθορίζουν την λειτουργία του υγροτόπου αλλά και την ανάδειξη της σπουδαιότητάς του, πραγματοποιήθηκαν έντεκα μηνιαίες δειγματοληψίες (από το Δεκέμβριο-2006 έως και τον Οκτώβριο-2007), σε τέσσερις σταθμούς περιμετρικά του έλους.

Σε κάθε δειγματοληψία καταγραφόταν επί τόπου η θερμοκρασία, το pH και η αγωγιμότητα. Στη συνέχεια σε δείγματα νερού και με φασματοφωτομετρικές μετρήσεις προσδιορίστηκε η συγκέντρωση θρεπτικών (N-NO_2^- , N-NO_3^- , N-NH_3 , PO_4^{3-}) και Chla . Με κωνικό δίκτυ συλλέχθηκαν δείγματα νερού για ποσοτικό προσδιορισμό των κύριων ομάδων ζωοπλαγκτού (κωπήποδα, κλαδόκερα και τροχόζωα).

Σχετικά με τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού, η θερμοκρασία παρουσίασε σε όλους τους σταθμούς έντονη διακύμανση, από 10 – 33°C.

Το pH κυμάνθηκε σε εύρος κατάλληλο για τη διαβίωση των οργανισμών (6,4 – 8,9) και οι τιμές της αγωγιμότητας ήταν στα φυσιολογικά επίπεδα για φυσικά γλυκά νερά (0,14 – 0,65 mS).

Όσο αφορά τα θρεπτικά συστατικά, οι κύριοι παράγοντες που καθόρισαν τις συγκεντρώσεις τους στο έλος ήταν οι εισροές από παρακείμενες γεωργικές εκτάσεις (απόπλυση λιπασμάτων) και οι βακτηριακές δραστηριότητες.

Τα νιτρικά βρέθηκαν σε σημαντικές συγκεντρώσεις (0,8 – 4,8 mg/l), έπειτα η αμμωνία (0,16 – 1,94 mg/l) και σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις τα νιτρώδη (0,002 – 0,024 mg/l). Τα φωσφορικά κυμάνθηκαν μεταξύ 0,01 – 0,72 mg/l, ενώ η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α παρουσίασε σημαντική ετερο-

γένεια από σταθμό σε σταθμό και από μήνα σε μήνα δειγματοληψίας (0,17 – 45,86 mg/m³).

Ο φώσφορος αποδείχθηκε κατά τη μεγαλύτερη περίοδο του έτους ως ο περιοριστικός παράγοντας της πρωτογενούς παραγωγικότητας του έλους και κατά συνέπεια ο ρυθμιστής της οικολογικής του ισορροπίας.

Αξιολογώντας τις τιμές τόσο των φυσικοχημικών παραμέτρων όσο και των θρεπτικών – χλωροφύλλης-α, το έλος κατατάσσεται στους μεσο - ευτροφικούς υγράτοπους.

Η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα τροφής, ο ανταγωνισμός και κυρίως η θήρευση από ζωοπλαγκτονοφάγα ψάρια, είναι οι κύριοι ρυθμιστικοί παράγοντες της αφθονίας και της εποχικής κατανομής του ζωοπλαγκτού στο έλος και σε κάθε υγράτοπο.

Μετά από μικροσκοπική παρατήρηση και ταυτοποίηση των κύριων ζωοπλαγκτικών ομάδων των δειγμάτων, καταγράφηκε υψηλή αφθονία κωπήποδων το χειμώνα και την άνοιξη. Τα τροχόζωα κυριάρχησαν με εντυπωσιακά υψηλή συγκέντρωση κυρίως το καλοκαίρι, ενώ τα κλαδόκερα με τη μικρότερη συνολικά αφθονία, παρουσίασαν μικρή αύξηση κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Συμπερασματικά, το έλος Καλοδικίου αναδεικνύεται μέσα από αυτή τη μελέτη, ως ένας υγράτοπος μοναδικής αξίας και δυναμικής. Επιβάλλεται επομένως αυστηρός έλεγχος του ρυπαντικού φορτίου που εισρέει , για τη διατήρηση και την ανάπτυξη τόσο του ίδιου του βιότοπου, όσο και της ποικιλίας ειδών χλωρίδας και πανίδας που φιλοξενεί.

ABSTRACT

The present final work is focused on:

"Study of dynamics of zooplanktonic community and environmental parameters in the wetland of Kalodiki (Thesprotia)".

The Kalodiki marsh is an internal freshwater wetland, in the southern department of Thesprotia, with extent 4.000 acres roughly. In the direction of comprehension of his function and appointment of his importance, eleven monthly samplings were carried out (from December-2006 up to October-2007), in four stations of perimetrically marsh.

In each sampling the temperature, the pH and the conductivity were recorded in situ. Then in the collected water samples the concentration of nutrients (N-NO_2^- , N-NO_3^- , N-NH_3 , PO_4^{3-}) and Chla. were determined following spectrophotometric methodology according APHA. Zooplankton sampling was carried out using a conical net for quantitative determination of main taxonomic groups of zooplankton (copepods, cladocerans and rotifers).

With regard to the physicochemical parameters of water, the temperature presented in all the stations intense fluctuation, from 10 - 33°C. The pH oscillated in breadth suitable for the existence of organisms (6,4 - 8,9) and conductivity fluctuated in the physiologic levels for natural freshwaters (0,14 - 0,65 mS).

As long as it concerns the nutrients components, the main factors that determined their concentrations in the marsh they were the surges from adjacent agricultural extents (washing of fertilizers) and the bacterian activities.

Nitrates were found in elevated concentrations (0,8 - 4,8 mg/l), then ammonia (0,16 - 1,94 mg/l) and in much lower concentrations the nitrites (0,002 - 0,024 mg/l). Phosphates oscillated between 0,01 - 0,72 mg/l, while the dynamic of chlorophyll-a presented important heterogeneity among stations as well as among months (0,17 - 45,86 mg/m³).

The phosphorus was proved at the bigger period of year as the limiting factor of primary productivity of marsh and accordingly the regulator of his ecological balance.

Evaluating the concentrations of so much physicochemical parameters of what nutrients - chlorophyll-a, the marsh is classified within the meso - eutrophic wetlands.

The temperature, the availability of food, the competition and mainly the predation from zooplanktivorous fishes, are the main regulating factors of abundance and seasonal distribution of zooplankton in the marsh and in each wetland.

After microscopic observation and identification of main zooplankton groups, a high abundance of copepods was recorded during winter and spring. Rotifers dominated with impressively high abundance mainly the summertime, while cladocerans with the smaller globally abundance, presented small increase at the spring and the summertime.

Thus the marsh of Kalodiki is elected in from this study, as a wetland of unique value and dynamics. Is imposed consequently strict control charge of soiling that reaches in this, for the maintenance and the growth so much himself the biotope, what the variety of species of flora and fauna that entertains.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω:

- την Καθηγήτρια του Τμήματος Ιχθυοκομίας-Αλιείας και επιβλέπουσα της παρούσας εργασίας, κ. Κάγκαλου Ιφιγένεια, για την υποστήριξη και καθοδήγησή της καθ' όλη τη διάρκεια τόσο της περιόδου παρακολούθησης και δειγματοληψιών, όσο και της διαδικασίας συγγραφής
- την Καθηγήτρια Εφαρμογών του Τμήματος Ιχθυοκομίας-Αλιείας κ. Μπέζα Παρασκευή για την πολύτιμη βοήθειά της, σε ότι αφορά τις αναλύσεις των δειγμάτων και τον προσδιορισμό των θρεπτικών συστατικών
- τον Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Ιχθυοκομίας-Αλιείας κ. Ναθαναηλίδη Κοσμά, για την συμπαράσταση και τις γνώσεις του
- τις ιχθυολόγους και φίλες κ. Αηδόνη Παναγιώτα, κ. Γκούβα Ευαγγελία, κ. Εργολάβου Άννα και κ. Σαμαρά Αθηνά για τις σημαντικές πληροφορίες και οδηγίες τους την τριμελή συμβουλευτική επιτροπή για τις καίριες παρατηρήσεις κατά τη διόρθωση της εργασίας
- την τριμελή συμβουλευτική επιτροπή για τις καίριες παρατηρήσεις κατά τη διόρθωση της εργασίας
- ιδιαίτερα και ξεχωριστά τον σύζυγό μου κ. Μπρέστα Άκη και τα παιδιά μου Γιώργο και Σταυρούλα για την υπομονή τους τις ώρες που έλειπα και για την κατανόηση και την εμπύχωση που μου έδωσαν σε όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας, που περατώθηκε κυρίως χάρη σε αυτούς.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΚΕΦ. 1: ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	13
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	13
1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	14
1.3 ΤΥΠΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ	15
1.3.1 Δέλτα	15
1.3.2 Λίμνες	16
1.3.3 Λιμνοθάλασσες	16
1.3.4 Πηγές	16
1.3.5 Εκβολές	17
1.3.6 Ποταμοί	17
1.3.7 Τεχνητές λίμνες	17
1.3.8 Έλη	17
1.4 ΜΕΛΕΤΗ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ	18
1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ - ΑΞΙΕΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ	18
1.6 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥΣ	21
1.7 ΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ-ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	23
1.8 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ	26
1.9 ΕΡΕΥΝΑ	29
ΚΕΦ. 2: ΕΛΗ	30
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	30
2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΛΩΝ	31
2.3 ΕΛΗ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	32
2.4 ΤΥΡΦΩΝΕΣ	34
2.5 ΕΛΗ ΚΑΙ ΤΥΡΦΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	35
ΚΕΦ. 3: ΕΛΟΣ ΚΑΛΟΔΙΚΙΟΥ	37
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	37
3.1.1 Γεωμορφολογικά στοιχεία	37
3.1.2 Υδρογεωλογικά στοιχεία	39
3.1.3 Κλιματολογικά στοιχεία	39
3.2 ΑΞΙΑ ΕΛΟΥΣ	40
3.3 ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΕΛΟΥΣ	42
3.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΛΟΥΣ	42
3.5 ΤΟΠΙΚΕΣ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ	43
ΚΕΦ.4: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	44
4.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ)	44
4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	46
4.2.1 Προσδιορισμός θερμοκρασίας, pH και αγωγιμότητας	46
4.2.2 Προσδιορισμός συγκέντρωσης θρεπτικών και chla	47
4.2.3 Προσδιορισμός του ζωοπλαγκτού	47
4.2.3.1 Ποιοτική μελέτη ζωοπλαγκτού	49

4.2.3.2 Ποσοτική μελέτη ζωοπλαγκτού	49
ΚΕΦ.5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	50
5.1 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	50
5.1.1 Προφίλ βιότοπου	53
5.2 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ & ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ	55
5.2.1 Προφίλ βιότοπου	59
5.2.2 DIN και SRP	61
5.2.3 Λόγος DIN / SRP	63
5.3 ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ	65
5.3.1 Προφίλ βιότοπου	68
5.3.2 Αναλογία κλαδόκερα / κωπήποδα	69
ΚΕΦ.6: ΣΥΖΗΤΗΣΗ	70
6.1 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	70
6.1.1 Θερμοκρασία	70
6.1.2 Ενεργός οξύτητα – pH	71
6.1.3 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	73
6.2 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ – ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ	74
6.2.1 Άζωτο	74
6.2.1.1 Άζωτο – Νιτρικών N- NO ₃ ⁻	76
6.2.1.2 Άζωτο – Νιτρικών N- NO ₂ ⁻	77
6.2.1.3 Άζωτο – Αμμωνίας N- NH ₃	78
6.2.2 Φώσφορος	78
6.2.2.1 Φωσφορικά ιόντα PO ₄ ³⁻	80
6.2.2.2 DIN και SRP – Λόγος DIN / SRP	80
6.2.3 Χλωροφύλλη-α	82
6.3 ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ	84
6.3.1 Παρουσίαση κύριων ομάδων ζωοπλαγκτού	84
6.3.1.1 Ζωοπλαγκτό – Γενικά	84
6.3.1.2 Ρόλος ζωοπλαγκτού	84
6.3.1.3 Ζωοπλαγκτό στα έλη	87
6.3.1.3.1 Τροχόζωα	87
6.3.1.3.2 Κλαδόκερα	89
6.3.1.3.3 Κωπήποδα	90
6.3.2 Αφθονία ζωοπλαγκτού	91
6.3.2.1 Αναλογία Κλαδόκερα / Κωπήποδα	93
ΚΕΦ.7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Υγρότοποι είναι οι μικρές ή οι μεγαλύτερες φυσικές ή τεχνητές περιοχές όπου συναντώνται το έδαφος και το νερό και όπου ο συνδυασμός αυτών των δυο φυσικών στοιχείων- γεωγραφικός και λειτουργικός –διαμορφώνει άλλους χώρους που κύριο γνώρισμά τους είναι ότι καλύπτονται μόνιμα ή κατά περιόδους από νερά συνήθως μικρού βάθους .

Ως υγρότοποι ή υγροβιότοποι χαρακτηρίζονται περιοχές του πλανήτη που έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- το έδαφος είναι κορεσμένο με νερό ή καλύπτεται από αβαθές στρώμα νερού.
- τουλάχιστον κατά περιόδους η βλάστηση χαρακτηρίζεται από υδρόφυτα, δηλαδή φυτά που έχουν προσαρμοστεί να ζουν στο νερό.

Στις υγρές αυτές περιοχές το έδαφος και το νερό συνυπάρχουν σε μια οριακή και αδιάσπαστη βιολογική ενότητα, όπου η ζωή παίρνει χίλιες μορφές. Στους υγρότοπους αναπτύσσεται μία εκπληκτική ποικιλία ζώων και άλλων οργανισμών όπου η βιολογική παραγωγή είναι πλουσιότατη. Όλοι αυτοί οι οργανισμοί μαζί με τον βιότοπό τους αποτελούν οργανωμένα οικολογικά συστήματα. Εξάρτηση από τον βιότοπο έχουν και πολλά ζώα, όπως είναι τα αρπακτικά πουλιά, τα άγρια και εξημερωμένα θηλαστικά, που επισκέπτονται συχνά τον υγρότοπο για να βρουν τροφή και πόσιμο νερό καθώς και προστασία από αντίξοες συνθήκες.

Οι υγρότοποι περικλείουν συλλογικά κοινωνικά αγαθά. Γι' αυτό η προστασία τους είναι βασική συνταγματική επιταγή και αποτελεί χρέος της πολιτείας στο πλαίσιο της διατήρησης του φυσικού περιβάλλοντος (Κάγκαλου 1998).

Στην παρούσα εργασία εκπονείται μια μελέτη καταγραφής αβιοτικών παραμέτρων και ζωοπλαγκτικής κοινωνίας, έπειτα από μηνιαίες δειγματοληψίες, στο έλος Καλοδικίου, του Ν. Θεσπρωτίας.

Το έλος Καλοδικίου κατέχει σημαντική θέση στην ενότητα των υγροτόπων της Δ. Ελλάδας. Αποτελεί εσωτερικό υγρότοπο και η υδρολογία του παρουσιάζει ιδιαιτερότητες στη διάρκεια του έτους.

Χαρακτηρίζεται από μεγάλη βιοποικιλότητα τόσο σε είδη της χλωρίδας, ορνιθοπανίδας και λοιπής πανίδας, όσο και σε τύπους οικοτόπων και τοπία και έχει ενταχθεί στο Οικολογικό δίκτυο Φύση 2000 με τον κωδικό GR2120002.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάδειξη της σπουδαιότητας του έλους, μέσα από την παρακολούθηση της ετερογένειας τόσο των φυσικοχημικών παραμέτρων όσο και των θρεπτικών συστατικών, που επηρεάζουν την ποιότητα των υδάτων του. Σε αυτή την κατεύθυνση θα συμβάλλει σημαντικά και η γνώση σχετικά με την εποχική κατανομή των κύριων ζωοπλαγκτικών ομάδων στο έλος, μια που αποτελούν κύριους κρίκους των τροφικών σχέσεων που αναπτύσσονται σε αυτό. Όλα τα παραπάνω στοιχεία θεωρούνται απαραίτητα για την καταγραφή μιας αξιόπιστης κατάστασης αναφοράς, αναγκαίας για τη μελέτη της εξέλιξης του οικοσυστήματος του έλους.

ΚΕΦ.1 ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

(τόποι απαραίτητοι για την ισορροπία του οικοσυστήματος και για την ανθρώπινη ύπαρξη)

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αν λέγαμε σε κάποιους ότι θέλουμε να μας ακολουθήσουν για να κάνουμε μια εκδρομή σε έναν υγρότοπο οι περισσότεροι θα μας κοίταζαν περίεργα, αφού ακούγοντας τη λέξη υγρότοπος αυτόματα στο μυαλό τους έρχονται εικόνες όπως βάλτος, βούρκος, κουνούπια, άχρηστα λασπόνερα .

Αυτό συμβαίνει γιατί υπάρχει βαθιά ριζωμένη προκατάληψη σε βάρος των υγροτόπων και ιδιαίτερα μετά την βιομηχανική επανάσταση του 19^{ου} αιώνα. Γι' αυτό πολλοί υγρότοποι και στη χώρα μας χάθηκαν οριστικά με τις αποξηράνσεις που έγιναν ιδιαίτερα την δεκαετία 1965 – 1975.

Αν κάνουμε μια ιστορική αναδρομή για τις αποξηράνσεις στην Ελλάδα θα δούμε ότι προσπάθειες τέτοιες έγιναν πάρα πολλές και χάνονται στα βάθη των αιώνων. Οι πρώτες προσπάθειες για να τιθαसेύσουν τις πλημμύρες στους βάλτους του Αργολικού κάμπου ,σύμφωνα με τη μυθολογία, έγιναν από τον Ηρακλή και ο μύθος με την Λερναία Ύδρα δεν ήταν τίποτε άλλο παρά αυτή η τιπάνια προσπάθεια.

Δύσκολα θα πήγαινε το μυαλό μας στο ότι πίσω από τους άθλους αυτούς κρύβονται πληροφορίες για την κατασκευή υδραυλικών έργων στην προϊστορική Ελλάδα.

Ο δεύτερος άθλος λοιπόν του Ηρακλή, η Λερναία Ύδρα, θα πρέπει να σχετιζόταν με τις προσπάθειες των ανθρώπων της εποχής εκείνης να αποστραγγίσουν το έλος. Η λίμνη της Λέρνης βρισκόταν στους σημερινούς Μύλους, που βρίσκονται ανάμεσα στο Ναύπλιο και το Άργος. Η λεκάνη της Λέρνης λόγω των άφθονων νερών που έφταναν σε αυτήν είχε δημιουργήσει ένα έλος με στάσιμα νερά. Ο Ηρακλής χτίζοντας μια τις πηγές, τα νερά των οποίων κατέληγαν στο έλος, κατηύθυνε τα νερά σε κάποιον αποχετευτικό αγωγό, που τα έστελνε όλα συγκεντρωμένα πλέον στη θάλασσα. Έτσι, το αθάνατο κεφάλι της Ύδρας θάφτηκε κάτω από τη γη (Λάζος, 1988).

Ευτυχώς πλέον έχει γίνει αντιληπτό πως οι υγρότοποι δεν είναι περιοχές επικίνδυνες ή άχρηστες αλλά αντίθετα πρόκειται για οικοσυστήματα με ανυπολόγιστη και πολλαπλά ζωτική σημασία για την φυσική ισορροπία και τον ίδιο τον άνθρωπο.

Το φυσικό περιβάλλον της Ελλάδας είναι μαγευτικό. Η πλούσια γεωλογική της ιστορία, το κλίμα της, η πανάρχαια παρουσία του ανθρώπου έχουν δημιουργήσει μια μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων και βιοτόπων, που ευνοούν ακόμα μεγαλύτερη χλωρίδα και πανίδα, που πολλές φορές είναι ενδημική.

Έτσι η προστασία αυτών των πολύτιμων πραγματικά περιοχών δεν αποτελεί εμπόδιο, αλλά στοιχείο οικονομικής ανάπτυξης της περιοχής, του κράτους και όλου του κόσμου γενικότερα. Σωστή διαχείριση σημαίνει ολόπλευρη γνώση τους και ακόμα, υπεύθυνη πληροφόρηση κι εκπαίδευση του κοινού ώστε ν' αναγνωρίσει την πολύπλευρη προσφορά τους, να τους αγαπήσει και να τους προστατεύσει.

1.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ

Αν θελήσουμε να δώσουμε έναν ορισμό στους υγρότοπους θα σταθούμε στη διεθνή σύμβαση Ραμσάρ (Φεβρουάριος 1971) που έδωσε τον παρακάτω: «Περιοχές ελώδεις, βάλτοι και υγροί τυρφώνες φυσικοί ή τεχνητοί, μόνιμοι ή πρόσκαιροι, με στάσιμο ή τρεχούμενο γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό νερό καθώς και θαλάσσιες περιοχές που το βάθος τους, κατά την άμπωτη, δεν ξεπερνά τα έξι μέτρα» (Άρθρο 1).

Στους υγρότοπους μπορεί να περιλαμβάνονται και οι παρόχθιες ή παράκτιες ζώνες που γειτονεύουν με υγρότοπους ή με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές και που είναι βαθύτερες μεν από έξι μέτρα κατά την αμπώτιδα, αλλά βρίσκονται μέσα στα όρια του υγρότοπου, όπως αυτός καθορίζεται παραπάνω (Γεράκης και Τσιούρης, 1991).

Ουσιώδη γνωρίσματα της μεταβατικής ζώνης που παρεμβάλλεται μεταξύ των μόνιμα κατακλυσμένων και των καθαρά χερσαίων περιοχών είναι η παρουσία υδροχαρούς βλάστησης. Επιστημονικές έρευνες έχουν αποδείξει ότι επειδή τα νερά αυτά είναι αβαθή, οι ηλιακές ακτίνες διεισδύουν εύκολα, ενώ παράλληλα εμπλουτίζονται συνεχώς με θρεπτικές ουσίες που φέρνουν τα

νερά των ποταμών και οι παλίρροιες της θάλασσας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ανήκουν στα παραγωγικότερα οικοσυστήματα - μαζί με τα τροπικά δάση - σε φυτοπλαγκτό και ζωοπλαγκτό, με αποτέλεσμα αρκετά ζώα να είναι στενά δεμένα με αυτά τα οικοσυστήματα (Σφήκας και Τσούνης, 1993).

Οι υγρότοποι λοιπόν αποτελούν πραγματικά εργαστήρια της φύσης, όπου όλοι οι οργανισμοί, από το πλαγκτόν μέχρι τα θηλαστικά συμβιώνουν αλληλένδετα, σαν τους κρίκους μιας αλυσίδας, προσφέροντας στον άνθρωπο τεράστια φυσικά, βιολογικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη.

1.3 ΤΥΠΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

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

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

1.3.1 Δέλτα

Δέλτα ονομάζονται οι εκτάσεις που σχηματίζονται από τα στερεά υλικά που μεταφέρουν οι ποταμοί και τα εναποθέτουν στις εκβολές τους.

Ένα δέλτα, παρόλο που συνηθίζεται να θεωρείται συνολικά υγρότοπος, στην πραγματικότητα αποτελείται από μωσαϊκό διαφόρων τύπων υγροτόπων αλλά και χερσαίων τοποθεσιών. Εάν θέλει κάποιος να ακριβολογήσει, τα δέλτα είναι ευρύτερες μονάδες τοπίου, οι οποίες περιλαμβάνουν επιμέρους τύπους υγροτόπων.

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

1.3.2 Λίμνες

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

Οι περισσότερες λίμνες είναι λίμνες γλυκού νερού και σχηματίζονται κατά το πλείστον μακριά από τις ακτές της θάλασσας ως αποτέλεσμα τεκτονικών ή ηφαιστειακών δυνάμεων ή από τη δράση των παγετώνων.

1.3.3 Λιμνοθάλασσες

Λιμνοθάλασσες είναι αβαθείς παράκτιες υδατοσυλλογές που επικοινωνούν με τη θάλασσα μέσω ενός, συνήθως, διαύλου.

Το νερό των λιμνοθαλασσών προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, από ποταμούς ή χείμαρρους και από τη θάλασσα. Πρόκειται για εξαιρετικώς δυναμικά συστήματα. Οι υδρολογικές συνθήκες και η αλατότητα του νερού μεταβάλλονται ταχύτατα. Οι λιμνοθάλασσες θεωρούνται από τα πιο παραγωγικά οικοσυστήματα σε ψάρια υψηλής εμπορικής αξίας. Επιτελούν σε υψηλό βαθμό πολλές φυσικές λειτουργίες και ιδίως τη λειτουργία της εξαγωγής τροφής (στη γειτονική θαλάσσια ζώνη).

1.3.4 Πηγές

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

1.3.5 Εκβολές

Το χαμηλότερο και πιο διαπλατυσμένο τμήμα της κοίτης ενός ποταμού, εκεί όπου συμβαίνει μείξη του ποτάμιου νερού με το θαλασσινό ονομάζεται εκβολή, ή συνηθέστερα εκβολές.

1.3.6 Ποταμοί

Ποταμός είναι μια επιμήκης υδατοσυλλογή με τρεχούμενο νερό, το οποίο ρέει με τη βαρύτητα. Υπάρχουν ποταμοί με συνεχή ροή και άλλοι με περιοδική ροή. Το νερό των ποταμών προέρχεται κυρίως απευθείας από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και από την επιφανειακή απορροή.

1.3.7 Τεχνητές λίμνες

Οι τεχνητές λίμνες είναι η σπουδαιότερη κατηγορία τεχνητών υγροτόπων της Ελλάδας τόσο από την άποψη της έκτασης που καλύπτουν όσο και από την άποψη του αριθμού και των αξιών που έχουν αποκτήσει. Ονομάζονται και τεχνητοί ταμιευτήρες (αξία αντιπλημμυρική, υδρευτική, αρδευτική, υδροηλεκτρική ή, συνηθέστερα, συνδυασμό αυτών των αξιών).

1.3.8 Έλη

Έλη είναι πολύ ρηχές υδατοσυλλογές με μόνιμη ή περιοδική κατάκλυση νερού (συνήθως περιοδική). Οι ελώδεις εκτάσεις της Ελλάδος καλύπτουν σήμερα ελάχιστο ποσοστό εκείνων που υπήρχαν πριν από τις μεγάλες αποξηράνσεις της δεκαετίας του 1920 και μετέπειτα.

1.4 ΜΕΛΕΤΗ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Λιμνολογία είναι η μελέτη των γλυκών και αλμυρών νερών που περιβάλλονται από χερσαίες εκτάσεις. Αντικείμενό της δηλαδή είναι οι λίμνες, φυσικές και τεχνητές, οι χείμαρροι, τα ποτάμια, οι υγρότοποι και οι εκβολές των ποταμών.

Η Λιμνολογία εξελίχθηκε σε ξεχωριστή επιστήμη κατά τη διάρκεια των 2 τελευταίων αιώνων και σ' αυτό συνετέλεσαν οι βελτιώσεις που πραγματοποιήθηκαν στα μικροσκόπια, στα θερμόμετρα, ακόμη και η εφεύρεση των λεπτών δικτύων συλλογής του φυτοπλαγκτού, τα οποία μας φανέρωσαν ότι οι λίμνες αποτελούν ένα μικρόκοσμο με χαρακτηριστική δομή.

Πατέρας της Λιμνολογίας θεωρείται ο F.A.Forel, καθηγητής του Πανεπιστημίου της Λοζάνης, ο οποίος για πρώτη φορά το 1892 εισάγει τον όρο λιμνολογία (limnologie) στην εργασία του "Le Lemane: Monographie Limnologique", που αφορά τη μελέτη της γεωλογίας, φυσικής και χημείας της λίμνης της Γενεύης Ελβετίας, γνωστή και με το γαλλικό της όνομα Lac Lemane.

1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ- ΑΞΙΕΣ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται στην ελληνική κοινωνία η τάση για αναγνώριση της τεράστιας σημασίας των υγροτοπικών πόρων της χώρας. Ωστόσο, η τάση αυτή δεν είναι ακόμη αρκετά ισχυρή ώστε να ανακόψει την υποβάθμιση που προκαλούν οι ασύνετες πρακτικές που ασκούνται στους υγροτόπους και τις λεκάνες απορροής τους. Η πορεία προς την αειφορική διαχείριση των υγροτοπικών και χερσαίων οικοσυστημάτων θα είναι συνεπώς μακρά και δύσκολη.

Οι βασικότερες λειτουργίες ενός υγρότοπου είναι:

- Δέσμευση ηλιακής ενέργειας και στήριξη τροφικών αλυσίδων.

Οι διάφοροι αυτότροφοι οργανισμοί δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα, ηλιακή ακτινοβολία και θρεπτικά στοιχεία και τα αποδίδουν ως οργανική ουσία στους ετερότροφους οργανισμούς.

- Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα και έκλυση οξυγόνου.

Τα υδάτινα οικοσυστήματα και άρα και οι υγρότοποι, είναι οι σπουδαιότεροι ρυθμιστές της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα. Μέρος αυτού δεσμεύεται από υδρόβιους αυτότροφους οργανισμούς και ιζήματα. Κατά τη φωτοσύνθεση των υδρόβιων οργανισμών, η ατμόσφαιρα εμπλουτίζεται με σημαντικές ποσότητες οξυγόνου.

Επιπλέον, οι υγρότοποι αυξάνουν το ποσό διαλυμένου οξυγόνου στο ύδωρ λόγω φιλτραρίσματος των βακτηριδίων (μερικά βακτηρίδια καταναλώνουν το οξυγόνο. Επομένως, το ύδωρ με λιγότερα βακτηρίδια θα τείνει να έχει περισσότερο διαλυμένο οξυγόνο).

Οι υγρότοποι λοιπόν λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα ύδατος. Είναι επίσης ένα φίλτρο για τα παθογόνα, τα μέταλλα, και τους ρύπους. Καθυστερούν την είσοδο των επικίνδυνων χημικών ουσιών και των μολυσματικών παραγόντων.

- Εμπλουτισμός υπόγειων υδροφορέων.

Τα συγκεντρωμένα νερά σε έναν υγρότοπο διεισδύουν και εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

- Έλεγχος πλημμυρικών φαινομένων- Παγίδευση ιζημάτων .

Οι υγρότοποι λειτουργούν ως αποθήκες νερού και μπορούν έτσι να μειώσουν την ένταση των πλημμυρικών φαινομένων, λόγω κατακράτησης μέρους του νερού των πλημμυρών, μείωσης της ροής του από την υπάρχουσα βλάστηση και διοχέτευσής τους προς τους υπόγειους υδροφορείς.

