

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

---

ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ  
ΚΑΙ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ  
(ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΙΧΘΥΟΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ)

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1989

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

### ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ, καθηγητής, Δ/ντής του Εργαστηρίου Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Κτηνιατρικής Α.Π.Θ.

### Μ Ε Λ Η :

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΦΩΤΗΣ, Δρ., Ιχθυολόγος, Ιχθυοπαθολόγος του Κτηνιατρικού Ινστιτούτου Θεσσαλονίκης, του Υπουργείου Γεωργίας.

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ, Δρ. Επίκουρος Καθηγητής Εργαστηρίου Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

ΞΑΝΘΙΠΠΟΣ ΚΑΡΑΜΑΝΛΗΣ, Ε.Μ.Υ. Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, Τμήματος Κτηνιατρικής Α.Π.Θ.

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ, Μ. Sc., Υδροβιολόγος Ε.Κ.Θ.Ε.

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ-ΤΖΑΡΟΥ, Κτηνίατρος-Μικροβιολόγος Κτηνιατρικό Εργαστήριο Κοζάνης, Υπουργείου Γεωργίας.

Η χρηματοδότηση της εργασίας αυτής έγινε από την  
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΚΟΖΑΝΗΣ (ΑΝ.ΚΟ) Α.Ε.

### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τον Γ. Γ. Περιφέρειας Δυτικής Μακεδονίας και πρώην Νομάρχη Κοζάνης κ. Γ. Κεραμάρη, τον Δ/ντή της ΥΕΒ Κοζάνης κ. Θ. Θεοδωρίδη, καθώς και τις Δ/σεις Γεωργίας των Νομών Κοζάνης, Γρεβενών και Καστοριάς για την βοήθεια και τη συμπαράστασή τους στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Ευχαριστούμε επίσης τον κτηνίατρο κ. Ν. Κωστομητσόπουλο για τη βοήθεια που πρόσφερε κατά τη διάρκεια της έρευνας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίδα
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	4
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	5
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ	5
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	9
A. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	16
1. Αποτελέσματα και συζήτηση από τον έλεγχο της λεκάνης απορροής της λίμνης	17
2. Ολικός φωσφόρος (Total phosphorus)	19
3. Ολικό άζωτο (Total nitrogen)	20
4. Νιτρικά και Νιτρώδη (Nitrates, Nitrites)	22
5. BOD <sub>5</sub> (Biochemical Oxygen Demand)	23
6. Απορρυπαντικά (Detergents)	25
7. Διερεύνηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της ευρύτερης περιοχής της λίμνης	26
B. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	28
1. Θερμοκρασία (temperature) και διαλυμένο οξυγόνο (dissolved oxygen)	29
2. pH	32
3. Αγωγιμότητα (conductivity) και αλατότητα ( salinity).	32
4. Ολική σκληρότητα (total hardness)	33
5. Διαφάνεια ( transparency ) και θολρότητα ( turbidity )	35
6. Πυριτικά (silicates)	37
7. Θειικά (sulfates)	38
8. Ολικός φωσφόρος (total phosphorus)	38
9. Αζωτούχες ενώσεις-νιτρικά, νιτρώδη, αμμώνιο - (nitrogen compounds-nitrates, nitrites, ammonium)	38
10. Χλωροφύλλη -α (chlorophyll-α)	43
11. Σωματιδιακός άνθρακας (particulate carbon)	43
12. Βιοχημικός απαιτούμενο οξυγόνο (B.O.D. <sub>5</sub> )	44

	Σελίδα
13. Απορρυπαντικά (detergents)	44
14. Χλωριώμενοι υδρογονάνθρακες (chlorinated hydrocarbons).	46
15. Χλωρίοντα	46
Γ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΥΤΡΟΦΙΑΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	47
1. Πλαγκτονικοί οργανισμοί και πέρυφυτο	47
α. Φυτοπλαγκτό	47
β. Ζωοπλαγκτό	51
γ. Πέρυφυτο	53
2. Τροφική κατάσταση της λίμνης Πολυφύτου	54
Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΑΚΤΗΡΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	57
1. Δείκτης MPN κολοβακτηριοειδών	57
2. Esch. Coli	57
3. Ολική Μικροβιολογική Χλωρίδα	59
Ε. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΕ ΙΧΘΥΟΚΛΩΒΟΥΣ	61
1. Εκτροφή κυπρίνου	62
2. Εκτροφή πέστροφας	65
3. Εκτροφή σολομού	68
4. Ιχθυογεννητικός Σταθμός	71
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	73
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	75



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Η έντονη υποβάθμιση της ιχθυοπαραγωγής που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμιο επίπεδο αποδίδεται στη ρύπανση των υδάτινων οικοσυστημάτων, με γεωργικά, βιομηχανικά και αστικά απόβλητα, αλλά και στη μη προγραμματισμένη εκμετάλλευση του ενάλιου πλούτου.

Η ιχθυοπαραγωγή στη χώρα μας είναι ελλειμματική και η αξιοποίηση των υδάτινων πόρων για υδατοκαλλιέργειες πολύ περιορισμένη. Σε άλλες χώρες αντίθετα η ιχθυοπαραγωγική εκμετάλλευση και η ορθολογική διαχείριση των ιχθυοαποθεμάτων βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, συγκριτικά με τη δική μας, μολονότι η χώρα μας διαθέτει αξιόλογο υδάτινο δυναμικό, με ευνοϊκές για την ιχθυοπαραγωγή γεωγραφικές κλιματολογικές και υδροβιολογικές συνθήκες.

Ο κύριος όγκος της παραγωγής ψαριών προέρχεται από τη θάλασσα (παράκτια και υπερπόντια αλιεία). Εντούτοις όμως και τα οικοσυστήματα των εσωτερικών υδάτων (λιμνών), συμβάλλουν σημαντικά στην παραγωγή αυτή. Στη χώρα μας η παραγωγή ψαριών των εσωτερικών υδάτων καλύπτει περίπου το 10% της συνολικής ιχθυοπαραγωγής. Από την άλλη πλευρά τα νερά των εσωτερικών υδάτων χρησιμοποιούνται για άρδευση και ύδρευση, καθώς και στη βιομηχανική παραγωγή. Συμβάλλουν εξάλλου στην τουριστική αξιοποίηση της περιοχής, στην αναψυχή των κατοίκων ενώ παράλληλα διαμορφώνουν και βελτιώνουν το φυσικό περιβάλλον.

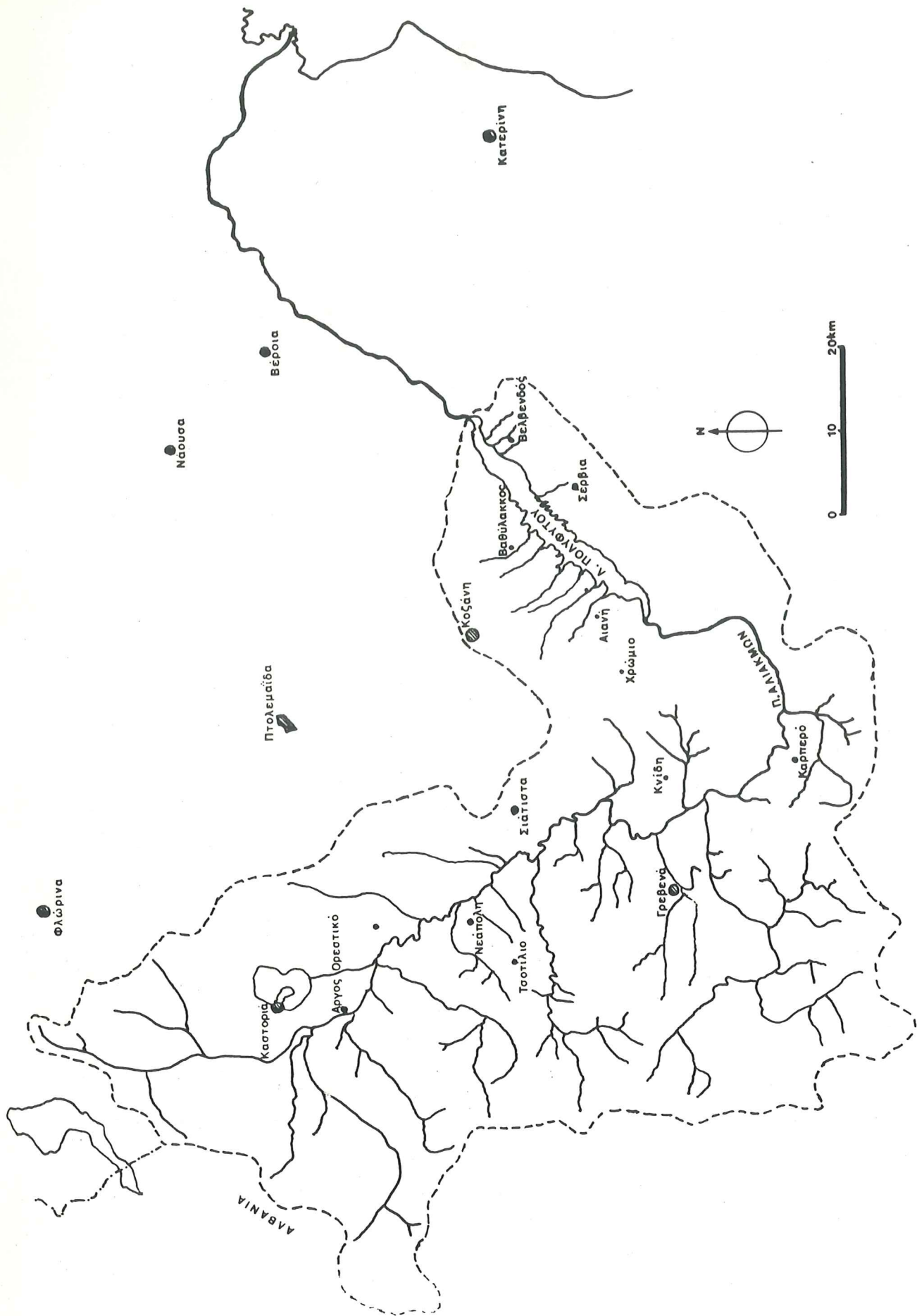
Οι περισσότερες τεχνητές λίμνες που κατασκευάζονται είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η λίμνη Πολυφύτου, είτε για αρδευτικούς λόγους κ.λ.π., δεν παρουσιάζουν την υδρολογική και υδροβιολογική κατάσταση των φυσικών λιμνών. Τούτο οφείλεται κυρίως στην ταχεία ανανέωση του νερού της λίμνης. Κατά τους Merzolf και Osborne (1971) σε μερικές απ' τις λίμνες αυτές η ανανέωση του νερού είναι τόσο ταχεία και ο χρόνος παραμονής του νερού στη λίμνη τόσο μικρός, ώστε να μην επιτελείται η θερμική στρωμάτωση. Με την κατάσταση που προαναφέρθηκε δημιουργείται στις τεχνητές λίμνες ι-διόμορφο υδρολογικό και υδροβιολογικό καθεστώς, συγκριτικά με τις φυσικές λίμνες, το οποίο επιδρά στη διαμόρφωση ασταθών βιοτικών τύπων, όπως ασταθής είναι και η τροφική της δομή, (Traub, 1984).

Η επίδραση της λεικάνης απορροής στη διαμόρφωση της ποιότητας του νερού τόσο των φυσικών όσο και των τεχνητών λιμνών είναι καθο-

ριστική αφού σημαντικές ποσότητες θρεπτικών αλάτων και ρυπαντών μετακινούνται από αυτήν με τα ρεύματα των ποταμών και των χειμάρρων και αποτίθενται στη λίμνη. Η ποσότητα και η ποιότητα των ρυπαντών που προαναφέρθηκε εξαρτάται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, που παρατηρείται στη λεκάνη απορροής. Εφόσον οι ποσότητες των θρεπτικών αλάτων και των ρυπαντών είναι σημαντικές είναι δυνατόν να επηρεάσουν την τροφική δομή της λίμνης και να την μετατρέψουν από ολιγότροφη σε ευτροφη και υπερεύτροφη με ανάλογες επιπτώσεις στην ιχθυοπαραγωγή και στην οικολογία της λίμνης γενικότερα. Σε αντίθεση με τις φυσικές λίμνες, μπορεί να αποτραπεί η δημιουργία ευτροφικών καταστάσεων στις τεχνητές λίμνες, εξαιτίας της ταχείας ανανέωσης του νερού των λιμνών αυτών, με την προϋπόθεση, ότι τα νερά του ποταμού, από τον οποίο τροφοδοτείται κυρίως η τεχνητή λίμνη δεν περιέχουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών αλάτων και ρυπαντών.

Από την προκαταρκτική έρευνα που έγινε το 1987 στη λίμνη Πολυφύτου διαπιστώθηκε η επίδραση της γεωργικής και αστικής περιοχής (λεκάνη απορροής), στην ποιότητα του νερού της λίμνης και σημειώθηκαν τάσεις "ευτροφισμού". Εξάλλου από την πειραματική ελεγχόμενη εκτροφή του κυπρίνου, της πέστροφας και του σολομού, παρά την κατάσταση που προαναφέρθηκε, αποδείχθηκε ότι η επιβίωση των ειδών αυτών είναι δυνατή και ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του κυπρίνου και της πέστροφας είναι ικανοποιητικός, σε αντίθεση με τον σολομό. Έτσι η ανάγκη για παραπέρα έρευνα στη λίμνη Πολυφύτου κρίθηκε αναγκαία και προτάθηκε η παρούσα μελέτη που είχε ως στόχο τον προσδιορισμό του βαθμού επίδρασης της λεκάνης απορροής στη λίμνη και την εκτίμηση της δυνατότητας για περισσότερο αυξημένη και οικονομικότερη ιχθυοπαραγωγή. Παράλληλα με τα παραπάνω να γίνει ποιοτικός έλεγχος του νερού της βροχής στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης και να διερευνηθεί η τοποθεσία εκείνη που θα έχει τις προϋποθέσεις για την εγκατάσταση πειραματικού ιχθυογεννητικού σταθμού.

Η πειραματική αυτή εργασία άρχισε τον Ιούλιο 1987 και περατώθηκε τον Ιούνιο 1988. Τα αποτελέσματα που εκτίθενται παρακάτω αφορούν στον έλεγχο της λεκάνης απορροής της λίμνης και στην ποιότητα του νερού της βροχής καθώς επίσης και στην ποιότητα του νερού, την υδροβιολογία και την τροφική δομή και τη μικροβιολογία της λίμνης.



Σχ. 1. Λεκάνη απορροής της λίμνης ...ς υφύτου



ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Η λεκάνη απορροής της λίμνης Πολυφύτου περιλαμβάνεται από τα όρη Βοΐον, Β. Πίνδος, Καμβούνια, Πιέρια, Άσκιον, Βέρονον και Τρικλάριον, έχει συνολική έκταση 5.630,1 km<sup>2</sup> και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα των επαρχιών Κοζάνης και Βοΐου του Ν. Κοζάνης, καθώς και των Νομών Γρεβενών και Καστοριάς (Σχ. 1).

Τα νερά από το μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης απορροής, το τμήμα δηλαδή που περιλαμβάνεται στους Νομούς Καστοριάς και Γρεβενών και της επαρχίας Βοΐου, συνολικής έκτασης 4.450,1 km<sup>2</sup>, συγκεντρώνονται στον ποταμό Αλιάκμωνα. Το υπόλοιπο τμήμα της λεκάνης απορροής της επαρχίας Κοζάνης, συνολικής έκτασης 1180 km<sup>2</sup>, απορρέει στη λίμνη μέσω διαφόρων χειμάρρων. Οι περισσότεροι απ' τους χειμάρρους αυτούς έχουν μηδενική παροχή τους περισσότερους μήνες του έτους. Τρεις από τους χειμάρρους αυτούς, της Καισάρειας, των Σερβίων και του Βελβενδού, έχουν παροχή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Με τα νερά των χειμάρρων αυτών μεταφέρονται αντίστοιχα τα λύματα των πόλεων Κοζάνης, Σερβίων και Βελβενδού.

Ο πληθυσμός, η έκταση και η χρήση της γης, καθώς και το ζωικό κεφάλαιο της λεκάνης απορροής δίνονται στον πίνακα Ι.

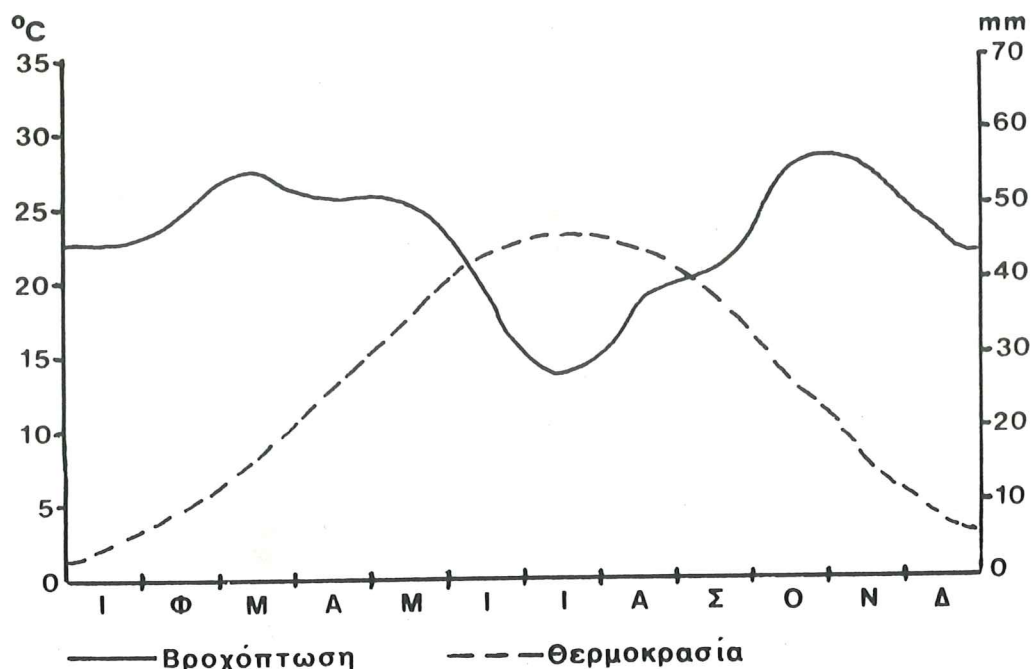
Από τον πίνακα Ι διαπιστώνεται, ότι το 79% της έκτασης της λεκάνης, στην οποία περιλαμβάνεται το 61,5% των κατοίκων ολόκληρης της λεκάνης απορροής, απορρέει στη λίμνη διά του ποταμού Αλιάκμωνα. Σημειώνεται επίσης, ότι το 42% της συνολικής έκτασης, της λεκάνης απορροής είναι βοσκότοποι, στους οποίους βόσκουν πάνω από 450.000 αιγοπρόβατα.

Από στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τις Νομαρχίες Κοζάνης, Γρεβενών και Καστοριάς φαίνεται ότι στη λεκάνη απορροής λειτουργούν, 95 τυροκομεία και 14 σφαγεία, τα λύματα των οποίων καταλήγουν άμεσα ή έμμεσα στον Ποταμό Αλιάκμωνα και στους χειμάρρους που προαναφέρθηκαν, και έχουν τελικό αποδέκτη τη λίμνη Πολυφύτου. Σημειώνεται ακόμη ότι στη λεκάνη απορροής της λίμνης υπάρχουν δύο μεταλλεία: ένα αμιάντου (ΜΑΒΕ) και ένα χρώμιου, καθώς και μικρός αριθμός μονάδων επεξεργασίας κρέατος (αλλαντοποιεία, κλπ.). Επίσης αναφέρεται ότι τα πλεονάζοντα νερά της λίμνης Καστοριάς εκρέουν στον ποταμό Αλιάκμωνα. Στον ποταμό αυτό θα οδεύουν τα επεξεργασμένα λύματα της πόλεως Καστοριάς και μετά τη λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού των λυμάτων της πόλης αυτής.

### ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Από τα μετεωρολογικά στοιχεία που πάρθηκαν από τον Καπνικό Σταθμό Κοζάνης και από τον Υδροηλεκτρικό Σταθμό Πολυφύτου (ΔΕΗ) φιαπιστώνεται ότι κατά την διάρκεια της έρευνας (Ιούλιος 87 - Ιούνιος 88) η μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος κυμάνθηκε από  $3,9^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $25,8^{\circ}\text{C}$ , ενώ η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία ήταν αντίστοιχα  $-0,7^{\circ}\text{C}$ , και  $31,6^{\circ}\text{C}$ .

Το μηνιαίο ύψος, βροχής κυμάνθηκε από 6,6 μέχρι 42,1mm και το συνολικό ετήσιο ύψος 207,2mm. Στο σχήμα 2 δίνονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση της 15 ετίας 1971-85.



Σχ. 2. Μέση μηνιαία βροχόπτωση και θερμοκρασία της περιοχής της λίμνης Πολυφύτου Κοζάνης της 15ετίας 1971-85.

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται ηπειρωτικό με ζεστό καλοκαίρι και ψυχρό, ημίξηρο χειμώνα. Η συνήθης κατεύθυνση του ανέμου είναι ΒΔ-Β.

### ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Το σύνολο των εισροών της λίμνης, στις οποίες περιλαμβάνονται εκείνες που προέρχονται από τη βροχόπτωση, από τον ποταμό Αλιάκωνα και τους χειμάρρους Αιανής, Καισάριας, Σερβίων, Βελβενδού, Θολόλακας και Λάφιστας υπολογίζεται σε  $775 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Στις ποσότητες αυτές θα πρέπει να προστεθούν και εκείνες των υπόγειων υδάτων που εκ-



ΠΙΝΑΚΑΣ Ι  
ΠΑΝΘΕΣΜΟΣ, ΕΚΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΟ ΖΩΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ  
ΤΗΣ ΔΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΔΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

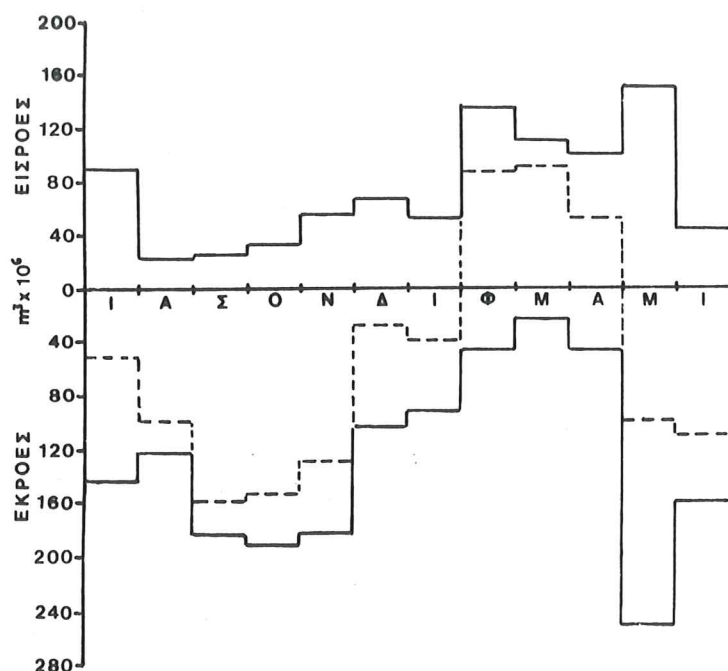
ΕΠΑΡΧΙΕΣ	ΠΑΝΘ. ΕΚΤΑΣΗ Km <sup>2</sup>	ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ (Km <sup>2</sup> )						ΖΩΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ			ΣΦΑΓΕΙΑ	ΤΥΡΟΚΟΜ.	
		ΚΑΛΛΙΕΡ.	ΒΟΣΚΟΤ.	ΔΑΣΗ	ΝΕΡΑ	ΟΙΚ.	ΛΟΙΠΕΣ	ΒΟΟΕΙΔΗ	ΧΟΙΡΟΙ	ΑΓΓ/ΠΡ.			
ΒΟΙΟΥ	24.422	960,1	216	534,2	159,2	14,5	22,5	14,0	1611	714	72116	5	11
ΚΟΖΑΝΗΣ	66.244	118,0	306,6	613,0	135,5	71,7	30,3	22,0	7677	5960	115439	5	15
ΓΡΕΒΕΝΩΝ	30.610	1972,0	387,3	602,2	909,5	28,9	32,4	16,7	2910	11486	188896	2	47
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	50.968	1518,0	278,6	618,4	496,8	52,4	38,2	33,6	5103	2337	73139	2	22
Σύνολο	172.244	5630,1	1188,5	2367,8	1701,0	162,5	124,0	86,3	171301	20497	449590	14	95

\* Πηγές: α) Εθνική στατιστική υπηρεσία της Ελλάδος.  
β) Δ/νσεις Γεωργίας των Νομαρχιών Κοζάνης, Γρεβενών, Καστοριάς.

τιμούνται σε  $125 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Έτσι το σύνολο των εισροών της λίμνης ανέρχεται σε  $900 \times 10^6 \text{ m}^3$  εκ των οποίων το 80% προέρχονται από τον ποταμό Αλιάκμονα. Τα παραπάνω στοιχεία προέρχονται από μετρήσεις που έγιναν κατά τη διάρκεια της έρευνας και από εκείνα που παραχωρήθηκαν από τη ΔΕΗ. Στον Πίνακα I του παραρτήματος δίνεται αναλυτικά ο όγκος των εισροών, για κάθε μήνα, κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Το σύνολο των εκροών της λίμνης υπολογίζεται σε  $1530 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Σε αυτές περιλαμβάνονται οι εκροές από το υδροηλεκτρικό φράγμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται από τη ΔΕΗ για ψύξη καθώς και η εξάτμιση. Στον πίνακα II του παραρτήματος δίνεται ο όγκος των εκροών για κάθε μήνα κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Το υδατικό ισοζύγιο, η διαφορά δηλαδή των εισροών-εκροών, υπολογίστηκε σε  $-630 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Στο σχήμα 3, δίνονται η μέση μηνιαία διακύμανση των εισροών-εκροών και το υδατικό ισοζύγιο στη λίμνη Πολυφύτου κατά τη διάρκεια της έρευνας (Ιούλιος 87 - Ιούνιος 88).



Σχ. 3. Μέση μηνιαία διακύμανση των εισροών-εκροών και του υδατικού ισοζυγίου (----), της λίμνης Πολυφύτου κατά τη χρονική διάρκεια της έρευνας (Ιούλ. 87 - Ιούν. 88).

Από τον μέσο όγκο του νερού της λίμνης και από το σύνολο, των ειροών υπολογίστηκε, ότι η συχνότητα ανανέωσης του νερού της λίμνης, για την περίοδο της έρευνας, ήταν 1,3 φορές, και ο χρόνος παραμονής του νερού στη λίμνη εκτιμήθηκε σε 0,76 χρόνια.

$$\text{Συχνότητα Ανανέωσης: } P = \frac{Q}{V} = \frac{1530 \times 10^6}{1.174 \times 10^6} = 1,3 \text{ φορές/yr}$$

$$\text{Χρόνος Παραμονής: } T (w) = \frac{V}{Q} = \frac{1174 \times 10^6}{1530 \times 10^6} = 0.76 \text{ yr}$$

όπου:

$$V = \text{Ο μέσος όρος νερού σε } m^3$$

$$Q = \text{Ετήσια ειροή νερού σε } m^3.$$

Η διακύμανση της στάθμης της λίμνης Πολυφύτου κατά τη χρονική περίοδο της έρευνας ήταν περίπου 9m. Σημειώνεται ότι κατά τον Δεκέμβριο 1988 η στάθμη της λίμνης μειώθηκε στο χαμηλότερο σημείο των τελευταίων χρόνων, (υψομετρικό σημείο 271 μέτρα), δηλαδή 1 μέτρο πάνω από το όριο ασφαλείας λειτουργίας του υδροηλεκτρικού σταθμού της ΔΕΗ.

Επισημαίνεται τέλος ότι, όπως προκύπτει από τη μελέτη του νέου αρδευτικού δικτύου Καρπερού-Δήμητρας, η ποσότητα του νερού που θα αντλείται από τον Αλιάκμωνα, για τις ανάγκες του αρδευτικού δικτύου, δεν θα υπερβαίνει τα  $7,8 \times 10^6 m^3$ , ποσότητα, δηλαδή η οποία ελάχιστα θα επηρεάσει το σύνολο των εισροών της λίμνης.



## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα ερευνητική εργασία είχε ως σκοπό τον έλεγχο της λεκάνης απορροής της λίμνης Πολυφύτου και την εκτίμηση του βαθμού επίδρασης της λεκάνης αυτής στην ποιότητα του νερού της λίμνης. Από την άλλη πλευρά η μεθοδολογία αυτή στόχευε στην εκτίμηση της ποιότητας και της ρύπανσης του νερού της λίμνης και την επίδρασή τους στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια.

Γιὰ τον έλεγχο της λεκάνης απορροής και ύστερα από επιτόπια διερεύνηση της αιτογραμμής της λίμνης επισημάνθηκαν οι παρακάτω χείμαρροι, οι οποίοι εκτός από τον ποταμό Αλιάκιμωνα (Σχ. 4), αποτελούν τις κυριότερες εισροές της λίμνης Πολυφύτου.

Οι χείμαρροι αυτοί είναι Καισάρειας, Σερβίων και Βελβενδού, οι



Εικ. 4. Εκβολή του ποταμού Αλιάκιμωνα στη λίμνη Πολυφύτου.  
(Σταθ. δειγματοληψίας 1).

οποίοι αποτελούν αντίστοιχα τους αποδέκτες των ακατέργαστων λυμάτων, των πόλεων Κοζάνης, Σερβίων και Βελβενδού (Εικ. 5, 6 και 7), καθώς και οι χείμαρροι Αιανής, Θολόλακας και Λάφιστα (Εικ. 8, 9, 10), αποτέλεσαν και τους σταθμούς δειγματοληψίας για τον έλεγχο της λεκάνης απορροής. (Σχ. 11).

Από τους σταθμούς αυτούς γίνονταν περιοδικώς (μηνιαίως) δειγμα-



Εικ. 5. Εκβολή χειμάρρου Καισάρειας (Σταθ.δειγματοληψίας3).



Εικ. 6. Εκβολή χειμάρρου Σερβίων (Σταθ.δειγματοληψίας7).





Εικ. 7. Εκβολή χειμάρρου Βελβενδού (Σταθ.δειγματοληψίας 8).



Εικ. 8. Εκβολή χειμάρρου Αιανής (Σταθ. δειγμ. 2).

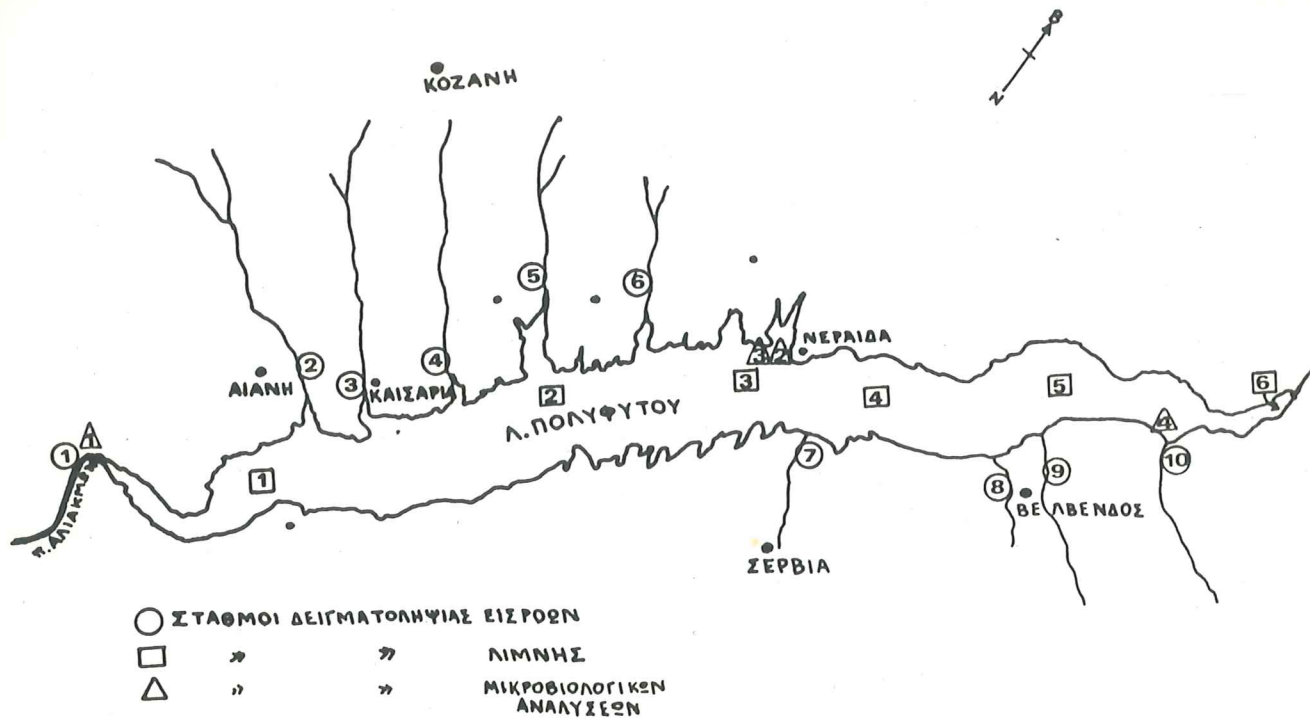


Εικ. 9. Εκβολή χειμάρρου Θολόλακας (Σταθ. δειγμ. 9).



Εικ. 10. Εκβολή χειμάρρου Λάφιστας (Σταθ. δειγμ. 10).





Σχ. 11. Σταθμοί δειγματοληψίας στη λεκάνη απορροής και στη λίμνη Πολυφύτου.

τοληψία για μικροβιολογική και ποιοτική εξέταση του νερού των χειμάρρων. Οι παράμετροι που εξετάζονταν και για την ποιοτική εκτίμηση και τη ρύπανση των δειγμάτων ήταν το pH, ο συνολικός φώσφορος, το συνολικό άζωτο, τα νιτρικά, τα νιτρώδη, τα απορρυπαντικά και το BOD<sub>5</sub>.

Για τον έλεγχο της ποιότητας των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (βροχής), τοποθετήθηκαν δειγματολήπτες βρόχινου νερού αρχικά στην Νεραΐδα και κατόπιν στις περιοχές Πτολεμαΐδας, Αγ. Δημητρίου, Σερβίων, και Βελβενδού. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν στο βρόχινο νερό ήταν το pH, ο συνολικός φώσφορος, το συνολικό άζωτο, τα νιτρικά και τα νιτρώδη.

Οι παράμετροι εξάλλου που εξετάστηκαν για την εκτίμηση της ποιότητας και της ρύπανσης του νερού της λίμνης ήταν οι ακόλουθοι:

Θερμοκρασία	Θειικά	BOD <sub>5</sub>
pH	Πυριτικά	COD
Διαλυμένο οξυγόνο	Φωσφορικά	Απορρυπαντικά
Αγωγιμότητα	Νιτρικά	Χλωροφύλλη-α
Σκληρότητα	Νιτρώδη	Σωματιδιακός άνθρακας
Διαφάνεια	Ολική αμμωνία	
Αιωρούμενα στερεά	Ελεύθερη αμμωνία	

Γιά την εκτίμηση της ποιότητας και του βαθμού ρύπανσης του νερού της λίμνης, επιλέγησαν 6 σταθμοί δειγματοληψίας στους οποίους γινόταν περιοδικώς επιτόπιες μετρήσεις και λήψεις δειγμάτων νερού για παραπέρα εργαστηριακή εξέταση (Σχ. 11). Από τους ίδιους σταθμούς και τα ίδια χρονικά διαστήματα γινόταν λήψεις πλαγκτονικών οργανισμών για την εκτίμηση της υδροβιολογικής κατάστασης και της τροφικής δομής της λίμνης.

Ο προσδιορισμός των φυσικοχημικών παραμέτρων ποιότητας και ρύπανσης του νερού της λίμνης έγινε είτε με αυτόματα όργανα καταγραφής είτε με φασματοφωτομετρικές μεθόδους, σύμφωνα με τις τεχνικές του Standard Methods (APHA, 1975).

Η εκτίμηση της διαφάνειας του νερού έγινε με το δίσκο Secchi, ο προσδιορισμός των νιτρικών, των νιτρωδών και του σωματιδιακού άνθρακα με την τεχνική των Strickland και Parsons (1968), της χλωροφύλλης-α, με την τεχνική H.M.S.O. (1980) και των απορρυπαντικών με την τεχνική των Hedrick και Berger (1966). Τέλος ο προσδιορισμός των χλωριωμένων υδρογονανθράκων έγινε με την μέθοδο των Johnson (1965) και Jensen et al. (1973).