- Αποθήκευση και ελευθέρωση θερμότητας

Λόγω των θερμικών ιδιοτήτων του νερού, οι υγρότοποι αποτελούν ρυθμιστές της θερμοκρασίας των παράκτιων περιοχών, διατηρώντας τις ημερήσιες και εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε ήπια επίπεδα. Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων από περιοχές που αποξηράνθηκαν οι υγρότοποι, μετά τις αποξηράνσεις οι χειμώνες έγιναν ψυχρότεροι και τα καλοκαίρια θερμότερα.

Λειτουργώντας έτσι οι υγρότοποι **η χρησιμότητά τους** για τον άνθρωπο είναι ολοφάνερη και **η αξία τους** είναι πολυποίκιλη:

- η μεγάλη τους βιολογική ποικιλότητα είναι απαραίτητη για τη βελτίωση καλλιεργούμενων φυτών, αγροτικών ζώων και μικρο-οργανισμών, για ένα μέρος της επιστημονικής προόδου, ιδιαίτερα στην ιατρική, για πολλές τεχνολογικές καινοτομίες και για την ομαλή λειτουργία πολλών οικονομικών δραστηριοτήτων στις οποίες χρησιμοποιούνται ζωντανοί οργανισμοί,
 - δίνουν νερό για ύδρευση και άρδευση, εμπλουτίζουν τους υπόγειους υδροφορείς, προστατεύουν από πλημμύρες, ενεργούν ως φίλτρα καθαρισμού ρύπων, μειώνουν τις ζημιές από παγετούς και καύσωνες,
 - παράγουν αλιεύματα, συντηρούν θηράματα, δίνουν πλούσια τροφή σε αγροτικά ζώα,
 - παρέχουν ευκαιρίες για αναψυχή, άθληση, οικολογικό τουρισμό, εκπαίδευση και έρευνα,
 - είναι συνδεδεμένοι με την ιστορία, τη μυθολογία και την πολιτιστική παράδοση.
 - όσοι δεν έχουν εντελώς υποβαθμισθεί από τον άνθρωπο, σφύζουν από ζωή. Ιδιαίτερα θαυμαστή είναι η πληθώρα υδρόβιων πουλιών που βρίσκουν εκεί χώρους για αναπαραγωγή, φώλιασμα, τροφή και ξεκούραση. Πάνω από διακόσια (200) είδη πουλιών ζουν στους ελληνικούς υγρότοπους. Στα μέσα της δεκαετίας του '60, γερμανοί ορνιθολόγοι, εντυπωσιάστηκαν από τους μεγάλους πληθυσμούς των υδρόβιων πουλιών που φώλιαζαν ή ξεχειμώνιαζαν στους ελληνικούς υγροτόπους. Πολλά από αυτά τα πουλιά ήταν σπάνια ή απειλούνταν με εξαφάνιση. Τότε άρχισαν ν' ακούγονται οι πρώτες φωνές για την προστασία των πουλιών και, φυσικά, των υγροτόπων.
- Πάνω από τα μισά από τα 425 είδη πουλιών που έχουν καταγραφεί στην Ελλάδα εξαρτώνται, άμεσα ή έμμεσα, από τους υγρότοπους.



Πολλά από αυτά είναι σπάνια ή απειλούνται με εξαφάνιση. Η Λεπτομούτα (*Numenius tenuirostris*), η Νανόχηνα (*Anser erythropus*), το Κεφαλούδι (*Oxyura leucocephala*), ο Θαλασσετός (*Heliaetus albicilla*) και άλλα είδη υπάρχουν μόνο σε ελληνικούς υγρότοπους ή και σε ελάχιστους ευρωπαϊκούς. Από εδώ γίνεται η μετανάστευσή τους για τις θερμές χώρες και στην επιστροφή είναι τα μέρη όπου θα ξεκουραστούν για να συνεχίσουν το ταξίδι τους για τις ψυχρές χώρες του βορρά. Πολλά από τα μεταναστευτικά είδη προστατεύονται άμεσα ή έμμεσα από Διεθνείς Συμβάσεις (π.χ. Ραμσάρ, Βέρνης, Ρίο) και Κοινοτικές Οδηγίες (π.χ. 79/409/ΕΟΚ για τα άγρια πουλιά). Επίσης, πολλοί υγρότοποι προστατεύονται από την εθνική νομοθεσία, τη Σύμβαση Ραμσάρ και περιλαμβάνονται στο ευρωπαϊκό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών **Natura 2000**.

1.6 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥΣ

Η δυναμική ανάπτυξη του ανθρώπου αύξησε δραματικά την πίεση στα φυσικά οικοσυστήματα, άρα και στους υγρότοπους. Η ανθρώπινη παρέμβαση, συχνά υπερβολική και αλόγιστη μετά το 18ο αιώνα, προκάλεσε έντονες αρνητικές επιπτώσεις σ' αυτούς, μειώνοντας τη βιοποικιλότητα και την παραγωγικότητά τους. Το φαινόμενο αυτό εντάθηκε στις αρχές του 20ου αιώνα, για ν' αποκτήσει δραματικές διαστάσεις μετά τη δεκαετία του '40: με στόχο τη γρήγορη και έντονη οικονομική ανάπτυξη, οι υγρότοποι αποξηράνθηκαν, μπαζώθηκαν, δηλητηριάστηκαν με χημικά ή κακοποιήθηκαν. Όλες αυτές οι ενέργειες είχαν αρνητικό οικονομικό και κοινωνικό αντίκτυπο (Psychoudakis et al, 2005). Χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα λιμνών, ελών, τελμάτων και δέλτα ποταμών είτε σβήστηκαν για πάντα από το χάρτη είτε υπέστησαν τόσο σοβαρές αλλοιώσεις, ώστε έχασαν μεγάλο μέρος της οικολογικής τους αξίας.

Παρά το ότι η κατάσταση έχει βελτιωθεί, κυρίως σε χώρες του ανεπτυγμένου κόσμου, η παγκόσμια μοίρα των υγροτόπων παραμένει δυσοίωνη. Αμέτρητοι υγρότοποι, από τη Νότια Αμερική μέχρι την Αλάσκα και από τη Νότια Αυστραλία μέχρι τον Αρκτικό Κύκλο, εξακολουθούν να απειλούνται από κάθε μορφής ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Παρόλο που τα οφέλη και η χρησιμότητα των υδροτόπων είναι ολοφάνερα **οι κίνδυνοι** που απειλούν αυτά τα οικοσυστήματα και κατ' επέκταση και την οικολογική ισορροπία μιας περιοχής είναι πάρα πολλοί και παραθέτουμε πολύ σύντομα τους σημαντικότερους:

- Ελλιπής νομοθεσία. (Οριοθέτηση, διαχειριστικά σχέδια κ.λ.π.)
- Αδικοιολόγητες αποξηράνσεις ή παρόμοιας μορφής επεμβάσεις, καθώς και η διατάραξη της υδρολογικής ισορροπίας, λόγω υπεράντλησης των νερών για άρδευση, ύδρευση κ.λ.π.
- Η παράνομη και αυθαίρετη δόμηση, χωρίς σχεδιασμό για επέκταση των οικισμών και ανεξέλεγκτη ανάπτυξη «τουριστικών» εγκαταστάσεων ή δραστηριοτήτων.
- Η υπερβόσκηση βοοειδών, αλόγων, αιγοπροβάτων, η υπεραλίευση καθώς και το παράνομο κυνήγι.
- Η ρύπανση από λύματα, από στερεά απόβλητα καθώς και από αγροχημικά ή από λιπάσματα (ευτροφισμός κ.α).
- Το μπάζωμα, οι ανεξέλεγκτες αμμοληψίες οι εκχερσώσεις υδροτοπικής βλάστησης, οι παράνομες υλοτομίες υδροχαρών δασών κ.λ.π.
- Η χωρίς συνολικό σχεδιασμό και συχνά χωρίς ολοκληρωμένη μελέτη προστασίας περιβάλλοντος, υλοποίηση μεγάλων ή μικρών έργων (φράγματα, γεωτρήσεις, διάνοιξη δρόμων, αλιευτικά ή λιμενικά έργα, σταβλικές εγκαταστάσεις κ.λ.π).

1.7 ΟΙ ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ –ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Οι του γλυκού νερού υγράτοποι γύρω από τη Μεσόγειο έχουν μειωθεί αρκετά σε αριθμό και ποιότητα.

Η σημαντικότερη και περιεκτικότερη συγκέντρωση στοιχείων που αφορούν στους ελληνικούς υγρατόπους έχει πραγματοποιηθεί από το πρόγραμμα του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων-Υγρατόπων (Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας) "Απογραφή των ελληνικών υγρατόπων ως φυσικών πόρων: Πρώτη προσέγγιση". Το 1991, το ΕΚΒΥ ξεκίνησε την απογραφή των ελληνικών υγρατόπων, που ολοκληρώθηκε το 1994. Τα αποτελέσματα του προγράμματος έχουν εκδοθεί στον ομότιτλο τόμο (Zalidis et al, 1996).

Το σύνολο της επιφάνειας της χώρας (131.990 τ.χλμ.) καλύπτεται με επιφανειακούς υδατικούς πόρους συνολικής επιφάνειας γύρω στα 2200 τ.χλμ., δηλαδή ποσοστό κάλυψης 1,6 %. Από αυτά οι φυσικές και οι τεχνητές λίμνες καλύπτουν έκταση περίπου 956 τ.χλμ. (47,2 %), οι λιμνοθάλασσες 288 τ.χλμ. (14,2%), οι ποταμοί έχουν μήκος 4.268 χλμ. και οι εκβολές ποταμών με τα δέλτα τους καλύπτουν έκταση περίπου 723 τ.χλμ. (35,7 %), που χρόνο με το χρόνο μειώνονται με έργα αποξήρανσης και διευθέτησής τους (Κουσουρής, 1999; ΕΚΒΥ, 1994).

Η Ελλάδα έχει χάσει τα δύο τρίτα των υγρατόπων της κατά τη διάρκεια των τελευταίων εβδομήντα πέντε ετών εντούτοις, αρκετοί υγράτοποι, χάρη στη συντήρηση παρέμειναν (Sýkora et al, 2005).

Για την ακρίβεια τον 20ο αιώνα και μέχρι το 1974 η χώρα μας έχασε το 61% των υγρατόπων της, άλλοτε από ανάγκη (καταπολέμηση ελονοσίας, παροχή καλλιεργήσιμης γης στους πρόσφυγες) κι άλλοτε αδικαιολόγητα (αποξήρανση ή ανορθολογική χρήση όπως άρδευση και ύδρευση).

Κατά τη διάρκεια των ετών το κύμα προσφύγων που ακολούθησε την καταστροφή της Μικράς Ασίας παραδείγματος χάριν, οδήγησε το ελληνικό κράτος στην εφαρμογή προγραμμάτων αποκατάστασης εδάφους μεγάλης κλίμακας στην πεδιάδα των Σερρών, από το 1928 ως το 1936.

Επίσης, η καταστροφή σημαντικού αριθμού δασών οδήγησε σε περαιτέρω μείωση των εσωτερικών υδάτων, και σε συνδυασμό με τη ρύπανση των νερών από τη χημική γεωργία και τα αστικά και βιομηχανικά λύματα, μπορούμε να

πούμε ότι οι βιότοποι των εσωτερικών υδάτων είναι από τους πλέον 'ταλαιπωρημένους' βιοτόπους της Ελλάδας.

Η Ελλάδα έχει σήμερα περισσότερους από 400 μικρούς και μεγάλους υ-γρότοπους συνολικού εμβαδού πάνω από 2 εκατομμύρια στρέμματα. Από τον Έβρο έως την Κρήτη υπάρχουν υδρολίβαδα, λιμνοθάλασσες, λίμνες, πηγές, έλη, τέλματα, αλμυρόβαλτοι, γλυκόβαλτοι, ποταμοί, αλυκές όπου όλα αυτά α-ποτελούν ένα ανεπανάληπτο και μοναδικό υγροτοπικό μωσαϊκό που η ομορ-φιά του αποτελεί πολύτιμο στοιχείο του περιβαλλοντικού πλούτου. Πριν από δύο γενεές η Ελλάδα είχε τριπλάσια έκταση υγροτόπων.

Ο αριθμός και το συνολικό εμβαδόν των υγροτόπων στην Ελλάδα, με βά-ση την προηγούμενη κατηγοριοποίηση, παρουσιάζεται στον πίνακα 1 σύμφω-να με την απογραφή που διενήργησε το Ε.Κ.Β.Υ. (Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων και Υγροτόπων) το 1994. Είναι βέβαιο ότι υπάρχουν τουλάχιστον άλλοι 15 υ-γρότοποι που δεν είχαν περιληφθεί σε εκείνη την απογραφή. Αρκετοί από τους υγρότοπους του πίνακα αποτελούν συμπλέγματα περισσότερων υγροτόπων, που, αν προσμετρούνταν ως ξεχωριστές εγγραφές, ο συνολικός αριθμός, μαζί με εκείνους που εντοπίστηκαν μεταγενέστερα, θα έφθανε τους 415 περίπου.

Πίνακας 1. Τύπος, αριθμός ανά τύπο και εμβαδόν των υγροτόπων της Ελλάδος (Ε.Κ.Β.Υ. 1994)

ΤΥΠΟΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ	% ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ (στρ.)	% ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΕΜΒΑΔΟΥ	ΜΗΚΟΣ (km)
δέλτα	12	3,2	680.300	33,58	-
έλη	75	19,8	58.326	2,88	-
λίμνες	56	14,8	597.673	29,50	-
λιμνοθάλασσες	60	15,9	287.665	14,20	-
πηγές	17	4,5	1331	0,06	-
εκβολές	42	11,1	42.646	2,10	-
τεχνητές λίμνες	25	6,6	358.235	17,68	-
ποταμοί	91	24,1	-	-	4.268
ΣΥΝΟΛΟ	378	100,0	2.026.176	100,0	4.268

Οι πιο πλούσιες σε υγρότοπους περιοχές της χώρας είναι οι βόρειες (48% του συνολικού εμβαδού) και οι δυτικές, γι' αυτό και πάνω από αυτές παρατηρούνται οι σπουδαιότεροι δρόμοι μετανάστευσης των πουλιών. Τα νησιά του Αιγαίου φιλοξενούν λίγους και μικρούς υγροτόπους, οι οποίοι όμως έχουν ιδιαίτερα αξιόλογη οικολογική σημασία.

Για την ακρίβεια και σύμφωνα με τον Κουσουρή (1999), η γεωγραφική κατανομή των κυριότερων επιφανειακών υδατικών πόρων στην Ελλάδα φαίνεται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Γεωγραφική κατανομή των κυριότερων επιφανειακών υδατικών πόρων στην Ελλάδα (αριθμός και έκταση ανά γεωγραφικό διαμέρισμα)

Γεωγραφικό διαμέρισμα	Λίμνες Φυσικές		Λίμνες Τεχνητές		Λιμνοθάλασσες		Ποταμοί		Έλη		Άλλοι Υγρότοποι	
	No	τ.χλμ.	No	τ.χλμ.	No	τ.χλμ.	No	τ.χλμ.	No	τ.χλμ.	No	τ.χλμ.
Μακεδονία & Θράκη	14	370	5	150	7	63	29	1737	9	10	17	323
Θεσσαλία	3	1	3	30	4	0,7	8	649	13	2	6	26
Ήπειρος	13	32	2	54	3	2	8	466	2	0,6	6	248
Στερεά & Δυτ. Ελλάδα	15	188	8	121	14	297	21	846	13	10	16	102
Πελοπόννησος	4	6	1	1,4	6	4	7	276	7	11	5	29
Νησιά Β.Αιγαίου	-	-	1	2	6	13	1	8	12	16	2	0,8
Νησιά Ν.Αιγαίου	3	0,4	2	0,2	7	2,5	6	65	11	4	-	-
Νησιά Ιονίου	3	0,1	-	-	10	21	2	20	2	0,5	4	0,2
Κρήτη	1	0,6	3	0,3	3	4	9	201	6	3	15	5

Σύμφωνα με τον Γεράκη (1996) τα βασικά αίτια υποβάθμισης των ελληνικών υγροτόπων (με αξιολογική σειρά) είναι:

- Στράγγιση
- Επιβάρυνση από γεωργικά φάρμακα και λιπάσματα
- Ρύπανση από οικιακά απορρίμματα και λύματα
- Υπεραλίευση
- Ρύπανση από απόβλητα βιομηχανιών
- Εγκατάσταση ή επέκταση οικισμών
- Ρύπανση από κτηνοτροφικά απόβλητα

Αυτήν την περίοδο, οι ελληνικοί υγρότοποι συνεχίζουν να απειλούνται από την αλλαγή των λειτουργιών τους που σημαίνει την υποβάθμιση των τιμών τους, παρά το γεγονός ότι ορισμένο θετικό βήμα στην κατεύθυνση της βιώσιμης διαχείρισής τους έχει αρχίσει ήδη μέσα στην τρέχουσα δεκαετία.

1.8 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ

Οι αρνητικές επεμβάσεις του ανθρώπου στα υγροτοπικά συστήματα, στα μεταπολεμικά κυρίως χρόνια, και η συνεχιζόμενη συρρίκνωση των πληθυσμών πολλών υδρόβιων πουλιών, οδήγησε στην πρώτη παγκόσμια προσπάθεια αναστροφής της κατάστασης.

Έτσι, στις 2-2-1971 υπογράφηκε στην πόλη Ραμσάρ του Ιράν μια διεθνής σύμβαση - η *Σύμβαση Ραμσάρ* - που έχει ως στόχο τη διατήρηση και προστασία των υγροτόπων και ιδιαίτερα αυτών που έχουν διεθνή σημασία ως περιοχές διαβίωσης υδρόβιων και παρυδάτιων πουλιών. Σύμφωνα με τη σύμβαση οι υγρότοποι χωρίζονται σε **διεθνούς** και **εθνικής** σημασίας.

Σαν διεθνούς σημασίας χαρακτηρίζεται ένας υγρότοπος: α) αν φιλοξενεί τουλάχιστον το 1% του μεταναστευτικού πληθυσμού της βιογεωγραφικής περιοχής, από ένα υδρόβιο είδος, φτάνει ο αριθμός των πουλιών να μην είναι μικρότερος από 100 άτομα β) αν σταματούν εκεί τουλάχιστον 10.000 πάπιες ή φαλαρίδες και γ) αν φιλοξενεί ένα σημαντικό αριθμό ζώων και φυτών που βρίσκονται σε κίνδυνο.

Σαν υγρότοπος εθνικής σημασίας χαρακτηρίζεται αυτός στον οποίο:

α) σταματούν εκεί τουλάχιστον 5.000 υδρόβια πουλιά και β) σταματούν εκεί τουλάχιστον το 1% του ολικού πληθυσμού της χώρας από ένα υδρόβιο είδος.

Η Ελλάδα, από τις πρώτες χώρες που κύρωσαν τη σύμβαση (Ν.Δ. 191/74), καταχώρησε 11 υγρότοπους της ως διεθνούς σημασίας, αναλαμβάνοντας την υποχρέωση να τους διαχειρίζεται και να τους προστατεύει με αποτελεσματικό τρόπο. Αυτοί είναι:

- Δέλτα Έβρου.
- Λίμνη Ισμαρίδα (Μητρικού) και Λιμνοθάλασσες Ροδόπης (Πτελέα - Έλος, Μέση, Αρωγή, Φανάρι).
- Λίμνη Βιστωνίδα και Λιμνοθάλασσες Πόρτο Λάγος, Λάφρη και Λαφρούδα.
- Δέλτα Νέστου και Λιμνοθάλασσες ΒΔ Κεραμωτής (Ερατεινό, Βάσοβα, Αγίασμα).
- Λίμνη Κερκίνη.
- Λίμνη Κορώνεια και λίμνη Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα.
- Δέλτα Λούρου και Αράχθου (Αμβρακικός).
- Λιμνοθάλασσες Μεσολογγίου και Αιτωλικού – Δέλτα Αχελώου, Ευήνου.
- Λιμνοθάλασσα Κοτύχι – Δάσος Στροφυλιάς και γύρω υγρότοποι.

Επίσης στη Ελλάδα υπάρχουν πάνω από 100 υγρότοποι εθνικής σημασίας, όπως:

Λίμνες Αιτωοακαρνανίας (Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Οζερός, Αμβρακία, Βουλκαριά), **Λίμνες Θεσπρωτίας (Καλοδίκι**, Λιμνοπούλα, Προντάνη κ.α), Δέλτα Καλαμά, Λιμνοθάλασσα Πύλου, εκβολή Ευρώτα, Λίμνη Στυμφαλία, υγρότοποι Τροιζηνίας, έλος Μαραθώνα, Λίμνη Δύστου, υγρότοποι Κρήτης, Λιμνοθάλασσα Ιστιαίας, Δέλτα Σπερχειού, Ταμιευτήρες Κάρλας, Δέλτα Πηνειού, Λιμνοθάλασσα Επανωμής – Αγγελοχωρίου, Λιμνοθάλασσα Λήμνου, Λιμνοθάλασσα Ιστιαίας, Λίμνες Δυτικής Μακεδονίας (Βεγορίτιδα, Πετρών, Χειμαδίτις, Ζαζάρη), Λιμνοθάλασσα Λήμνου (Χορταρόλιμνη, Αλυκή, κ.α), Λιμνοθάλασσα Κω (Ψαλίδι, Τιγκάκι), Λιμνοθάλασσα Λέσβου (Καλλονή Πολύχνιτος κ.α).

Άλλες διεθνείς συμβάσεις που αναφέρονται εμμέσως στην προστασία των υγροτόπων είναι η *Σύμβαση της Βέρνης* - για την προστασία της χλωρίδας, της πανίδας και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης (Ν. 1335/83), η Σύμβαση της Βόννης - για την προστασία των αποδημητικών ειδών (Ν. 2719/99), η Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα (Ν. 2204/94) κ.α.

Ιδιαίτερα σημαντικό για τους υγροτόπους είναι και το κοινοτικό δίκαιο. Πρόκειται κυρίως για δυο οδηγίες: την **79/409/ΕΟΚ** - περί διατήρησης της άγριας ορνιθοπανίδας - και την **92/43/ΕΟΚ** - περί διατήρησης των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας. Οι οδηγίες αυτές επιβάλλουν στα κράτη - μέλη υλοποίηση συγκεκριμένων μέτρων προστασίας όχι μόνον της χλωρίδας και πανίδας που αναφέρονται στους καταλόγους τους, αλλά και των βιοτόπων τους (υγρότοποι, δάση), αφού μόνον έτσι διασφαλίζεται η επιβίωσή τους, η οικολογική ισορροπία και η ύπαρξη ενός συνεκτικού δικτύου προστατευομένων βιοτόπων σε όλη την Ευρώπη, όπως αυτό που έχει καθιερωθεί με την ονομασία **NATURA2000** (Αναγνωστοπούλου, 2001).

Το εθνικό δίκαιο περιλαμβάνει πληθώρα νόμων, Π.Δ., Υπουργικών Αποφάσεων, όπως η δασική νομοθεσία (ΝΔ 86/69, Ν 998/97), ο Ν 1650/86 για το περιβάλλον, ο Ν 1739/87 για τους υδατικούς πόρους, το ΠΔ 67/81 για την προστασία των απειλούμενων ειδών χλωρίδας και πανίδας, ο αλιευτικός κώδικας κ.α.

Δυστυχώς όμως πολλές φορές το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο δεν είναι ικανό να προστατεύσει αποτελεσματικά τους υγρότοπους, τόσο επειδή δεν εφαρμόζεται αποτελεσματικά όσο και γιατί δεν καλύπτει πλήρως τις πραγματικές ανάγκες.

Το ΕΚΒΥ, σε συνεργασία με το ΥΠΕΧΩΔΕ, έχει αναλάβει τη σύνταξη Εθνικής Στρατηγικής για τους υγρότοπους, όπως προβλέπεται από τη Σύμβαση RAMSAR. Το έργο αυτό είναι υπό εξέλιξη.

Έχει δε καθιερωθεί παγκόσμια να γιορτάζεται η ημερομηνία υπογραφής της σύμβασης Ramsar, δηλ. η 2α Φεβρουαρίου κάθε έτους, ως ημέρα υγροτόπων. Η Παγκόσμια Ημέρα Υγροτόπων εορτάσθηκε για πρώτη φορά το 1997 και από τότε διοργανώνεται κάθε χρόνο. Θέμα του φετινού εορτασμού (2007) ήταν η Αλιεία, καθώς η επιβίωση, διατροφή και οικονομία περισσοτέρων από ένα δισεκατομμύριο ανθρώπων σε όλο τον κόσμο εξαρτάται από την αλιεία και τα προϊόντα της σε ποτάμια, λίμνες και λιμνοθάλασσες.

Στην περίπτωση της Ελλάδας, σύμφωνα με την WWF, μάλλον δεν θα πρέπει να μιλάμε για Παγκόσμια Ημέρα Υγροτόπων, αλλά για Παγκόσμια Ημέρα Μνήμης των Ελληνικών Υγροτόπων, επειδή οι δέκα από τους έντεκα ελληνικούς υγρότοπους που προστατεύονται βάσει της συνθήκης Ramsar, βρίσκονται σε οικτρή κατάσταση: το Δέλτα Έβρου, οι λίμνες Ισμαρίδα και Βιστωνίδα, το Πόρτο Λάγος και οι γύρω λιμνοθάλασσες, το Δέλτα και η λιμνοθάλασσα Νέστου, η τεχνητή λίμνη Κερκίνη, οι λίμνες Βόλβη και Κορώνεια, το Δέλτα των ποταμών Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα, ο Αμβρακικός κόλπος, η λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου και η λιμνοθάλασσα Κοτύχι.

Ο μόνος υγρότοπος «Ramsar» που επιμένει, σε πείσμα των καιρών, είναι η Πρέσπα, που κρατιέται ζωντανή κυρίως χάρη στις προσπάθειες της τοπικής κοινωνίας και των περιβαλλοντικών οργανώσεων.

1.9 ΕΡΕΥΝΑ

Οι κυριότεροι φορείς που πραγματοποιούν έρευνα, σχετική με τη βιοποικιλότητα των υγροτόπων, είναι τα ΑΕΙ (ιδίως το ΑΠΘ), το ΕΚΒΥ, το ΕΚΘΕ, το ΕΘΙΑΓΕ (ΙΝΑΛΕ) και το WWF-Ελλάς.

ΚΕΦ. 2 ΕΛΗ

Τα έλη (και τα συνώνυμά τους τέλματα και βάλτοι) έχουν συνδεθεί επί εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια με κάτι ανθυγιεινό, δυσάρεστο και επικίνδυνο (ελονοσία, ελώδης πυρετός, «βάλτωσε η προσπάθεια», «φτάσαμε σε τέλμα» κλπ.). Στην καλύτερη περίπτωση θεωρούνταν ως άχρηστοι τόποι για τους οποίους η σωστότερη διαχείριση ήταν η αποξήρανση. Πράγματι τα έλη, πριν από την ευρεία εφαρμογή του εντομοκτόνου DDT στα τέλη της δεκαετίας του 1940, ευθύνονται για τη μάστιγα της ελονοσίας. Η εχθρική αυτή στάση έναντι των ελών στην Ελλάδα συνεχίστηκε αμείωτη έως τα τέλη της δεκαετίας του 1970. Για παράδειγμα, το 1978 οι αρμόδιες αρχές είχαν δημοσιοποιήσει με υπερηφάνεια την απόφασή τους να αποξηράνουν όλα τα παράκτια έλη της Χαλκιδικής προς όφελος του τουρισμού.

Σήμερα εφαρμόζονται μέθοδοι ανοικτής διαχείριση ύδατος έλους για τον έλεγχο των κουνουπιών, μέσω φυσικής αλλαγής του βιότοπου. Οι λίμνες και οι τάφροι ανασκάπτονται επιλεκτικά προκειμένου να δημιουργηθεί ακατάλληλο περιβάλλον για τα αυγά και τις προνύμφες κουνουπιών (Meredith et al , 1985).

Επίσης η ποιότητα των νερών που παρουσιάζουν τα έλη είναι συνήθως, απαγορευτική για ιχθυοκαλλιέργειες, λόγω των οριακών φυσικοχημικών και βιολογικών χαρακτηριστικών. Έργα εξυγίανσης είναι απαραίτητα, ώστε να αποκαθίσταται και να ελέγχεται η ποιότητα του νερού, πριν από τη χρήση (Πάσχος, 2004).

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα εσωτερικά ύδατα διακρίνονται σε ρέοντα (χείμαροι, ρυάκια, ποτάμια) και σε λιμναία (λίμνες, έλη, βάλτοι) (Κλαδάς, 1996).

Σημαντικό τύπο υγροτόπων, λοιπόν, αποτελούν τα έλη.

Το ουσιώδες χαρακτηριστικό των ελών είναι η μεταβλητότητά τους μέσα στο χρόνο. Παρουσιάζουν επιπλέον ένα μωσαϊκό μικροπεριβαλλόντων που έχουν εξελιχθεί μαζί σαν μια βιολογική ενότητα (Σίνης, 2005).

Έλος είναι εδαφική έκταση, στην οποία μόνιμα λιμνάζουν αβαθή νερά. Έλη σχηματίζονται συνήθως εκεί, όπου συρρέουν όμβρια, πηγαία ή επιφανειακά νερά και εμποδίζεται η απορροή τους από γεωμορφολογικούς κυρίως παράγοντες. Για να σχηματιστεί ένα έλος, πρέπει να ισχύει η γενική σχέση: $E + B = EA + K + ED$, όπου E: η ποσότητα επιφανειακού νερού που κατ' έτος εισρέει στο έλος, B: η ποσότητα των ετήσιων μετεωρικών κατακρημνισμάτων, EA: η ποσότητα που κατ' έτος απορρέει επιφανειακά από το έλος, K: η ποσότητα νερού που κατ' έτος κατεισδύει, ED: η ποσότητα που εξατμίζεται και διαπνέεται στην ατμόσφαιρα μέσα σε ένα έτος. Η διαφορά μεταξύ των μελών της παραπάνω σχέσης δίνει την ποσότητα νερού που συγκρατείται στο έλος κάθε χρόνο.