Η δειγματοληψία των πλαγκτονικών και βενθικών οργανισμών έγινε με τα κατάλληλα δειγματοληπτικά όργανα και η ταυτοποίησή τους με ανάστροφο μικροσκόπιο, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες κλίδες προσδιορισμού (Bourrelli, 1965, Pestalozzi, 1968, Kiefer και Fryer 1972, Starmach και Sieminska, 1974).

Γιά την εντατική εκτροφή (πάχυνση) του κυπρίνου, της πέστροφας και του σολομού χρησιμοποιήθηκαν 2 πλωτές μονάδες (Εικ. 12), που η κάθε μία αποτελούνταν από 6 ιχθυοκλωβούς, που είχε διαστάσεις 5X5X5 μέτρα ο καθένας. Η χωρητικότης του κάθε κλωβού ήταν 80 m<sup>3</sup>, που περιοριζόταν από δίχτυ του οποίου η διάμετρος του ανοίγματος των ματιών κυμαινόταν από 8 μέχρι 20 m.m. Η παροχή τροφής στις παχυνόμενες πέστροφες γινόταν με αυτόματες ταΐστρες (Εικ. 13).

Γιά τον βακτηριολογικό έλεγχο του νερού της λίμνης Πολυφύτου εξετάστηκαν συνολικά 108 δείγματα νερού κατά τη διάρκεια της έρευνας (Αύγουστος 87-Σεπτέμβριος 88), που πάρθηκαν από 4 αντιπροσωπευτικά σημεία της λίμνης (Σχ. 11). Κριτήριο για την επιλογή των σταθμών δειγματοληψίας ήταν ότι οι περιοχές αυτές χρησιμοποιούνται για κολύμβηση, εκτός από την περιοχή Λαριού που είναι το σημείο





Εικ. 12. Πλωτή μονάδα ιχθυοκλωβών που χρησιμοποιήθηκε για την έντατική καλλιέργεια Κυπρίνου, Πέστροφας και Σολομού στην λίμνη Πολυφύτου.



Εικ. 13. Παροχή τροφής σε παχυνόμενες πέστροφες με αυτόματες ταϊστρες.

ειβολής του ποταμού Αλιάκωνα στη λίμνη. Στον πίνακα II- δίνονται οι σταθμοί δειγματοληψίας καθώς και ο αριθμός των δειγμάτων που πάρθηκε από κάθε σταθμό. Σημειώνεται ότι για τη λήψη των δειγμά-

ΠΙΝΑΚΑΣ II  
ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ  
ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΩΣ

Προέλευση δειγμάτων	Αριθμός δειγμάτων	Ποσοστό %
Περιοχή Λαριού	28	26
" Νεράϊδας	27	25
" Εγκλησίας	25	23
" Βελβενδού	28	26
	108	100



των χρησιμοποιήθηκαν αποστειρωμένες φιάλες, οι οποίες μεταφερόταν υπό ψύξη ( $4-6^{\circ}\text{C}$ ) στο Κτηνιατρικό Εργαστήριο Κοζάνης για εξέταση. Τους χειμερινούς μήνες γινόταν 1 δειγματοληψία μηνιαίως ενώ τους θερινούς μήνες 2 δειγματοληψίες.

Οι μικροβιολογικές εξετάσεις των δειγμάτων αφορούσαν τον προσδιορισμό του δείκτη των κολοβακτηριοειδών, τον προσδιορισμό της ολικής Μικροβιακής Χλωρίδας (OMX) μεσοφίλων και την αναζήτηση της *Esch. coli*.

Για τον προσδιορισμό του δείκτη των κολοβακτηριοειδών και για την προκαταρκτική δοκιμή χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος MPN (μέθοδος των πολλαπλών σωλήνων-πενταπλή σειρά) και ως υλικό ο ζωμός McConekey, με δείκτη πορφυρούν της βρωμοκρεζόλης. Η επώαση έγινε στους  $37^{\circ}\text{C}$  για 24-48h. Ο υπολογισμός του MPN κολοβακτηριοειδών γινόταν με βάση τους πίνακες Mc Grady.

Η αναζήτηση της *Esch coli* γινόταν από τα θετικά δείγματα και ακολουθούσε ενοφθαλμισμός σε σωλήνες που περιείχαν *Esch coli* broth και Peptone water αντίστοιχα με τα δείγματα της επιβεβαιωτικής ή προκαταρκτικής δοκιμής. Η επώαση γινόταν στους  $44^{\circ}\text{C}$  για 24-48 ώρες.

Για τον προσδιορισμό της OMX χρησιμοποιήθηκε θρεπτικό υπόστρωμα Plate Count Agar και εφαρμόστηκε η μέθοδος της ενσωμάτωσης του θρεπτικού υλικού θερμοκρασίας  $45^{\circ}\text{C}$  και της αραίωσης του εξεταζόμενου νερού σε τριβλία petri, που επώαστηκαν στους  $37^{\circ}\text{C}$  για 48h. Η αρίθμηση των αποικιών έγινε σύμφωνα με τους κανόνες της ΑΡΗΑ. (Μάντης, Καραϊωάνογλου 1980 και Σκούντζος και Γιώτης, 1976).

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται τα αποτελέσματα καθώς και η συζήτηση επί των αποτελεσμάτων, του ελέγχου της λεκάνης απορροής της λίμνης, της ποιότητας και της ρύπανσης του νερού καθώς και της υδροβιολογίας της λίμνης Πολυφύτου. Ακόμη παραθέτονται τα αποτελέσματα και η συζήτηση επί της μικροβιολογίας του νερού της λίμνης καθώς και ο ρυθμός ανάπτυξης των ιχθυοδίων κυπρίνου, πέστροφας και σολομού που έγινε κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες σε ιχθυοκλωβούς. Παράλληλα με τα παραπάνω γίνονται αναφορές και συγκρίσεις με τα αποτελέσματα <sup>της</sup> προκαταρκτικής φάσης του προγράμματος αυτού.

1. Αποτελέσματα και συζήτηση από τον έλεγχο της λεκάνης απορροής της λίμνης Πολυφύτου:

Γιά τον έλεγχο της λεκάνης απορροής της λίμνης Πολυφύτου προσδιορίστηκαν οι ποσότητες του συνολικού φωσφόρου και αζώτου καθώς και των νιτρικών, νιτρωδών, απορρυπαντικών και  $BOD_5$  που δέχεται η λίμνη με τις εισροές του ποταμού Αλιάνκιωνα και των χειμάρρων που προαναφέρθηκαν. Προσδιορίστηκαν ακόμα οι ποσότητες των παραπάνω ρυπαντών που εισρέουν στη λίμνη με το βρόχινο νερό. Στον Πίνακα III δίνονται τα μηνιαία και ετήσια φορτία που δέχεται η λίμνη με τις παραπάνω εισροές. Στον Πίνακα IV εξάλλου δίνονται οι ετήσιες ποσότητες ρυπαντών που δέχεται η λίμνη από κάθε εισροή. Όπως φαίνεται από τον Πίνακα III, οι ποσότητες των θρεπτικών αλάτων και ρυπαντών που εισρέουν στη λίμνη είναι αυξημένες κατά τη χρονική περίοδο Δεκεμβρίου-Μαΐου, που συμπίπτει με την περίοδο των αυξημένων εισροών. Σημαντικά αυξημένες εμφανίζονται οι τιμές τον Φεβρουάριο και ιδιαίτερα του φώσφορου.

Παρακάτω δίνονται οι συγκεντρώσεις και διακυμάνσεις των τιμών των παραμέτρων που ελέγχθησαν στις εισροές της λεκάνης απορροής κατά τη διάρκεια της έρευνας.

1. pH. Οι τιμές pH σε όλες τις εισροές κυμάνθηκαν κατά 6,8 μέχρι 8,6, τιμές οι οποίες δεν φαίνεται να δημιουργούν πρόβλημα στο οικοσύστημα της λίμνης. Οι τιμές όμως, pH του νερού της βροχής κατά την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου βρέθηκαν χαμηλές και κυμάνθηκαν από 5,5 μέχρι 5,7. Οι χαμηλές αυτές τιμές θα πρέπει να αποδοθούν στην υψηλή συγκέντρωση θειϊκών και θειούχων ιόντων που μεταφέρονται με τα αερολύματα από τη Βιομηχανική περιοχή της Πτολεμαΐδας (Θερμοηλεκτρικά Εργοστάσια ΔΕΗ). Θα πρέπει όμως να τονιστεί ότι το φαινόμενο αυτό δεν επηρέασε το οικοσύστημα της λίμνης εξαιτίας των μικρών ποσοτήτων βροχής, συγκριτικά με τη συνολική ποσότητα των εισροών και του μεγάλου όγκου του νερού της λίμνης. Στο σχήμα 14 δίνονται για σύγκριση οι διακυμάνσεις των τιμών pH στα νερά του Αλιάνκιωνα και της βροχής. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων δίνονται στον Πίνακα II του παραρτήματος.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

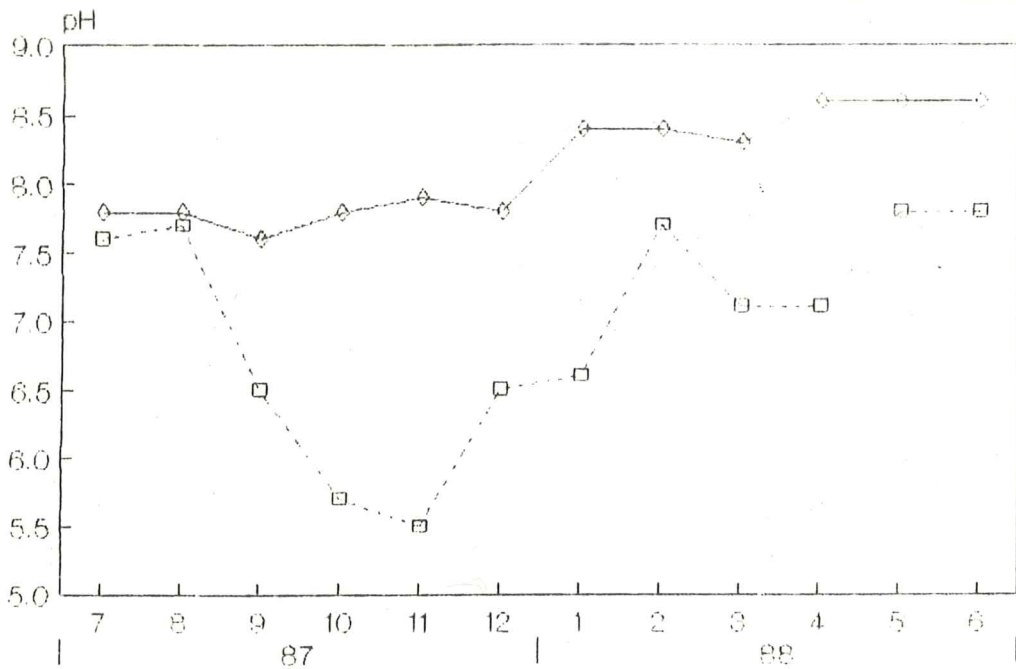
Μηνιαία και ετήσια φορτία του συνολικού φωσφόρου (Τ.Ρ.), συνολικού αζώτου (Τ.Ν), Νιτρικών (N-NO<sub>3</sub>), Νιτρωδών (N-NO<sub>2</sub>), Απορρυπαντικών και BOD<sub>5</sub> που δέχεται η λίμνη Πολυφύτου. (Τόνοι)

	Τ.Ρ.	Τ.Ν.	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	ΑΠΟΡΡΥΠ.	B.O.D <sub>5</sub>
ΙΟΥΛΙΟΣ 87	10,3	86,3	8,1	0,37	2,3	97,2
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	3,2	9,5	0,5	0,24	0,8	22,0
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2,8	11,6	1,7	0,01	0,5	35,0
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	2,7	19,2	7,7	0,44	1,2	45,9
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	2,6	36,4	4,1	0,36	4,9	87,6
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	2,7	38,7	17,0	0,52	4,7	103,8
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 88	4,4	61,3	24,8	1,24	2,1	144,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28,0	148,6	51,3	2,11	4,4	563,2
ΜΑΡΤΙΟΣ	9,4	102,3	28,5	1,29	5,5	107,8
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	6,4	136,0	5,7	1,07	2,9	215,8
ΜΑΪΟΣ	7,8	176,1	13,1	1,07	2,9	537,3
ΙΟΥΝΙΟΣ	3,8	51,2	2,8	0,35	1,4	93,0
ΕΤΗΣΙΟ ΦΟΡΤΙΟ	84,6	877,8	160,8	9,78	37,2	2054,0

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙV

Ετήσια φορτία θρεπτικών αλάτων και ρυπαντών που δέχεται η λίμνη Πολυφύτου από κάθε εισροή. (Τόνοι)

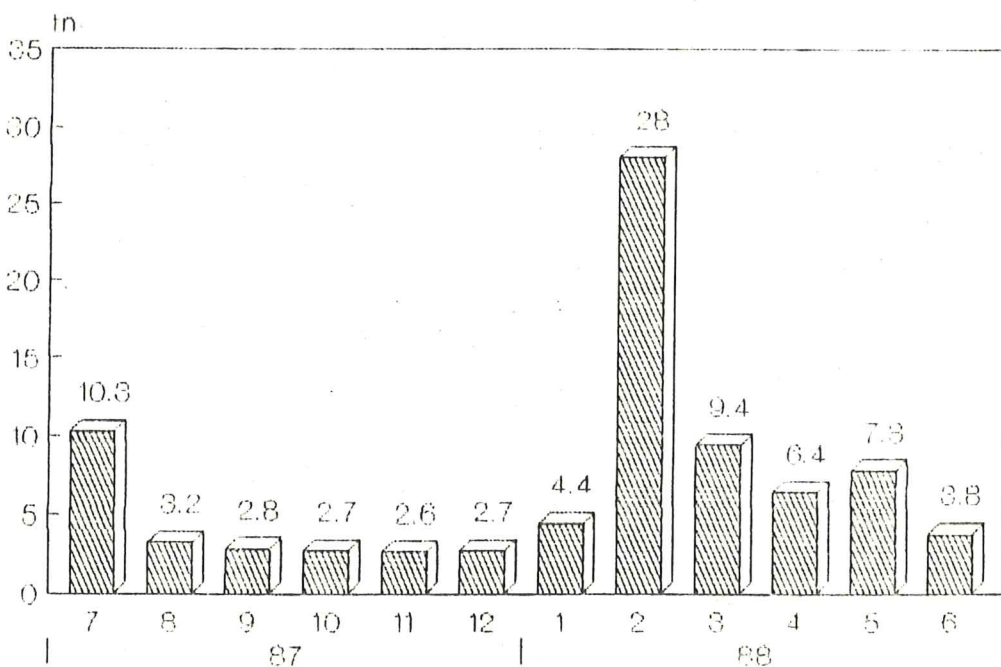
ΕΙΣΡΟΕΣ	Τ.Ρ.	Τ.Ν.	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	ΑΠΟΡ.	BOD <sub>5</sub>
ΒΡΟΧΗ	7,3	38,2	1,8	0,4	-	-
ΑΛΙΑΚΜΩΝΑΣ	60,1	734,3	154,7	7,5	31,7	1656,0
ΑΙΑΝΗ	0,06	0,3	0,3	0,008	0,03	1,3
ΚΑΙΣΑΡΙΑ	8,3	32,9	3,0	1,5	1,4	36,0
ΣΕΡΒΙΑ	2,5	35,7	0,04	0,03	1,6	117,8
ΒΕΛΒΕΝΔΟΣ	5,3	33,8	0,02	0,02	2,1	231,8
ΘΟΛΟΛΑΚΑΣ	0,3	4,2	0,4	0,04	0,05	4,1
ΛΑΦΙΣΤΑ	0,3	1,1	0,3	0,03	0,1	6,1



Σχ. 14. Διακυμάνσεις των τιμών pH στο νερό του Αλιιάκιμωνα  $\diamond$  και της βροχής  $\square$

## 2. Ολικός φώσφορος (Total Phosphorus)

Από την εκτίμηση του όγκου των παροχών των διαφόρων εισροών στη λίμνη, καθώς και τις συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου στα νερά των χειμάρρων που προαναφέρθηκαν, του ποταμιού Αλιιάκιμωνα και της βροχής υπολογίστηκε το συνολικό φορτίο του φωσφόρου που εισέρχεται στη λίμνη. Στο σχήμα 15 δίνεται η μηνιαία διακύμανση του συνολικού φορτίου του φωσφόρου που εισήλθε στη λίμνη κατά την περίοδο της έρευνας.



Σχ. 15. Μηνιαία διακύμανση του συνολικού φορτίου του ολικού φωσφόρου, σε τόνους, που εισήλθε στη λίμνη κατά την περίοδο της έρευνας (Ιούλιος 87 - Ιούνιος 88).

Στον Πίνακα IV του παραρτήματος εξάλλου δίνονται οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου που προσδιορίστηκαν μηνιαίως στα νερά των εισροών κατά τη διάρκεια της έρευνας. Από τα στοιχεία του πίνακα αυτού και το σχήμα 15 υπολογίζεται ότι το συνολικό φορτίο του φωσφόρου που εισέρχεται στη λίμνη ανέρχεται σε 84,6 τόνους. Το 71% της ποσότητας αυτής εισέρχεται στη λίμνη με τα νερά του ποταμού Αλιάκμονα και το υπόλοιπο 29% απ' τις άλλες πηγές. Φαίνεται επίσης ότι σημαντικά φορτία φωσφόρου εισήλθαν στη λίμνη κατά τον μήνα Φεβρουάριο 88 (28 τόννοι), ενώ οι ποσότητες του φωσφόρου τους άλλους μήνες κυμάνθηκαν από 2,6 μέχρι 10,3 τόνους. Η αυξημένη αυτή παροχή φωσφόρου κατά τον μήνα Φεβρουάριο αποδίδεται στις βροχοπτώσεις της περιόδου αυτής ύστερα από μακρά περίοδο ανομβρίας.

Από τη συνολική ποσότητα του ολικού φωσφόρου που δέχεται η λίμνη υπολογίστηκε η ετήσια φόρτιση της λίμνης ανά μονάδα επιφανείας, η οποία βρέθηκε ίση με  $1,15 \text{ gr P/m}^2/\text{yr}$ . Το μέγεθος αυτό ξεπερνά κατά πολύ όχι μόνο το όριο της επιτρεπόμενης φόρτισης, αλλά και της επικίνδυνης, η οποία κατά τον Vollenweider (1968) είναι αντίστοιχα  $0,25 \text{ gr P/m}^2/\text{yr}$  και  $0,50 \text{ gr/m}^2/\text{yr}$ .

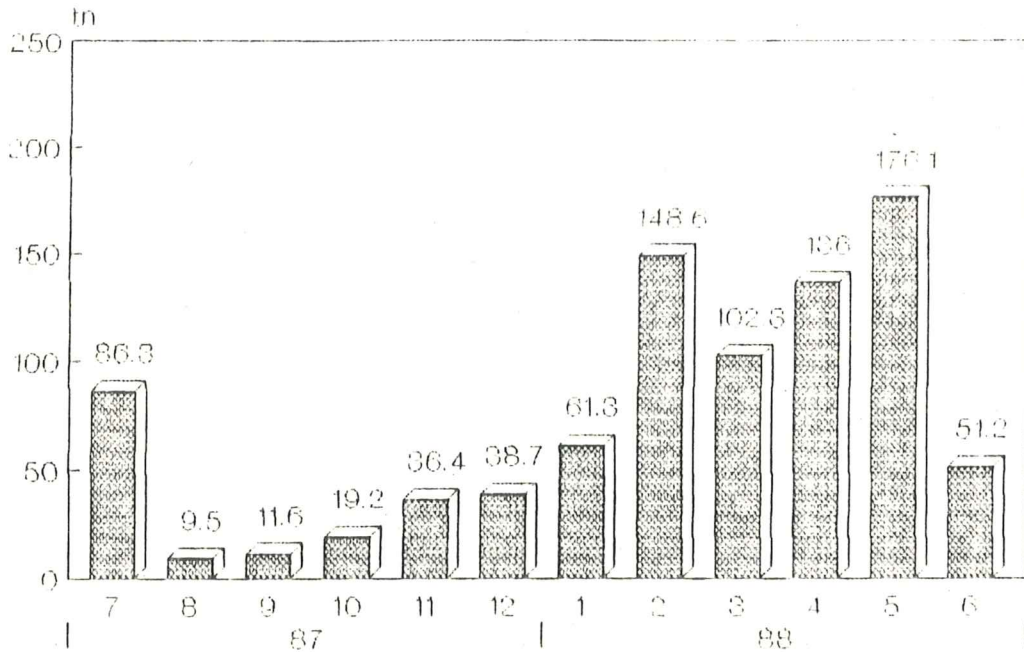
Σημαντικές ποσότητες φωσφόρου εισρέουν στη λίμνη με τα αστικά λύματα των χειμάρρων Καισάριας, Σερβίων και Βελβενδού. Υπολογίστηκε ότι το 10,2% του συνολικού φωσφόρου που εισέρχεται στη λίμνη προέρχεται από τα αστικά λύματα. Σύμφωνα με τις απόψεις των Wetzel (1983), Vollenweider (1968) και Goldmam και Horne (1983), τα αστικά λύματα εμπλουτίζονται σε φώσφορο που κυμαίνεται από 2,5 έως 4gr ανά κάτοικο και ημέρα.

Σημαντικές επίσης ποσότητες φωσφόρου εισέρχονται στη λίμνη με τη βροχή, η οποία όπως αποδείχθηκε, ενώ αποτελεί μόλις το 1,7% του συνόλου των εισροών, συμμετέχει στη φόρτιση της λίμνης με φώσφορο κατά 8,6%

### 3. Όλικό Αζωτο (total Nitrogen).

Οι συγκεντρώσεις του ολικού αζώτου που προσδιορίστηκαν στα νερά του Αλιάκμονα, των χειμάρρων και της βροχής δίνονται αναλυτικά στον Πίνακα V του παραρτήματος. Από τις συγκεντρώσεις αυτές, και την εκτίμηση του όγκου των εισερχομένων στη λίμνη υδάτων υπολογίστηκαν τα μηνιαία φορτία ολικού αζώτου που εισέρχονται στη λίμνη (Σχ.16).





Σχ. 16. Φορτία ολικού αζώτου σε τόνους που εισήλθαν στη λίμνη μηνιαίως κατά τη διάρκεια της έρευνας, Ιούλιος 87-Ιούν. 88.

Από τον Πίνακα V που προαναφέρθηκε φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ολικού αζώτου που εμπλουτίζει τη λίμνη (83,6%) προέρχεται από τον Αλιάκμονα και το μικρότερο από τον χειμάρρο Λάφιστα (0,12%).

Από το συνολικό φορτίο του ολικού αζώτου που εμπλουτίζεται η λίμνη και εκτιμήθηκε σε 877,8 τόνους, υπολογίστηκε η ετήσια φόρτιση ανά μονάδα επιφάνειας της λίμνης, η οποία εκτιμήθηκε σε 11,86 gr. N/m<sup>2</sup>/yr. Η τιμή αυτή, όπως και με τον ολικό φώσφορο, ήταν επίσης πάνω από την επιτρεπόμενη και την επικίνδυνη φόρτιση, που είναι αντίστοιχα 4,9 gr.N/m<sup>2</sup>/yr και 80gr.N/m<sup>2</sup>/yr (Vollenweider, 1968). Το φαινόμενο αυτό σε συνδυασμό με εκείνο του ολικού φωσφόρου προδιαγράφει την πορεία της λίμνης προς τον ε. τροφισμό.

Σημαντικές ποσότητες ολικού αζώτου εισρέουν στη λίμνη με τα αστικά λύματα, μέσω των χειμάρρων Καισάριας, Σερβίων και Βελβενδού οι οποίοι αποτελούν τον αποδέκτη των λυμάτων των πόλεων, Κοζάνης, Σερβίων και Βελβενδού αντίστοιχα. Με τις εισροές των χειμάρρων αυτών που αποτελούν μόλις το 0,8% του συνόλου των εισροών, το άζωτο που εισέρχεται στη λίμνη καλύπτει το 11,4% του συνολικού εισερχόμενου στη λίμνη ολικού αζώτου.

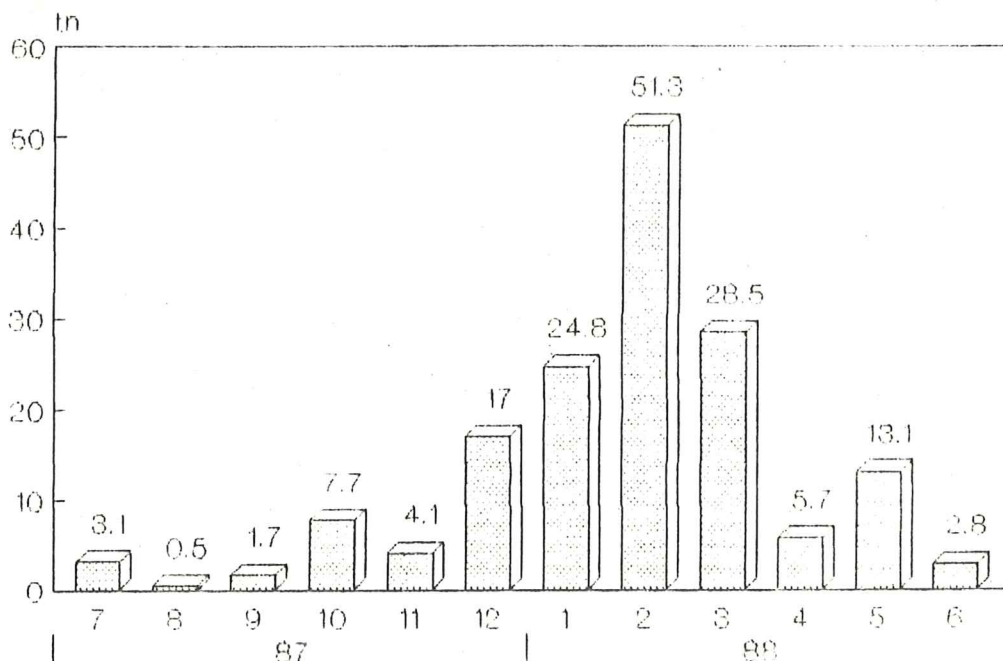
Σημαντικές επίσης ποσότητες ολικού αζώτου εισέρχονται στη λίμνη με τα νερά της βροχής, εξαιτίας της ρύπανσης της ατμόσφαιρας

με αζωτούχες ενώσεις. Υπολογίστηκε ότι το άζωτο που εισέρχεται στη λίμνη με τη βροχή αποτελεί το 4,3% του συνολικού εισερχόμενου στη λίμνη αζώτου. Διαπιστώθηκε τέλος (Σχ. 16) ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες αζώτου εισέρχονται στη λίμνη κατά το τέλος του χειμώνα και την άνοιξη και αποδίδονται κυρίως στην συχνότητα των βροχοπτώσεων και στην απόπλυση των εδαφών.

#### 4. Νιτρικά και Νιτρώδη (Nitrates και Nitrites).

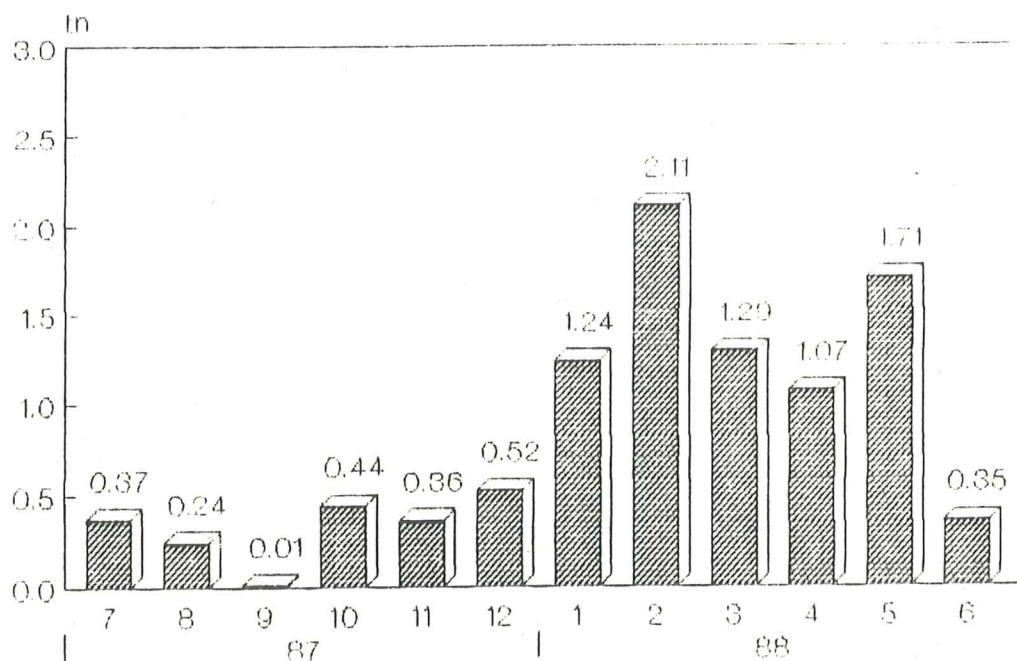
Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συγκεντρώσεων των νιτρικών και νιτρωδών στα νερά εισροών δίνονται στους πίνακες VI, VII του παραρτήματος. Οι ποσότητες που εισρέουν ετησίως στη λίμνη υπολογίστηκαν σε 160,8 τόνους νιτρικών και 9,7 τόνους νιτρωδών. Από τις ποσότητες αυτές το 96,1% των νιτρικών και το 77,4% των νιτρωδών εισέρχεται στη λίμνη Πολυφύτου με τα νερά του Αλιδάκιμωνα, στον οποίο απορρέουν το 74% των καλλιεργουμένων εκτάσεων της λεκάνης απορροής της λίμνης. Αντίθετα οι χείμαρροι Σερβίων και Βελβενδού, οι οποίοι δέχονται σχεδόν αποκλειστικά μόνο οικιακά λύματα, συμβάλλουν κατά μικρό ποσοστό στον εμπλουτισμό της λίμνης με νιτρικά και νιτρώδη άλατα. Οι μικρές συγκεντρώσεις των παραπάνω αλάτων στα νερά των χειμάρρων που προαναφέρθηκαν, μολονότι εμπλουτίζονται με οικιακά λύματα, οφείλονται στην ισχυρή απονιτροποίηση που υφίστανται τα λύματα αυτά λόγω του υψηλού μικροβιακού φορτίου.

Στα σχήματα 17 και 18 εμφανίζονται αντίστοιχα οι ποσότητες των νιτρικών και νιτρωδών που εισέρχονται στη λίμνη μηνιαίως.



Σχ. 17. Μηνιαία διακύμανση των νιτρικών σε τόνους που εισέρχονται στη λίμνη Πολυφύτου.





Σχ. 18. Μηνιαία διακύμανση των νιτρωδών σε τόνους, που εισέρχονται στη λίμνη Πολυφύτου.

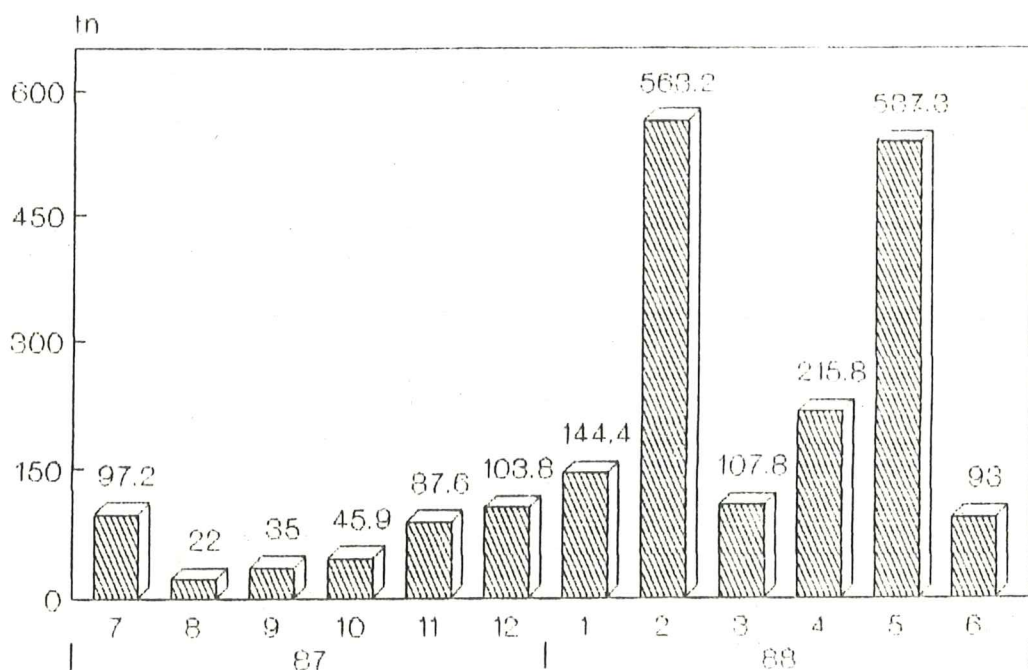
Από τα σχήματα 17 και 18 διαπιστώνεται ότι από τον Ιανουάριο και μέχρι τον Μάιο εισέρχονται στη λίμνη οι μεγαλύτερες ποσότητες των νιτρικών και νιτρωδών. Το γεγονός τούτο οφείλεται στην συχνότητα των βροχοπτώσεων κατά την περίοδο αυτή και στην απόπλυση των εδαφών. Εξάλλου τη χρονική αυτή περίοδο, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, ο βαθμός βακτηριακής απονιτροποίησης περιορίζεται στο ελάχιστο και η αποδόμηση επομένως των αλάτων αυτών είναι ανάλογη.

#### 5. BOD<sub>5</sub> Biochemical Oxygen demand

Το ρυπαντικό φορτίο, σε μονάδες BOD<sub>5</sub>, που δέχεται η λίμνη Πολυφύτου ετησίως εκτιμήθηκε σε 2054 τόνους. Η ποσότητα αυτή υπολογίστηκε από τη συγκέντρωση BOD<sub>5</sub> των νερών του Αλιάκιμωνα και των χειμάρρων που εισρέουν στη λίμνη. Τα αναλυτικά αποτελέσματα εκτίθενται στον πίνακα VIII του παραρτήματος. Στο σχήμα 19 εξάλλου εμφανίζεται η μηνιαία διακύμανση του ρυπαντικού φορτίου (BOD<sub>5</sub>) με το οποίο εμπλουτίζεται η λίμνη Πολυφύτου.

Οι μεγαλύτερες ποσότητες φορτίου (1.656 τόνοι BOD<sub>5</sub>) μεταφέρονται στη λίμνη με τα νερά του ποταμού Αλιάκιμωνα και οι μικρότερες, με τον χείμαρρο Αιανής (1,3 τόνοι BOD<sub>5</sub>). Αξιοσημείωτο είναι επί-





Σχ. 19. Μηνιαία διακύμανση του συνολικού ρυπαντικού φορτίου (τόνοι BOD<sub>5</sub>), με το οποίο εμπλουτίζεται η λίμνη Πολυφύτου.

σης το γεγονός ότι, ενώ οι χειμάρροι Σερβίων και Βελβενδού συμμετέχουν μόνο κατά 0,36% στο σύνολο των εισροών στη λίμνη, ο εμπλουτισμός της σε ρυπαντικό φορτίο από τους χειμάρρους αυτούς ανέρχεται σε 17% επί του συνολικού ρυπαντικού φορτίου. Τούτο οφείλεται στα ανεπεξέργαστα λύματα των πόλεων Σερβίων και Βελβενδού που αποχέονται στους παραπάνω χειμάρρους και στη μικρή απόσταση, που διασχίζουν από το σημείο εκβολής τους μέχρι την είσοδό των στη λίμνη, οπότε η αποδόμηση είναι μικρή. Αντίθετα η συγκέντρωση του ρυπαντικού φορτίου (BOD<sub>5</sub>) στα νερά του χειμάρρου Καισάριας, που δέχεται τα λύματα της Κοζάνης είναι σχετικά μικρό, εξαιτίας της μεγάλης διαδρομής που διασχίζουν μέχρι να εισέλθουν στη λίμνη, και της ανάλογης αποδόμησης που υφίστανται κατά τη διάρκεια της διαδρομής.