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΛΩΝ

Διάκριση των ελών, σύμφωνα με τον Σίνη (2005) μπορεί να γίνει :

α) ανάλογα με το βάθος του νερού και την επίδραση των εξωτερικών παραγόντων σε:

1. **Τέλματα ή μικρές συλλογές νερού**, με βάθος μικρότερο από 20 cm, των οποίων η θερμοκρασία εξαρτάται από την άμεση επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, από την επιφάνεια ως το βυθό, και μπορεί να φτάσει εύκολα τους 25 ° C, το καλοκαίρι.
2. **Τέλματα με βάθος νερού 60-80 cm**, των οποίων όλα τα στρώματα είναι ακόμη κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά που παρουσιάζουν καθημερινά μια θερμική στρωμάτωση εναλλασσόμενη με μια νυχτερινή περίοδο ομοιοθερμίας. Η θερμοκρασία στο βυθό κυμαίνεται από 5-15 ° C σε εύκρατο κλίμα και από 30-40 ° C σε πιο ζεστό κλίμα.
3. **Μικρά έλη** που φτάνουν βάθος 1 m και τα οποία δε δέχονται τόσο άμεσα την ηλιακή θερμότητα στο βυθό τους. Ο μικρός όγκος του νερού έχει σαν αποτέλεσμα μια πιο άμεση επίδραση των εξωτερικών παραγόντων.
4. **Μεγάλα έλη** που έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια από τα μικρά, αλλά η επίδραση των εξωτερικών παραγόντων είναι παρόμοια και ο μεταβολισμός τους ανάλογος.

β) ανάλογα με την προέλευση του νερού και τη μορφολογία του εδάφους σε:

1. **Έλη που τροφοδοτούνται από πηγές.** Περιορίζονται σε περιοχές με επαρκή βροχόπτωση και διαπερατότητα εδάφους.
2. **Έλη που τροφοδοτούνται από βροχές και τρεχούμενα νερά** που προέρχονται από γειτονικά εδάφη. Απαντούν σε περιοχές με έντονη βροχόπτωση και εκεί όπου το έδαφος είναι λίγο πολύ στεγανό.
3. **Έλη που τροφοδοτούνται από πραγματικά τρεχούμενα νερά** και οφείλουν την προέλευσή τους είτε στην απόφραξη ενός χειμάρρου ή ενός μικρού ποταμού είτε στην εκτροπή ενός ρεύματος ποταμού. Αυτά είναι και τα πιο πολυάριθμα.

Άλλη διάκριση χωρίζει τα έλη σε:

- α) **παράκτια** και
- β) **εσωτερικά** έλη.

Τα παράκτια χωρίζονται σε:

- i) **υφάλμυρα** και
- ii) **αλμυρά (αλοέλη).** Η αλατότητα του νερού των αλοελών μπορεί το θέρος να υπερβαίνει εκείνη του νερού της θάλασσας.

Τα αλμυρά και υφάλμυρα έλη βρίσκονται ως επί το πλείστον δίπλα σε λιμνοθάλασσες και φιλοξενούν είδη φυτών προσαρμοσμένων σε συνθήκες υψηλής αλατότητας (αλόφυτα), όπως αυτά του γένους *Salicornia*. Η αλοφυτική βλάστηση παρουσιάζει εντυπωσιακή ζώνωση σε πολλά έλη όπως στο παράκτιο έλος του Αγίου Μάμα Χαλκιδικής.

Πολλά έλη γλυκού νερού σχηματίζονται στη συμβολή δύο ρεουσών υδατοσυλλογών και δίπλα από εσωτερικές λίμνες γλυκού νερού.

2.3 ΕΛΗ ΚΑΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Στα έλη αναπτύσσεται πλούσια βλάστηση, που διακρίνεται σε ελόβια και υδρόβια. Τα **ελόβια** φυτά αναπτύσσονται στα μέρη του έλους, στα οποία η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα είναι κοντά στην εδαφική επιφάνεια (λίγο πιο πάνω ή λίγο πιο κάτω από αυτήν), ενώ σε πιο βαθιά νερά ευδοκιμούν τα **υδρόβια** φυτά. Από τα ελόβια κι εν μέρει τα υδρόβια φυτά και τα υπολείμματά τους προέρχονται τα φυτικά συστατικά, που συνιστούν την τύρφη.

Πιο συγκεκριμένα τα νεκρά μέρη των φυτών (υπολείμματα) αποτελούν την αρχική (νωπή) οργανική ουσία. Κάτω από τη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους, η νωπή οργανική ουσία μπορεί να υποστεί: ανοργανοποίηση ή χουμοποίηση δηλαδή ένα μέρος της νωπής οργανικής ουσίας που έχει υποστεί μερική διάσπαση, σταθεροποιείται και δίνει το **χούμο**. Σε νερά που δεν παρατηρείται έντονη διακύμανση της στάθμης τους, αναπτύσσεται μια χαρακτηριστική βλάστηση. Η ανοργανοποίηση του χούμου είναι ανύπαρκτη και κάτω από τα φυτά θα δημιουργηθεί σταδιακά ένας πολύ μεγάλος ορίζοντας χούμου, μαύρου χρώματος που έχει υποστεί ελάχιστη βιοδιάσπαση. Πρόκειται για την **τύρφη** (Παπαδόπουλος, 1998).

Η **τύρφη** είναι ένα χαλαρό, οργανογενές (οργανικής προέλευσης) και οργανικό (οργανικής σύστασης) καύσιμο ίζημα, που σχηματίζεται με συσσώρευση περισσότερο ή λιγότερο αποσυντεθειμένων και χουμωμένων φυτικών συστατικών στα έλη και σε συνθήκες έλλειψης ατμοσφαιρικού αέρα. Ο σχηματισμός και η απόθεση τύρφης αναφέρονται ως **τυρφογένεση**. Σε φυσική κατάσταση η περιεκτικότητα της τύρφης σε νερό είναι >75% κ.β. και σε ανόργανα συστατικά <50% κ.β. (στην ξηρή μάζα). Η τύρφη αποτελεί το αρχικό ίζημα, από το οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι γαιάνθρακες.

Η τύρφη η οποία σχηματίζεται κάτω από πολύ υγρές συνθήκες αναπτύσσεται πολύ πιο γρήγορα και αποσυντίθεται δυσκολότερα απ' ότι αυτή σε ξηρές συνθήκες. Αυτό το γεγονός επιτρέπει στους κλιματολόγους να χρησιμοποιούν την τύρφη ως δείκτη των κλιματικών αλλαγών. Η σύσταση της τύρφης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για αναδόμηση αρχαίων περιβαλλόντων, μέσω της εξέτασης των ειδών και των ποσοτήτων των οργανικών της συστατικών.

Κατόπιν αποξηράνσεως, η τύρφη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, και σε κάποιες χώρες χρησιμοποιείται από παλιά για τη θέρμανση των σπιτιών.

Επίσης είναι πολύ σημαντική στη γεωργία αφού χρησιμοποιείται με σκοπό να αυξήσει την ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους καθώς και για τον εμπλουτισμό του σε θρεπτικά συστατικά (Μπαμπίλη, 2006).

2.4 ΤΥΡΦΩΝΕΣ

Έλος, στο οποίο έχει αποτεθεί τύρφη ή ακολουθία στρωμάτων τύρφης με ενδεχόμενη συμμετοχή και άλλων οργανικών ιζημάτων, συνολικού πάχους τουλάχιστον 30 cm, καλείται **τυρφώνας**.

Ανάλογα με τη μορφολογία και γενικά τον τρόπο σχηματισμού τους - τα έλη και κατ' επέκταση και - οι τυρφώνες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- **χαμηλοί ή κατω-τυρφώνες**, που σχηματίζονται σε τοπογραφικά χαμηλές περιοχές, όπου συγκεντρώνονται και λιμνάζουν νερά. Επειδή η γένεσή τους εξαρτάται από την τοπογραφία, λέγονται και τοπογενείς. Η τροφοδοσία τους γίνεται με επιφανειακά και υπόγεια νερά, πλούσια σε ανόργανα, θρεπτικά για τα φυτά συστατικά, γι' αυτό χαρακτηρίζονται **ευτροφικοί**.
- **υψηλοί ή ανω-τυρφώνες**, των οποίων η επιφάνεια βρίσκεται υψηλότερα από τη μέση εδαφική στάθμη της γύρω περιοχής. Η τροφοδοσία τους γίνεται αποκλειστικά με μετεωρικά κατακρημνίσματα, γι' αυτό και καλούνται ομβρογενείς ή ομβροτροφικοί. Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των μετεωρικών κατακρημνισμάτων σε θρεπτικά συστατικά, χαρακτηρίζονται **ολιγοτροφικοί** και διαθέτουν βλάστηση πενιχρή από πλευράς ειδών. Στις εύκρατες περιοχές η βλάστηση αποτελείται κυρίως από βρυόφυτα με κύριους εκπροσώπους τα σφάγνα.
- **ενδιάμεσοι ή μεταβατικοί** τυρφώνες αναπτύσσονται συνήθως στις όχθες **δυστροφικών** λιμνών ή στο τελευταίο στάδιο της εξέλιξης ενός τοπογενούς τυρφώνα, που λόγω ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών μετατρέπεται σταδιακά σε ομβρογενή. Οι οικολογικές συνθήκες, η βλάστηση, οι αποθέσεις κλπ. διαθέτουν χαρακτηριστικά και των δύο άλλων τύπων. Η έκταση, το πάχος και η σημασία τους είναι πολύ περιορισμένες.

2.5 ΕΛΗ ΚΑΙ ΤΥΡΦΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με στοιχεία που προέρχονται από το τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πάτρας, τα περισσότερα έλη και κοιτάσματα τύρφης του Ελληνικού χώρου ανήκουν στην κατηγορία των κατω-τυρφώνων. Οι κλιματικές συνθήκες δεν επέτρεψαν τη γένεση άνω-τυρφώνων. Σε ορεινές περιοχές της Βόρειας Ελλάδας έχουν εντοπιστεί ενδιάμεσα έλη και τυρφώνες (περιοχές Ελατιάς, Λαϊλιά, Βόρα) περιορισμένης έκτασης και πάχους.

Σε πολλούς τυρφώνες διακόπηκε η τυρφογένεση με την αποξήρανσή τους πριν από τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, αλλά και στις πρώτες δεκαετίες που ακολούθησαν, όπως στους Φιλίππους, την Κορώνη, την Αγουλινίτσα, στις εκβολές των ποταμών Αξιού, Αλιάκμονα και Αχελώου. Σε άλλους πάλι η τυρφογένεση συνεχίζεται μέχρι σήμερα, όπως π.χ. στις όχθες των λιμνών Χειμαδίτιδας, Μικρής Πρέσπας, Παμβώτιδας, στα έλη Νησιού, **Καλοδικίου**, Κεριού.

Τα έλη που μας απέμειναν προστατεύονται από εθνικές, ευρωπαϊκές και διεθνείς κανονιστικές πράξεις ως πολύτιμα υδροτοπικά οικοσυστήματα με μεγάλη ποικιλότητα ειδών. Οι αντιλήψεις της ελληνικής κοινωνίας αλλάζουν. Για παράδειγμα, οι κάτοικοι της Νέας Φώκαιας Χαλκιδικής κατάφεραν το 1999 να αποτρέψουν την αποξήρανση του ομώνυμου παράκτιου έλους ύστερα από επίμονους αγώνες.

Τα σημαντικότερα γνωστά κοιτάσματα τύρφης είναι αυτά των Φιλίππων (Αν. Μακεδονία), του Νησιού (Ν. Πέλλας), **του Καλοδικίου (Ν. Θεσπρωτίας)** και της Κορώνης (Ν. Πρέβεζας). Αυτά και άλλα δεκατέσσερα έλη, τα πιο σημαντικά απεικονίζονται στον ακόλουθο χάρτη (Εικόνα 1):



Εικόνα 1 (Πηγή: www.auth.gr) : Σχηματικός χάρτης της Ελλάδας με τα σημαντικότερα έλη (κύκλοι), υπάρχοντες τυρφώνες (τετράγωνα) και κατεστραμμένους τυρφώνες (τρίγωνα):

1: Ελατιά, 2: Λαϊλίας, 3: Φίλιπποι, 4: Νησί, 5: Καλή Πεδιάδα, 6: Βόρας,
 7: Μικρή Πρέσπα, 8: Χειμαδίτιδα, 9: Ιωάννινα, **10: Καλοδίκι**, 11: Κορώνη, 12:
 Βουλκαριά, 13: Κατούνα, 14: Κερί, 15: Αγουλινίτσα, 16: Χωτούσα, 17: Άγιος Φλώ-
 ρος, 18: Κωπαΐδα

ΚΕΦ.3 ΕΛΟΣ ΚΑΛΟΔΙΚΙΟΥ

(ή λίμνη με τα νούφαρα: ένα υγρό νησί σε μια θάλασσα από βουνά)

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1.1 Γεωμορφολογικά στοιχεία

Στην εθνική οδό Ηγουμενίτσας - Πρέβεζας, 28 χλμ από την Ηγουμενίτσα και 10 χλμ. από την Πάργα , συναντά κανείς μια μικρή, σχεδόν επίπεδη λεκάνη, τον **υγρότοπο Καλοδικίου** (Εικόνα 2). Περιβάλλεται και οριοθετείται από χαμηλούς ορεινούς όγκους (ΝΔ: Όρη της Πάργας) και λοφώδεις σχηματισμούς (ΒΑ: Λόφοι Μαργαριτίου).

Το έλος Καλοδικίου είναι ένας **εσωτερικός, γλυκού νερού** υγρότοπος, που ανήκει στη δυτική αλυσίδα των ελληνικών υγρότοπων, (Sukora et al, 2005).



Εικόνα 2 : Έλος Καλοδικίου

Η ευρύτερη περιοχή ανήκει στην Ιόνια ζώνη η οποία εκτείνεται από την Αλβανία, καταλαμβάνει όλη τη δυτική Ελλάδα και καταλήγει στη Β.Δ. Πελοπόννησο.

Το έλος έχει μήκος 3,5 χλμ., μέγιστο πλάτος 1,3 χλμ. και έκταση 4.000 στρεμμάτων περίπου (Αράπης κ.α., 1998), που μαζί με την περιβάλλουσα βλάστηση φθάνει τα 8.500 στρέμματα.

Ανήκει στο Δήμο Μαργαριτίου, στο νότιο τμήμα του Ν. Θεσπρωτίας. Το ανάγλυφο της λεκάνης είναι περιμετρικά έντονο και τραχύ και διακόπτεται από επίπεδες περιοχές με κοκκινοπηλούς, που προέρχονται από την αποσάθρωση των γύρω ασβεστολίθων (Αράπης κ.α., 1998).

Η λεκάνη Μαργαριτίου διαχωρίζεται σε τρία τμήματα :

1. Το ανατολικό που υψώνονται τα όρη Μαργαριτίου.
2. Το δυτικό που καταλαμβάνεται από τα όρη της Πάργας
3. Το κεντρικό πεδινό που καταλαμβάνει η πεδιάδα Μαργαριτίου και το έλος Καλοδικίου. Το έλος βρίσκεται μεταξύ των υψομέτρων +106 και +108 μέτρων. Η στάθμη του κυμαίνεται κάθε χρόνο ανάλογα με τις βροχοπτώσεις

Η ομώνυμη έδρα του Δήμου αποτελεί μια κλειστή λεκάνη με χειμαρικά νερά από τους γύρω ορεινούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, να καταλήγουν επιφανειακά και υποεπιφανειακά, στα χαμηλότερα σημεία και να δημιουργούν αυτόν τον ιδιαίτερο καρστικό σχηματισμό.

Ενώ περικλείεται από ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, στο βορειοδυτικό του άκρο υπάρχει ένα πολύ στενό άνοιγμα προς το ευρύτερο πεδινό τμήμα του Μαργαριτίου. Στο άκρο αυτό κατασκευάσθηκε από την δεκαετία του 1930 χαμηλός λίθινος υδατοφράχτης, ύψους περίπου 2 μέτρων (με στέψη +109,3 μέτρα), για τη συγκράτηση και αποθήκευση υδάτων προς άρδευση.

Η κατασκευή φραγμάτων κατά τις δεκαετίες του '30 και του '50 για την άρδευση της παρακείμενης πεδιάδας οδήγησαν στο σχηματισμό του έλους. Πρόκειται δηλαδή για αποτέλεσμα ανθρώπινης παρέμβασης.

Το φράγμα παρουσιάζει σημαντικές πλευρικές και υπόγειες διαφυγές, με αποτέλεσμα την εκφόρτιση του νερού από το έλος προς την πεδινή περιοχή της λεκάνης του Μαργαριτίου .

Οι εισροές στο έλος είναι κυρίως επιφανειακές με ετήσιες τιμές:

- 5,6 εκατ. m³ σε υγρές υδρολογικές συνθήκες
- 4,0 εκατ. m³ σε μέσες υδρολογικές συνθήκες
- 2,3 εκατ. m³ σε ξηρές υδρολογικές συνθήκες

Οι εκροές από το έλος οφείλονται:

- Στις εκροές προς τον υπόγειο υδροφορέα, βόρεια του έλους, όταν η στάθμη νερού υπερβεί τα 107,7 μέτρα
- Στις διαρροές από το τεχνητό λίθινο φράγμα
- Στην εξάτμιση (Αράπης κ.α., 1998).

3.1.2 Υδρογεωλογικά στοιχεία

Το έλος αποτελεί μοναδικό πετρογραφικό σχηματισμό, που χαρακτηρίζεται σαν ένας πρόσφατος αλλουβιακός σχηματισμός με πετρώματα, ιζηματογενούς προέλευσης.

Επικρατούν ασβεστόλιθοι καρστικοποιημένοι, γύψοι, δολομίτες και μερικές εμφανίσεις οριζόντων φλύσχη (αδιαπέρατα πετρώματα), που κατευθύνουν την κίνηση των υπόγειων νερών.

Πρόκειται για τον μοναδικό τυρφώδη σχηματισμό της Δυτικής Ελλάδας. Η τυρφογένεση ξεκίνησε πριν από 30.000 χρόνια περίπου. Το μέσο πάχος της τύρφης είναι 3,5 m (μέγιστο 10,6 m στο νότιο τμήμα του έλους).

Τα αποθέματα ανέρχονται σε 5,5 Mm³. Η υγρασία της τύρφης κυμαίνεται μεταξύ 75 και 88% και η τέφρα επί ξηρού μεταξύ 13 και 58%. Σκέψεις για εκμετάλλευση της τύρφης δεν υπάρχουν. Η τύρφη είναι μέτρια χουμωμένη και εμφανίζεται σχετικά ομοιογενής. Δομείται κύρια από ριζίδια κι έχει χρώμα ανοιχτό μέχρι σκούρο καστανό. Αυτά τα κοιτάσματα τύρφης έχουν πολύ καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά για τα ελληνικά δεδομένα (Κολοβός κ.α., 1992).

3.1.3 Κλιματολογικά στοιχεία

Για τη λεπτομερή περιγραφή του κλίματος χρησιμοποιούνται τα κλιματολογικά δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Κέρκυρας (50 χλμ. σε ευθεία απόσταση και σε ίδιες περίπου συνθήκες) και του βροχομετρικού σταθμού Παραμυθιάς.

Το χαμηλό υψόμετρο της περιοχής και η μικρή απόσταση από τη θάλασσα (8 χλμ. περίπου), συνθέτουν κλίμα μεσογειακό με σχετικά θερμό χει-

μώνα. Η θερμοκρασία κυμαίνεται από 14° C τον Ιανουάριο έως 31 ° C τον Αύγουστο.

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 70,7 % , πράγμα που δηλώνει ότι το κλίμα είναι υγρό.

Το μεγαλύτερο μέρος των βροχοπτώσεων εμφανίζεται κατά τον μήνα Οκτώβριο και μέχρι τον Μάρτιο, με μέσο ετήσιο ύψος βροχής τα 1100 χιλιοστά περίπου.

Στην περιοχή πνέουν κυρίως νοτιοανατολικοί, μέτριοι άνεμοι , με μέση ένταση 2-3 Beaufort, που σπάνια φτάνουν τα 6 Beaufort.

3.2 ΑΞΙΑ ΕΛΟΥΣ

Η γύρω από το έλος περιοχή αξιοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για βοσκή αιγοπροβάτων. Μικρές εκτάσεις περιφερειακά του έλους καθώς και μία ευρύτερη στο βορειοανατολικό του τμήμα καλλιεργήθηκαν στο παρελθόν γεωργικά. Σήμερα ελάχιστες εκτάσεις καλλιεργούνται γεωργικά ενώ οι υπόλοιπες μετατράπηκαν σε λιβάδι και αξιοποιούνται για βοσκή ζώων.



Εικόνα 3 : Η λίμνη με τα νούφαρα (Πηγή: <http://www.exploreThesprotia.gr>)

Το Έλος Καλοδικίου (Εικόνα 3) αποτελεί, μέσα στο άγριο τοπίο, σταθμό για τα μεταναστευτικά πουλιά. Τριγυρισμένο από βουνά και με μεγάλους καλαμώνες, φιλοξενεί πολλά υδρόβια πουλιά (ερωδιοί-*Egretta garzetta*, ποταμί-δες-οικογένειας *Muscicapidae* και πάπιες) που βρίσκουν καταφύγιο στα καλάμια. Ανάμεσα στα καλάμια και στ' άλλα υδρόβια φυτά ζουν θαυμαστά παρυδάτια πουλιά.

Αρπακτικά πουλιά, όπως χρυσαετοί (*Aquila chrysaetos*), γερακίνες (*Buteo buteo*), έρχονται από τα γύρω βουνά για να κυνηγήσουν. Στη χλωρίδα του κυριαρχεί το αγριοκάλαμο (*Phragmites australis*), η κύπερη (*Cyperus esculentus*) και η ιτιά (*Salix alba*), ενώ μεγάλη έκταση καταλαμβάνουν τα άσπρα και κίτρινα νούφαρα (National Geographic, 2001). Τέλη Μάη που ανθίζουν, το έλος χαρίζει θέαμα μοναδικό (Εικόνα 4).

Δεκαοχτώ τύποι βλάστησης έχουν καταγραφεί στο έλος (Sukora et al, 2005).



Εικόνα 4: Νούφαρα στο έλος (Πηγή: <http://www.exploreThesprotia.gr>)

3.3 ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΕΛΟΥΣ

Ο υγρότοπος αποτελεί αποδέκτη ρύπων από τις γεωργικές καλλιέργειες (κτηνοτροφικά φυτά: βρώμη, καλαμπόκι, κηπευτικές και δενδρώδεις καλλιέργειες). Το ρυπαντικό φορτίο οφείλεται στη χρήση βιομηχανικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Επίσης ρύποι προέρχονται και από την κτηνοτροφία που ασκείται στην περιοχή. Υγρά απόβλητα και στερεά απορρίμματα από τους οικισμούς της περιοχής, συμπληρώνουν τις επιβλαβείς εισροές στο έλος.

Βιομηχανική ή βιοτεχνική δραστηριότητα είναι σχεδόν ανύπαρκτη στην περιοχή. Ελάχιστοι είναι οι ρύποι από την καύση των θερμάνσεων των οικισμών της περιοχής. Η ρύπανση από την κυκλοφορία οχημάτων στην εθνική οδό Ηγουμενίτσας- Πρέβεζας και στις επαρχιακές οδούς προς την Πάργα, είναι η μοναδική περίπτωση ατμοσφαιρικής και ηχητικής ρύπανσης, αλλά και αυτή όχι σε αξιοσημείωτα επίπεδα.

Έτσι η υφιστάμενη κατάσταση, βάση φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, δε δείχνει το έλος να υπόκειται σε σοβαρές επιδράσεις από εξωγενή ρύπανση. Χρειάζεται όμως προσοχή κι επαγρύπνηση, αφού η περιοχή λόγω της φύσης της (κλειστή λεκάνη), είναι πολύ ευάλωτη.

3.4 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΛΟΥΣ

Με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και του φυσικού πλούτου της χώρας, εντάσσονται στο ευρωπαϊκό συγχρηματοδοτούμενο πρόγραμμα **Natura 2000**, τριακόσιες είκοσι περιοχές της χώρας. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα, μέσα από την υλοποίηση εξειδικευμένων δράσεων και παρεμβάσεων έχει σαν σκοπό τη διατήρηση της πανίδας και της χλωρίδας των επιλεγμένων περιοχών και την αρμονική συμβίωση του ανθρώπου με το περιβάλλον στις περιοχές αυτές. Στον κατάλογο αυτό συμπεριλαμβάνονται οι ακόλουθες περιοχές της Θεσπρωτίας:

α) Οικότοποι «Natura» (δηλαδή ζώνες προστασίας χλωρίδας και άγριας πανίδας, καθώς και ζώνες ειδικής προστασίας πτηνών): Εκβολές (δέλτα) και στενά ποταμού Καλαμά, **έλος Καλοδικίου**, στενά

ποταμού Αχέροντα.

β) Οικότοποι για την προστασία της ορνιθοπανίδας: έλη Καλοδικίου, Μαργαριτίου και Καρτερίου, λίμνη Προντάνι, όρη Παραμυθιάς, Τσαμαντά και Φιλιατών, όρος Φαρμακοβούνι, όρος Μεγάλη Ράχη, στενά ποταμών Καλαμά και Αχέροντα.

γ) Ζώνες για την ειδική προστασία της ορνιθοπανίδας: έλος Καλοδικίου, υγρότοπος εκβολών ποταμού Καλαμά, νησάκι Πρασούδι.

3.5 ΤΟΠΙΚΕΣ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ



Από τις αρχές του 2004 λειτουργεί, με πρωτοβουλία της Αναπτυξιακής Εταιρείας Θεσπρωτίας στη Σαγιάδα Θεσπρωτίας, το **Κέντρο Πληροφόρησης Καλαμά** στα πλαίσια του προγράμματος του ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε.: "Οργάνωση και λειτουργία του Κέντρου Πληροφόρησης Σαγιάδας, Υποστήριξη της Βιώσιμης Ανάπτυξης στην περιοχή του Καλαμά και διαχειριστικές παρεμβάσεις για την προστασία και ανάδειξη του έλους Καλοδικίου".

Φορέας υλοποίησης ήταν η Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Θεσπρωτίας με επιβλέπων τη Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών και η υλοποίηση αυτή αποτέλεσε μέρος του έργου «Διατήρηση και Ανάπτυξη Υγροτόπων: Στενά και Δέλτα Καλαμά – Έλος Καλοδικίου», στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Περιβάλλοντος (Ε.Π.ΠΕΡ.)

Διαθέτει αίθουσα έκθεσης-μουσείου φυσικής ιστορίας της περιοχής, αίθουσα παρουσιάσεων-προβολών και περιβαλλοντικής αγωγής, γραφείο-βιβλιοθήκη με πλούσιο βιβλιογραφικό υλικό σε θέματα περιβάλλοντος και φωτογραφικό και οπτικοακουστικό υλικό.

Το Κέντρο Πληροφόρησης αποτελεί τον πυρήνα μιας προσπάθειας περιβαλλοντικής ενημέρωσης, πληροφόρησης και ευαισθητοποίησης των επισκεπτών και επιπλέον της προστασίας του ευαίσθητου οικοσυστήματος του έλους Καλοδικίου.

ΚΕΦ. 4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

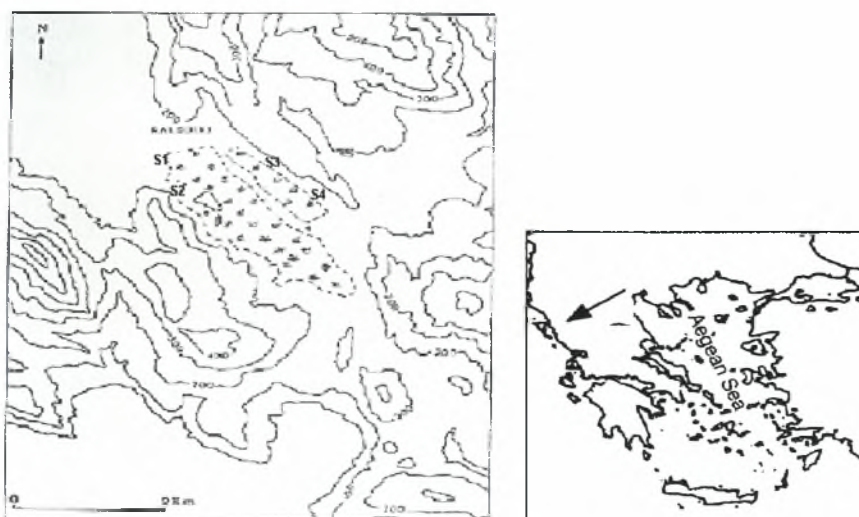
4.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ)

Το Έλος Καλοδικίου είναι ένα ρηχό οικοσύστημα με βάθος να κυμαίνεται μεταξύ 0,5 και 3 μέτρων. Μεταβολές στο επίπεδο του νερού παρατηρούνται από το χειμώνα στο καλοκαίρι κυρίως λόγω κλιματικών συνθηκών και ανθρωπίνων παρεμβάσεων (Kagalou et al, 2006).

Λόγω του περιορισμένου βάθους το έλος χαρακτηρίζεται από μικρή αδράνεια και κατά συνέπεια οι διακυμάνσεις των μετεωρολογικών συνθηκών έχουν άμεση επίδραση στα υδροβιολογικά του χαρακτηριστικά (Ζαφείρη κ.α, 1997).

Ορίστηκαν τέσσερις σταθμοί δειγματοληψίας περιμετρικά του έλους και σε περιοχές προσβάσιμες. Έγινε προσπάθεια αναζήτησης βάρκας από τους κάτοικους της περιοχής, για την πραγματοποίηση δειγματοληψιών σε πέμπτο σταθμό κάπου στο κέντρο του έλους, χωρίς δυστυχώς θετικό αποτέλεσμα.

Οι σταθμοί S₁ και S₄ βρίσκονται στο βορειοδυτικό τμήμα του υγρότοπου, ενώ οι σταθμοί S₃ και S₄ ανατολικά (Εικόνα 5). Ο πρώτος σταθμός (S₁) είναι στο χωριό Πυργί (Εικ.6α), ο δεύτερος (S₂) στο φράγμα του έλους (Εικ.6β), ο τρίτος (S₃) στο χωριό Καλοδίκι (Εικ.6γ) και ο τέταρτος (S₄) στη διασταύρωση της Πάργας (Εικ.6δ).



Εικόνα 5 (Πηγή: kagalou et al, 2006) :Χάρτης του υγρότοπου Καλοδικίου με τους σταθμούς δειγματοληψίας

Στους σταθμούς S_1 και S_3 πολλές φορές συναντήσαμε βοοειδή και πρόβατα . Μάλιστα κοντά στο σταθμό S_3 υπάρχει στάβλος προβάτων και λίγο πιο πέρα κατοικίες.

Η πρόσβαση σε κάθε σταθμό έγινε μέχρι κάποιο σημείο με αυτοκίνητο (Ι.Χ. ή φορτηγάκι) και στη συνέχεια με τα πόδια. Μεγαλύτερη δυσκολία πρόσβασης παρουσίασε ο σταθμός στο φράγμα (S_2), αφού δέντρα και θάμνοι σχημάτιζαν ένα θολωτό κάλυμμα στο μονοπάτι που οδηγούσε στο σημείο λήψης των δειγμάτων μας.