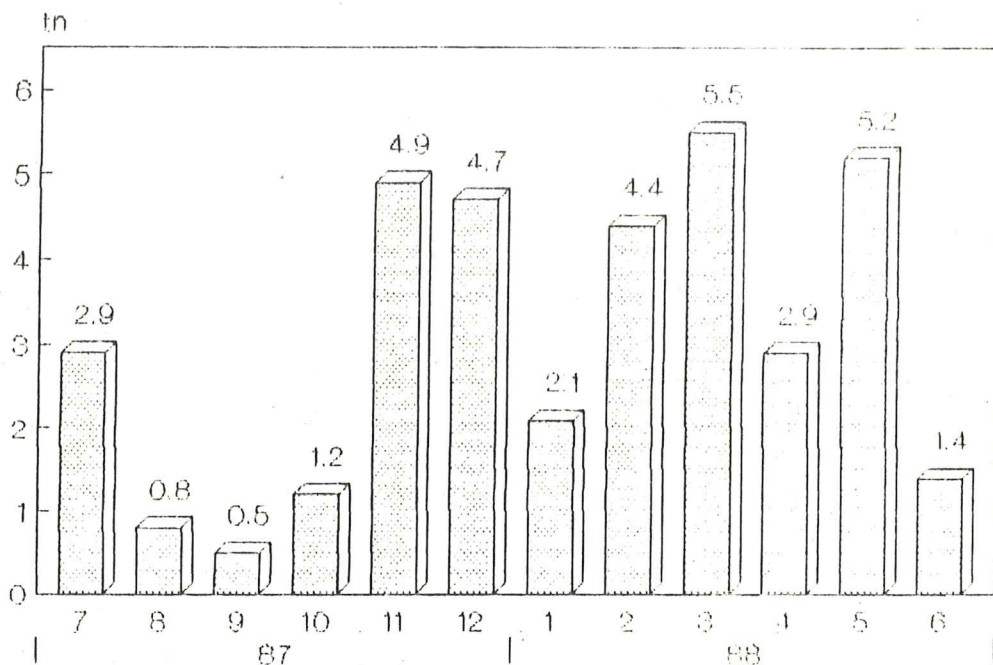
Οι μεγαλύτερες ποσότητες ρυπαντικού φορτίου (BOD<sub>5</sub>) που δέχεται η λίμνη είναι η περίοδος από Φεβρουάριο μέχρι Μάιο και αποδίδεται στη συχνότητα των βροχοπτώσεων κατά την περίοδο αυτή (Σχ. 19).

### 6. Απορρυπαντικά (Detergents)

Το ετήσιο φορτίο των απορρυπαντικών που εισέρχεται στη λίμνη, με τα νερά του Αλιάκμονα και των χειμάρρων υπολογίζεται σε 37,2 τόνους. Η εκτίμηση αυτή έγινε από τη συγκέντρωση των απορρυπαντικών στα νερά των παραπάνω εισροών. Τα αναλυτικά αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα IV του παραρτήματος.

Το 85,3% του συνόλου των απορρυπαντικών εισέρχονται στη λίμνη με τα νερά του ποταμού Αλιάκμονα, ενώ σημαντικές ποσότητες απορρυπαντικών εισρέουν στη λίμνη με τα νερά των χειμάρρων Καισάριας, Σερβίων και Βελβενδού, που αποτελούν τον αποδέκτη των αστικών λυμάτων των πόλεων Κοζάνης, Σερβίων και Βελβενδού αντίστοιχα.

Τα υψηλότερα φορτία απορρυπαντικών με τα οποία εμπλουτίζεται η λίμνη σημειώνονται τους χειμερινούς και τους μήνες της Άνοιξης που παρουσιάζονται αυξημένες παροχές λόγω των συχνών βροχοπτώσεων (Σχ. 20).



Σχ. 20. Μηνιαία διακύμανση του φορτίου των απορρυπαντικών σε τόνους που εισρέουν στη λίμνη Πολυφύτου από τη λεκάνη απορροής.

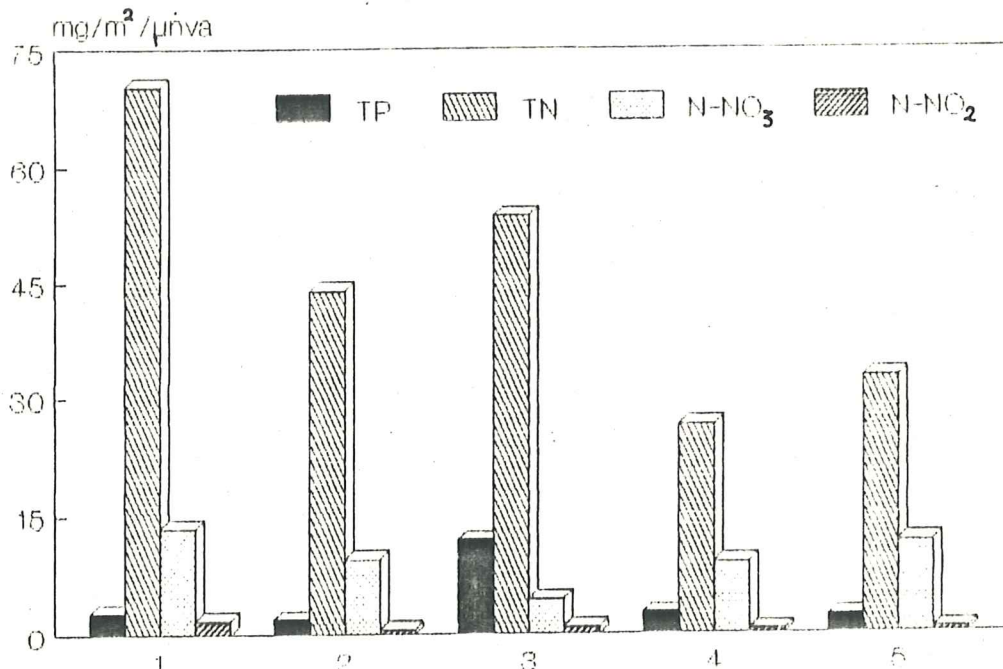
Η φόρτιση της λίμνης Πολυφύτου με απορρυπαντικά κρίνεται υψηλή και συμβάλλει επιπλέον στον εμπλουτισμό της με φωσφορικές ενώ-

σεις, που έχουν την ιδιότητα να καθιζάνουν στον πυθμένα και να επαναδιαλύονται στο νερό, κάτω από ορισμένες συνθήκες (εσωτερική φόρτιση).

7. Διερεύνηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της ευρύτερης περιοχής, της λίμνης Πολυφύτου.

Όπως προαναφέρθηκε (βλ. Μεθολογία) τοποθετήθηκαν σε 5 σημεία, της ευρύτερης περιοχής της λίμνης Πολυφύτου δειγματολήπτες βρόχινου νερού, με σκοπό να διερευνηθεί η φόρτιση της ατμόσφαιρας της περιοχής με διάφορους ρυπαντές. Από τον όγκο του βρόχινου νερού ανά μονάδα επιφάνειας και από τη συγκέντρωση των ρυπαντών στο βρόχινο νερό εκτιμήθηκε η ατμοσφαιρική φόρτιση της περιοχής. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων δίνονται στον πίνακα X του παραρτήματος. Τονίζεται ότι τα αποτελέσματα αυτά είναι ενδεικτικά, αφού οι μετρήσεις αφορούσαν μικρή χρονική περίοδο (Φεβρουάριο μέχρι Μάιο 1988).

Από τα αποτελέσματα του πίνακα που προαναφέρθηκε και το συγκριτικό ιστόγραμμα (Σχ. 21), διαπιστώνεται ότι η μέση μηνιαία αέρια φόρτιση της Πτολεμαΐδας με Αζωτο, Νιτρικά και Νιτρώδη είναι υψηλότερη συγκριτικά με τις άλλες περιοχές.



Σχ. 21. Συγκριτικό ιστόγραμμα της μέσης, μηνιαίας αέριας φόρτισης με ολικό Αζωτο, Φώσφορο, Νιτρικά και Νιτρώδη στις περιοχές Πτολεμαΐδας (1) Αγ. Δημητρίου (2), Νεραΐδας (3), Σερβίων (4) και Βελβενδού (5).



Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συγκέντρωση του φωσφόρου στο νερό της βροχής των περιοχών που προαναφέρθηκαν. Όπως φαίνεται από το σχήμα 21 αντίθετα με τις αζωτούχες ενώσεις η συγκέντρωση του φωσφόρου στο σταθμό της Νεράϊδας, ήταν υψηλότερη συγκριτικά με τους άλλους σταθμούς δειγματοληψίας. Το φαινόμενο τούτο αποδόθηκε στο γεγονός ότι στην περιοχή πνέουν συνήθως άνεμοι με κατεύθυνση Β-ΒΔ, οι οποίοι παρασύρουν τους ρυπαντές από τον τόπο παραγωγής τους, που είναι ευρύτερη η περιοχή Πτολεμαΐδας (Θερμοηλεκτρικοί σταθμοί ΔΕΗ, Εργοστάσιο λιπασμάτων ΑΕΒΑΑ) και τους μεταφέρουν στην περιοχή της Νεράϊδας. Οποσδήποτε όμως το φαινόμενο χρειάζεται παραπέρα διερεύνηση.

Συγκρίνοντας τέλος τις συγκεντρώσεις του ολικού Αζώτου, Φωσφόρου, Νιτρικών και Νιτρωδών που προσδιορίστηκαν στην περιοχή της λίμνης Πολυφύτου είναι κατά πολύ υψηλότερες από εκείνες που δίνονται από άλλους συγγραφείς (GOWER, 1980) για άλλες περιοχές.

Β. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ.

Οι παράμετροι που μελετήθηκαν για την εκτίμηση της ποιότητας και της ρύπανσης του νερού της λίμνης Πολυφύτου, καθώς και οι ακραίες τιμές, των παραμέτρων που προσδιορίστηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας δίνονται στον πίνακα V.

ΠΙΝΑΚΑΣ V

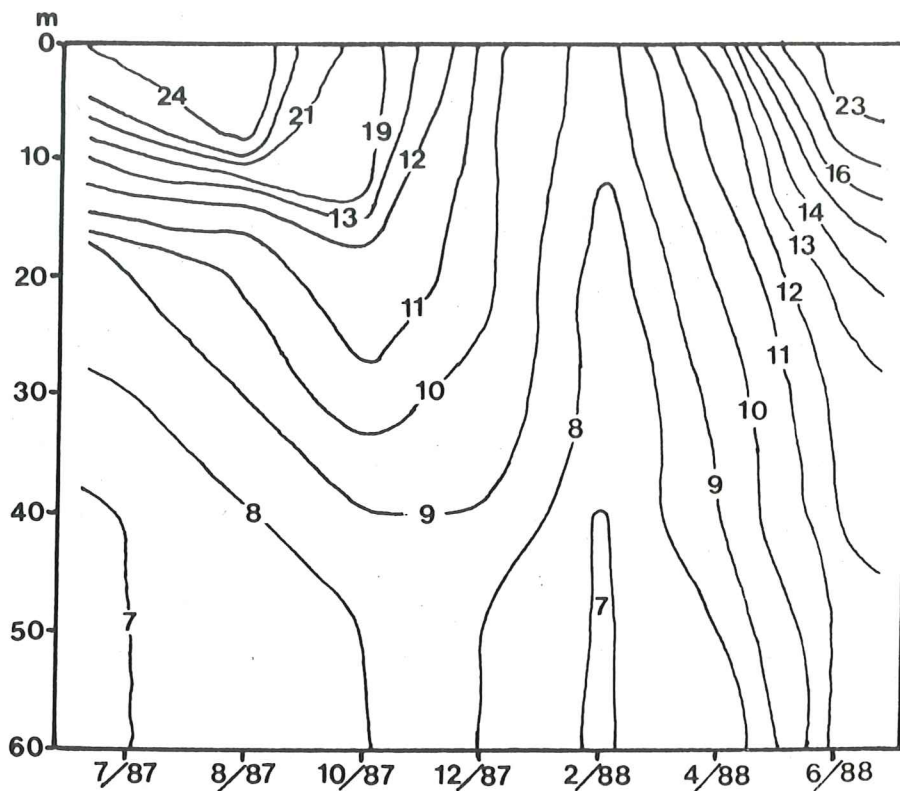
Ακραίες τιμές των παραμέτρων ποιότητας του νερού της λίμνης Πολυφύτου που προσδιορίστηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας (Ιούλιος 1987-Ιούνιος 1988).

Θερμοκρασία °C .....	7,0 - 26,0
Λιλυυτὸ ὀξυγόνο mgO <sub>2</sub> /l .....	1,0 - 11,2
pH .....	7,1 - 8,8
Αγωγιμότητα μῆθος/cm .....	300,0-410,0
Αλατότητα mgNaCl/l .....	170,0-200,0
Ὀλική Σκληρότητα mgCaCO <sub>3</sub> /l .....	70,0 - 120,0
Διαφάνεια (δίσκος Secchi)m .....	0,75 -3,75m
Θολερότητα FTU .....	2,0 - 38,0
Πυριτιικά mg SiO <sub>2</sub> /l .....	0,5 - 12,5
Θειικά mg SO <sub>4</sub> /l .....	12,0 - 25,0
Ὀλικὸς Φωσφόρος mg P/l .....	<0,012 - 0,186
Νιτριικά μg N-NO <sub>3</sub> /l .....	6,5 - 987,9
Νιτρώδη μg N-NO <sub>2</sub> /l .....	3,0 - 33,8
Αμμωνιακά μg N-NH <sub>4</sub> /l .....	0,05 - 0,85
Χλωροφύλλη -a mg/m <sup>3</sup> .....	0,156-18,0
Σωματιδιακὸς άνθρακας mg/m <sup>3</sup> .....	84,4 - 1068,0
BOD <sub>5</sub> mgO <sub>2</sub> /l .....	0,3 - 3,1
Απορρυπαντικά μg/l .....	2,0 - 85,0
Χλωριόντα μg Cl <sup>-</sup> /l.....	7 - 25
Χλωριώμενοι υδρογονάνθρακες ppt .....	2,6 - 5,9

Παραθέτονται στη συνέχεια αναλυτικά τα αποτελέσματα και η συζήτηση για κάθε μία από τις παραμέτρους ποιότητας του νερού της λίμνης που ελέγχθησαν κατά τη διάρκεια της έρευνας.

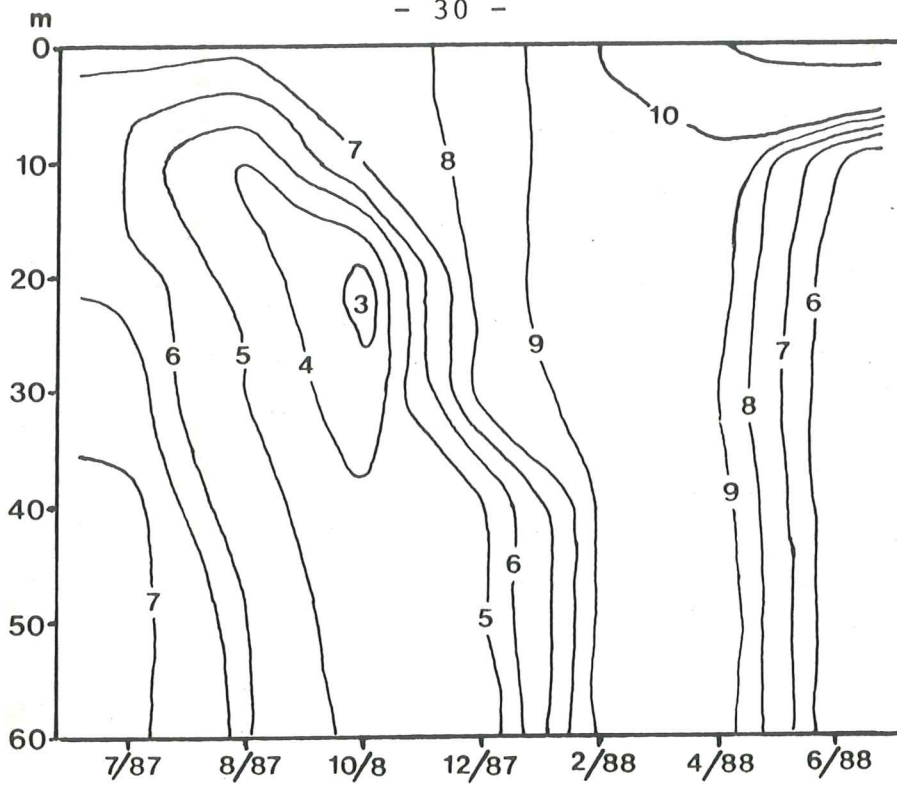
1. Θερμοκρασία (temperature) και διαλυμένο οξυγόνο (dissolved oxygen).

Κατά την χρονική περίοδο της έρευνας (ΙΟΥΛ. 87-ΙΟΥΝ. 88) η θερμοκρασία των νερών της λίμνης Πολυφύτου κυμάνθηκε από 7°C έως 26°C και οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου από 1 mg O<sub>2</sub>/l έως 11,2 mg O<sub>2</sub>/l, ανάλογα με την εποχή, το σταθμό δειγματοληψίας και το βάθος της λίμνης που έγινε η μέτρηση. Στον πίνακα (XI) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τη θερμοκρασία, τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και το βαθμό κορεσμού (%) του νερού της λίμνης σε οξυγόνο, για ολόκληρη την χρονική περίοδο της έρευνας. Στα σχήματα (22), (23) και (24) δίνονται αντίστοιχα τα διαγράμματα των ισόθερμων καμπυλών, της κατανομής της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό της λίμνης καθώς και του βαθμού κορεσμού (%) του νερού σε οξυγόνο κατά βάθος σε συνάρτηση με τον χρόνο.

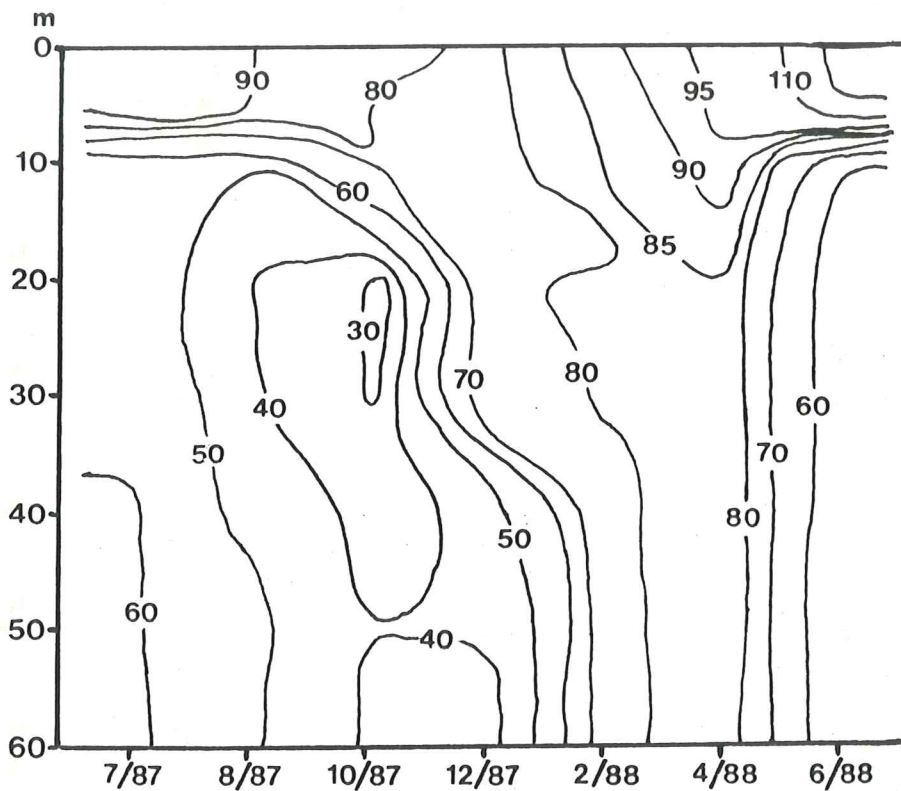


Σχ. 22. Διάγραμμα ισόθερμων καμπυλών στη λίμνη Πολυφύτου κατά βάθος σε συνάρτηση με το χρόνο.





Σχ. 23. Διάγραμμα κατανομής της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό της λίμνης Πολυφύτου κατά βάθος σε συνάρτηση με το χρόνο.



Σχ. 24. Διάγραμμα βαθμού κορεσμού (%) σε οξυγόνο του νερού της λίμνης Πολυφύτου κατά βάθος σε συνάρτηση με το χρόνο.

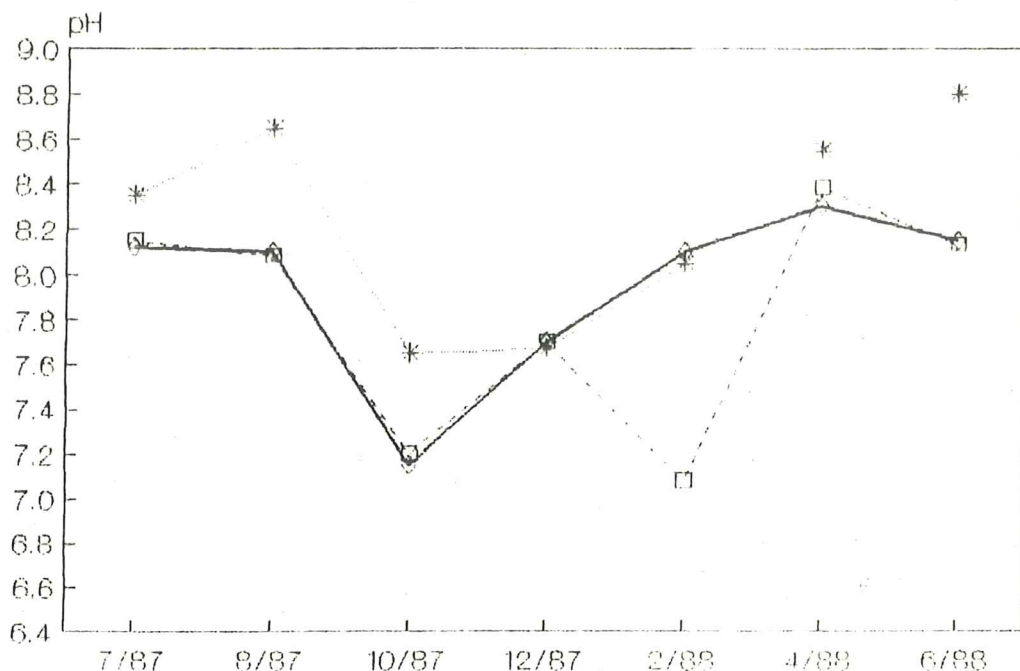
Κατά τους θερινούς μήνες και μέχρι τον Δεκέμβριο παρατηρήθηκε θερμική στρωμάτωση. Στρωμάτωση επίσης παρατηρήθηκε και ως προς την συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Επήλθε δηλαδή όπως και στην αντίστοιχη χρονική περίοδο 86-87, διαχωρισμός της λίμνης σε δύο στρώματα κατά βάθος, τα οποία διαχωριζόταν από το θερμοκλινές. Το θερμοκλινές εντοπιζόταν ανάλογα με την εποχή σε βάθος 8 m έως 18m με θερμοκρασίες που κυμάνθηκαν από 10,5°C έως 23,2°C και συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου από 2,6 mg O<sub>2</sub>/l έως 8,1 mg O<sub>2</sub>/l, ο κορεσμός των νερών σε οξυγόνο, στο θερμοκλινές, βρέθηκε πολλές φορές χαμηλός (25,5%). Αντίθετα οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου στο επιλίμνιο ήταν ικανοποιητικές. Κατά μέσο όρο, αυτές κυμάνθηκαν, από 6,6 mg O<sub>2</sub>/l έως 10,3 mg O<sub>2</sub>/l, σε θερμοκρασίες που κυμάνθηκαν επίσης από 19,7°C έως 24,8°C. Ο κορεσμός τέλος του νερού σε οξυγόνο την αντίστοιχη περίοδο κυμάνθηκε από 72,8% έως 126%.

Η στρωμάτωση που προαναφέρθηκε, έπαψε να υφίσταται από τον Ιαν. 88 έως και τον Ιούν. 88. Στο χρονικό αυτό διάστημα οι τιμές της θερμοκρασίας κατά μέσο όρο, για όλη τη λίμνη, ήταν σταθερές σε όλα τα βάθη της και κυμαίνονταν από 8°C έως 13,1°C. Αντίστοιχα σταθερές ήταν και οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου, που κυμάνθηκαν από 8 mg O<sub>2</sub>/l έως 10,3 mg O<sub>2</sub>/l, με εξαίρεση κάποιες χαμηλές συγκεντρώσεις (Μ.Τ. 4,5 mg O<sub>2</sub>/l) κάτω από τα 40 μέτρα βάθος, κοντά στο φράγμα του Πολυφύτου.

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις επιβεβαιώνεται η άποψη που διατυπώθηκε κατά την έρευνα της περιόδου 1986-87, ότι η λίμνη Πολυφύτου ανήκει στις θερμές μονομικτικές λίμνες (Wetzel, 1983). Οι θερμοκρασίες που αναπτύχθηκαν στο επιλίμνιο, κατά την περίοδο της στρωμάτωσης, κρίνονται ακατάλληλες για την εκτροφή της πέστροφας και του σολομού, είναι όμως ικανοποιητικές για την εκτροφή του κυπρίνου (Β'ογδ, 1982). Οι υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου στο επιλίμνιο οφείλονται στην φωτοσυνθετική δραστηριότητα των αυτότροφων οργανισμών. Αντίθετα η μειωμένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα στο θερμοκλινές προκαλεί τις χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου που παρατηρούνται εκεί την αντίστοιχη χρονική περίοδο. Τα βαθύτερα στρώματα της λίμνης φαίνεται να επηρεάζονται από την ροή του ποταμού Αλιάκμονα, ως προς την θερμοκρασία και ως προς τις συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου. Οι υψηλές κατά απόλυτο τιμή συγκεντρώσεις οξυγόνου στα βαθιά στρώματα των νερών της λίμνης οφείλονται κατά κύριο λόγο, στην υδροβιολογική της κατάσταση, σε συνδυασμό με τη μικρή συγκέντρωση οργανικής ύλης στον πυθμένα της.

## 2. pH

Οι τιμές του pH στα νερά της λίμνης κυμάνθηκαν γιό το χρονικό διάστημα ΙΟΥΛ. 87-ΙΟΥΝ. 88 από 7,1 έως 8,8 (Μ.Τ. 8,63). Οι τιμές αυτές είναι ελαφρώς υψηλότερες από τις τιμές της αντίστοιχης χρονικής περιόδου 1986-87 (Μ.Τ. 7,71). Οι τιμές του pH παρουσίασαν πτώση τον Οκτώβριο 87 (Μ.Τ. 7,4) και επανήλθαν στην συνέχεια στα προηγούμενα επίπεδα (Μ.Τ. 8,2 έως 8,6). Οι αυξημένες τιμές στα επιφανειακά στρώματα οφείλονται στην φωτοσυνθετική δραστηριότητα των αυτότροφων οργανισμών (Alabaster και Lloyd, 1982). Οι τιμές του pH κρίνονται ικανοποιητικές γιό την ιχθυοκαλλιέργεια, αν και σε κάποιες μεμονομένες περιπτώσεις (pH 8,6-8,8) βρίσκονται στα ανώτατα επιθυμητά όρια. Αναλυτικά οι τιμές του pH δίνονται στον πίνακα (XII) του παραρτήματος. Στο σχήμα 25 δίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών pH κατά τη διάρκεια της έρευνας.



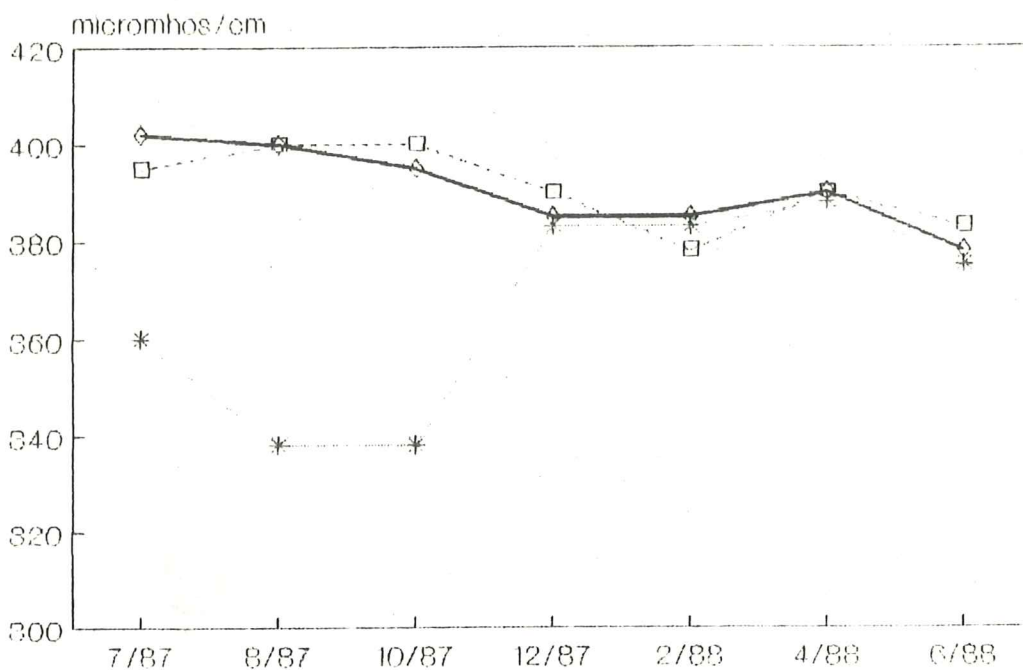
Σχ. 25. Διακυμάνσεις των τιμών pH στην επιφάνεια (.....\*), σε βάθος 20 μέτρων (--□--) και 30 μέτρων (—◇—), κατά τη διάρκεια της έρευνας στη λίμνη Πολυφύτου.

## 3. Αγωγιμότητα (conductivity) και αλατότητα (salinity).

Οι τιμές της αγωγιμότητας στα νερά της λίμνης διατηρήθηκαν σε σχεδόν σταθερά επίπεδα, από 300  $\mu\text{hos/cm}$  έως 4 10  $\mu\text{hos/cm}$  (Μ. Τ. 406  $\mu\text{hos/cm}$ ), σ'όλο το χρονικό διάστημα της έρευνας, αντίθετα με



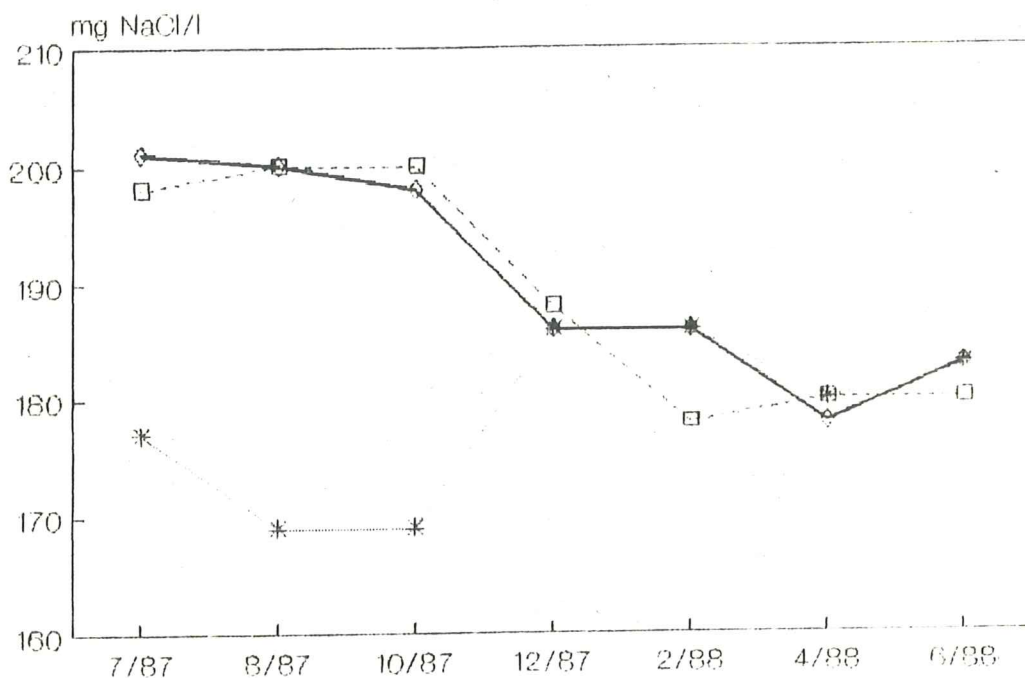
το προηγούμενο χρονικό διάστημα, 1986-87 όπου είχαν παρατηρηθεί χαμηλές τιμές αγωγιμότητας τους θερινούς μήνες (Αύγουστος). Οι ίδιες παρατηρήσεις αφορούν και τις τιμές της αλατότητας στα νερά της λίμνης, που κυμάνθηκαν από 150 mg NaCl/l έως 205 mg NaCl/l (Μ.Τ. 198 mg NaCl/l). Στους πίνακες XIII και XIV του παραρτήματος δίνονται τα αναλυτικά αποτελέσματα για την αγωγιμότητα και αλατότητα αντίστοιχα, των νερών της λίμνης. Οι τιμές αυτές κρίνονται ικανοποιητικές για την ιχθυοκαλλιέργεια. Στα σχήματα 26 και 27 δίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών αγωγιμότητας και αλατότητας κατά τη διάρκεια της έρευνας.



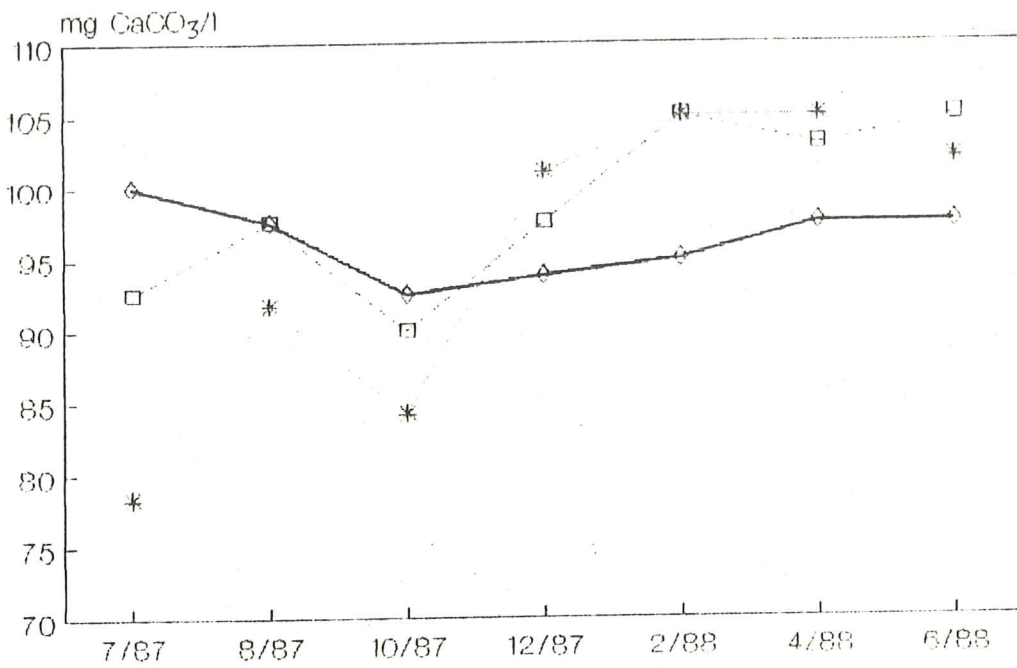
Σχήμα 26. Διακύμανσης των τιμών αγωγιμότητας στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (-\*-) σε βάθος 20 μέτρα (-♦-) και 30 μέτρα (-♦-) κατά τη διάρκεια της έρευνας.

#### 4. Ολική σκληρότητα (total hardness).

Όσον αφορά την ολική σκληρότητα των νερών της λίμνης Πολυφύτου παρατηρήθηκε ελαφριά αύξηση στις τιμές της μετά τον Δεκέμβριο 87 (πιθανόν εξαιτίας των αυξημένων εισροών), αλλά στην συνέχεια σταθεροποιήθηκαν σε επίπεδα που κυμάνθηκαν από 98mg CaCO<sub>3</sub>/l έως 103 mg CaCO<sub>3</sub>/l. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας ήταν κατά μέση τιμή υψηλότερες της αντίστοιχης περιόδου 86-87 (Μ.Τ.98,54 mg CaCO<sub>3</sub>/l), παρότι το 86-87 παρατηρήθηκαν διαστήματα με υψηλότερες τιμές 125 mg



Σχ. 27. Διακύμανση των τιμών αλατότητας στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (...\*) σε βάθος 20 μέτρα (-□-) και 30 μέτρα (-◇-) κατά τη διάρκεια της έρευνας.