Εικ. 6α: Σταθμός 1- Πυργί



Εικ.6β: Σταθμός 2- Φράγμα



Εικ.:6γ Σταθμός 3- Καλοδίκι



**Εικ.:6δ Σταθμός 4- Παρατηρητήριο
(Διαστ.Πάργας)**

4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ

Πραγματοποιήθηκαν έντεκα μηνιαίες δειγματοληψίες, επιφανειακών υδάτων σε στήλη βάθους 30 cm περίπου, από τον Δεκέμβριο 2006 έως και τον Οκτώβριο 2007. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κατά τις πρωινές ώρες, από τις 10.30 π.μ. ως τις 12.30 π.μ. Κατά τη διάρκεια των μηνιαίων επισκέψεών μας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, οι σταθμοί παρουσίαζαν διαφοροποιήσεις. Είχαμε έτσι μετατοπίσεις των υδάτων κατά 10 -20 μέτρα προς τα έξω, κατά τους χειμερινούς μήνες (Ιανουάριο, Φεβρουάριο κυρίως), μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Η πιο εντυπωσιακή αλλαγή παρατηρήθηκε στον σταθμό S_1 , όπου κατά τον μήνα Φεβρουάριο η ακτή είχε μετατοπιστεί προς τα έξω, γύρω στα 80 μέτρα , καλύπτοντας πια και σωρό κοπριάς ζώων που υπήρχε εκεί.

4.2.1 Προσδιορισμός θερμοκρασίας, pH και αγωγιμότητας

Η θερμοκρασία το pH και η αγωγιμότητα μετρήθηκαν επιτόπου (in situ) με θερμόμετρο, pH-μετρο (τύπου Grison-Basic 20) και αγωγιμόμετρο (τύπου Jenway), αντίστοιχα (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων στο πεδίο

4.2.2 Προσδιορισμός συγκέντρωσης θρεπτικών (νιτρώδη, νιτρικά, αμμωνία, φωσφορικά) **και χλωροφύλλης - α**

Συλλέχθηκαν δείγματα νερού σε φιάλες πολυαιθυλενίου, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Χημείας του Τμήματος Ιχθυοκομίας-Αλιείας και διατηρήθηκαν στο ψυγείο (4⁰ C).

Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων έγιναν (με χρήση φασματοφωτόμετρου HACH DR/2010) σύμφωνα με την APHA (1999).

Συγκεκριμένα ο προσδιορισμός των νιτρικών έγινε με τη μέθοδο αναγωγής με κάδμιο, των νιτρωδών με διάλυμα σουλφανιλαμιδίου και της αμμωνίας με το αντιδραστήριο Nessler. Τα φωσφορικά προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο του ασκορβικού οξέος.

Τέλος ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης-α έγινε με τη φασματοφωτομετρική, τριχρωματική μέθοδο, η οποία βασίζεται στην εκχύλιση των χρωστικών με διάλυμα ακετόνης 90% κ.ο. και τη μέτρηση της απορρόφησης του ακετονικού εκχυλίσματος σε καθορισμένα μήκη κύματος.

4.2.3 Προσδιορισμός του ζωοπλαγκτού

Συλλέχθηκαν δείγματα με κωνικό πλαγκτονικό δίκτυο (Εικόνα 8), το οποίο φέρει ενσωματωμένη στεφάνη, κι ένα δοχείο συμπύκνωσης – συλλεκτήρα του ζωοπλαγκτού (receiver). Οι πόροι του συλλεκτήρα έχουν διάμετρο 55 μm . Διηθήσαμε από το δίκτυο 20 l νερού που συλλέξαμε από την επιφάνεια. Ότι απέμεινε στο συλλεκτήρα το αδειάσαμε σε δοχείο χωρητικότητας 100 ml, και συμπληρώσαμε μέχρι τα 97-98 ml με νερό που έχει περάσει από το δίκτυο.

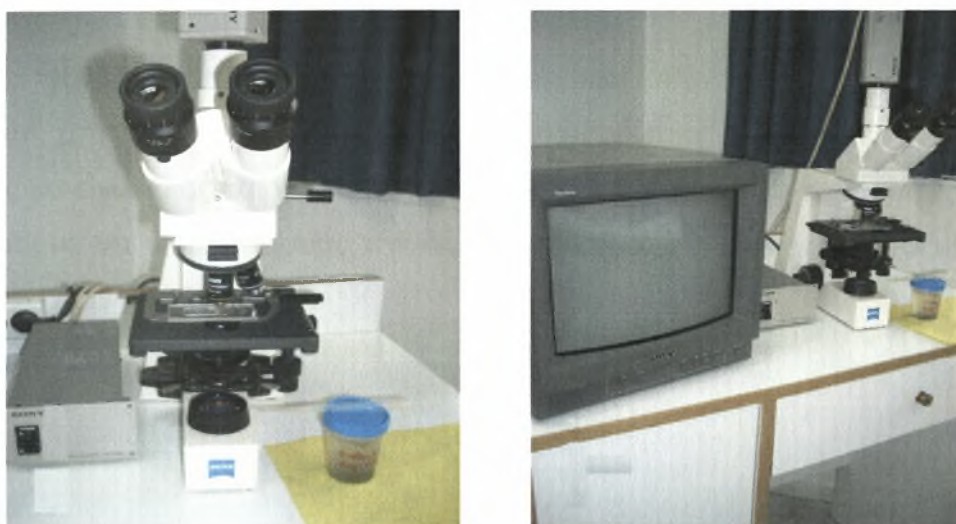
Προσέξαμε να πλύνουμε αμέσως μετά το δίκτυο με μετακίνησή του πάνω κάτω, χωρίς να έρχεται στην επιφάνεια το στόμιό του. Έτσι απομακρύνονταν και οι οργανισμοί που είχαν προσκολληθεί στα τοιχώματα του κώνου διήθησης αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο λάθη κατά τις διαδοχικές δειγματοληψίες.

Αμέσως μετά τη δειγματοληψία τα δείγματα μονιμοποιήθηκαν με διάλυμα φορμαλδεΰδης 4 % (2-3 ml σε κάθε δείγμα).



Εικόνα 8 : Κωνικό πλαγκτονικό δίχτυ με δοχείο συμπύκνωσης – συλλεκτήρα

Τα δείγματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για ποσοτική και ποιοτική ανάλυση του ζωοπλαγκτού με τη βοήθεια του οπτικού μικροσκοπίου (Εικόνα 9). Η αναγνώριση των ειδών είναι ευκολότερη όταν γινόταν σε σύντομο χρόνο μετά τη συλλογή, παρά μετά από παρατεταμένη συντήρηση οπότε χάνουν το χρωματισμό τους και το σχήμα τους.



Εικόνα 9: Οπτικό μικροσκόπιο σε σύνδεση με οθόνη (Εργαστήριο μικροσκοπίας – Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας).

4.2.3.1 Ποιοτική μελέτη ζωοπλαγκτού

Υλικά: μικροσκόπιο, δείγμα ζωοπλαγκτού, πιπέττα, θάλαμο αρίθμησης, απορροφητικό χαρτί, κλείδες προσδιορισμού.

Μέθοδοι: για κάθε δειγματοληψία και από κάθε σταθμό κάνουμε τα εξής: ανακινούμε το δοχείο που περιέχει το δείγμα, κινώντας αριστερόστροφα, δεξιόστροφα και στη συνέχεια παίρνουμε με την πιπέττα ένα ml και το μεταφέρουμε στο θάλαμο αρίθμησης. Ο θάλαμος οδηγείται στο μικροσκόπιο και προχωράμε στην αναγνώριση και την καταμέτρηση των ειδών.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με άλλα 4-5 ml, (ή παραπάνω όταν έχουμε σημαντικές αποκλίσεις αποτελεσμάτων) για κάθε σταθμό ώστε να έχουμε έναν ασφαλή μέσο όρο κωπήποδων, τροχόζων και κλαδόκερων ανά ml.

4.2.3.2 Ποσοτική μελέτη ζωοπλαγκτού

Υλικά: μικροσκόπιο, δείγμα ζωοπλαγκτού, πιπέττα, θάλαμο αρίθμησης, απορροφητικό χαρτί, κλείδες προσδιορισμού.

Μέθοδοι: από το μέσο όρο κωπήποδων, τροχόζων και κλαδόκερων ανά ml, μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό τους στα 100 ml. Ο αριθμός αυτός θα είναι ίδιος και για τα 20 l που φιλτραρίστηκαν από κάθε σταθμό. Άρα μπορούμε να υπολογίσουμε την συγκέντρωση κωπήποδων, τροχόζων και κλαδόκερων ανά l (Ind l^{-1}).

ΚΕΦ.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

(Θερμοκρασία, pH, αγωγιμότητα)

Οι αναλυτικές τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων ανά σταθμό και ανά δειγματοληψία δίνονται στον πίνακα 3 και η κατανομή τους φαίνεται στο διάγραμμα 1.

Η θερμοκρασία στο έλος, κυμάνθηκε μεταξύ 10°C (κατά το μήνα Δεκέμβριο) και 33°C (κατά το μήνα Ιούλιο).

Στο σταθμό S_1 μετρήθηκε η ελάχιστη τιμή τον Δεκέμβριο και ήταν 11°C , ενώ η μέγιστη τον Ιούλιο, 33°C . Στο σταθμό S_2 είχαμε 10°C τον Δεκέμβριο και 24°C τον Σεπτέμβριο. Στο σταθμό S_3 η θερμοκρασία κυμάνθηκε μεταξύ 15°C (Ιανουάριο και Φεβρουάριο) και 31°C (Ιούλιο), ενώ στο σταθμό S_4 μεταξύ 16°C (Φεβρουάριο, Μάρτιο) και 30°C (Ιούλιο).

Όσο αφορά το **pH**, ήταν περίπου σε σταθερά επίπεδα στους επιμέρους σταθμούς, κατά τη διάρκεια της περιόδου παρακολούθησης. Η ελάχιστη τιμή ήταν 6,42 τον Φεβρουάριο και η μέγιστη 8,95 τον Αύγουστο.

Οι διακυμάνσεις που υπήρξαν ήταν:

στο σταθμό S_1 από 6,44 (Φεβρουάριο) σε 8,73 (Αύγουστο)

στο σταθμό S_2 από 6,42 (Φεβρουάριο) σε 7,5 (Ιούλιο)

στο σταθμό S_3 από 6,5 (Δεκέμβριο) σε 8,07 (Αύγουστο)

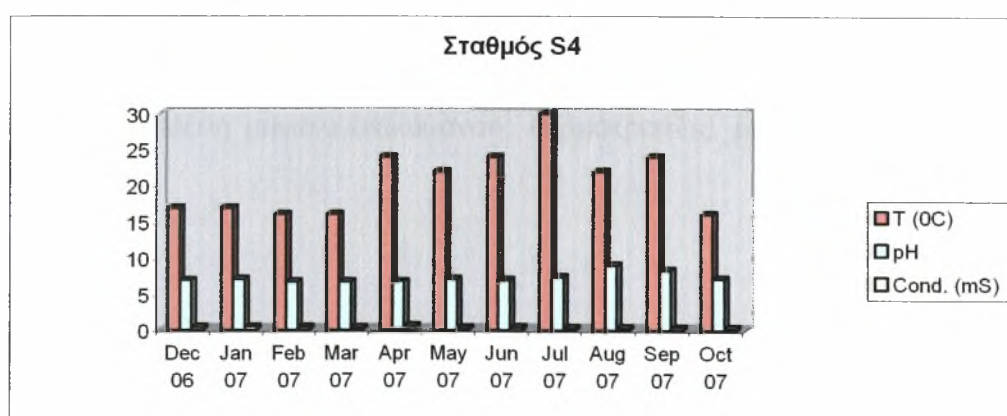
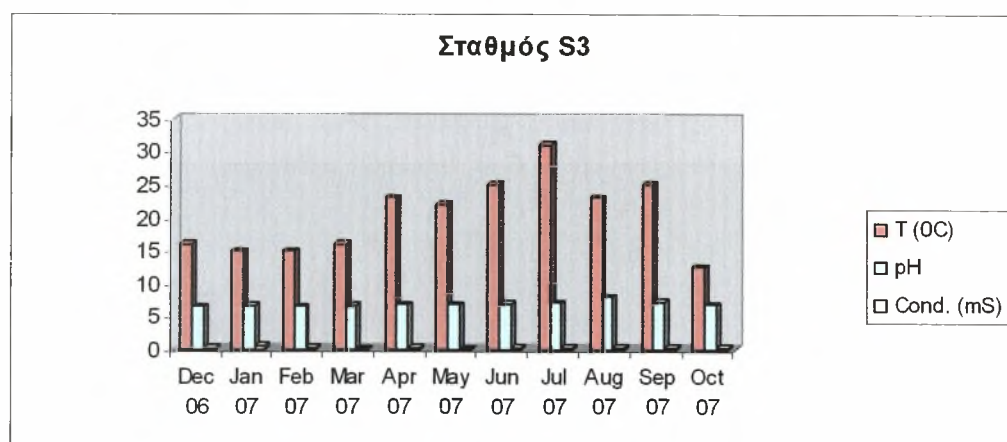
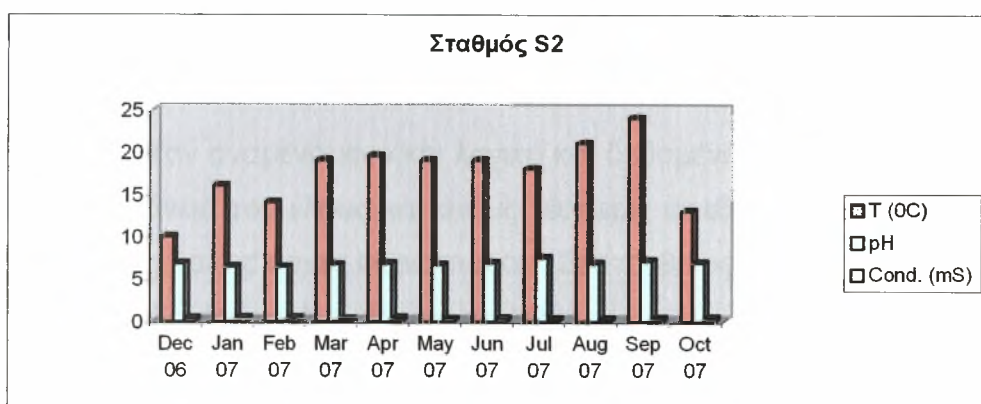
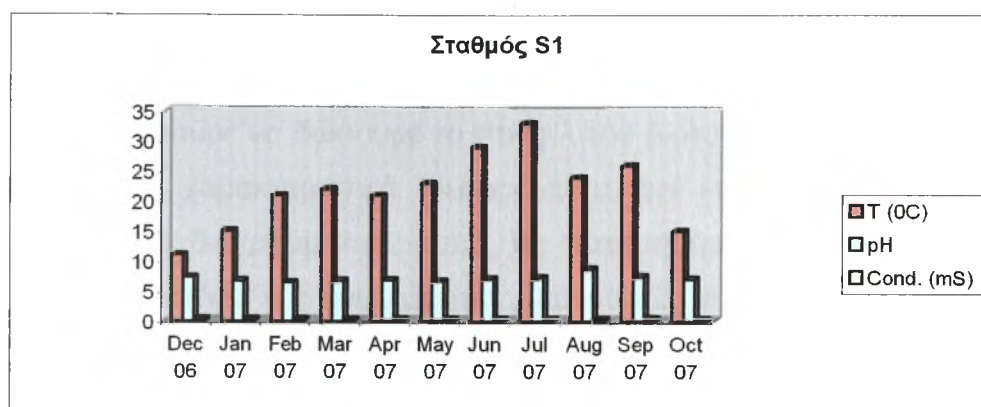
στο σταθμό S_4 από 6,65 (Μάρτιο) σε 8,95 (Αύγουστο)

Η αγωγιμότητα του υγρότοπου είχε ελάχιστη τιμή τον Μάιο, 0,14 mS και μέγιστη τον Απρίλιο, 0,65 mS.

Οι μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν στον σταθμό S_3 όπου από 0,61 mS τον Ιανουάριο ελαττώθηκε σε 0,14 mS τον Μάιο. Στους υπόλοιπους σταθμούς είχαμε μικρότερες αλλαγές και συγκεκριμένα στον S_1 από 0,31 mS τον Μάρτιο έφτασε σε 0,47 mS τον Σεπτέμβριο. Στον S_2 η ελάχιστη τιμή μετρήθηκε τον Μάρτιο και Ιούλιο, 0,3 mS και η μέγιστη τον Απρίλιο, 0,45 mS. Τέλος στο σταθμό S_4 τον Απρίλιο η αγωγιμότητα ήταν 0,65 mS, ενώ τον Ιούλιο είχε την ελάχιστη τιμή 0,34 mS.

Πίνακας 3 : Μηνιαία διακύμανση της θερμοκρασίας, του pH και της α-γωγιμότητας στους τέσσερις σταθμούς.

Month		Dec 06	Jan 07	Feb 07	Mar 07	Apr 07	May 07	Jun 07	Jul 07	Aug 07	Sep 07	Oct 07
	Station											
Temp(°C)	S1	11	15	21	22	21	23	29	33	24	26	15
	S2	10	16	14	19	19,5	19	19	18	21	24	13
	S3	16	15	15	16	23	22	25	31	23	25	12,5
	S4	17	17	16	16	24	22	24	30	22	24	16
pH	S1	7,3	6,73	6,44	6,7	6,85	6,67	7,06	7,25	8,73	7,46	7,03
	S2	6,84	6,46	6,42	6,71	6,84	6,7	6,92	7,5	6,8	7,13	6,89
	S3	6,5	6,67	6,48	6,72	6,75	6,86	6,95	7,18	8,07	7,34	6,78
	S4	6,9	7,05	6,71	6,65	6,73	7,07	6,93	7,4	8,95	8,24	7,15
Conductivity (mS)	S1	0,34	0,42	0,4	0,31	0,42	0,38	0,34	0,34	0,4	0,47	0,41
	S2	0,39	0,41	0,43	0,3	0,45	0,33	0,35	0,3	0,29	0,4	0,44
	S3	0,4	0,61	0,4	0,17	0,35	0,14	0,33	0,29	0,29	0,34	0,38
	S4	0,43	0,49	0,44	0,36	0,65	0,37	0,45	0,34	0,35	0,39	0,35



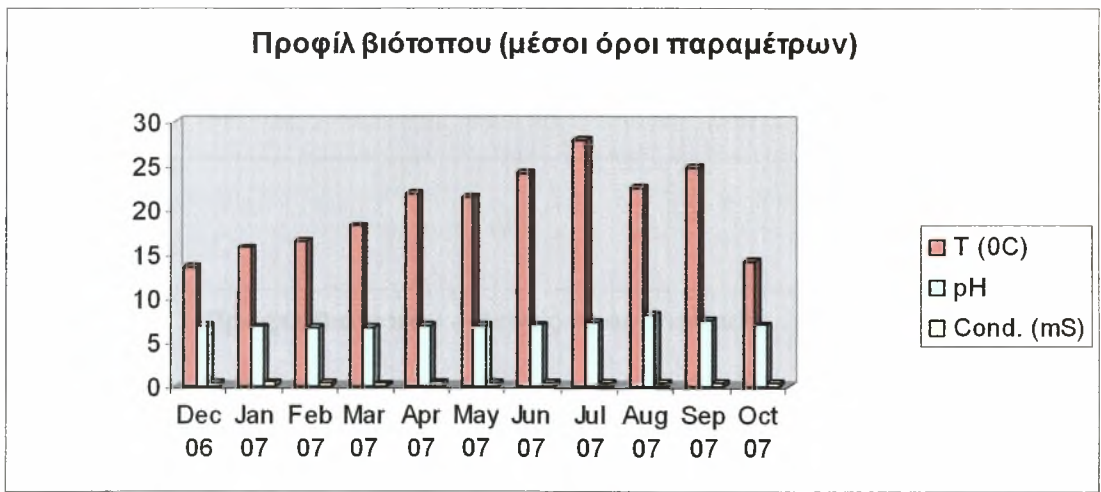
Διάγραμμα 1: Μηνιαία διακύμανση θερμοκρασίας, pH και αγωγιμότητας στους τέσσε-
ρις σταθμούς.

5.1.1. Προφίλ βιότοπου (ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά)

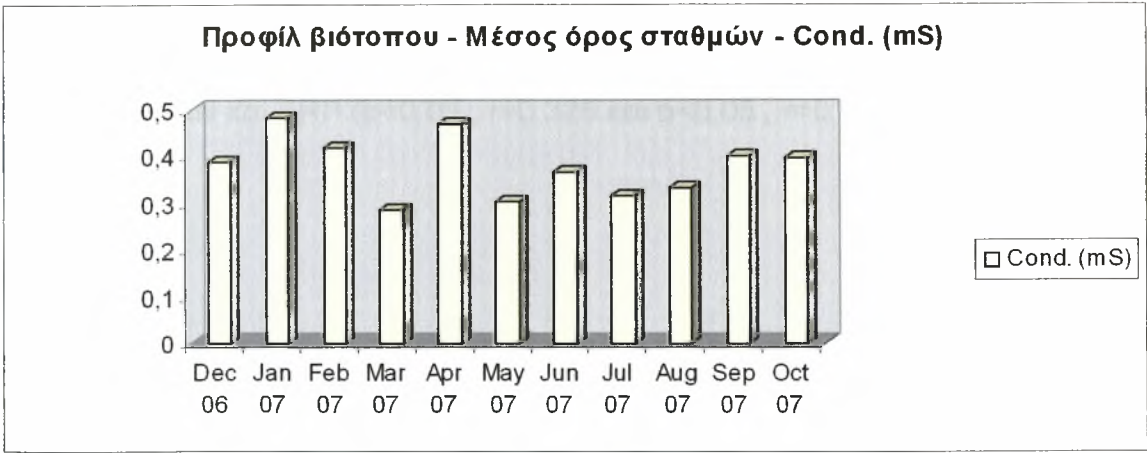
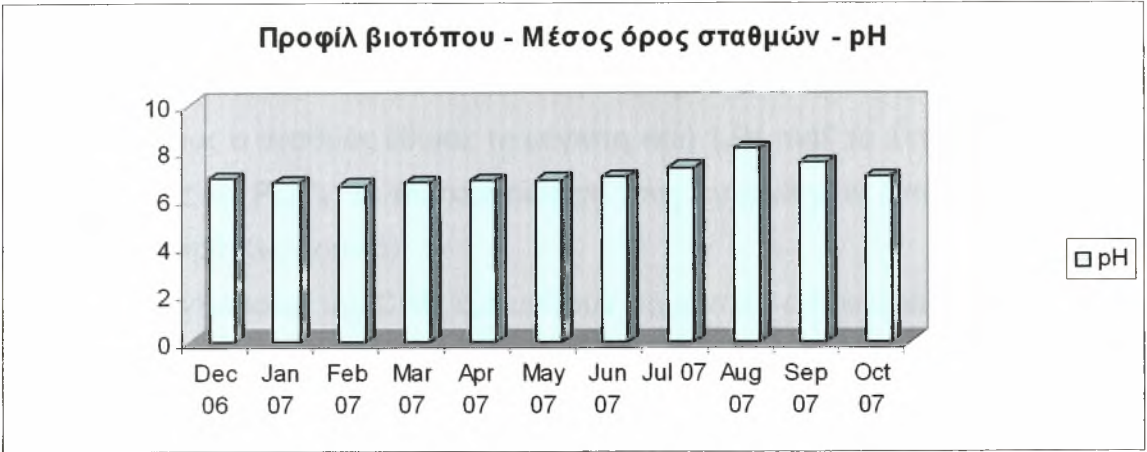
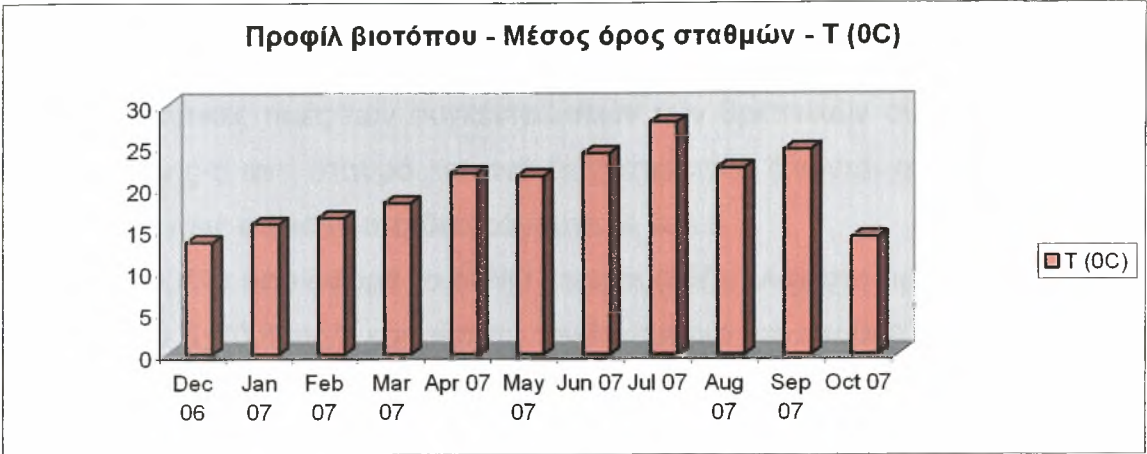
Αν θελήσουμε να δώσουμε το προφίλ του βιότοπου, όσο αφορά τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά (θερμοκρασία, pH και αγωγιμότητα), όπως φαίνεται και στα διαγράμματα 2 και 3, θα παρατηρήσουμε μικρές μεταβολές στις τιμές του pH και της αγωγιμότητας και σαφώς πιο αισθητές στη θερμοκρασία.

Το **pH** δείχνει μια αύξηση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και αρχές του φθινοπώρου, ενώ η **αγωγιμότητα** εμφανίζει αυξημένες τιμές κατά τον Ιανουάριο και Απρίλιο.

Όπως ήταν αναμενόμενο και λογικό και δεδομένου, ότι οι μετρήσεις έγιναν στην επιφάνεια του έλους και στους τέσσερις σταθμούς, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τις αρχές φθινοπώρου (Σεπτέμβριος) **η θερμοκρασία** ήταν σημαντικά υψηλότερη από αυτή των υπόλοιπων μηνών της περιόδου παρακολούθησης.



Διάγραμμα 2: Μέση μηνιαία διακύμανση θερμοκρασίας, pH και αγωγιμότητας στο βιότοπο.



Διάγραμμα 3 : Μέση μηνιαία διακύμανση θερμοκρασίας, pH και αγωγιμότητας στο βιότοπο.

5.2 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ

Οι αναλυτικές τιμές των συγκεντρώσεων των θρεπτικών συστατικών και της χλωροφύλλης-α ανά σταθμό και ανά δειγματοληψία δίνονται στον πίνακα 4 και η κατανομή τους φαίνεται στα διαγράμματα 4 και 5 .

Συγκεκριμένα όσο αφορά το N-NO_3^- παρουσιάζει ελάχιστη τιμή τον Αύγουστο στο σταθμό S_2 (0,8 mg/l) και μέγιστη τον Ιανουάριο στο σταθμό S_4 (4,8 mg/l). Οι πιο έντονες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν στο σταθμό S_4 που από 1mg/l τον Αύγουστο έφτασε 4,8 mg/l τον Ιανουάριο.

Το N-NO_2^- δείχνει σημαντικά μικρότερες τιμές συγκέντρωσης που κυμάνθηκαν από 0,002 mg/l στο σταθμό S_2 τον Ιανουάριο σε 0,024 mg/l στο σταθμό S_3 τον Σεπτέμβριο.

Το N-NH_3 μετρήθηκε και βρέθηκε ελάχιστη τιμή 0,16 mg/l στο σταθμό S_2 το Μάρτιο, ενώ ο ίδιος ο σταθμός έδωσε τη μέγιστη τιμή 1,94 mg/l το Σεπτέμβριο.