Σχ. 28. Διακυμάνσεις των τιμών της ολικής σκληρότητας στο νερό της λίμνης Πολυφύτου, στην επιφάνεια (...\*), σε βάθος 20 μέτρα (----) και 30 μέτρα (-◇-), κατά τη διάρκεια της έρευνας.

$\text{CaCO}_3/1$ ). Τα νερά της λίμνης κρίνονται κατάλληλα από πλευράς σκληρότητας για την ιχθυοκαλλιέργεια. Στον πίνακα (XV) του παραρτήματος δίνονται τα αναλυτικά αποτελέσματα που αφορούν την ολική σκληρότητα των νερών της λίμνης. Στο σχήμα 28 δίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών της ολικής σκληρότητας στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.

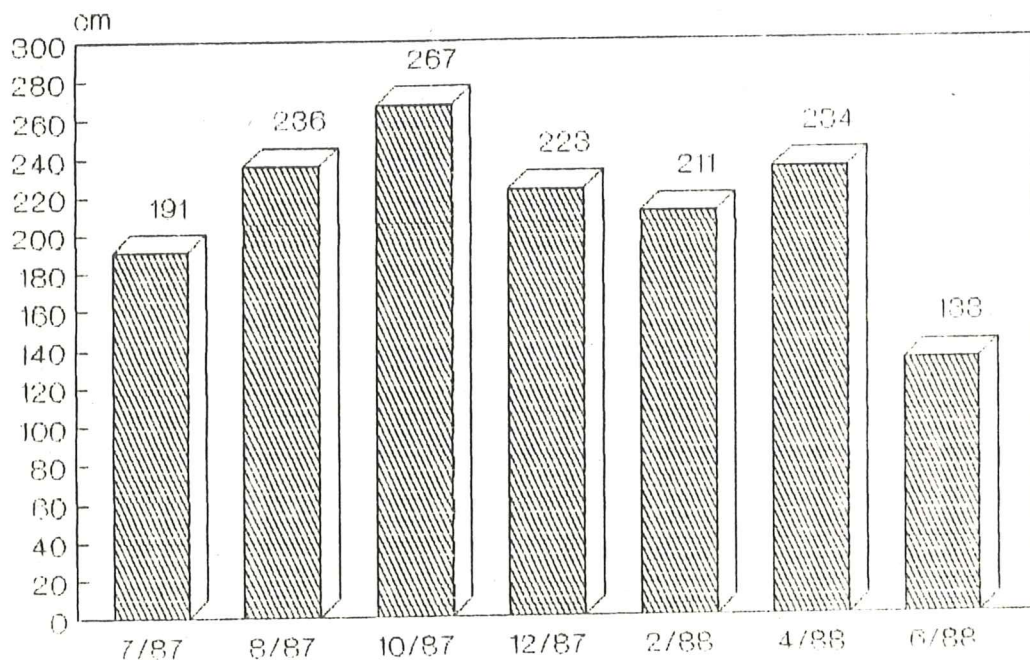
##### 5. Διαφάνεια (transparency) και θολερότητα (turbidity).

Η διαφάνεια ήταν μεγαλύτερη κατά μέση τιμή, το χρονικό διάστημα Ιουλ. 87-Ιουν. 88, (Μ.Τ. 2,13m), από το αντίστοιχο χρονικό διάστημα 86-87 (Μ.Τ. 1,5 m). Οι τιμές για την διαφάνεια, η οποία μετρήθηκε με τον δίσκο του Secchi, κυμάνθηκαν από 0,75 m. έως 3,75 m. Η μεγαλύτερη διαφάνεια παρατηρήθηκε από τον ΟΚΤ. 87 έως τον ΑΠΡ. 88.

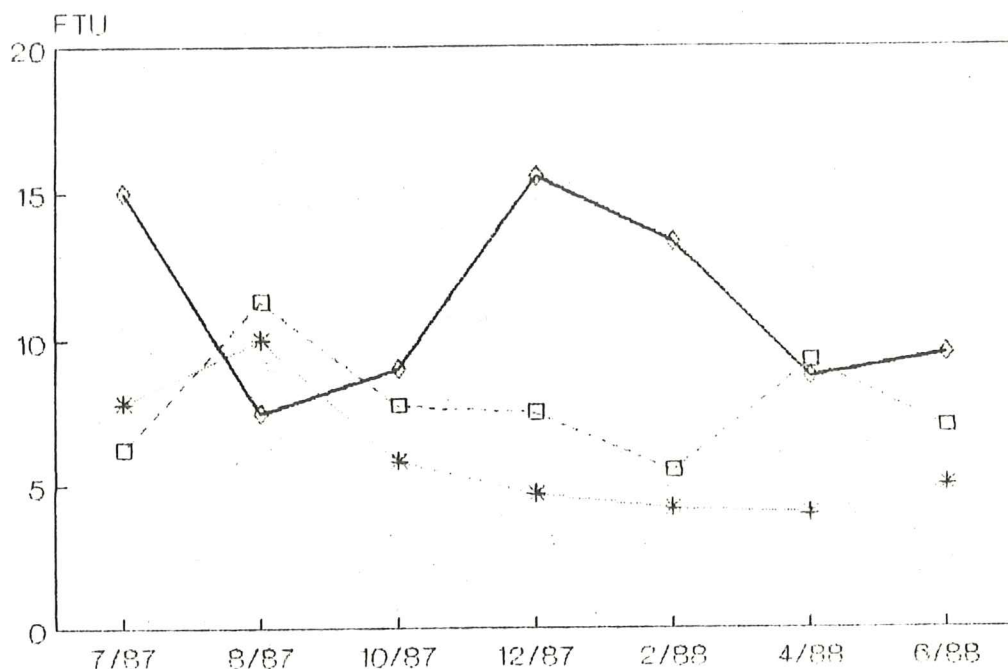
Η θολερότητα αντίθετα παρουσιάστηκε περισσότερο αυξημένη κατά μ.ο. σε σχέση με το 86-87. Οι τιμές της κυμάνθηκαν από 2 μονάδες FTU έως 38 FTU (Μ.Τ. 9,4 FTU). Η αυξημένη αυτή θολερότητα οφείλεται στα φερτά υλικά που βρίσκονται στα βαθύτερα υδάτινα στρώματα της λίμνης. Ιδιαίτερα αυξημένη θολερότητα παρατηρήθηκε κατά τον ΔΕΚ. 87, δηλαδή κατά την χρονική περίοδο που η στάθμη της λίμνης ήταν πολύ χαμηλή.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η διαφάνεια της λίμνης, παρά την αυξημένη μέση τιμή σε σχέση με την περίοδο 1986-87, εξακολουθεί να θεωρείται χαμηλή. Δεδομένου ότι η λίμνη εξακολουθεί να χαρακτηρίζεται ως μεσότροφη, θα έπρεπε να έχει διαφάνεια 3 έως 6 μέτρα (OECD, 1982). Η αύξηση της διαφάνειας των υδάτων, όσο απομακρυνόμαστε από την είσοδο του ποταμού Αλιάκμονα και η αυξημένη θολερότητα στο υπολίμνιο, συνηγορούν υπέρ της επίδρασης των εισροών του ποταμού, στην διαφάνεια και στην θολερότητα των νερών της λίμνης. Η μειωμένη διαφάνεια κατά το χρονικό διάστημα Απριλ.-Σεπτ. οφείλεται στην αύξηση των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών. Οι τιμές τόσο για την διαφάνεια, όσο και για την θολερότητα κρίνονται ικανοποιητικές για την ιχθυοκαλλιέργεια. Στους πίνακες XVI και XVII του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα που αφορούν την διαφάνεια και την θολερότητα, αντίστοιχα των νερών της λίμνης. Στα σχήματα 29, και 30 δίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών διαφάνειας και θολερότητας του νερού της λίμνης Πολυφύτου.





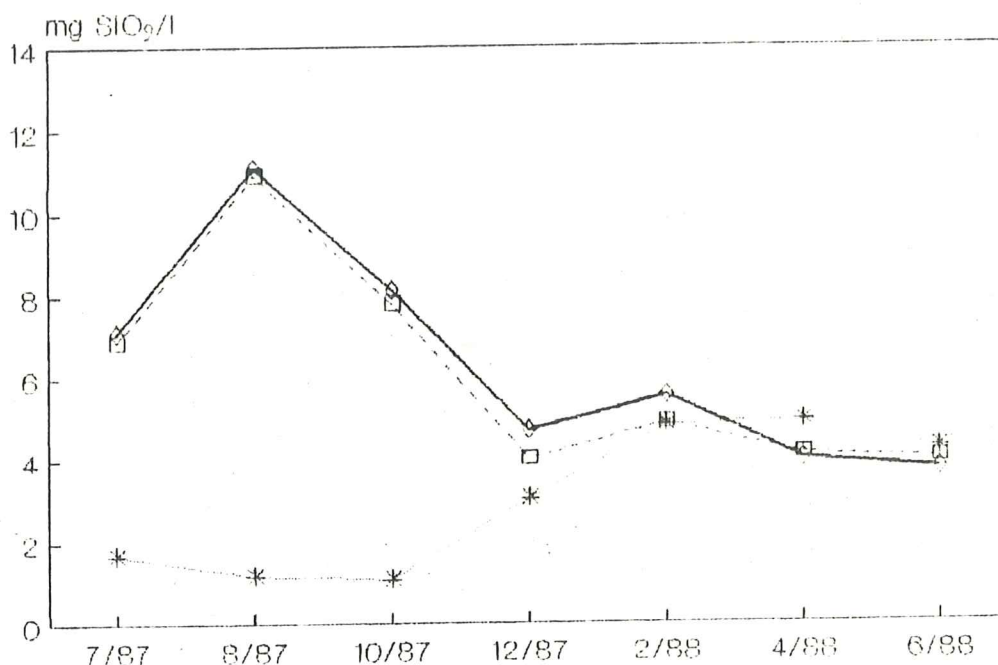
Σχ. 29. Διακυμάνσεις των τιμών διαφάνειας (δίσκος Secchi) στο νερό της λίμνης Πολυφύτου κατά τη διάρκεια της έρευνας.



Σχ. 30. Διακυμάνσεις των τιμών θολερότητας στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (\*-\*), σε βάθος 20 μέτρα (-□-) και 30 μέτρα (-♦-), κατά τη διάρκεια της έρευνας.

### 6. Πυριτικά (silicates - $\text{SiO}_2$ ).

Οι συγκεντρώσεις των πυριτικών (Μ.Τ. 5,18 mg  $\text{SiO}_2$ /l) ήταν αρκετά υψηλότερες από το αντίστοιχο χρονικό διάστημα 86-87 (Μ.Τ. 1,43 mg  $\text{SiO}_2$ /l). Οι συγκεντρώσεις των πυριτικών κυμάνθηκαν από 0,5 mg  $\text{SiO}_2$ /l έως 12,5 mg  $\text{SiO}_2$ /l. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση πυριτικών παρουσιάστηκε τον ΑΥΓ. 87 (Μ.Τ. 6,38 mg  $\text{SiO}_2$ /l) για να ακολουθήσει μείωση (min. Μ.Τ. 3,68 mg  $\text{SiO}_2$ /l) τον ΔΕΚ. 87. Αντίθετα το 86-87 οι τιμές που αφορούσαν τις συγκεντρώσεις των πυριτικών δεν παρουσίασαν σημαντικές διακυμάνσεις. Οι μειωμένες συγκεντρώσεις των πυριτικών στην ευφωτική ζώνη κατά την θερινή περίοδο οφείλονται στην κατανάλωσή τους από τους φυτοπλαγκτονικούς οργανισμούς (Wetzel, 1983). Οι συγκεντρώσεις των πυριτικών που διαπιστώθηκαν δεν επηρεάζουν την ιχθυοκαλλιέργεια. Στον πίνακα (XVIII) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις των πυριτικών στα νερά της λίμνης. Στο σχ. 31 δίνονται οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των πυριτικών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.



Σχ. 31. Διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των πυριτικών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (...\*...), σε βάθος 20 μέτρα (--□--) και 30 μέτρα (—◇—), κατά τη διάρκεια της έρευνας.



7. Θειϊνά (sulfates - SO<sub>4</sub>).

Οι συγκεντρώσεις των θειϊκών κυμάνθηκαν χωρίς μεγάλες αυξομειώσεις, από 12 mg SO<sub>4</sub>/l έως 25 mg SO<sub>4</sub>/l (Μ.Τ. 21,1 mg SO<sub>4</sub>/l), με μικρή μείωση τους φθινοπωρινούς μήνες και ήταν ελαφρά υψηλότερες από την αντίστοιχη χρονική περίοδο 86-87. Στον πίνακα (XIX) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις των θειϊκών στα νερά της λίμνης. Οι συγκεντρώσεις αυτές δεν δημιουργούν προβλήματα στην ιχθυοκαλλιέργεια. Εξάλλου στο σχήμα 32 δίνονται οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των θειϊκών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.

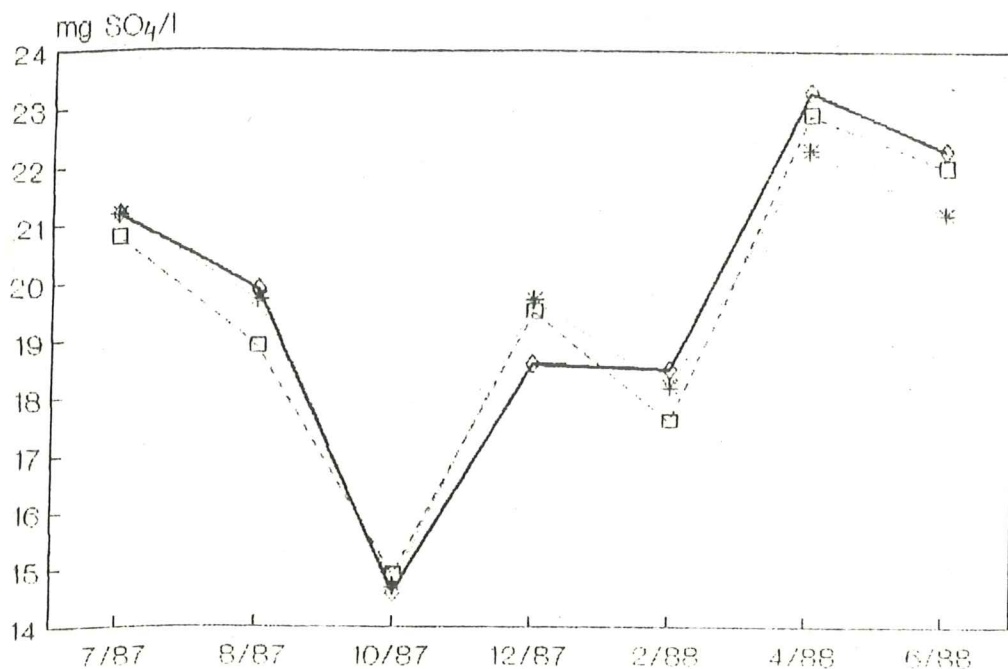
8. Ολικός φωσφόρος (total phosphorus).

Οι συγκεντρώσεις του ολικού κυμάνθηκαν από <0,012 ppm P έως 0,186 ppm P (Μ.Τ. 0,037 ppm P) και προσδιορίστηκαν στα ίδια περιπου επίπεδα με εκείνα της αντίστοιχης περιόδου 86-87. Οι συγκεντρώσεις αυτές μειώθηκαν στο ελάχιστο (<0,012 mg P/l) κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου τους μήνες αυτούς μπορούν να αποδοθούν στις χαμηλής περιεκτικότητας σε φωσφόρο εισροές μέχρι και τον μήνα Ιανουάριο. Μολονότι και κατά το αντίστοιχο χρονικό διάστημα 86-87 είχαν παρατηρηθεί χαμηλές συγκεντρώσεις, οι τιμές δεν ήταν τόσο χαμηλές. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικού φωσφόρου, οι οποίες παρατηρήθηκαν τον Απρίλιο 88, μπορούν να αποδοθούν στις ιδιαίτερα αυξημένες ποσότητες φωσφόρου οι οποίες εισήλθαν στην λίμνη κατά τον Ιαν. - Φεβρ. 88, γεγονός το οποίο επισημαίνει την επίδραση της γεωργικής αλλά και της αστικής περιοχής στο οικοσύστημα. Στον πίνακα (XX) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου στα νερά της λίμνης. Στο σχήμα 33 δίνονται οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων του ολικού φωσφόρου στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.

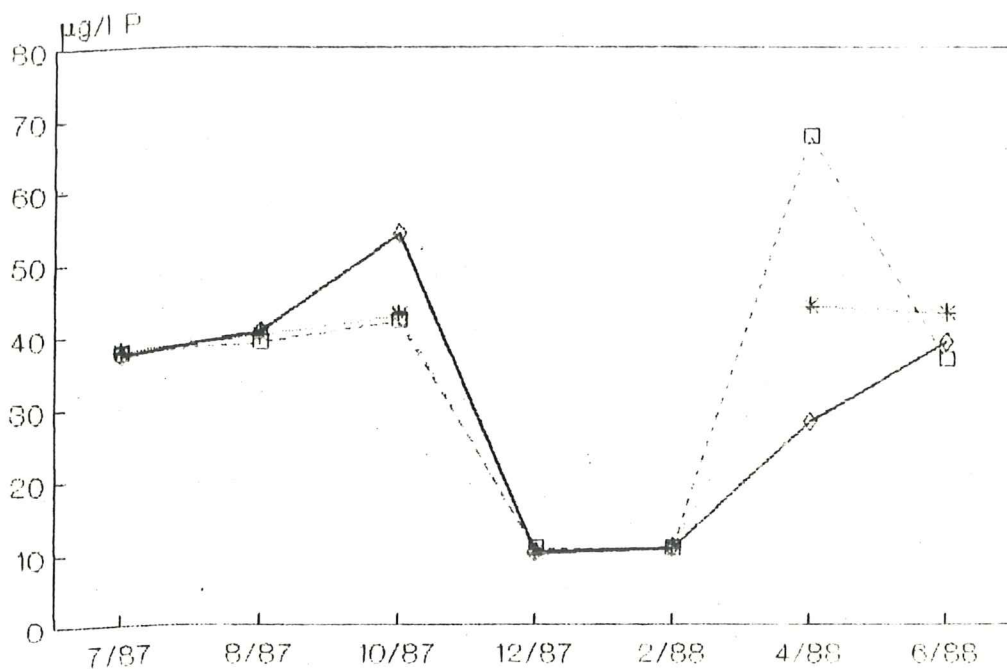
9. Αζωτούχες ενώσεις -νιτρίκιά, νιτρώδη, αμμώνιο - (nitrogen compounds - nitrares, nitrites, ammonium).