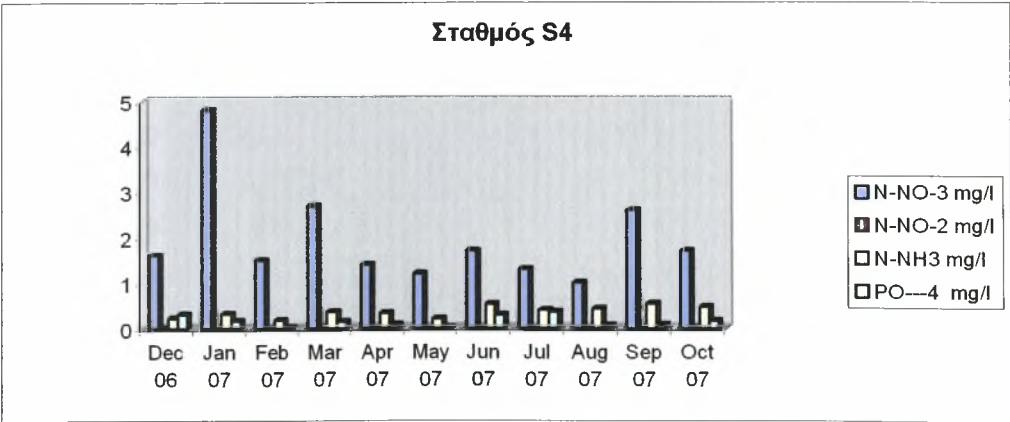
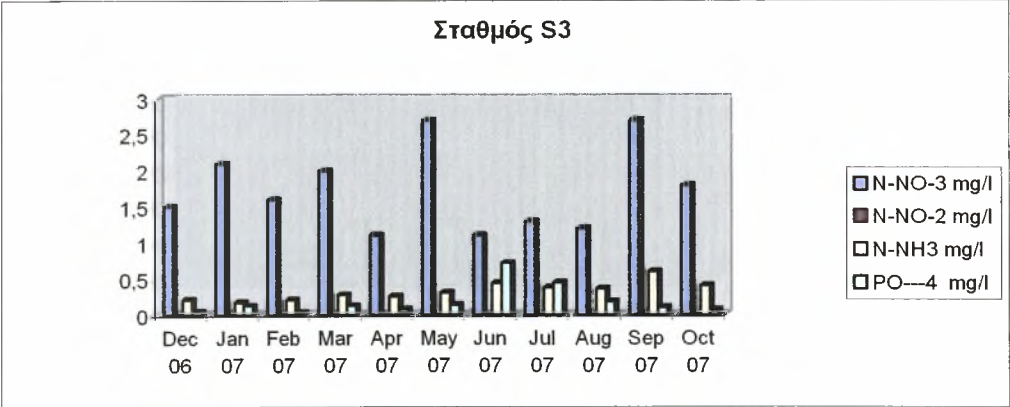
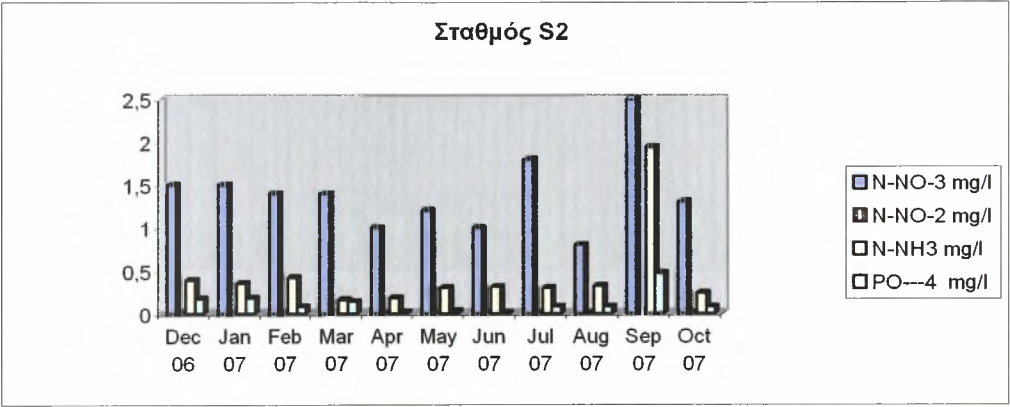
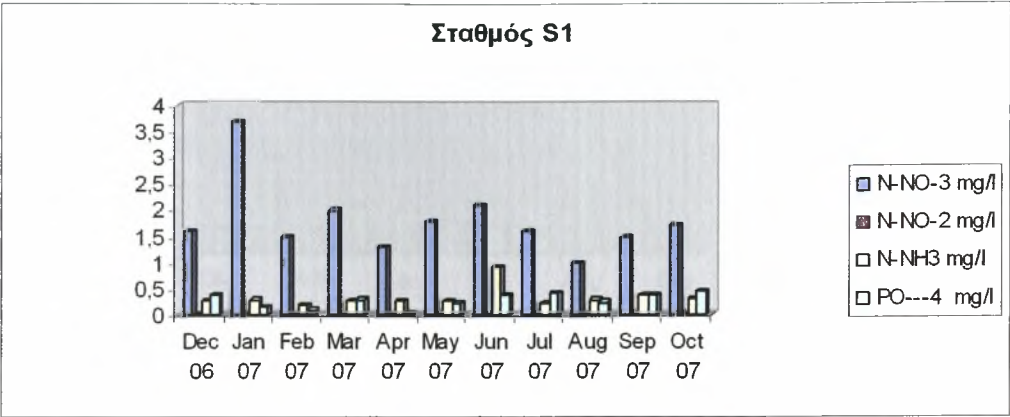
Σχετικά με τα PO_4^{3-} οι συγκεντρώσεις τους κυμάνθηκαν από 0,01 (S_2 – Ιούνιο) σε 0,72 mg/l (S_3 – Ιούνιο).

Οι συγκεντρώσεις της Chla εμφανίζουν σημαντική ετερογένεια από σταθμό σε σταθμό και ανά μήνα δειγματοληψίας. Συνολικά η ελάχιστη τιμή ήταν 0,17 mg/m³ τον Οκτώβριο στο σταθμό S_3 και η μέγιστη 45,86 mg/m³ τον Αύγουστο στον σταθμό S_1 .

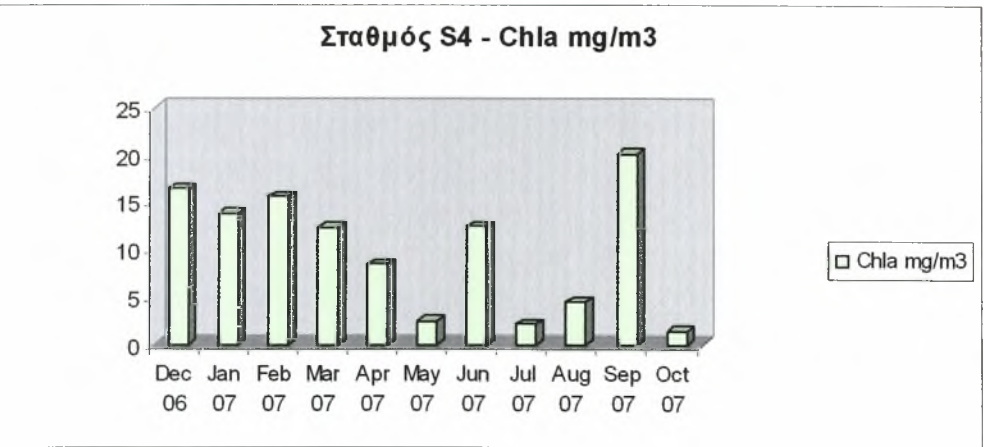
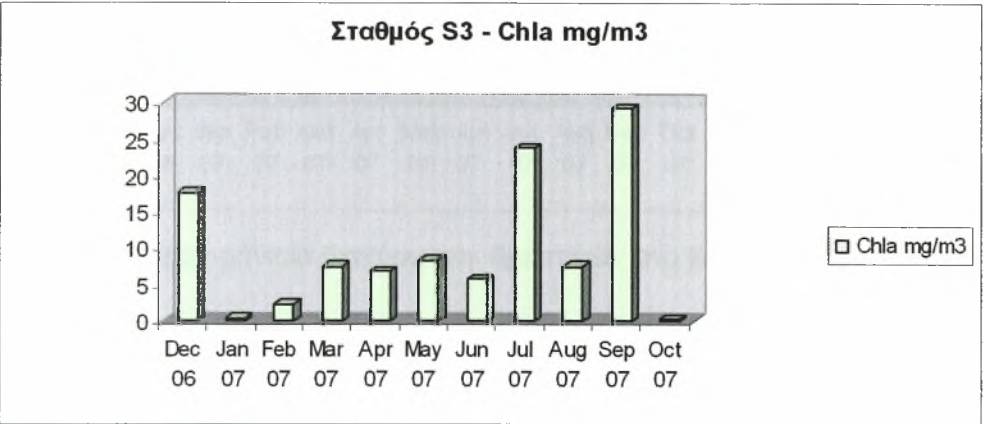
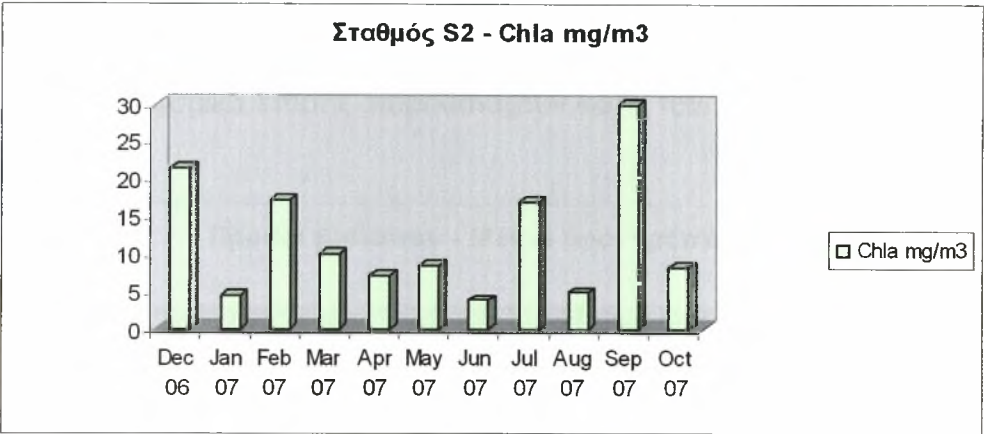
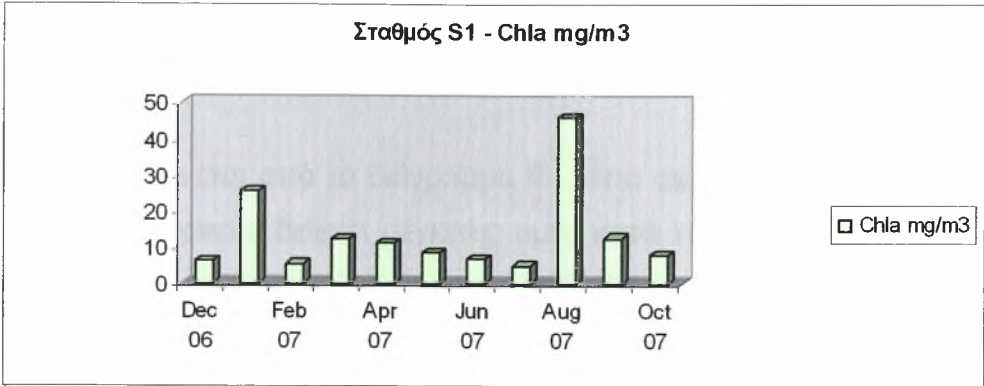
Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α παρουσίασε θετική συσχέτιση τόσο με τις φυσικοχημικές παραμέτρους δηλ. την θερμοκρασία και το pH ($p < 0,05$, $r = 0,106$ και $p < 0,05$, $r = 0,323$ αντίστοιχα), όσο και με τα θρεπτικά συστατικά εκφραζόμενα ως DIN και SRP ($p < 0,05$, $r = 0,325$ και $p < 0,05$, $r = 0,146$ αντίστοιχα).

Πίνακας 4 : Μηνιαία διακύμανση της συγκέντρωσης N- NO₃⁻, N- NO₂⁻, N-NH₃, PO₄⁻ και Chl-a στους τέσσερις σταθμούς.

Month		Dec 06	Jan 07	Feb 07	Mar 07	Apr 07	May 07	Jun 07	Jul 07	Aug 07	Sep 07	Oct 07
	Station											
N-NO ₃ mg/l	S1	1,6	3,7	1,5	2	1,3	1,8	2,1	1,6	1	1,5	1,7
	S2	1,5	1,5	1,4	1,4	1	1,2	1	1,8	0,8	2,5	1,3
	S3	1,5	2,1	1,6	2	1,1	2,7	1,1	1,3	1,2	2,7	1,8
	S4	1,6	4,8	1,5	2,7	1,4	1,2	1,7	1,3	1	2,6	1,7
N-NO ₂ mg/l	S1	0,007	0,006	0,007	0,014	0,011	0,007	0,01	0,009	0,01	0,006	0,011
	S2	0,009	0,002	0,007	0,013	0,003	0,003	0,008	0,002	0,006	0,022	0,012
	S3	0,006	0,006	0,006	0,009	0,005	0,009	0,007	0,008	0,007	0,024	0,009
	S4	0,008	0,006	0,007	0,01	0,007	0,006	0,006	0,004	0,005	0,013	0,015
N-NH ₃ mg/l	S1	0,27	0,29	0,18	0,27	0,26	0,27	0,92	0,22	0,29	0,38	0,3
	S2	0,39	0,35	0,42	0,16	0,18	0,3	0,31	0,3	0,32	1,94	0,24
	S3	0,21	0,18	0,21	0,28	0,26	0,31	0,44	0,38	0,36	0,6	0,41
	S4	0,23	0,32	0,18	0,37	0,34	0,21	0,53	0,41	0,43	0,55	0,47
PO ₄ ⁻ mg/l	S1	0,37	0,14	0,1	0,29	0,03	0,24	0,37	0,41	0,25	0,39	0,45
	S2	0,17	0,18	0,08	0,14	0,02	0,03	0,01	0,08	0,08	0,47	0,08
	S3	0,05	0,13	0,04	0,13	0,08	0,14	0,72	0,45	0,19	0,11	0,07
	S4	0,31	0,17	0,03	0,16	0,09	0,02	0,29	0,36	0,07	0,09	0,17
Chla mg/m ³	S1	6,23	25,66	5,47	12,26	11,23	8,42	6,72	4,9	45,86	12,68	7,94
	S2	21,48	4,48	17,17	10,16	7,28	8,52	3,93	16,94	5	29,92	8,28
	S3	17,55	0,42	2,27	7,48	6,82	8,27	5,64	23,76	7,52	29,19	0,17
	S4	16,47	13,82	15,66	12,38	8,48	2,44	12,54	2,17	4,48	20,25	1,47



Διάγραμμα 4: Μηνιαία διακύμανση της συγκέντρωσης θρεπτικών στους σταθμούς



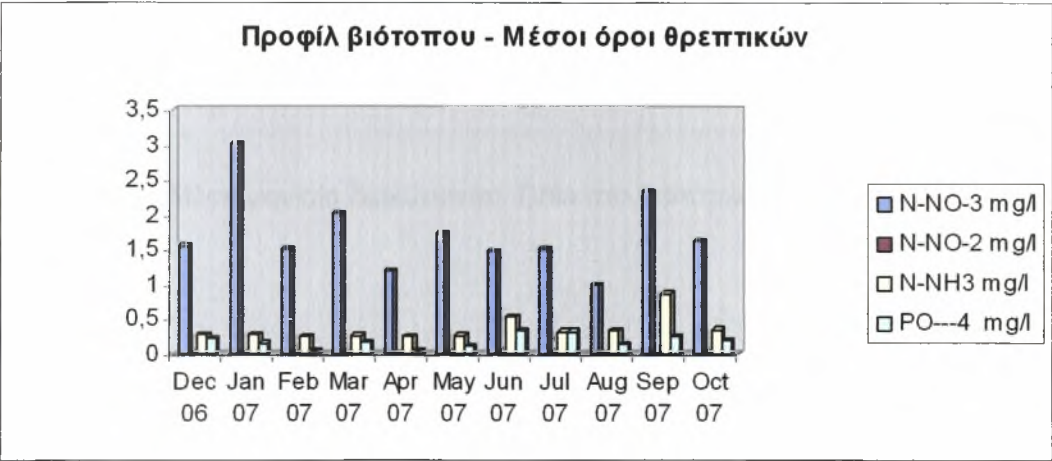
Διάγραμμα 5: Μηνιαία διακύμανση της συγκέντρωσης Chla στους σταθμούς

5.2.1 Προφίλ βιότοπου (ως προς τα θρεπτικά συστατικά και τη χλωρο-φύλλη-α)

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 6 , όσο αφορά τα θρεπτικά συστατικά το άζωτο- νιτρικών δείχνει μέγιστες τιμές κατά τον Ιανουάριο, Μάρτιο και Σεπτέμβριο και χαμηλότερες τιμές με ελαφρές διακυμάνσεις κατά τους υπόλοιπους μήνες.

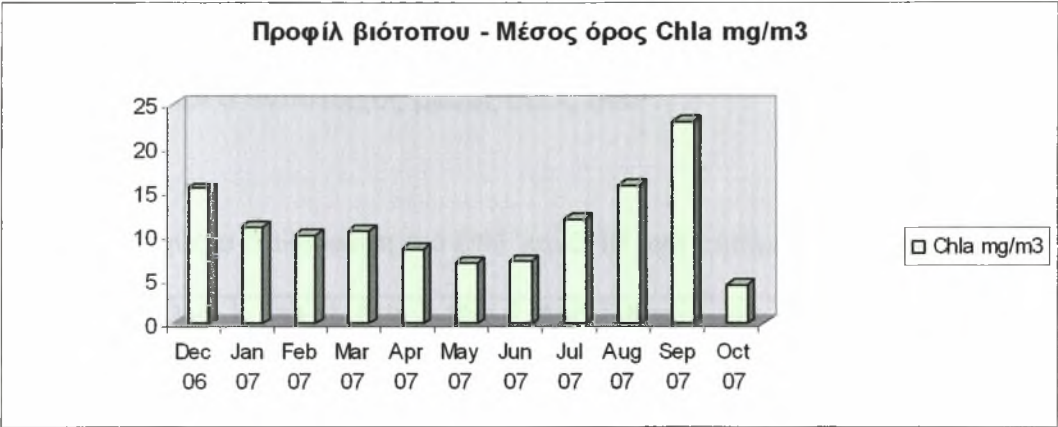
Το άζωτο-νιτρωδών αυξάνεται κυρίως κατά τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο, ενώ το άζωτο-αμμωνίας κατά τον Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Τα φωσφορικά επίσης παρουσιάζουν κατά τον Ιούνιο-Ιούλιο σημαντική αύξηση.



Διάγραμμα 6 : Μέση μηνιαία διακύμανση θρεπτικών στο βιότοπο.

Στο διάγραμμα 7 παρουσιάζεται το προφίλ του βιότοπου όσο αφορά τη συγκέντρωση που παρουσιάζει αυτός σε Chla. Έτσι παρατηρούμε μια σταδιακή ελάττωση αυτής της συγκέντρωσης από το Δεκέμβριο έως τον Ιούνιο, ακολουθεί σημαντική σταδιακή αύξηση έως τον Αύγουστο για να ξαναρχίσει να μειώνεται από τον Οκτώβριο κι έπειτα.



Διάγραμμα 7 : Μέση μηνιαία διακύμανση Chla στο βιότοπο.

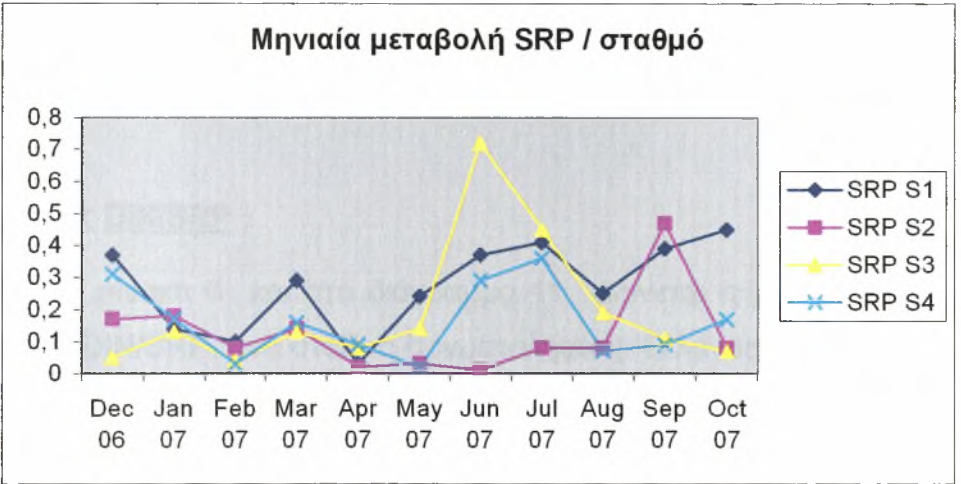
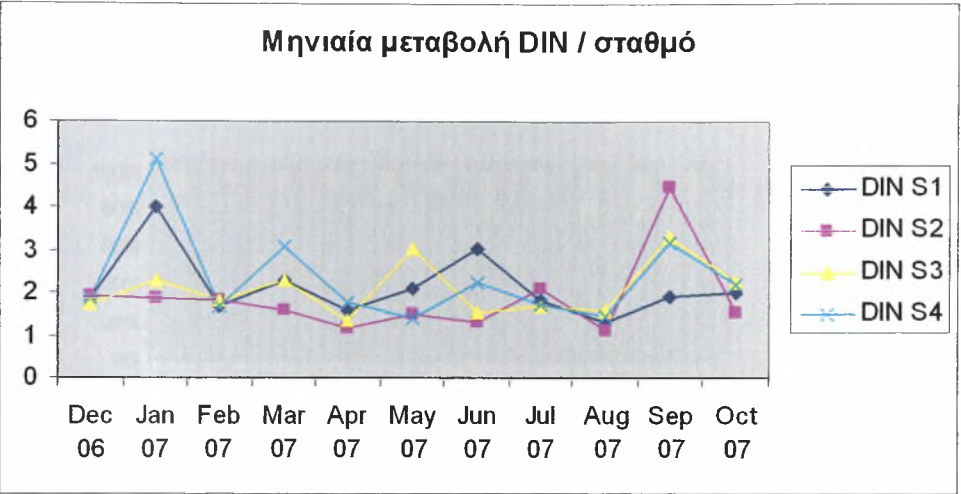
5.2.2 Διαλυμένο ανόργανο άζωτο (DIN) και διαλυτός αντιδρών φώσφορος (SRP)

Στον πίνακα 5 φαίνονται οι τιμές που λαμβάνει το DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen) και το SRP (Soluble Reactive Phosphorus) ανά μήνα και σταθμό δειγματοληψίας. Στο διάγραμμα 8 βλέπουμε τις μηνιαίες τιμές DIN και SRP, ανά σταθμό. Στο διάγραμμα 9 παριστάνεται ο μέσος όρος DIN για τους τέσσερις σταθμούς και ο αντίστοιχος μέσος όρος SRP.

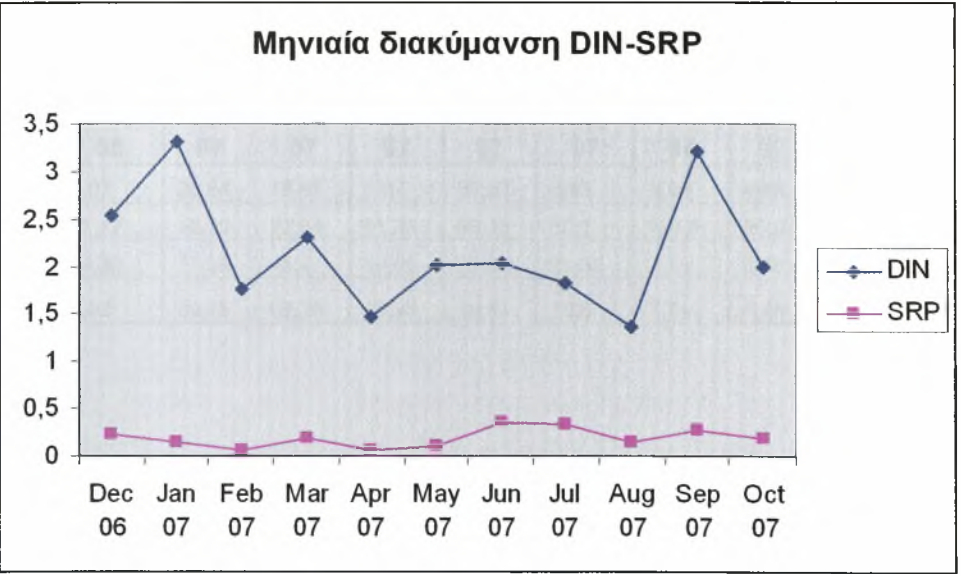
Πίνακας 5 : Μηνιαία διακύμανση του DIN και SRP ανά σταθμό δειγματοληψίας.

Month		Dec 06	Jan 07	Feb 07	Mar 07	Apr 07	May 07	Jun 07	Jul 07	Aug 07	Sep 07	Oct 07
DIN	S1	1,877	3,996	1,687	2,284	1,571	2,077	3,03	1,829	1,3	1,886	2,011
	S2	1,899	1,852	1,827	1,573	1,183	1,503	1,318	2,102	1,126	4,462	1,552
	S3	1,716	2,286	1,816	2,289	1,365	3,019	1,547	1,688	1,567	3,324	2,219
	S4	1,838	5,126	1,687	3,08	1,747	1,416	2,236	1,714	1,435	3,163	2,185
SRP	S1	0,37	0,14	0,1	0,29	0,03	0,24	0,37	0,41	0,25	0,39	0,45
	S2	0,17	0,18	0,08	0,14	0,02	0,03	0,01	0,08	0,08	0,47	0,08
	S3	0,05	0,13	0,04	0,13	0,08	0,14	0,72	0,45	0,19	0,11	0,07
	S4	0,31	0,17	0,03	0,16	0,09	0,02	0,29	0,36	0,07	0,09	0,17

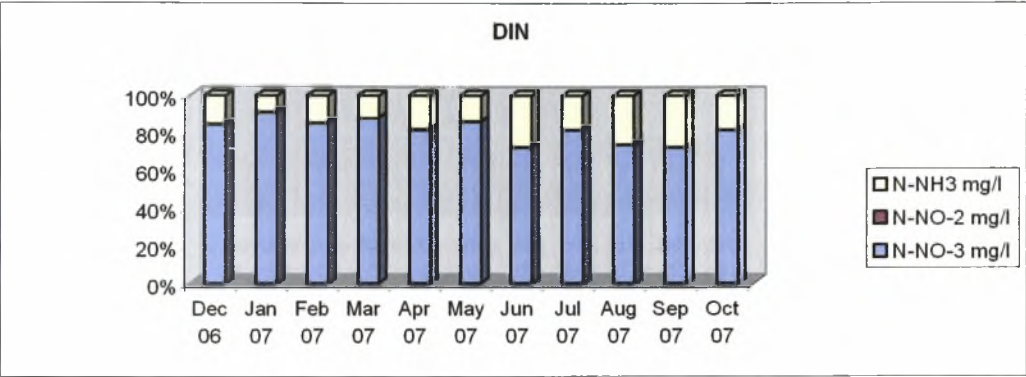
Για το DIN το μεγαλύτερο ποσοστό αντιστοιχεί στο άζωτο νιτρικών, ακολουθεί το άζωτο-αμμωνίας και πολύ μικρότερο κομμάτι αναλογεί στο άζωτο-νιτρωδών (διάγραμμα 10).



Διάγραμμα 8: Μηνιαία διακύμανση DIN και SRP ανά σταθμό δειγματοληψίας



Διάγραμμα 9: Μηνιαία διακύμανση μέσου όρου DIN και SRP



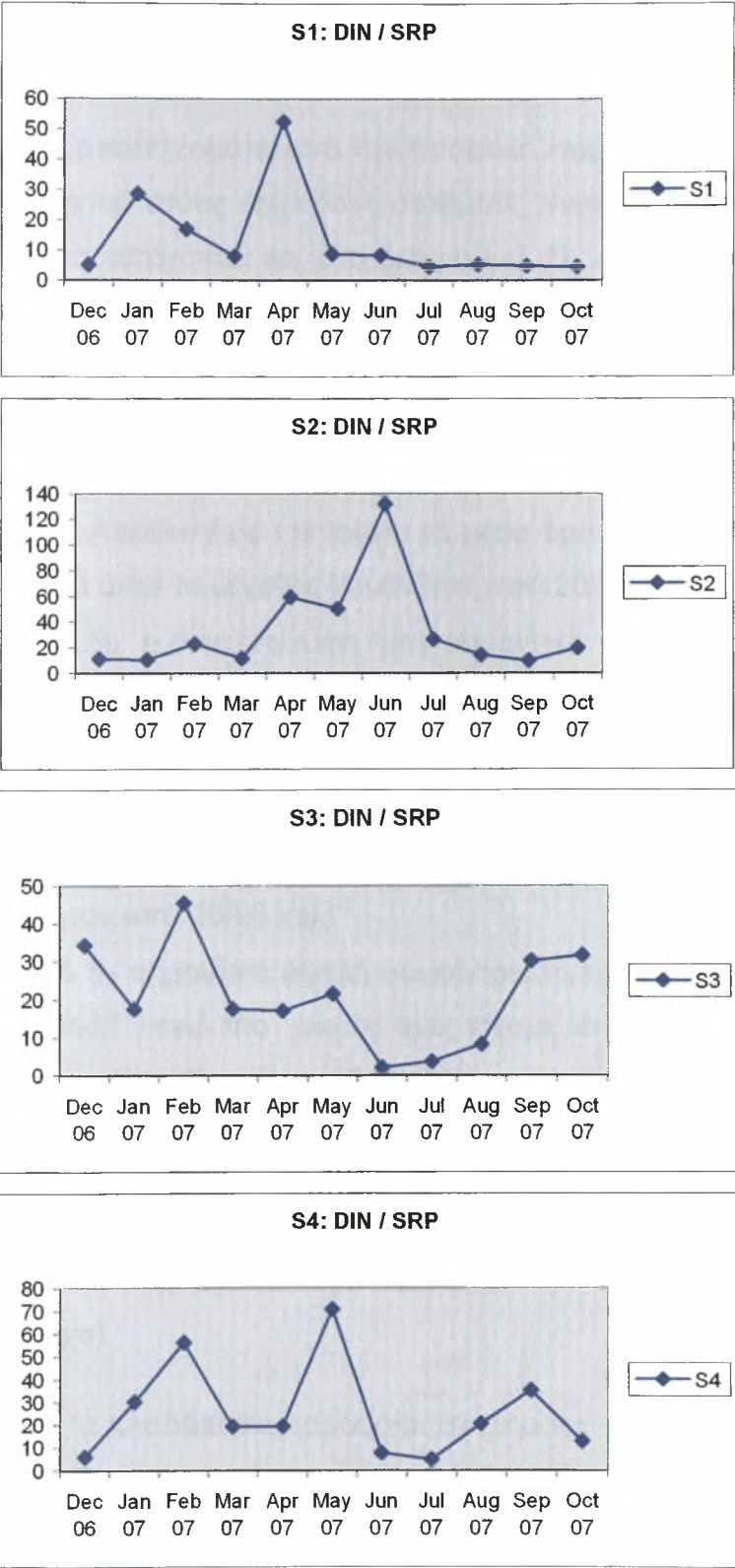
Διάγραμμα 10: Ποσοστιαία συμμετοχή N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, N-NH₃ στο DIN

5.2.3 Λόγος DIN/SRP

Στον πίνακα 6 και στο διάγραμμα 11 φαίνεται η μηνιαία διακύμανση του λόγου DIN/SRP ανά σταθμό δειγματοληψίας. Ο λόγος αυτός παρουσιάζει μια εντονότατη διακύμανση στο σταθμό S₂ μεταξύ 9,49 και 131,8, ενώ πιο ήπιες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν στους άλλους σταθμούς. Συγκεκριμένα στον S₁ είχαμε λόγο από 5,07 σε 52,37, στον S₃ από 2,15 σε 34,32 και στον S₄ από 4,76 σε 70,8.

Πίνακας 6: Μηνιαία διακύμανση του λόγου DIN/SRP ανά σταθμό δειγματοληψίας.

		Dec 06	Jan 07	Feb 07	Mar 07	Apr 07	May 07	Jun 07	Jul 07	Aug 07	Sep 07	Oct 07
DIN/SRP	S1	5,07	28,54	16,87	7,87	52,37	8,65	8,19	4,46	5,2	4,83	4,47
	S2	11,17	10,29	22,84	11,23	59,15	50,1	131,8	26,27	14,07	9,49	19,4
	S3	34,32	17,58	45,4	17,61	17,06	21,56	2,15	3,75	8,25	30,22	31,7
	S4	5,92	30,15	56,23	19,25	19,41	70,8	7,71	4,76	20,5	35,14	12,85



Διάγραμμα 11: Μηνιαία διακύμανση του λόγου DIN/SRP σε κάθε σταθμό



5.3 ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ

(Κωπήποδα, Κλαδόκερα, Τροχόζωα)

Τα μηνιαία αποτελέσματα από τον ποσοτικό προσδιορισμό των κύριων ομάδων ζωοπλαγκτού στους επιμέρους σταθμούς είναι καταγεγραμμένα στον πίνακα 7 , ενώ παριστάνονται και στο διάγραμμα 12 . Από τα στοιχεία αυτά προκύπτουν τα ακόλουθα στοιχεία:

A) Τα κωπήποδα παρουσίασαν κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών έντονες διακυμάνσεις από σταθμό σε σταθμό. Συγκεκριμένα:

- Στο σταθμό S_1 έδειξαν υψηλότερη αφθονία κατά το Φεβρουάριο αλλά και από τον Απρίλιο έως τον Ιούνιο με μέσο όρο 200 ind.l^{-1} . Το υπόλοιπο διάστημα αυτό το μέγεθος κυμάνθηκε από $20\text{-}80 \text{ ind.l}^{-1}$.
- Στο σταθμό S_2 η συγκέντρωση ήταν σημαντικά χαμηλότερη συγκριτικά με τον S_1 , με μέγιστο κατά τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Ιούνιο (μ.ο. 50 ind.l^{-1}).
- Στο σταθμό S_3 η υψηλότερη συγκέντρωση καταγράφεται από τον Ιανουάριο έως τον Απρίλιο (μ.ο. 195 ind.l^{-1}), ενώ το υπόλοιπο διάστημα η τιμή αυτή ήταν από $10\text{-}95 \text{ ind.l}^{-1}$.
- Στο σταθμό S_4 σημαντικά υψηλή συγκέντρωση καταγράφηκε τον Ιανουάριο (360 ind.l^{-1}) ενώ πιο μικρές τιμές είχαμε τον Φεβρουάριο , τον Απρίλιο και τον Οκτώβριο (μ.ο. 160 ind.l^{-1}).

Συσχετίζοντας τους πληθυσμούς των κωπηπόδων με αβιοτικές παραμέτρους διαπιστώνουμε θετική συσχέτισή τους με το DIN ($r=0,286$) και αρνητική με την θερμοκρασία, τη χλωροφύλλη-α και το SRP ($r= -0,128$, $r= -0,296$ και $r= -0,162$ αντίστοιχα).

B) Όσο αφορά τα **κλαδόκερα** παρουσίασαν μέγιστα συγκεντρώσεων στους σταθμούς S_1 και S_3 κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο και Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο, αντίστοιχα. Στον S_1 ο μέσος όρος σε αυτό το διάστημα ήταν περίπου 120 ind.l^{-1} , ενώ στον S_3 περίπου 90 ind.l^{-1} . Σε αυτούς και στους υπόλοιπους σταθμούς κατά τις υπόλοιπες δειγματοληψίες είχαμε $5\text{-}45$ κλαδόκερα. l^{-1} .

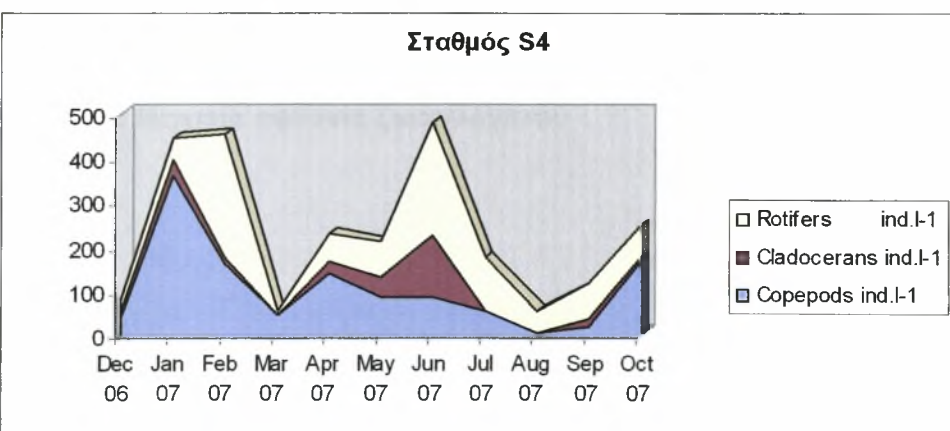
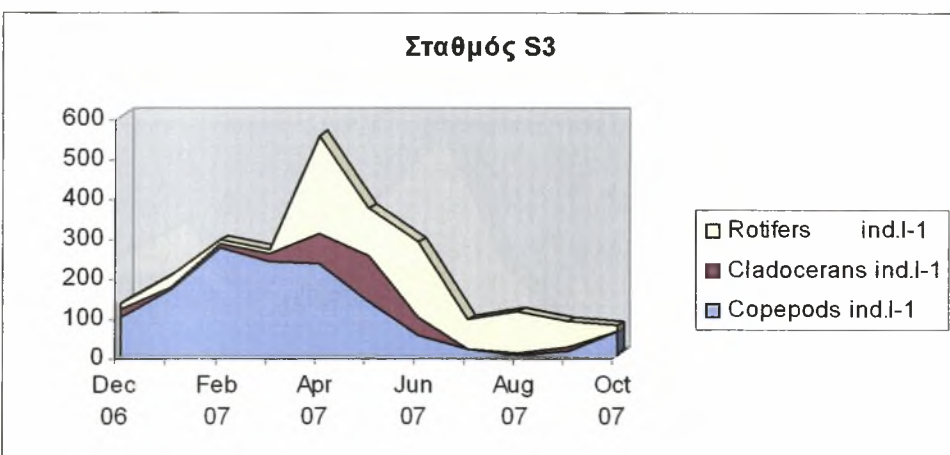
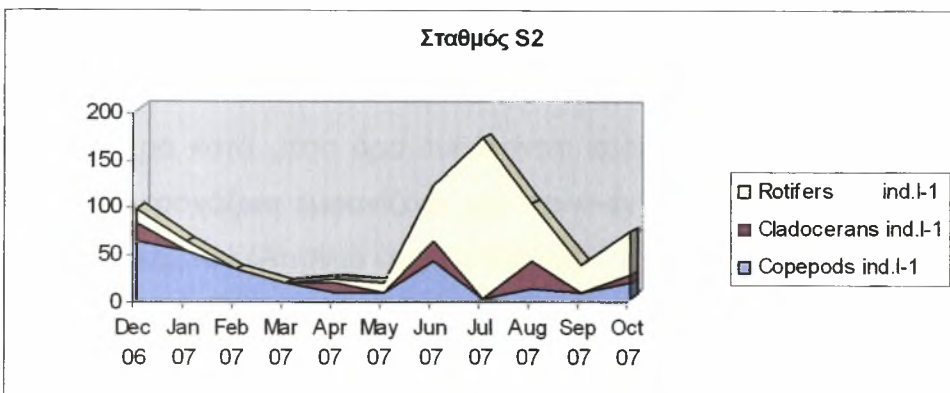
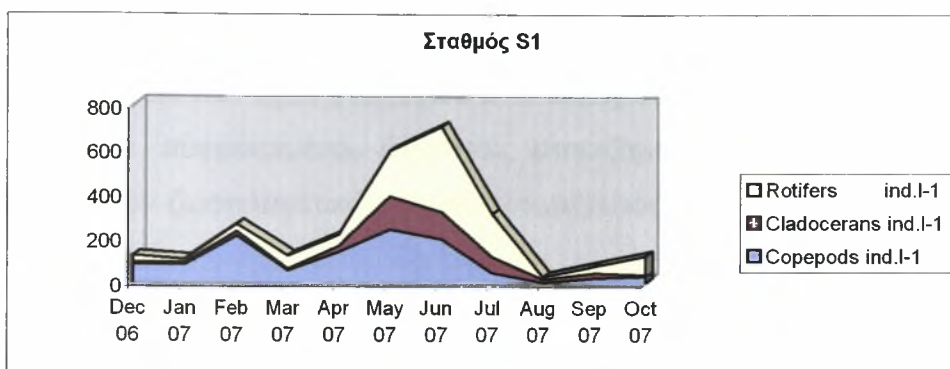
Τα κλαδόκερα συσχετίζονται αρνητικά με τη χλωροφύλλη-α ($r = -0,140$) και θετικά με το DIN ($r = 0,092$) , με την θερμοκρασία ($r = 0,374$) και το SRP ($r = 0,176$).

Γ) Τα τροχόζωα είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις σε όλους τους σταθμούς περίπου κατά το διάστημα Απρίλιο – Ιούλιο. Με υψηλότερη αφθονία αποδείχτηκε ο σταθμός S₁ με μέσο όρο 290 ind.l⁻¹. Ας καταγραφεί πως τον Ιούνιο μετρήθηκαν σε αυτόν τον σταθμό 385 Rotifers ind.l⁻¹. Ο S₂ έδωσε χαμηλές σχετικά συγκεντρώσεις, από 0-60 ind.l⁻¹ με μοναδικό μέγιστο τον Ιούλιο(170 ind.l⁻¹). Στους σταθμούς S₃ και S₄ η εικόνα ήταν παρόμοια με αυτή του S₁.

Στα τροχόζωα η εικόνα συσχέτισης με αβιοτικές παραμέτρους είναι ανάλογη με αυτή των κλαδόκερων, δηλαδή αρνητική συσχέτιση με την χλωροφύλλη-α ($r = -0,147$) και θετική με το DIN ($r = 0,005$) , με την θερμοκρασία ($r = 0,477$) και το SRP ($r = 0,277$).

Πίνακας 7: Μηνιαία κατανομή αφθονίας ζωοπλαγκτού

	Month	Dec 06	Jan 07	Feb 07	Mar 07	Apr 07	May 07	Jun 07	Jul 07	Aug 07	Sep 07	Oct 07
	Station											
Copepods ind.l ⁻¹	S1	80	80	210	55	140	240	195	45	0	20	30
	S2	60	50	30	15	5	5	40	0	10	5	15
	S3	95	165	270	235	230	135	50	15	0	10	60
	S4	40	360	160	45	140	85	85	55	5	20	170
Cladocerans ind.l ⁻¹	S1	10	10	20	5	25	150	125	70	15	25	5
	S2	20	0	0	0	10	0	20	0	30	0	10
	S3	20	5	10	20	75	115	45	0	5	10	0
	S4	15	35	15	0	25	45	140	0	0	15	10
Rotifers ind.l ⁻¹	S1	30	15	35	60	50	205	385	195	10	30	85
	S2	15	10	0	0	5	10	60	170	60	30	45
	S3	15	30	10	10	250	120	190	75	105	65	15
	S4	25	50	280	10	65	80	255	120	50	80	70



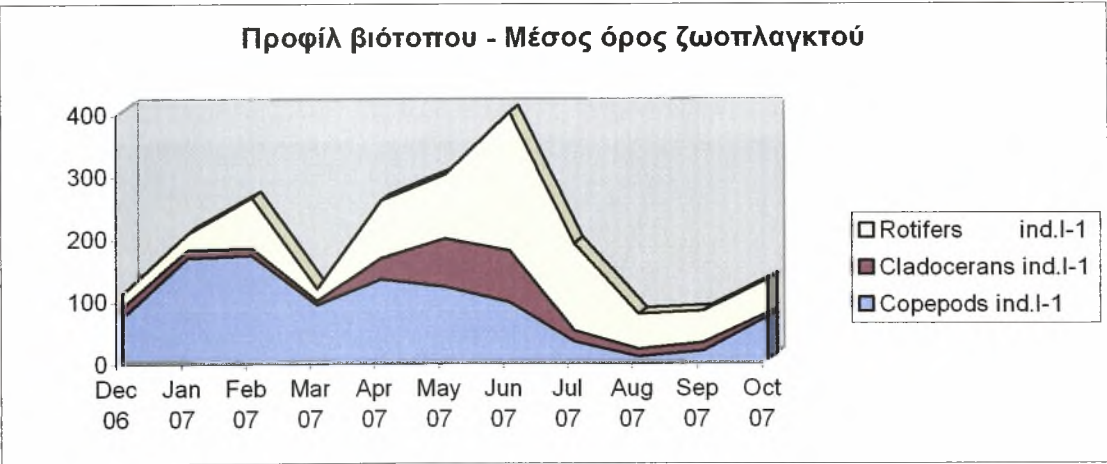
Διάγραμμα 12 : Μηνιαία κατανομή αφθονίας ζωοπλαγκτού ανά σταθμό δειγματοληψίας

5.3.1 Προφίλ βιότοπου (ως προς το ζωοπλαγκτό)

Με τη βοήθεια των προηγούμενων αποτελεσμάτων μπορούμε να δώσουμε το προφίλ του συγκεκριμένου βιότοπου, στηριζόμενοι σε μέσους όρους των συγκεντρώσεων ζωοπλαγκτικών ομάδων των τεσσάρων σταθμών (διάγραμμα 13).

Βλέπουμε λοιπόν ενισχυμένη παρουσία των κωπηπόδων κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες (Ιανουάριο και Φεβρουάριο), αλλά με μικρή υποχώρηση και κατά το διάστημα από τα μέσα άνοιξης έως αρχές καλοκαιριού (Απρίλιο έως και Ιούνιο).

Τα κλαδόκερα κατά μέσο όρο αυξάνονται κυρίως την άνοιξη (Απρίλιο και Μάιο), ενώ τα τροχόζωα εμφανίζουν μια πολύ έντονη αφθονία τέλος άνοιξης έως μέσα καλοκαιριού (Απρίλιο έως και Ιούλιο).



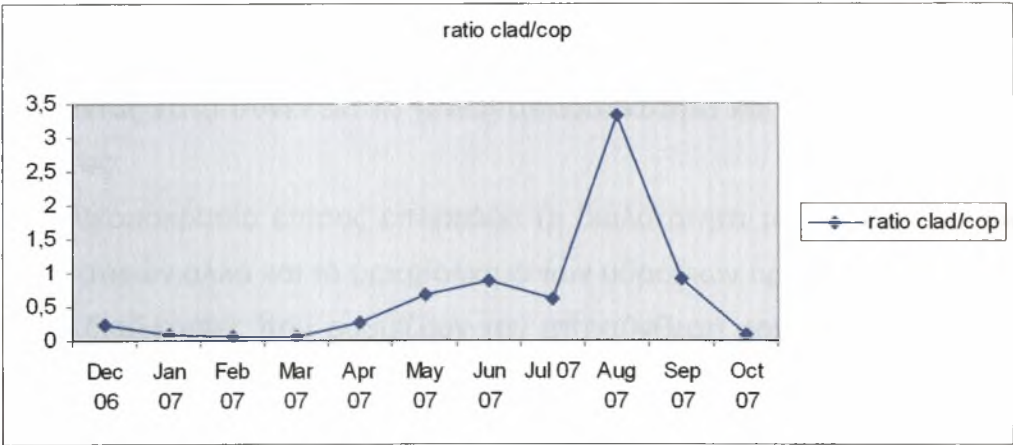
Διάγραμμα 13: Μηνιαία αφθονία ζωοπλαγκτού

5.3.2 Αναλογία κλαδόκερα / κωπήποδα

Στον πίνακα 8 και στο διάγραμμα 14, φαίνεται η μηνιαία διακύμανση στην αναλογία κλαδόκερα / κωπήποδα στο έλος. Η αναλογία αυτή λοιπόν, είναι μικρότερη από μονάδα σε όλη τη διάρκεια παρακολούθησης, εκτός από τον Αύγουστο που είναι 3,33. Το υπόλοιπο διάστημα, τα κωπήποδα δείχνουν εντονότατη παρουσία σε σχέση με τα κλαδόκερα, κατά τον Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο και Οκτώβριο (αναλογία από 0,07-0,09).

Πίνακας 8: Μηνιαία διακύμανση αναλογίας κλαδόκερων / κωπήποδα

	Dec 06	Jan 07	Feb 07	Mar 07	Apr 07	May 07	Jun 07	Jul 07	Aug 07	Sep 07	Oct 07
ratio clad/cop	0,24	0,08	0,07	0,07	0,26	0,66	0,89	0,61	3,33	0,91	0,09



Διάγραμμα 14: Μηνιαία διακύμανση αναλογίας κλαδόκερων / κωπήποδα

ΚΕΦ.6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

6.1.1 Θερμοκρασία

Οι υγρότοποι είναι ηλιακά τροφοδοτημένα οικοσυστήματα, με συνέπεια τις ετησίως κυκλικές θερμοκρασίες. Υπάρχει επίσης ένας καθημερινός κύκλος στη θερμοκρασία ύδατος του υγρότοπου (Kadlec, 2006).

Η θερμοκρασία ύδατος στους υγρότοπους είναι ενδιαφέρον στοιχείο για τουλάχιστον τρεις λόγους: **(1)** η θερμοκρασία τροποποιεί διάφορες βασικές βιολογικές διαδικασίες (ισχυρή επίδραση της θερμοκρασίας στη μικροβιακή επεξεργασία), **(2)** η θερμοκρασία είναι μερικές φορές μια παράμετρος ποιότητας του νερού και **(3)** η θερμοκρασία ύδατος είναι ένας πρωταρχικός καθοριστικός παράγοντας της εξατμιστικής απώλειας ύδατος (Kadlec, 2006).

Διάφορες βιογεωχημικές διαδικασίες που ρυθμίζουν την συγκέντρωση των θρεπτικών ουσιών στους υγρότοπους επηρεάζονται από τη θερμοκρασία, επηρεάζοντας κατά συνέπεια τη γενική αποδοτικότητα και λειτουργία του οικοσυστήματος .

Η θερμοκρασία επίσης επηρεάζει τη διαλυτότητα του οξυγόνου και άλλων συστατικών αλλά και το μεταβολισμό των υδρόβιων οργανισμών.

Οι διαδικασίες που ρυθμίζουν την αποσύνθεση οργανικής ουσίας επηρεάζονται από τη θερμοκρασία. Ομοίως, όλες οι αντιδράσεις ανακύκλωσης αζώτου (μεταλλοποίηση, νιτροποίηση, και διάσπαση νιτρικών) (Kadlec et al, 2001). Η θερμοκρασία του νερού όχι μόνο διαμορφώνει τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων, αλλά επιδρά και στη συμπεριφορά τους και στο μέγεθος κατ' επέκταση των πληθυσμών τους.

Οι τιμές της θερμοκρασίας στα νερά του έλους , κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης κυμάνθηκαν από 10 – 33 ° C. Παρατηρούμε έντονη διακύμανση κατά τη διάρκεια του έτους, που μπορεί να αποδοθεί στο αβαθές της λεκάνης και στην τυφώδη σύσταση του πυθμένα (Αράπης, κ.α. 1998).

Σε σχέση με τις μετρήσεις της θερμοκρασίας στο έλος Καλοδικίου για την Περιβαλλοντική μελέτη (Αράπης, κ.α. 1998), παρατηρούμε ελαφρώς δια-

φοροποιημένη εικόνα στη διακύμανση της θερμοκρασίας. Συγκεκριμένα εκεί καταγράφηκε ελάχιστο 14°C και μέγιστο $31,1^{\circ}\text{C}$, ενώ στην παρούσα εργασία καταγράφηκε ελάχιστο 10°C και μέγιστο 33°C .

Γενικότερα οι τιμές αυτές ακολουθούν το θερμοκρασιακό προφίλ της ευρύτερης περιοχής (Μπαμπίλη, 2006).

Ανά σταθμό δειγματοληψίας οι πιο χαμηλές θερμοκρασίες μετρήθηκαν στο σταθμό S₂ (φράγμα), γεγονός απόλυτα αναμενόμενο μια που καλυπτόταν από πυκνή βλάστηση. Συνολικά όμως και κυρίως στους άλλους τρεις σταθμούς καταγράφουμε παρόμοια εικόνα όσο αφορά τις τιμές της θερμοκρασίας και τις μηνιαίες μεταβολές της.

6.1.2 Ενεργός οξύτητα – pH

Η ενεργός οξύτητα εκφράζει τη συγκέντρωση των κατιόντων υδρογόνου (υδρογονιόντων) ενός δείγματος.

Το σύνολο των βιοχημικών αντιδράσεων στο εσωτερικό των κυττάρων πραγματοποιείται σε ουδέτερο pH. Όξινα ή αλκαλικά περιβάλλοντα δυσχεραίνουν την πορεία των παραπάνω αντιδράσεων ή αναστέλλουν την πραγματοποίησή τους.

Τα φυσικά νερά έχουν τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ των 4-9 μονάδων, ενώ τιμές 6,5-8,5 είναι στις περισσότερες περιπτώσεις οι καταλληλότερες για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Η ενεργός οξύτητα του νερού εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την αλατότητα (παρουσία ανιόντων θείου, χλωρίου κ.ά., μεταλλικών κατιόντων ασβεστίου, μαγνησίου κ.ά.), τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα και του οξυγόνου, καθώς και από τη μεταβολική δραστηριότητα των υδρόβιων οργανισμών (φωτοσύνθεση, αναπνοή) και τη χημική αποσύνθεση των οργανικών ουσιών.

Το CO₂ διαλύεται εύκολα στο νερό συμβάλλοντας στη διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος κατάλληλου για τη ζωή, δεδομένου ότι συμμετέχει στις διαδικασίες φωτοσύνθεσης και αναπνοής και αποτελεί ουσιαστική πηγή άνθρακα, άμεσα ή έμμεσα, για τις ενεργειακές απαιτήσεις των οργανισμών.

Αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ προκαλεί μείωση του pH και αντίστροφα. Η κατακόρυφη κατανομή του pH καθορίζεται από τη δέσμευση του CO₂ (στα

στρώματα όπου συναντώνται οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί) και την απελευθέρωσή του κατά την αναπνοή σε όλα τα βάθη της υδάτινης στήλης.

Κατά τις περιόδους στρωμάτωσης μιας λίμνης, παρατηρούνται προοδευτικές μεταβολές στις τιμές του pH. Οι μεταβολές αυτές οφείλονται συνήθως στην κατανάλωση CO₂ (συνεπώς αύξηση του pH) στο επιλίμνιο, εξαιτίας της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, και στην απελευθέρωσή του στο υπολίμνιο (συνεπώς μείωση του pH), κατά την αποσύνθεση κυρίως νεκρών πλαγκτονικών οργανισμών και οργανικού υλικού του πυθμένα

Σημαντικές και σχετικά μόνιμες μεταβολές στο pH παρατηρούνται συνήθως κάτω από την επίδραση εξωγενών παραγόντων. Χαμηλές τιμές του pH οφείλονται συχνά στην εισαγωγή οξέων στη λίμνη (όξινη βροχή, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα κ.ά.). Εμπλουτισμός της λίμνης με θειικά οξέα συμβαίνει με τη βροχή (το νερό της βροχής περιέχει, μεταξύ άλλων ανιόντων, SO₄⁻) ή μπορεί να οφείλεται στη σύσταση του υπεδάφους της λεκάνης απορροής. Η έκθεση στον ατμοσφαιρικό αέρα πετρωμάτων τύρφης του υπεδάφους (λόγω διάβρωσης του εδάφους) αυξάνει τη συγκέντρωση του θειικού οξέος στο νερό της λίμνης. Η οξειδωση του πυρίτη (FeS₂), συστατικό των πετρωμάτων τύρφης, καταλήγει στο σχηματισμό θειικού οξέος.

Αλκαλικές τιμές pH συναντάμε σε περιπτώσεις έντονης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας - ευτροφισμός (κατά τη φωτοσύνθεση το φυτοπλαγκτόν μειώνει τη συγκέντρωση του CO₂ του νερού), σε περιπτώσεις ρύπανσης της λίμνης με αλκαλικές ουσίες (απορρυπαντικά κ.ά. από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα) και σε αυξημένες συγκεντρώσεις ασβεστίου, νατρίου και μαγνησίου (www.kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology).

Σύμφωνα με την Κάγκαλου (1997), οι φυσιολογικές τιμές του pH για ένα λιμναίο οικοσύστημα είναι μεταξύ 6 και 8. Με βάση τα δικά μας αποτελέσματα οι τιμές αυτές προσδιορίστηκαν από 6,42 – 8,95 , δηλαδή από ουδέτερες ως ελαφρώς αλκαλικές. Γενικά παρατηρούμε τις υψηλότερες τιμές pH κατά τους θερινούς μήνες, ενώ τις χαμηλότερες κατά τους χειμερινούς. Οι τιμές αυτές κατατάσσουν το έλος στην κατηγορία των εύτροφων τυρφώνων (McNamara et al, 1992 ; Αράπης κ.α., 1998).

6.1.3 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού αναφέρεται στην ικανότητά του να μεταφέρει - άγει ηλεκτρικά φορτία. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, από τη συγκέντρωσή τους, την ευκινησία, το σθένος και τη θερμοκρασία. Οι τιμές της αγωγιμότητας είναι ενδεικτικές για την ποιότητα του νερού της λίμνης (www.kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology).

Απόβλητα και ρύποι που εισέρχονται στη λίμνη τροποποιούν την αγωγιμότητα, ειδικότερα αν οι ρύποι περιλαμβάνουν ιόντα όπως ανθρακικά, θειικά, χλωρίου, μαγνησίου, νατρίου, καλίου και φωσφόρου.

Απότομη αύξηση της αγωγιμότητας του νερού της λίμνης αποτελεί ένδειξη ρύπανσης. Η αύξηση της αγωγιμότητας συνδέεται με την ενηλικίωση (παλαίωση) μιας υδάτινης μάζας εξαιτίας της αύξησης των θρεπτικών συστατικών της (ευτροφισμός). Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα στα γλυκά νερά τόσο μεγαλύτερη είναι η βιολογική παραγωγικότητα. Συνήθως στα φυσικά γλυκά νερά η ηλεκτρική αγωγιμότητα κυμαίνεται από 50 - 1500 $\mu\text{S/cm}$. Σε μερικά βιομηχανικά απόβλητα η τιμή υπερβαίνει τα 10.000 $\mu\text{S/cm}$.

Η λίμνη Τριχωνίδα ως ολιγο - μεσότροφη λίμνη εμφανίζει τιμές από 40 - 380 $\mu\text{S/cm}$, η μικρή Πρέσπα από 60 - 520 $\mu\text{S/cm}$, η Κορώνεια από 1150 - 1660 $\mu\text{S/cm}$, η λίμνη Καστοριάς 300 - 340 $\mu\text{S/cm}$.

Αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει θετικά την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Αυτό συμβαίνει επειδή η αύξηση της θερμοκρασίας επιταχύνει τη διάσταση των ηλεκτρολυτών (υδατικά διαλύματα οξέων - βάσεων - αλάτων).

Στη δική μας εργασία η αγωγιμότητα κυμάνθηκε από 0,14 – 0,65 mS ή 140-650 μS , που την τοποθετεί στην μεσο-ευτροφική κατάσταση. Οι μεταβολές δεν ήταν έντονες κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, και με βάση τα προηγούμενα στοιχεία είμαστε μέσα στις φυσιολογικές τιμές των φυσικών γλυκών νερών, που δεν έχουν υποστεί σημαντική επιβάρυνση με ρυπαντικό φορτίο.

6.2 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ- ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗ

Στα θρεπτικά στοιχεία περιλαμβάνονται όλες οι απαραίτητες για την επιβίωση ουσίες που προσλαμβάνονται από τους οργανισμούς.

Εκτός από τον άνθρακα, το οξυγόνο και το υδρογόνο, βασικά θρεπτικά συστατικά (**μακροθρεπτικά**, στοιχεία απαραίτητα σε μεγάλες σχετικά ποσότητες - $>1000\text{ppm}$) των φυτικών οργανισμών μιας λίμνης είναι τα νιτρικά, τα νιτρώδη και τα αμμωνιακά ιόντα, τα φωσφορικά ιόντα, το πυρίτιο (απαραίτητο στα διάτομα και σε κάποια άλλα πλαγκτικά είδη), τα κατιόντα ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου, τα ανιόντα θείου κ.ά. Μεταξύ άλλων τα κατιόντα των μετάλλων σιδήρου, μαγγανίου, χαλκού και ψευδαργύρου αποτελούν τα **μικροθρεπτικά** στοιχεία - **ιχνοστοιχεία** - καθώς είναι απαραίτητα σε μικρές σχετικά ποσότητες ($<100\text{ppm}$, με εξαίρεση το σίδηρο που απαιτείται σε ποσότητες $<1000\text{ppm}$ και $>100\text{ppm}$) από τους οργανισμούς.

Η συγκέντρωση των μακροθρεπτικών στο νερό διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιοτική και την ποσοτική αφθονία των οργανισμών. Για παράδειγμα, ο εποικισμός διαφόρων ειδών φυτοπλαγκτού σε ένα λιμναίο οικοσύστημα σχετίζεται με τη συγκέντρωση ορισμένων ιόντων (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} , K^{+} κ.ά.), ενώ η αύξηση των πληθυσμών τους συνδέεται συνήθως με τη σχετική αφθονία κάποιων άλλων (νιτρώδη, νιτρικά, αμμωνιακά, φωσφορικά, πυριτικά ιόντα).

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών, των νιτρώδων, των αμμωνιακών και των φωσφορικών ιόντων παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της τροφικής κατάστασης της λίμνης, οι τιμές τους δηλαδή είναι ενδεικτικές για τις συνθήκες (ολιγότροφες, μεσότροφες, εύτροφες) που επικρατούν σε αυτή.

6.2.1 Άζωτο

Το άζωτο είναι ένα από τα κυριότερα συστατικά του ζωντανού πρωτοπλάσματος (αποτελεί το 1-10% του βάρους των φυτών και περισσότερο από 20-30% του βάρους των ζώων) και επηρεάζει σημαντικά την παραγωγικότητα των υδατικών οικοσυστημάτων .

Το άζωτο υπάρχει στο νερό ως :

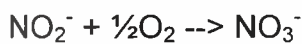
- διαλυμένο αέριο άζωτο
- άζωτο δεσμευμένο σε οργανικές ενώσεις, όπως πρωτεΐνες, αμινοξέα, ουρία κ.ά.
- αμμωνία, κυρίως ως αμμωνιακά ιόντα (NH_4^+ και NH_4OH^-)
- νιτρώδη ιόντα
- νιτρικά ιόντα

Συγκεκριμένα βακτήρια οξειδώνουν τα αμμωνιακά και τα νιτρώδη άλατα σε νιτρικά (**βακτηριακή νιτροποίηση**).

(Nitrosomonas):



(Nitrobacter):



Ανάμεσα στους παράγοντες που επιδρούν στην πορεία της βακτηριακής νιτροποίησης είναι το pH του νερού, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, η θερμοκρασία κ.ά.

Η διαδικασία της νιτροποίησης ευνοείται σε ουδέτερες ως ελαφρά αλκαλικές τιμές του pH. Σε τιμές pH μικρότερες από το 7 η νιτροποίηση καθυστερεί ή αναστέλλεται καθώς οι όξινες συνθήκες δυσχεραίνουν τη λειτουργία των Nitrosomonas και Nitrobacter. Σε τιμές του pH μεγαλύτερες του 8, τα άτομα Nitrobacter παύουν να μετατρέπουν τα νιτρώδη σε νιτρικά και συνεπώς η διαδικασία της νιτροποίησης αναστέλλεται επίσης.

Αντίθετη της βακτηριακής νιτροποίησης διαδικασία είναι η **βακτηριακή απονιτροποίηση**. Μια μεγάλη ποικιλία βακτηριακών οργανισμών (Escherichia coli, Serratia marcescens κ.ά) συμμετέχουν στην αναγωγή των νιτρικών και των νιτρωδών ιόντων, χρησιμοποιώντας οξυγόνο ανιόντων (π.χ. NO_3^- , NO_2^- , SO_4^-) για την οξείδωση οργανικού υλικού ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$). Αναερόβιες συνθήκες ευνοούν τη βακτηριακή απονιτροποίηση.

Οι συγκεντρώσεις των ενώσεων του αζώτου στις λίμνες ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες. Οι ρυθμοί παραγωγικότητας και οι παράγοντες που ελέγχουν μέχρι ένα βαθμό τις βακτηριακές δραστηριότητες, επηρεάζουν τη συγκέντρωση των ενώσεων του αζώτου. Κατά τη θερινή στρωμάτωση μιας λίμνης τα νιτρικά μπορεί ακόμα και να εξαφανιστούν στο επιφανειακό στρώμα

του νερού, ως αποτέλεσμα της χρησιμοποίησής τους, όπως επίσης και στα βαθύτερα στρώματα, εξαιτίας της χαμηλής συγκέντρωσης οξυγόνου στα στρώματα αυτά.

Εμπλουτισμός των νερών με αζωτούχες ενώσεις προέρχεται από:

- ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα στην επιφάνεια μιας λίμνης
- δέσμευση ατμοσφαιρικού αζώτου στο νερό (ηλεκτρική ή φωτοχημική δέσμευση με κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις).
- μηχανισμούς διάβρωσης και απόπλυσης των εδαφών της λεκάνης απορροής, με τα υπόγεια και τα επιφανειακά νερά.
- παντός είδους απόβλητα που εισρέουν στη λίμνη. Οι εισροές θρεπτικών από λιπάσματα είναι η κύρια πηγή ρύπανσης της λίμνης, με συνέπεια την αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας και του πληθυσμού των πρωτογενών καταναλωτών (Simpson et al, 1994 ; Reisenhofer et al, 1995).

Χωρίς τέτοιους εμπλουτισμούς σε άζωτο, οι μέγιστες συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 10 ως 1000μg/l.

Απώλειες αζώτου από μια υδατοσυλλογή μπορεί να προέλθουν από:

- πλημμυρική εκροή από μια υδάτινη μάζα
- αναγωγή των νιτρικών σε άζωτο με βακτηριακή απονιτροποίηση και στη συνέχεια διαφυγή του αζώτου στην ατμόσφαιρα
- μόνιμη καθίζηση στο ίζημα της υδατοσυλλογής ανόργανων και οργανικών συστατικών που περιέχουν άζωτο.

6.2.1.1 Άζωτο – Νιτρικών (N- NO₃)

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών όπως καταγράφηκαν, κυμαίνονται από 0,8 – 4,8 mg/l και στους τέσσερις σταθμούς, κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις νιτρικών παρατηρούνται κυρίως κατά το τέλος του χειμώνα και μετά από περίοδο βροχοπτώσεων, γεγονός αναμενόμενο σύμφωνα και με την Κάγκαλου (1997).

Σε ανάλογες μελέτες στον ίδιο βιότοπο η συγκέντρωση των νιτρικών κυμάνθηκε από 0,1 – 1,8 mg/l (Kagalou et al, 2006), ενώ στη λίμνη Παμβώτιδα

είχαμε υψηλότερες συγκεντρώσεις κατά την άνοιξη και το χειμώνα με τιμές 0,22 – 1,16 mg/l, που μπορούν να αποδοθούν και στις εισροές θρεπτικών από τις παρακείμενες αγροτικές εκτάσεις. Κατά το καλοκαίρι όμως, μετρήθηκαν οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις που κυμάνθηκαν από 0,34 – 0,71 mg/l (Kagalou et al, 2001).

Και στη δική μας εργασία οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών καταγράφονται όταν είχαμε υψηλές θερμοκρασίες (Αύγουστος και στους τέσσερις σταθμούς από 0,8 – 1,2 mg/l). Αυτό υποδηλώνει την εξέλιξη της διαδικασίας της απονιτροποίησης.

Επιβεβαιώνεται επίσης και από την πληροφορία πως η επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό βακτηριακής νιτροποίησης είναι καθοριστική. Χαμηλές θερμοκρασίες είναι δυσμενείς για την ανάπτυξη των συγκεκριμένων βακτηρίων. Συνεπώς, κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους, παρατηρείται συσσώρευση νιτρικών ιόντων (www.kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology).

6.2.1.2 Άζωτο – Νιτρωδών (N- NO₃⁻)

Οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών στα δείγματά μας εμφανίστηκαν ιδιαίτερα χαμηλές. Συγκεκριμένα η ελάχιστη τιμή ήταν 0,002 mg/l στο σταθμό S₂ τον Ιανουάριο και Απρίλιο και η μέγιστη 0,024 mg/l στο σταθμό S₃ τον Σεπτέμβριο. Στο σταθμό S₂ (φράγμα) είχαμε και τις χαμηλότερες τιμές καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Ακόμη και οι υψηλότερες τιμές που μετρήθηκαν 0,024 mg/l στο σταθμό S₃ και 0,022 mg/l στο σταθμό S₂ τον Σεπτέμβριο είναι μικρότερες από 0,05 mg/l, άρα δεν υπάρχει πρόβλημα επιβίωσης των υδρόβιων οργανισμών (Περδικάρης, 2001).

Τα αποτελέσματά μας έρχονται σε συμφωνία και με τους Kagalou et al (2006), που κατέγραψαν στο έλος Καλοδικίου συγκεντρώσεις νιτρωδών από 0 – 0,03 mg/l.

6.2.1.3 Άζωτο – Αμμωνίας (N- NH₃)

Από τα αποτελέσματά μας βλέπουμε πως οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται από τον Ιούνιο έως και τον Σεπτέμβριο. Σε αυτό το διάστημα η συγκέντρωσή τους κυμάνθηκε από 0,3 – 1,94 mg/l. Οι υψηλότερες αυτές τιμές κατά τη θερμή περίοδο πιθανώς οφείλονται και στην αποικοδόμηση οργανικού υλικού (Kagalou et al, 2006)

Από Οκτώβριο έως Απρίλιο η τιμή αυτή σε όλους τους σταθμούς ήταν από 0,16 – 0,42 mg/l.

Στην λίμνη Παμβώτιδα η μέγιστη τιμή αυτής της συγκέντρωσης ήταν 0,34 mg/l κατά το Φεβρουάριο και αποδόθηκε στις εισροές από την επιφανειακή απορροή (Kagalou et al, 2001).

Οι χαμηλές τιμές αμμωνίας και κατά την εαρινή περίοδο αποδίδεται στην ανάπτυξη των παραγωγών του βιότοπου, που απορροφούν ποσότητες αμμωνίας.

Δεν πρέπει επίσης να ξεχνάμε την διαδικασία της νιτροποίησης που ξεκινά με την οξείδωση της αμμωνίας προς νιτρώδη και στη συνέχεια προς νιτρικά.

6.2.2 Φώσφορος

Ο φώσφορος, με τη μορφή φωσφορικών κυρίως ιόντων (PO₄³⁻ και HPO₄²⁻) αποτελεί ένα από τα βασικά θρεπτικά συστατικά τόσο των ζωικών όσο και των φυτικών οργανισμών. Φώσφορος υπάρχει στο μόριο του DNA, του ATP, στην κυτταρική μεμβράνη (φωσφολιπίδια) και αλλού.

Ο φώσφορος αποτελεί συνήθως **περιοριστικό παράγοντα** της πρωτογενούς παραγωγής και ως εκ τούτου έχει καθοριστική σημασία για την αποκατάσταση της οικολογικής ισορροπίας στη λίμνη. Αν και είναι ένα από τα έξι κύρια κυτταρικά στοιχεία (C, H, O, N, P, S) και η αναλογία του στη νωπή βιομάζα του κυτοπλάσματος μπορεί να ξεπερνάει το 0,5%, η παρουσία του στο φλοιό της γης είναι σπανιότερη από αυτή των άλλων πέντε στοιχείων.

Ανάμεσα στους παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση του φωσφόρου στο νερό είναι η θερμοκρασία, το pH και η συγκέντρωση των νιτρικών και των νιτρωδών ιόντων.

Αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών και των νιτρωδών ιόντων μειώνει το ρυθμό απελευθέρωσης του φωσφόρου από τον πυθμένα (και συνεπώς τη συγκέντρωση του φωσφόρου στο νερό) εξαιτίας της οξειδωτικής τους δράσης.

Στις εξωτερικές πηγές φωσφόρου συμπεριλαμβάνονται οι επιφανειακές απορροές, τα λιπάσματα, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι εκροές των εγκαταστάσεων επεξεργασίας αστικών λυμάτων, βιομηχανικά απόβλητα κ.ά. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η εντατική χρήση λιπασμάτων και απορρυπαντικών έχει αυξήσει τη συγκέντρωση του φωσφόρου στις λίμνες πολλών περιοχών.

Υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν τους ρυθμούς αποικοδόμησης των οργανικών ουσιών και συνεπώς την απελευθέρωση φωσφόρου. Παράλληλα βέβαια υψηλές θερμοκρασίες εντείνουν την πρόσληψη φωσφόρου από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς. Συνήθως όμως ο ρυθμός της πρώτης διαδικασίας (απελευθέρωση φωσφόρου) είναι μεγαλύτερος από αυτόν της δεύτερης (δέσμευση φωσφόρου), με αποτέλεσμα υψηλές θερμοκρασίες να επιφέρουν αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου στο νερό.

Το pH σχετίζεται με την εσωτερική τροφοδοσία του νερού σε φώσφορο, την επαναιώρηση δηλαδή του φωσφόρου του πυθμένα. Σε υψηλές τιμές pH συμβαίνει ανταλλαγή των ιόντων υδροξυλίου του νερού με φώσφορο από ενώσεις σιδήρου και αργιλίου του πυθμένα. Συνεπώς αύξηση του pH επιφέρει αύξηση της συγκέντρωσης του φωσφόρου στο νερό.

Παράλληλα, η παρουσία υδρόβιας μακροφυτικής βλάστησης σε μια υδάτινη συλλογή αυξάνει τη συγκέντρωση του φωσφόρου στο νερό. Οι παραπάνω φυτικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν φώσφορο κυρίως από το υπόστρωμα, ενώ κατά την ανάπτυξή τους απελευθερώνουν μεγάλα ποσά φωσφόρου στο νερό, διαδικασία που συνεχίζεται και κατά την ξήρανσή τους. Η παραμονή ξηρών φυτικών τμημάτων στο νερό διευκολύνει την αποσύνθεσή τους, εμπλουτίζοντας το νερό με φωσφορικές ενώσεις.

(www.kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology).

6.2.2.1 Φωσφορικά ιόντα (PO_4^{--})

Τα προηγούμενα στοιχεία συμφωνούν απόλυτα με τα αποτελέσματά μας που βρήκαν τα φωσφορικά ιόντα σημαντικά υψηλά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούνιο και Ιούλιο) έως και μέσα φθινοπώρου, που η θερμοκρασία ήταν ακόμη σε υψηλά επίπεδα. Συγκεκριμένα αυτό το διάστημα η συγκέντρωση των φωσφορικών, με εξαίρεση τον σταθμό S2 (που είχε μόνο μια υψηλή τιμή κατά τον Σεπτέμβριο 0,47 mg/l) κυμάνθηκε από 0,25 – 0,72 mg/l.

Αντίστοιχη εικόνα είχαμε και στην Παμβώτιδα με τιμές μεταξύ 0,06 – 0,35 mg/l και υψηλότερες τιμές κατά την θερμή και ξερή περίοδο του καλοκαιριού. Οι υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται στις εισροές, στη δυναμική του φυτοπλαγκτού και στην επαναιώρησή του από το ίζημα (Kagalogou et al, 2001). Το τελευταίο δεν μπορούμε να το αποκλείσουμε μια που το έλος Καλοδικίου αποτελεί μια ρηχή υδατοσυλλογή.

6.2.2.2 DIN και SRP – Λόγος DIN/SRP

Όπως φάνηκε στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων στον υπολογισμό της τιμής του DIN, συντριπτική συμμετοχή είχαν κυρίως τα νιτρικά (70-90 % περίπου), στη συνέχεια η αμμωνία (10-30% περίπου) και σχεδόν αμελητέα τα νιτρώδη.

Σε ανάλογη μελέτη τα νιτρικά συμμετείχαν με ποσοστό 50-71,8 % και η αμμωνία 27,7-49,8 % (Μπαμπίλη, 2006).

Στην εργασία μας όπως φάνηκε σε αντίστοιχο διάγραμμα των αποτελεσμάτων μας η κατανομή του Soluble Reactive Phosphorus (μέσος όρος σταθμών) ακολουθεί αυτήν του Dissolved Inorganic Nitrogen, γεγονός που αναφέρεται και από τον Andersen (1982). Αυτό αποδίδεται στο ρόλο των νιτρικών και νιτρωδών που ως δέκτες ηλεκτρονίων αυξάνουν το οξειδοαναγωγικό δυναμικό του ιζήματος, με επακόλουθη αύξηση της απελευθέρωσης φωσφόρου από το ίζημα (Andersen, 1982).

Μελετώντας το λόγο DIN/SRP μπορούμε να ελέγξουμε τον περιοριστικό παράγοντα για την πρωτογενή παραγωγικότητα του βιότοπού μας. Όταν αυτός

ο λόγος είναι μικρότερος από 10 ο περιοριστικός παράγοντας είναι το άζωτο και οι συνθήκες ιδανικές για την ανάπτυξη κυανοβακτηρίων (Havens et al, 2003). Όταν είναι μεγαλύτερος από 10 ο περιοριστικός παράγοντας είναι ο φώσφορος.

Στην εργασία μας ο λόγος αυτός στον κάθε σταθμό ήταν:

S1: μόνο κατά τον Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Απρίλιο ο λόγος ήταν πάνω από 10 με μέσο όρο 33, άρα είχαμε περιοριστικό παράγοντα τον φώσφορο. Τους υπόλοιπους μήνες ο λόγος είχε πάντα τιμή κάτω από 10 με μέσο όρο 6 και άρα περιοριστικό παράγοντα το άζωτο.

S2: μόνο το Σεπτέμβριο είχε N-περιορισμό (DIN/SRP= 9,49). Τους υπόλοιπους μήνες έχει P-περιορισμό με μέσο όρο του λόγου αυτού 36.

S3: επίσης παρουσιάζεται με τον φώσφορο κυρίως ως περιοριστικό παράγοντα της πρωτογενούς παραγωγικότητας, αφού ο λόγος DIN/SRP σε όλη την περίοδο παρακολούθησης, εκτός των μηνών του καλοκαιριού, είχε μέσο όρο 24. Κατά τον Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο ο λόγος ήταν 5, οπότε το άζωτο λειτούργησε ως ο κύριος περιοριστικός παράγοντας.

S4: Δεκέμβριο, Ιούνιο και Ιούλιο επικράτησε N-περιορισμός με λόγο 6, ενώ το υπόλοιπο διάστημα και πάλι είχαμε P-περιορισμό με μέση τιμή λόγου 29.

Σύμφωνα με τους Kagalou et al (2001), στην λίμνη Παμβώτιδα κατά τη θερμή περίοδο περιοριστικός παράγοντας ήταν ο φώσφορος (μέση τιμή λόγου 24), ενώ κατά τον χειμώνα το άζωτο (μέση τιμή λόγου 5).

Σε άλλη μελέτη καταγράφεται πως στις περισσότερες λίμνες εύκρατων περιοχών η βιομάζα του φυτοπλαγκτού περιορίζεται από τον διαθέσιμο φώσφορο, ενώ το άζωτο αποτελεί τον περιοριστικό παράγοντα σε λίμνες τροπικών περιοχών (Andersen, 1982).

Συνολικά στις περισσότερες λίμνες το άζωτο αναφέρεται λιγότερο συχνά ως ο περιοριστικός παράγοντας, από ότι ο φώσφορος (Scheffer, 2004; Eggermont et al, 2007).

6.2.3 Χλωροφύλλη-α

Όπως ήταν αναμενόμενο η συγκέντρωση της χλωροφύλλης εμφανίστηκε μέγιστη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες σε όλους τους σταθμούς (με μέγιστη τιμή τον Αύγουστο στον σταθμό S₁, 45,86 mg/m³) . Αυτό συμφωνεί με τους Yan et al (2004).

Εξάλλου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, τα χαμηλά επίπεδα νερού μιας μεσογειακής ρηχής λίμνης, οδηγούν σε αύξηση της φυτικής βιομάζας και σε έντονη απονιτροποίηση, παρουσία θρεπτικού φορτίου και υψηλών θερμοκρασιών (Kagalou et al, 2007).

Τις υψηλότερες τιμές, στη μελέτη μας, εμφανίζει ο σταθμός S1 (5 – 45,86 mg/m³) ενώ οι άλλοι τρεις σταθμοί κυμαίνονται στα ίδια περίπου επίπεδα (0,42 – 29.92 mg/m³).

Στη λίμνη Παμβώτιδα η διακύμανση της Chla ήταν 13-49 mg/m³ (Kagalou et al, 2001), ελαφρώς υψηλότερη από του έλους. Σε μεταγενέστερη μελέτη (2004-05) στον ίδιο βιότοπο, η τιμή αυτής της συγκέντρωσης ήταν εντυπωσιακά υψηλότερη, κατά τους θερμούς μήνες, με μέσο όρο 79,23 mg/m³ (υπερτροφικές συνθήκες (Kagalou et al, 2007).

Στη βιβλιογραφία συναντώνται αρκετές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της τροφικής κατάστασης ενός συστήματος. Η κατάταξη χρησιμοποιεί ως δείκτες για την ταξινόμηση ενός συστήματος τις μέσες και οριακές τιμές ορισμένων παραμέτρων της ποιότητας του νερού (Landner et al, 1988 ; OECD, 1982 ; Sylaios et al, 2005).

Μεταξύ αυτών και οι τιμές της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης-α, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα 10.

Πίνακας 10: Συγκέντρωση χλωροφύλλης-α και τροφικής κατάστασης βιότοπου.

Παράμετρος	Υπερ- τροφική	Ολιγο- τροφική	Μεσο- τροφική	Ευ- τροφική	Υπερ- τροφική
Chl-a (mg/m ³) μέση τιμή	<1	<2,5	2,5-8	8-25	>25
Chl-a (mg/m ³) μέγιστη τιμή	<0,5	<8	8-25	25-75	>75

Με βάση τα αποτελέσματά μας, το έλος Καλοδικίου έδωσε τις ακόλου-
θες μέσες τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α (πίνακας 11), κατά τη διάρκεια
των δειγματοληψιών:

Πίνακας 11: Μέση μηνιαία διακύμανση συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α στο έλος Κα-
λοδικίου

M.O.S1-S4	Dec 06	Jan 07	Feb 07	Mar 07	Apr 07	May 07	Jun 07	Jul 07	Aug 07	Sep 07	Oct 07
Chla mg/m ³	15,4	11,1	10,1	10,6	8,4	6,9	7,2	11,9	15,7	23,01	4,465

Όπως βλέπουμε ο μέσος όρος (M.O.), αυτής της συγκέντρωσης κυ-
μάνθηκε από 5 – 23 mg/m³ περίπου. Αυτό το κατατάσσει σε μια μεσο - ευτρο-
φική κατάσταση.

6.3 ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟ

6.3.1 Παρουσίαση κύριων ομάδων ζωοπλαγκτού

6.3.1.1 Ζωοπλαγκτό-Γενικά

Η λέξη πλαγκτόν (plankton) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Hensen το 1887, για να περιγράψει τους πλανόμενους μικροοργανισμούς των γλυκών και αλμυρών νερών και διαδόθηκε από τον Γερμανό βιολόγο Ernst Haeckel που συμπεριέλαβε στον όρο πλαγκτό και τους μεγαλύτερους πελαγικούς οργανισμούς. Πρόκειται δηλαδή για ετερογενείς πληθυσμούς φυτών και ζώων που αιωρούνται στη θάλασσα ή στις λίμνες, έχουν μικρή κολυμβητική ικανότητα και οι μετακινήσεις τους καθορίζονται κυρίως από τις κινήσεις του νερού (ρεύματα, παλίρροιες, κ.λ.π.). Το ζωϊκό μέρος αυτού του πλαγκτού αποτελεί το **ζωοπλαγκτό**.

Ανάλογα με το μέγεθος διακρίνεται σε :

Μικροπλαγκτό: μεγέθους από 60 -1000 μm

Νανοπλαγκτό: μεγέθους από 5-60 μm .

6.3.1.2 Ρόλος ζωοπλαγκτού

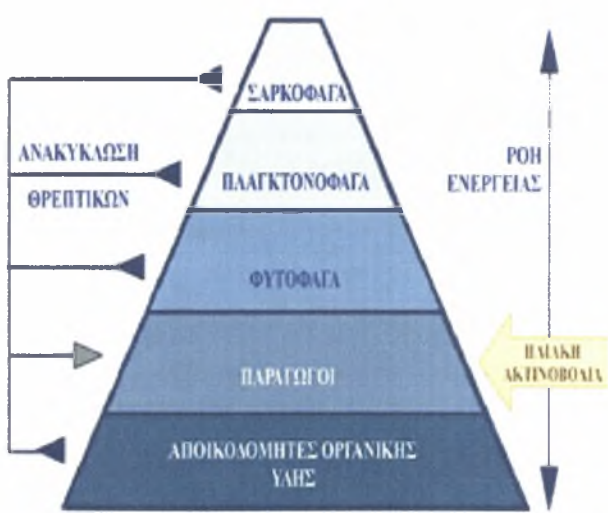
Για να καταλάβουμε πώς λειτουργεί ένας υγρότοπος, οργανώνουμε τις βιολογικές κοινότητες σε τροφικές αλυσίδες και τροφικά πλέγματα. Η απλούστερη παρουσίαση του ρόλου ενός οργανισμού σε ένα οικοσύστημα είναι η απεικόνιση της οικολογικής πυραμίδας (Εικόνα 10). Στην πλατιά βάση των παραγωγών ανήκουν οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί και τα κυανοβακτήρια. Στους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς της λίμνης περιλαμβάνονται το φυτοπλαγκτόν, το περίφυτον και τα μακρόφυτα. Είναι οι παραγωγοί του συστήματος που παράγουν τις οργανικές ενώσεις που απαιτούνται για τη θρέψη, την πρόσληψη δηλαδή ενέργειας από τους υπόλοιπους οργανισμούς. Το οξυγόνο, παραπροϊόν της φωτοσύνθεσης, προστίθεται στο οξυγόνο της λίμνης που προέρχεται από την ατμόσφαιρα.

Οι παραγωγοί υποστηρίζουν τα ανώτερα τροφικά επίπεδα της πυραμίδας, δηλαδή τους φυτοφάγους οργανισμούς (ζωοπλαγκτό), τους πλαγκτονοφάγους οργανισμούς και τους πολύ μικρότερους πληθυσμούς των σαρκοφάγων (θηρευτών).

Τα φυτά αποτελούν τροφή των καταναλωτών πρώτης τάξης και όταν ολοκληρώσουν τον κύκλο της ζωής τους και νεκρωθούν, γίνονται τροφή των αποικοδομητών.

Οι πρωτογενείς καταναλωτές, όπως το ζωοπλαγκτό και η ποικιλία ασπόνδυλων αποτελούν τροφή για τους καταναλωτές δεύτερης τάξης, που είναι τα μικρά ψάρια και κάποια είδη της ορνιθοπανίδας. Οι μεγαλύτεροι ζωικοί οργανισμοί, όπως τα μεγάλα ψάρια, τα ψαροφάγα πουλιά, οι ψαραετοί, αλλά και ο άνθρωπος είναι καταναλωτές τρίτης τάξης (4ο τροφικό επίπεδο).

Τα πιο πάνω ανεξάρτητα τροφικά επίπεδα μπορούν να απεικονιστούν με τροφικές αλυσίδες, αλλά στην πραγματικότητα πολλοί οργανισμοί είναι παμφάγοι και συνεπώς δεν αντιπροσωπεύονται πάντα μόνο από ένα από τα παραπάνω τροφικά επίπεδα.



Εικόνα 10: Απλοποιημένη παρουσίαση της τροφικής πυραμίδας, της ροής ενέργειας και της ανακύκλωσης των θρεπτικών στοιχείων σε μια λίμνη

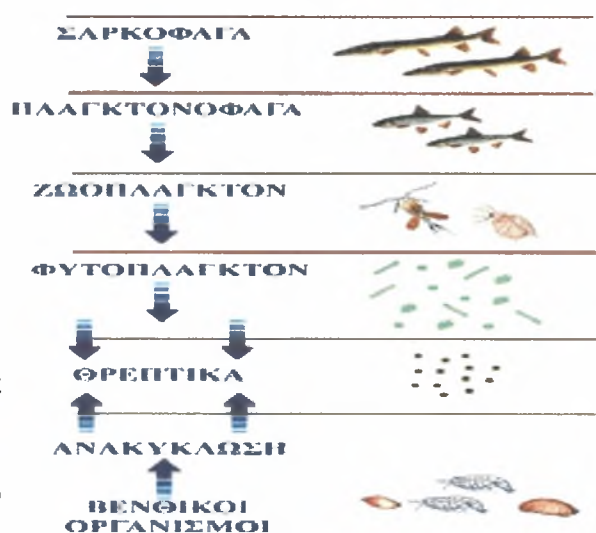
Πηγή:

www.kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology

Παράλληλα, οι καταναλωτές πολύ συχνά αλλάζουν τροφικό επίπεδο στη διάρκεια του κύκλου της ζωής τους. Για παράδειγμα ένα ψάρι μπορεί στα πρώτα στάδια της ζωής του να τρέφεται από μικροφύκη, βακτήρια και τρίμματα νεκρής ή αποικοδομούμενης οργανικής ύλης, στη συνέχεια από ζωοπλαγκτόν και στα ώριμα στάδια της ζωής του από άλλα ψάρια.

Τα τροφικά πλέγματα είναι συνήθως πολύ σύνθετα και στο οικοσύστημα της λίμνης εκατοντάδες οργανισμοί μπορεί να συμμετέχουν σ' αυτά.

Επειδή όμως η διαθέσιμη ενέργεια μειώνεται όσο προχωράμε στα ανώτερα τροφικά επίπεδα, είναι απαραίτητη μια μεγάλη βάση παραγωγών, ώστε να μπορεί να συντηρήσει τα λιγότερα σε αριθμό μεγάλα ψάρια. Τα τροφικά πλέγματα επίσης απεικονίζουν τη ροή ενέργειας και θρεπτικών (άνθρακας, άζωτο, φώσφορος) – Εικόνα 11. Η ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του οικοσυστήματος.



Εικόνα 11: Απλοποιημένη σχηματική απεικόνιση τροφικού πλέγματος λιμναίου οικοσυστήματος

Πηγή:

www.kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology

Ο οικολογικός ρόλος λοιπόν και η σημασία του ζωοπλαγκτού για τον άνθρωπο πέρα από το ότι αποτελούν τη βάση σε τροφικές πυραμίδες των γλυκών νερών, είναι ακόμη πως αποτελούν θηρευτές, διηθούν την τροφή τους,

βοηθούν την αποικοδόμηση στο έδαφος και ανακυκλώνουν θρεπτικά του εδάφους και του νερού.

Ιδιαίτερο παράδειγμα τα τροχόζωα και τα *Daphnia* που είναι ιδιαίτερα σημαντικά αφού συντελούν στον έλεγχο της υπερανάπτυξης των αλγών.

6.3.1.3 Ζωοπλαγκτό στα έλη

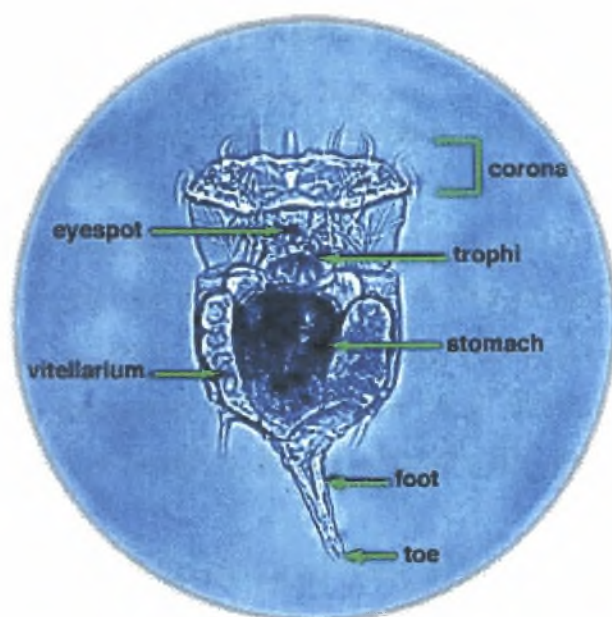
Πολλές μορφές ζωοπλαγκτού αναπτύσσονται στα γλυκά νερά άρα σε λίμνες και έλη. Αυτές περιλαμβάνουν κυρίως τροχόζωα, αλλά και καρκινοειδή κυρίως κλαδόκερα (*daphnia*) και κωπήποδα (Moss, 2005).

6.3.1.3.1 Τροχόζωα (Rotifers) (Εικόνα 12)

Είναι μικρά υδρόβια ζώα του φύλου *Rotifera*. Κατά τη μικροσκοπική παρατήρησή τους τα τροχόζωα μοιάζουν σα να έχουν έναν τροχό προσκολλημένο στα μπροστινά τους άκρα. Στην πραγματικότητα ο τροχός αυτός είναι ένα βλεφαριδοφόρο όργανο που βοηθάει τον οργανισμό κατά τη μετακίνησή του και τη σύλληψη της λείας του. Ζουν σε γλυκά νερά, στα κατώτατα σημεία λιμνών σε υγρά εδάφη και σπάνια σε ωκεανούς. Ο αριθμός των ειδών τους κυμαίνεται μεταξύ 1800-2000, ενώ το μέγεθός τους 0,4-2,5 mm. Τα περισσότερα είδη rotifers είναι περίπου 200 έως 500 μm μήκος.

Το γενικό σχέδιο του σώματος των rotifers αποτελείται από τέσσερις βασικές περιοχές: κεφάλι, λαιμός, κορμός (σώμα), και το πόδι. Στα περισσότερα είδη, το κεφάλι φέρνει μια κορώννα (cilia) που δημιουργεί μια δίνη του ύδατος στο στόμα, συμβάλλοντας έτσι στη διατροφή του. Τα ίδια τα τρόφιμα αλέθονται από το trophi (σαγόνια), που βρίσκονται ακριβώς πίσω από το στόμα στο φάρυγγα (λαιμός). Το Trophi βρίσκεται σχεδόν σε όλα τα τροχόζωα, και είναι χαρακτηριστικά όργανα του φύλου *Rotifera*.

Η τελική περιοχή του σώματος είναι το πόδι. Αυτό τελειώνει σε ένα "toe" περιέχοντας έναν αδένα με τον οποίο συνδέεται με υποστρώματα (Ruttner-Kolisko, 1974; <http://www.ucmp.berkeley.edu>).



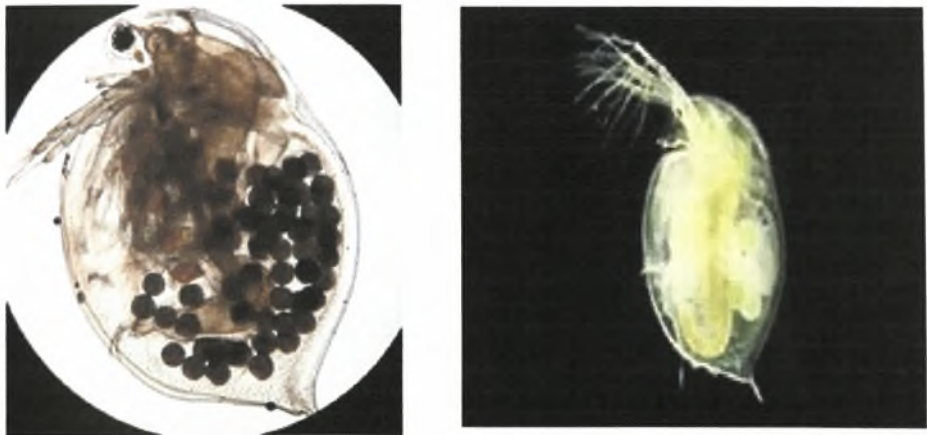
Εικόνα 12: Τροχόζωα Πηγή: www.ucmp.berkeley.edu/phyla/rotifera/rotifera.html



6.3.1.3.2 Κλαδόκερα (Cladocerans) (Εικόνα 13)

Η δάφνια είναι μέλος της τάξης *Cladocera*, από τα πιο αντιπροσωπευτικά. Είναι μικρό καρκινοειδές, συνήθως πλαγκτονική, μεταξύ 0,2 και 5 mm μήκος. Ζει στα διάφορα υδρόβια περιβάλλοντα που κυμαίνονται από τα όξινα έλη ως τις λίμνες, τα ρεύματα και τους ποταμούς. Η δάφνια παρέχει μια σημαντική πηγή τροφίμων για πολλούς μεγαλύτερους υδρόβιους οργανισμούς συμπεριλαμβανομένων των διάφορων ειδών ψαριών (π.χ. πέστροφα λιμνών) και τα ανώριμα στάδια πολλών εντόμων. Αποτελεί δείκτη της υγείας ενός οικοσυστήματος.

Το κεφάλι κάμπτεται γενικά κάτω προς το σώμα. Στα περισσότερα είδη το υπόλοιπο του σώματος καλύπτεται από ένα περίβλημα (σε πολλά είδη είναι διαφανές, άριστο για το μικροσκόπιο), στο οποίο βρίσκονται τα πέντε ή έξι ζευγάρια των ποδιών. Τα πιο προεξέχοντα χαρακτηριστικά γνωρίσματα είναι τα σύνθετα μάτια, οι δεύτερες κεραίες, και ένα ζευγάρι των κοιλιακών εξαρτημάτων (Amoros,1984; <http://el.wikipedia.org>).



Εικόνα 13: Δάφνια Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

- Βασίλειο: Animalia
- Φύλο: Arthropoda
- Υποφύλο: Crustacea
- Κλάση: Branchiopoda
- Τάξη: Cladocera
- Οικογένεια: Daphniidae
- Γένος: **Daphnia**
(Müller, 1785)

6.3.1.3.3 Κωπήποδα (Copepods) (Εικόνα 14)

Τα κωπήποδα (καλανοειδή και κυκλοποειδή) είναι μια ομάδα μικρών καρκινοειδών που ανήκουν στα αρθρόποδα και αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα (70-90 %) του ζωοπλαγκτού. Απαντώνται σε όλη την εύφωτη ζώνη, στη θάλασσα και σχεδόν σε όλους τους βιότοπους του γλυκού νερού και αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή πρωτεΐνης στους ωκεανούς.

Πολλά είδη είναι πλαγκτονικά, αλλά τα περισσότερα είναι βενθικά. Υπάρχουν και μερικά ηπειρωτικά είδη που μπορούν να ζήσουν στους λιμναίους επίγειους βιότοπους και άλλα υγρά επίγεια οικοσυστήματα, όπως τα έλη, κάτω από τα πεσμένα φύλλα των υγρών δασών, βάλτους, ρυάκια, τις εφήμερες λίμνες και τις λακκούβες, υγρά βρύα, ή τις κοιλότητες των φυτών γεμάτες με νερό (φυτοτέλματα). Πολλά ζουν υπόγεια σε θαλάσσιες σπηλιές και σπηλιές με γλυκά νερά, σε καταβόθρες, ή στο βυθό ρυακιών.

Το κωπήποδα χρησιμοποιούνται μερικές φορές ως βιοενδείκτες. Αριθμούν 3.000 είδη. Το μέγεθός τους ποικίλλει από 0,5 mm έως 3 mm.

Πρόκειται για φυτοφάγους (φυτοπλαγκτονοφάγους) οργανισμούς, οι οποίοι συλλέγουν την τροφή τους φιλτράροντας το περιβάλλον νερό. Όμως υπάρχουν και σαρκοφάγοι αντιπρόσωποι αυτής της κατηγορίας Έχουν μικρής διάρκειας βιολογικούς κύκλους από 1 ως 3 μήνες. (Σαμαρά, 1998; Dussart et al, 2001;<http://el.wikipedia.org/>).



Εικόνα 14: Κωπήποδα Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

Βασίλειο: Ζώα (*Animalia*)

Φύλο: Αρθρόποδα (*Arthropods*)

Ομοταξία: Καρκινοειδή (*Crustaceans*)

6.3.2 Αφθονία ζωοπλαγκτού

Γενικά η θερμοκρασία, η διαθεσιμότητα τροφής, ο ανταγωνισμός και κυρίως η θήρευση από ζωοπλαγκτονοφάγα ψάρια (Scheffer, 2004) είναι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τόσο την αφθονία όσο και τις εποχικές διακυμάνσεις και μεταβολές του ζωοπλαγκτού. Σε άλλες μελέτες έχει υπερτονιστεί ο ρόλος της θερμοκρασίας, ως ο πλέον καθοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού και κατά συνέπεια στην αφθονία ζωοπλαγκτού, που παρουσίαζε χαμηλή βιομάζα σε χαμηλές θερμοκρασίες (Morales-Baquero et al, 2006).

Στην εργασία μας διαπιστώσαμε τα εξής:

Τα **κωπήποδα** ήταν σε μέγιστη αφθονία κατά τη χειμερινή περίοδο, αλλά και από τα μέσα άνοιξης ως αρχές καλοκαιριού.

Τα **κλαδόκερα** αυξάνονται κυρίως κατά την εαρινή και θερινή περίοδο, ενώ τα **τροχόζωα** τέλος εαρινής έως μέσα θερινής περιόδου, με παρουσία και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες.

Αν το παρουσιάσουμε διαφορετικά, η εποχική κατανομή ως προς το ζωοπλαγκτό, στον υγρότοπο Καλοδικίου ήταν:

- το χειμώνα βρήκαμε κυρίως κωπήποδα ($\mu.o. 190 \text{ ind.l}^{-1}$), σε μικρότερη αφθονία τροχόζωα ($\mu.o. 55 \text{ ind.l}^{-1}$), και σε αρκετά μικρότερη κλαδόκερα ($\mu.o. 20 \text{ ind.l}^{-1}$)
- την άνοιξη μετρήσαμε κυρίως κωπήποδα ($\mu.o. 110 \text{ ind.l}^{-1}$) και τροχόζωα ($\mu.o. 70 \text{ ind.l}^{-1}$) και λιγότερα κλαδόκερα ($\mu.o. 40 \text{ ind.l}^{-1}$)
- το καλοκαίρι επικράτησαν τα τροχόζωα ($\mu.o. 290 \text{ ind.l}^{-1}$) κι ακολούθησαν με σημαντική διαφορά τα κλαδόκερα ($\mu.o. 80 \text{ ind.l}^{-1}$) και τα κωπήποδα ($\mu.o. 50 \text{ ind.l}^{-1}$) και
- το φθινόπωρο, τα τροχόζωα ($\mu.o. 50 \text{ ind.l}^{-1}$) και τα κωπήποδα ($\mu.o. 40 \text{ ind.l}^{-1}$) έδειξαν μεγαλύτερη αφθονία από τα κλαδόκερα ($\mu.o. 9 \text{ ind.l}^{-1}$).

Σε ανάλογη μελέτη, στη λίμνη Παμβώτιδα η κατανομή ήταν: κωπήποδα και κλαδόκερα την άνοιξη, τροχόζωα το καλοκαίρι και κλαδόκερα το φθινόπωρο και το χειμώνα. Μεγαλύτερη αφθονία κωπηπόδων σημειώθηκε από τον Απρίλιο έως το Μάιο (μέσος όρος $100-156 \text{ ind. l}^{-1}$). Τα τροχόζωα άρχισαν να

αυξάνονται κατά το τέλος της Άνοιξης και ο πληθυσμός τους έφτασε τα 600 ind. Γ¹ τον Σεπτέμβριο. Υψηλή παρουσία κλαδόκερων και κωπήποδων έλαβε χώρα τον Απρίλιο και Μάιο, κατά την περίοδο αναπαραγωγής τους (Kagalou et al, 2001).

Στην εύτροφη λίμνη Mogan της Τουρκίας (20 Km νότια της Άγκυρας) , στη ζωοπλαγκτική κοινότητα βρέθηκε να κυριαρχούν τα τροχόζωα (65 %) και ακολουθούν τα κωπήποδα (29 %) (Burnak et al, 2000).

Άλλο παράδειγμα αποτελεί το ζωοπλαγκτό της λίμνης Βόλβης, που πληθυσμιακά αποτελείται από:

- Κωπήποδα (46%)
- Τροχόζωα (43 %)
- Κλαδόκερα (11%).

Η συμμετοχή όμως των ομάδων αυτών στη συνολική βιομάζα είναι πολύ διαφορετική:

- 75% κωπήποδα και
- 13% τροχόζωα, λόγω μικρού σωματικού βάρους των τροχόζωων.
- 12% κλαδόκερα.

Το ζωοπλαγκτό στη λίμνη Βόλβη έδειξε να επηρεάζεται περισσότερο από τη θήρευσή του παρά από τα τροφικά αποθέματα της λίμνης σε φυτοπλαγκτό (Ζαρφτζιάν κ.α., 1988).

Τέλος και σύμφωνα με τους Beaver et al (1999), η σημαντική κυριαρχία των τροχόζωων σε υγρότοπους των Η.Π.Α., κατά τα μέσα του καλοκαιριού (79 % του συνολικού ζωοπλαγκτού), αποτελεί ένδειξη ευτροφικών συνθηκών.

Από το κεφάλαιο των αποτελεσμάτων, καταγράφηκε αρνητική συσχέτιση όλων των ομάδων ζωοπλαγκτού με τη χλωροφύλλη-α, γεγονός που συμφωνεί με τους Wang et al (2007), οι οποίοι επίσης διαπίστωσαν μικρό έλεγχο της φυτοπλαγκτονικής βιομάζας από το μακροζωοπλαγκτό, σε ρηχές υποτροπικές λίμνες.

Η υψηλότερη θετική συσχέτιση υπήρξε για τα τροχόζωα και τα κλαδόκερα με τη θερμοκρασία ($r = 0,477$ και $r = 0,374$, αντίστοιχα).

6.3.2.1 Αναλογία Κλαδόκερα / Κωπήποδα

Στηριζόμενοι στα αποτελέσματά μας οδηγούμαστε στα συμπεράσματα:

Τα κωπήποδα όλους σχεδόν τους μήνες δειγματοληψίας, με αποκορύφωμα τους χειμερινούς και τους πρώτους εαρινούς, έδειξαν ισχυρότερη παρουσία σε σχέση με τα κλαδόκερα (λόγος κλαδόκερα / κωπήποδα : 0,07-0,91).

Τα κλαδόκερα μόνο κατά τον Αύγουστο είναι πολύ περισσότερα από τα κωπήποδα (περίπου τριπλάσια), γεγονός που ίσως οφείλεται και σε ανταγωνισμό μεταξύ τους.

Σύμφωνα με τον Vanni (1986), η εισαγωγή ενός μεγάλωσμου αντιπροσώπου των κλαδόκερων (*Daphnia pulex*), σε μια εύτροφη λίμνη οδήγησε στην δραματική ελάττωση της αφθονίας του φυτοπλαγκτού και σε επακόλουθη μείωση της πυκνότητας κωπηπόδων και τροχόζων.

Μην ξεχνάμε πως στις μηνιαίες μεταβολές του πληθυσμού του ζωοπλαγκτού καθοριστικό ρόλο παίζουν μεταξύ άλλων, η θήρευσή τους από ζωοπλαγκτονοφάγα ψάρια αλλά και τυχόν ανταγωνισμοί ή θηρεύσεις μεταξύ τους.

Η σωστή διαχείριση των ψαριών θα οδηγήσει σε μείωση της πίεσης του ζωοπλαγκτού από τη θήρευσή του και κατ' επέκταση στον έλεγχο του φυτοπλαγκτού σε μια ρηχή λίμνη που απειλείται από ευτροφισμό (Lammens et al, 1990).

ΚΕΦ.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, οδηγούμαστε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων του έλους εντάσσονται στα όρια φυσιολογικών τιμών των φυσικών γλυκών νερών.
- Το έλος δέχεται κάποιο (όχι εξαιρετικά υψηλό) φορτίο θρεπτικών είτε από φυσικές διαδικασίες (π.χ. κύκλος αζώτου) είτε από αγροτικές δραστηριότητες κατοίκων της περιοχής, δηλαδή εισροές οργανικών ή χειρότερα βιομηχανικών λιπασμάτων.
- Βάση των μετρήσεων και αποτελεσμάτων μας, και πάντα σύμφωνα με αντίστοιχη βιβλιογραφία, τόσο οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων όσο και των θρεπτικών συστατικών και χλωροφύλλης –α , κατατάσσουν το έλος σε μεσο-ευτροφική κατάσταση.
- Ειδικότερα και σε σχέση με τα θρεπτικά συστατικά, τα νιτρικά είναι μέγιστα κατά την ψυχρή κι ελάχιστα κατά τη θερμή περίοδο του έτους, ενώ αποτελούν το συντριπτικό περιεχόμενο στο DIN. Τα νιτρώδη βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις σε όλη τη διάρκεια του έτους. Η αμμωνία και τα φωσφορικά παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση κατά τους θερινούς μήνες.
- Οι εποχικές αυξομειώσεις των θρεπτικών σχετίζονται με την απόπλυση των λιπασμάτων από το έδαφος, μετά από βροχοπτώσεις, αλλά και με τους βιογεωχημικούς κύκλους τόσο του αζώτου όσο και του φωσφόρου.
- Ως περιοριστικός παράγοντας της πρωτογενούς παραγωγικότητας του έλους, λειτουργεί συχνότερα ο φώσφορος.
- Η διακύμανση στην αφθονία του ζωοπλαγκτού παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, με τα κωπήποδα να υπερέχουν το χειμώνα και την άνοιξη, τα κλαδόκερα να εμφανίζουν χαμηλές συγκεντρώσεις γενικά, με μικρή αύξηση την άνοιξη και το καλοκαίρι και τα τροχόζωα να δείχνουν σαφώς υψηλότερη αφθονία το καλοκαίρι.

Έτσι μπορούμε να καταλήξουμε πως το έλος Καλοδικίου αναδεικνύεται ως ένας υγρότοπος εξαιρετικά υψηλής δυναμικής τόσο αβιοτικών όσο και βιοτικών παραμέτρων. Η επιβάρυνσή του από φυσικές διεργασίες ή ανθρωπογενείς δραστηριότητες δεν είναι ιδιαίτερα υψηλή ή μη αναστρέψιμη.

Είναι απαραίτητο να ελέγχεται η εισροή θρεπτικών (νιτρικών και φωσφορικών ενώσεων στο έλος), προκειμένου να αποφύγουμε την απειλή του έντονου ευτροφισμού.

Κάθε στρατηγική όμως πρέπει να αναγνωρίζει τη σπουδαιότητα της διατήρησης του ανθρώπινου στοιχείου στην ευρύτερη υγροτοπική περιοχή και την αναγκαιότητα να στηριχθεί η αειφορική άσκηση των δραστηριοτήτων της πρωτογενούς παραγωγής (ΥΠΕΧΩΔΕ, 1999).

Από την άλλη η αισθητική αξία του μοναδικού αυτού σχηματισμού με τη διακρινόμενη αλληλουχία όψεων σε όλες τις εποχές του χρόνου μπορεί να αποτελέσει βασικό στοιχείο στήριξης ενός σχεδίου οικοτουριστικής αξιοποίησης της ευρύτερης περιοχής.

Αποτελεί επομένως επιτακτική ανάγκη η πραγματοποίηση ορθών διαχειριστικών παρεμβάσεων για την προστασία του έλους και τη διατήρηση της βιοποικιλότητάς του, συνεισφέροντας έτσι στην οικοτουριστική ανάπτυξη της περιοχής, η οποία βρίσκεται στα όρια της Ιονίας οδού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amoros C., (1984). Crustacees Cladoceres. Lyon, pp:72-105.
- Andersen, J.M., (1982). Effect of nitrate concentration in lake water on phosphate release from the sediment. *Water Research*, Vol. 16, Issue 7, pp:1119-1126.
- APHA, (1999), Standard Methods for the examination of water and wastewater, 16th Edition, Washington.
- Beaver, J.R., Miller-Lemke, A.M., Acton, J.K., (1999). Midsummer zooplankton assemblages in four types of wetlands in the Upper Midwest, USA. *Hydrobiologia*, Vol.:380, pp:209-220.
- Burnak, S.L., Beklioglu, M., (2000). Macrophyte-dominated clearwater state of lake Mogan. *Turk J Zool.* 24, pp: 305-313.
- Dussart, B.H., Defaye, D., (2001). Introduction to the Copepoda (2nd edition). Backhuys Publishers, Leiden, pp:2-59.
- Eggermont, H., Russel J.M., Schettler, G., Damme, K.V., Bessems, I., Verschuren, D., (2007). Physical and chemical limnology of alpine lakes and pools in the Rwenzori Mountains (Uganda-DR Congo). *Hydrobiologia*, Vol. 592, No:1, pp:151-173.
- Havens, K., James, T., East, T., Smith, V., (2003). N/P ratios, light limitation, and cyanobacterial dominance in a subtropical lake impacted by non-point source nutrient pollution. *Environmental Pollution* 122, pp:379-390.
- Kadlec, R.H., (2006). Water temperature and evapotranspiration in surface flow wetlands in hot arid climate. *Elsevier* (www.sciencedirect.com).
- Kadlec, R.H., Reddy, K.R., (2001). Temperature Effects in Treatment Wetlands. *Water environment research*, Vol.:73, No.:5, pp:543-557 (15).
- Kagalou, I., Papastergiadou, E., Beza, P., Giannouris, E., (2006) .Assessment of the trophic state of Kalodiki wetland, Western Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 15, Issue 2, pp:136 -140.
- Kagalou, I., Papastergiadou, E., Leonardos, I., (2007). Long term changes in the eutrophication process in a shallow Mediterranean lake ecosystem of W. Greece: Response after the reduction of external load. *Journal of Environmental Management*, (In Press).

- Kagalou, I., Tsimarakis, G., Paschos, I., (2001). Water chemistry and biology in a shallow lake (Lake Pamvotis-Greece). Present state and perspectives. *Global Nest: the Int. J.* Vol.3, No 2, pp: 85-94.
- Lammens, E.H., Gulati, D., Meijer, M., Van Donk, E., (1990).The first biomanipulation Conference: A synthesis. *Hydrobiologia*, 200/201,pp: 619-627.
- Landner L., Wahlgren, U., (1988). Eutrophication of Lakes and Reservoirs in Warm Climates, WHO, regional Office for Europe, Copenhagen.
- McNamara J. P., Siegel D. I., Glaser P. H., Beck R. M., (1992). Hydrogeologic controls on peatland development in the Malloryville Wetland, New York (USA). *Journal of Hydrology*, 140, pp:279-296.
- Meredith, W. H., Saveikis, D. E. , Stacheckf, C. J. (1985).Guidelines for “ open marsh water management” in Delaware’s salt marshes-objectives, system designs, and installation procedures. *Wetlands* Vol.:5(1), pp:119.
- Morales-Baquero, R., Carrillo, P., Barea-Arco, J., Perez-Martinez, C., Villar-Argaiz, M., (2006). Climate-driven changes on phytoplankton-zooplankton coupling and nutrient availability in high mountain lakes on Southern Europe. *Freshwater Biology*, Vol.:51, Issue 6, pp:989-998.
- Moss, B., (2005). Ecology of fresh waters. Blackwell Publishing, 3rd Edition, pp:291-305.
- Psychoudakis, A. , Ragkos, A., Seferlis M. (2005). An assessment of wetland management scenarios: the case of Zazari-Cheimaditida (Greece). *Water Supply* ,Vol 5, No 6, pp: 115–123.
- Reisenhofer, E., Picciotto, A., Li, D., (1995). A factor analysis approach to the study of the eutrophication of a shallow, temperate lake (San Daniele, North Eastern Italy). *Analytica Chimica Acta*, Vol. 306, Issue 8, pp:99-106.
- Ruttner-Kolisko A., (1974). Plankton Rotifers Biology and Taxonomy. Stuttgart, pp:1-60.
- Scheffer, M., (2004). Ecology of shallow lakes. Kluwer Academic Publishers, London, pp:61-217

- Simpson, I. C., Roger, P.A., Oficial, R., Grant, I.F., (1994). Effects of nitrogen fertilizer and pesticide management on flood water ecology in a wetland ricefield. *Biol Fertil Soils* 17,pp: 129-137.
- Súkora, K., Dimopoulos, P., Gilissen, C., Wiecherink, D., Georgiadis, T. (2005). Vegetation ecology of Kalodiki Fen (NW Greece). *Biologia* (Bratislava), Vol. 60, No. 1(6).
- Vanni, M.J., (1986). Competition in zooplankton communities: suppression of small species by *Daphnia pulex*. *Limnology & Oceanography*, Vol.:31, Issue:5, pp:1039-1056.
- Wang, S., Xie, P., Wu, S., Wu, A., (2007). Crustacean zooplankton distribution patterns and their biomass as related to trophic indicators of 29 shallow subtropical lakes. *Limnologia*, Vol.: 37, Issue: 3, pp:242-249.
- Yan L., Quan W., Zhao, X., (2004). Prediction and set up of phytoplankton statistical model of Qiandaohu Lake. *Journal of Zhejiang University Science* 5(10),pp:1206-1210.
- Zalidis, G. C. , Mantzavelas, A. L. (1996). Inventory of Greek wetlands as natural resources. *Wetlands*, Vol.:16(4).
- Αναγνωστοπούλου, Μ., (2001). Διαχείριση υγροτόπων διεθνούς σημασίας και προοπτικές βελτίωσης της αλιευτικής διαχείρισης. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά. Σελ.309-312.
- Αράπης, Θ., Βασιλάκης, Κ., Γεωργιάδης, Θ., Δημητρέλλος, Γ., Ιωαννίδης, Ι., Λογοθέτης, Α., Μιμίδης, Θ., Μιχελακάκης, Α., Μπίθας, Κ., Γιάγκας, Ν., Παπαδοπούλου, Τ., Παπαϊωάννου, Δ., Τσόγκα, Κ., Φαρίδης, Σ., Χατζηφωτιάδης, Β. , Οικονομίδης, Δ., (1998). Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Δέλτα Καλαμά, Στενών Καλαμά, και Έλους Καλοδικίου. Β' φάση – Τεύχος Α'. Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Β' Κ.Π.Σ. – Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον. Υποπρόγραμμα 3, Μέτρο 3.3. Έργο: Διατήρηση – Ανάπτυξη Υγροτόπων: Στενά και Δέλτα Καλαμά, Έλος Καλοδικίου. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Θεσπρωτίας. Δ/ση Τεχνικών Υπηρεσιών. Τμήμα Περιβάλλοντος. Σελ. 151.
- Γεράκης, Π.-Α. (1996). Ελληνικοί υγρότοποι. *Το Ελληνικό Περιβάλλον*. Εκδ. Σαββάλας. Σελ.33-65.
- Γεράκης, Π.-Α., Τσιούρης Σ.Ε. (1991). Υγρότοποι της Ελλάδας. Αξίες- Αλλοιώσεις- Προστασία, Εργ. Οικολογίας, Τμ. Γεωπονίας, Α.Π.Θ. Σελ.96.

- EKBY, (1994). Απογραφή των ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων (Πρώτη προσέγγιση). Εκδ., Ζαλίδης, Χ.Γ. , Α.Λ. Μαντζαβέλας. Σελ.587.
- Ζαρφτζιάν, Μ., Οικονομίδης, Π., Σίνης, Α., (1988). Το ζωοπλαγκτό της λίμνης Βόλβης, Ποιοτική και ποσοτική σύνθεση. 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων. Θεσσαλονίκη. Σελ.260.
- Ζαφείρη, Κ., Κουτσικόπουλος, Κ., Κορνάρος, Μ., Φραγκοπούλου, Ν., Λυκάκης, Ι., Λυμπεράτος, Γ., (1997). Δομή και κλίμακες διακύμανσης των υδρολογικών και βιολογικών χαρακτηριστικών της λιμνοθάλασσας του Κούταβου (Κεφαλλονιά). Πρακτικά 5^{ου} Πανελλήνιου Συμπόσιου Ωκεανογραφίας & Αλιείας. Τόμος II. Σελ. 305-308.
- Κάγκαλου Ι., (1997): "Σημειώσεις Λιμνολογίας" ΤΕΙ Ηπείρου, Ηγουμενίτσα, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας. Σελ.101.
- Κάγκαλου, Ι., (1998). Σημειώσεις του μαθήματος " Υδάτινα Οικοσυστήματα". ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας. Σελ.66.
- Κλαδάς, Γ., (1996). Σημειώσεις του μαθήματος " Υδροβιολογία". ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας. Σελ.59.
- Κλαδάς, Γ., (1998). Σημειώσεις του Φροντιστηρίου-Εργαστηρίου "Υδροβιολογία". ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας. Σελ.51.
- Κουσουρή, Θ., Α. Αθανασάκης ,(1996). Περιβάλλον οικολογία εκπαίδευση. Εκδ., Σαββάλα, Αθήνα. Σελ. 191.
- Κουσουρή, Θ., (1999). Το νερό στη φύση στην ανάπτυξη στην προστασία του περιβάλλοντος. Μονογραφίες Θαλάσσιων Επιστημών, Νο1. Εκδ., Ε.Κ.Θ.Ε..Σελ. 184 .
- Κολοβός, Γ., Μπρουσούλης, Ι. , Παπανίκος, Δ., (1992). Ο τυρφώνας Καλοδικίου. Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.). Πρέβεζα 1992. Σελ. 549.
- ΚΠΕ Καστοριάς (Μαρδύρης Θ. Α., Αντωνίου Ν., Καζταρίδου Α., Μηντζιαρίδης Κ., Γρηγορίου Μ., Μιχαήλ Χ., Ατζέμη Α.), (2000) : "Οι Δρόμοι του Νερού - Η Λίμνη της Καστοριάς" Εκπαιδ. Πρόγραμμα ΚΠΕ Καστοριάς.
- Λάζος, Χ., (1988). Οι άθλοι του Ηρακλή και υδραυλικά έργα στην αρχαιότητα, Ιστορία Εικονογραφημένη. Τ.242. Σελ.:98-104.
- Μπαμπίλη, Α. Χρ., (2006). Πτυχιακή Εργασία: "Εκτίμηση της τροφικής κατάστασης ενός προστατευόμενου υγροτοπικού συστήματος (Έλους Καλοδικίου, Ν. Θεσπρωτίας)". Σελ.159.

- Παπαδόπουλος, Γ., (1998). Σημειώσεις του μαθήματος “ Εδαφολογία”. ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας. Σελ.174.
- Περδικάρης Κ., (2001). Σημειώσεις του μαθήματος “ Ποιότητα και Επεξεργασία Νερού για Υδατοκαλλιέργειες”. ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας. Σελ.61.
- Πάσχος, Ι., (2004). Ιχθυοκαλλιέργειες Εσωτερικών Υδάτων. Ιωάννινα. Σελ.17.
- Σαμαρά, Α., Κλαδάς, Ι., Κεβρεκίδης, Κ., 1998. Σημειώσεις του Φροντιστηρίου-Εργαστηρίου “Θαλάσσια Βιολογία”. ΤΕΙ Ηπείρου, Τμήμα Ιχθυοκομίας-Αλιείας. Σελ. 93.
- Σίνης, Α.Ι., (2005). Λιμνολογία, θεωρία και ασκήσεις. University Studio Press. Σελ.: 72-76 και 256-282.
- Σφήκας, Γ., Τσουνής, Γρ., (1993). Οικοτουριστικός οδηγός της Ελλάδας. Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς-Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης. Αθήνα. Σελ.67-69.
- ΥΠΕΧΩΔΕ, (1999). Εθνική Στρατηγική για τους Υγροτοπικούς Πόρους. Σελ.69.

Ιστότοποι:

www.auth.gr/virtual_school/2.4/TheoryResearch/KarpadakisYgrotopoi.html

www.ekby.gr

www.el.wikipedia.org

www.exploreThesprotia.gr

www.kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology

www.lithos.geology.upatras.gr

www.minagric.gr

www.nationalgeographic.gr

www.ornithologiki.gr

www.perivallon.com

www.physics.uoi.gr

www.sciencedirect.com

www.scopus.com

www.ucmp.berkeley.edu/phyla/rotifera

www.wwf.gr



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Τηλ.: ~~74.760-61~~

2441866080



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000092402