Οι συγκεντρώσεις των νιτρίκων κυμάνθηκαν από 6,5 μg N-NO<sub>3</sub>/l έως 987,9 μg N-NO<sub>3</sub>/l (Μ.Τ. 560 μg N-NO<sub>3</sub>/l). Κατά το χρονικό διάστημα της έρευνας τα νιτρίκιά παρέμεναν σε σταθερά, κατά μέση τιμή, επίπεδα που ήταν υψηλότερα από τις τιμές της αντίστοιχης χρονικής περιόδου 86-87. Οι συγκεντρώσεις αυτές μειώθηκαν μετά τον Απρίλιο και είχαν τις χαμηλότερες τιμές τον Ιούνιο 88. Η μείωση αυτή αφορούσε ιδιαίτερα τα επιφανειακά στρώματα της λίμνης εξαιτίας της αύξησης των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών, οι οποίοι κατανάλωναν τις νιτρίκές





Σχ. 32. Διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των θειικών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου, στην επιφάνεια (---\*---), σε βάθος 20 μέτρα (---□---) και 30 μέτρα (—◇—) κατά τη διάρκεια της έρευνας.



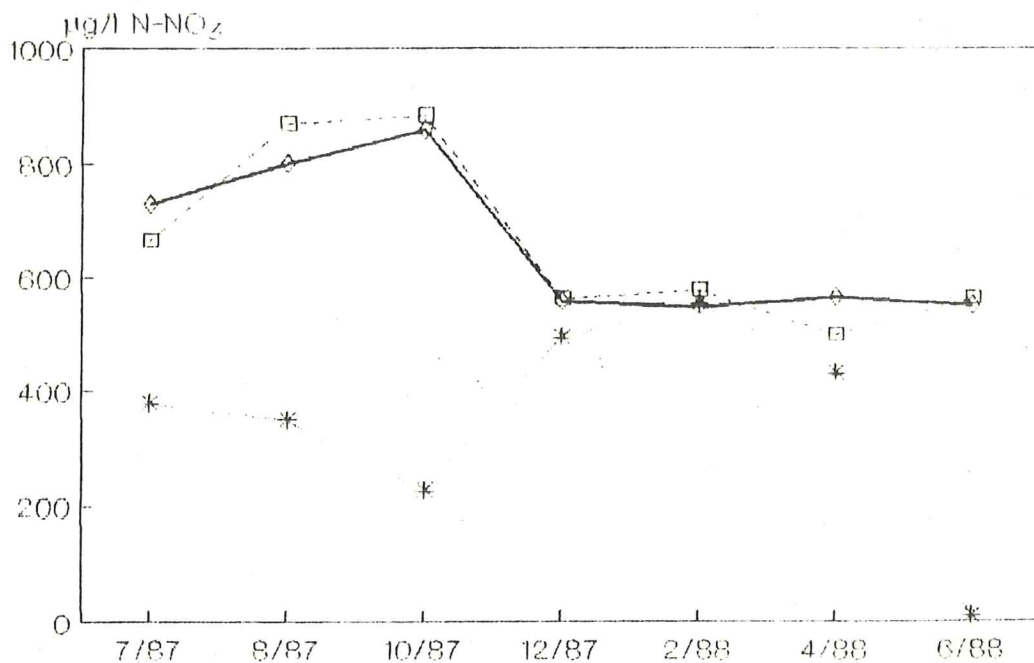
Σχ. 33. Διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων του ολικού φωσφόρου στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (---\*---), σε βάθος 20 μέτρα (---□---) και 30 μέτρα (—◇—) κατά τη διάρκεια της έρευνας.

ενώσεις. Η κατανάλωση αυτή των νιτρικών είναι πιθανότατα η αιτία της μη αύξησης των συγκεντρώσεών τους στα νερά της λίμνης παρά τις μεγάλες ποσότητες οι οποίες εισήλθαν διά των εισροών κατά τον μήνα Φεβρ. 88. Στον πίνακα (XXI) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στα νερά της λίμνης. Στο σχήμα 34 δίνονται οι διακυμάνσεις των νιτρικών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών κυμάνθηκαν από 3  $\mu\text{g N-NO}_2/\text{l}$  έως 33,8  $\mu\text{g N-NO}_2/\text{l}$  (Μ.Τ. 11  $\mu\text{g N-NO}_2/\text{l}$ ) με μέγιστες συγκεντρώσεις τον Απρ. 88. Σε γενικές γραμμές οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ήταν ελαφρώς υψηλότερες από τις αντίστοιχες για το 86-87. Στον πίνακα (XXII) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στα νερά της λίμνης.

Τέλος οι συγκεντρώσεις του αμμωνιακού αζώτου κυμάνθηκαν από 0,05  $\text{mg N-NH}_4/\text{l}$  έως 0,85  $\text{mg N-NH}_4/\text{l}$  (Μ.Τ. 0,26  $\text{mg N-NH}_4/\text{l}$ ) και ήταν σε υψηλότερα επίπεδα από εκείνα της αντίστοιχης χρονικής περιόδου, 86-87. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν κατά τον μήνα Απρίλιο (max. 0,4  $\text{mg N-NH}_4/\text{l}$ ). Στον πίνακα (XXIII) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις του αμμωνιακού αζώτου στα νερά της λίμνης.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών και της αμμωνίας σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνουν τα επιθυμητά όρια αλλά εξακολουθούν να παραμένουν εντός των επιτρεπτών ορίων για την ιχθυοκαλλιέργεια. Στα σχήματα 35 και 36 δίνονται οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των νιτρικών και του αμμωνιακού αζώτου κατά τη διάρκεια της έρευνας.



Σχ. 34. Διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των νιτρικών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (...\*...), σε βάθος 20 μέτρα και 30 μέτρα (-◇-).

Η σχέση  $N-NO_3:N-NH_4$  κατά την διάρκεια της έρευνας μας κυμάνθηκε από 1,03 έως 4,03. Με βάση τη σχέση αυτή, η ρύπανση της λίμνης με αζωτούχα απόβλητα γεωργικής προέλευσης θεωρείται μικρή (Wetzel, 1983), (Πίνακας VI).

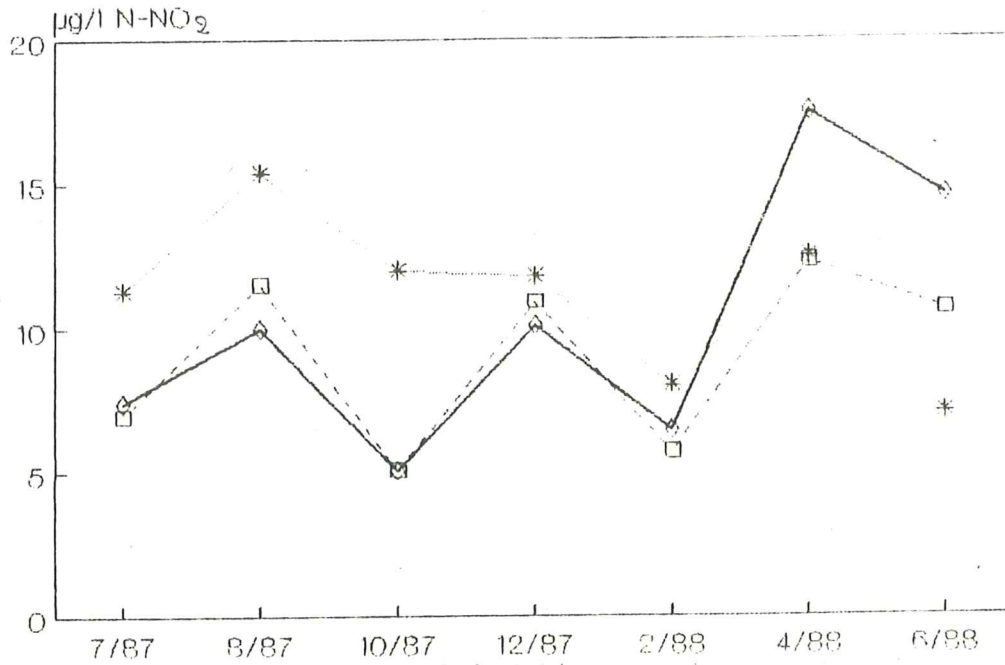
ΠΙΝΑΚΑΣ VI

Επίμηση του ρυθμού βακτηριακής νιτροποίησης του  $N-NH_4$  και του βαθμού ρύπανσης με αζωτούχες ενώσεις.

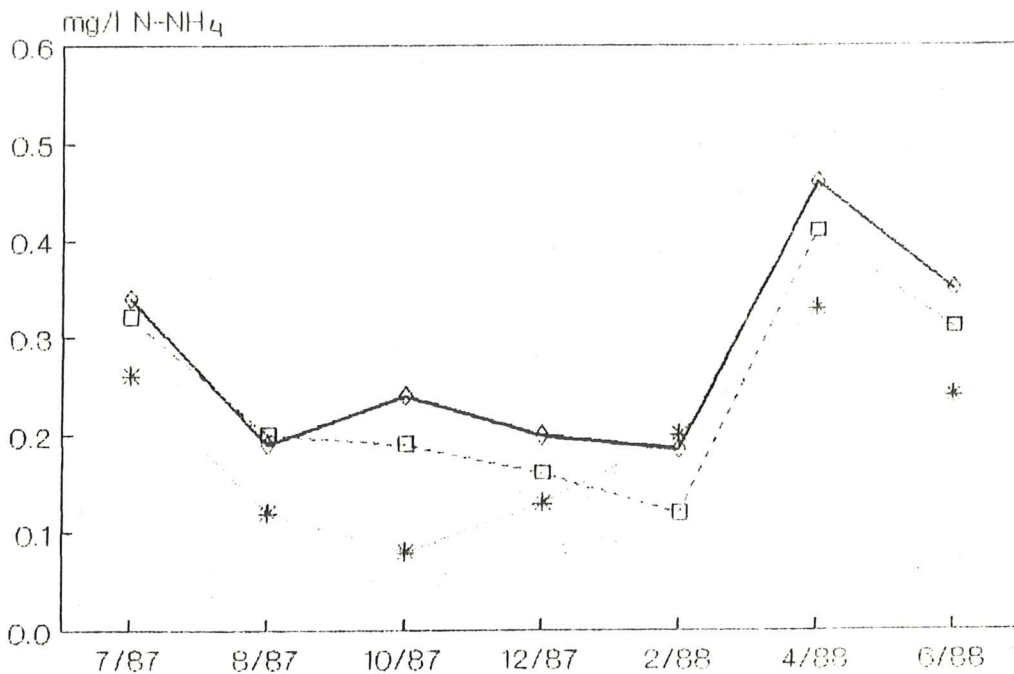
<u>T I N</u>	<u><math>N-NH_4</math>: T I N</u>	<u><math>N-NO_3</math>:N - <math>NH_4</math></u>
7/87 0,857	0,338	1,9
8/87 0,769	0,208	3,7
10/87 0,713	0,196	4,0
12/87 0,682	0,219	3,4
2/88 0,746	0,240	3,1
4/88 0,924	0,454	1,1
6/88 0,600	0,483	1,0

Ο βαθμός βακτηριακής νιτροποίησης που καθορίζεται από τη σχέση αμμωνίας του αζώτου προς ολικό ανόργανο άζωτο (TIN) είναι γενικώς ικανοποιητικός και ιδιαίτερα εντονότερος τους χειμερινούς μήνες, όπως διαπιστώθηκε και για τη χρονική περίοδο 86-87.





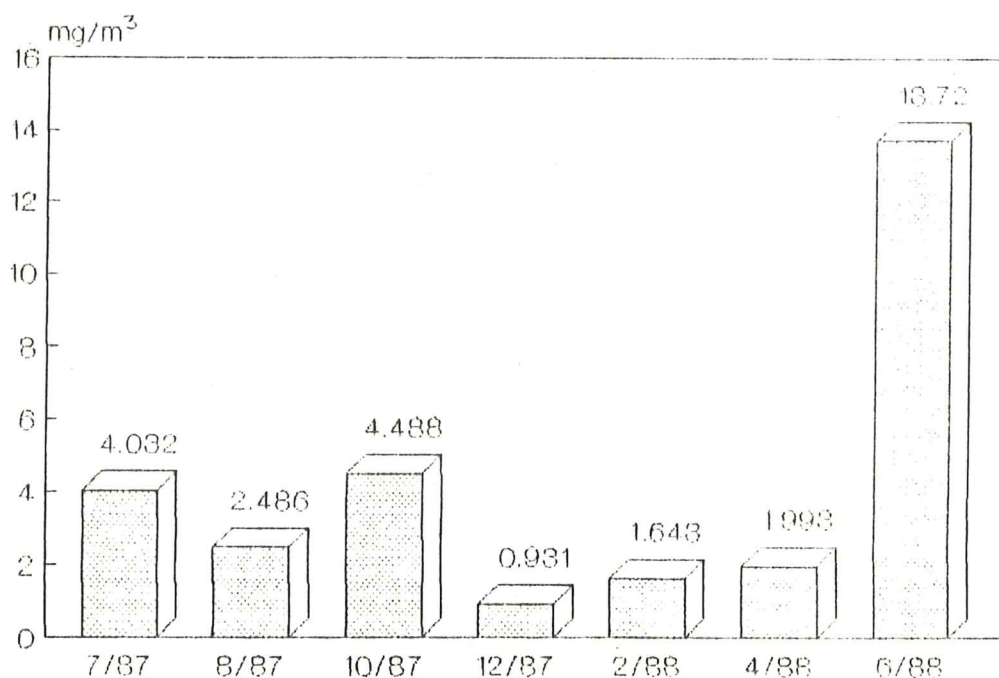
Σχ. 35. Διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των νιτρωδών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (...\*), σε βάθος 20 μέτρα (--□--) και 30 μέτρα (—◇—).



Σχ. 36. Διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων του αμμωνιακού αζώτου στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (...\*), σε βάθος 20 μέτρα (--□--) και 30 μέτρα (—◇—).

### 10. Χλωροφύλλη -α (chlorophyll -a)

Οι τιμές που αφορούν τις συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης -α κυμάνθηκαν από  $0,156 \text{ mg/m}^3$  έως  $18 \text{ mg/m}^3$  (Μ.Τ.  $4,185 \text{ mg/m}^3$ ). Ήταν χαμηλότερες από αυτές της αντίστοιχης χρονικής περιόδου 86-87, με εξαίρεση την μεγάλη αύξηση των συγκεντρώσεων τον Ιούνιο 88. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην αυξημένη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των αυτότροφων οργανισμών. Η χαμηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν τον χειμώνα του 88. Στον πίνακα (XXIV) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης -α στα νερά της λίμνης. Στο σχήμα 37 δίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών της χλωροφύλλης -α στο νερό της λίμνης Πολυφύτου κατά τη διάρκεια της έρευνας.

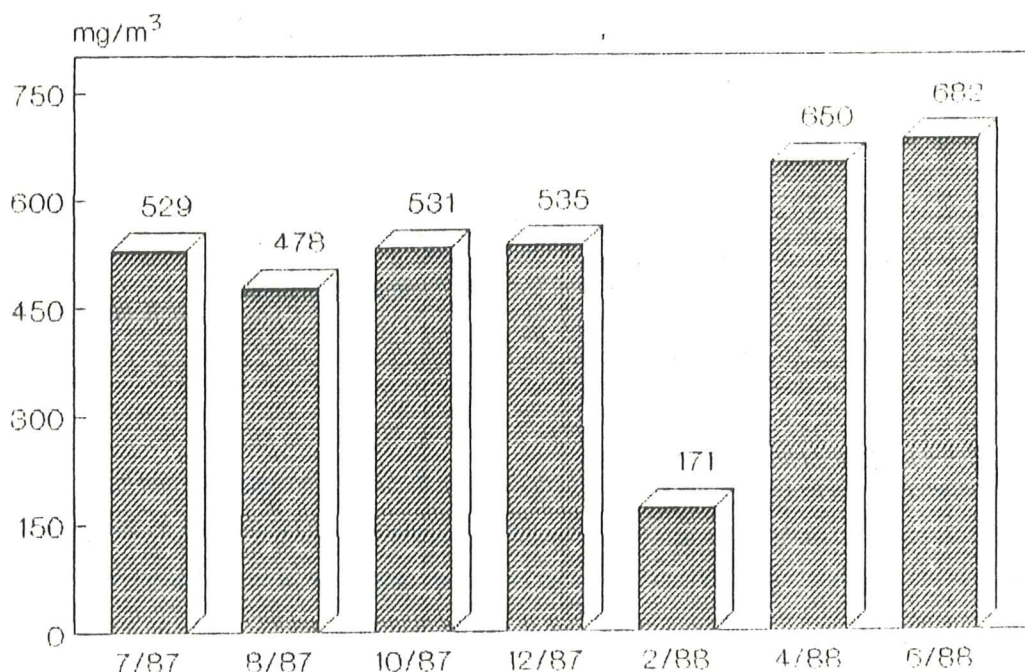


Σχ. 37. Διακυμάνσεις των τιμών χλωροφύλλης -α, στο νερό της λίμνης Πολυφύτου κατά τη διάρκεια της έρευνας.

### 11. Σωματιδιακός άνθρακας (particulate carbon).

Οι συγκεντρώσεις του σωματιδιακού άνθρακα κυμάνθηκαν από  $84,4 \text{ mg/m}^3$  έως  $1068 \text{ mg/m}^3$  (Μ.Τ.  $511 \text{ mg/m}^3$ ). Παρουσίασαν σημαντική πτώση τον Φεβ. 88 ενώ σε γενικές γραμμές διατηρήθηκαν υψηλότερες από εκείνες της περιόδου 86-87 (Μ.Τ.  $429 \text{ mg/m}^3$ ). Στον πίνακα (XXV) του παραρ-

τήματος, δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις του σωματιδιακού άνθρακα στα νερά της λίμνης. Στο σχήμα 38 δίνονται οι διακυμάνσεις του σωματιδιακού άνθρακα στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.



Σχ. 38. Διακυμάνσεις των τιμών σωματιδιακού άνθρακα στο νερό της λίμνης Πολυφύτου κατά τη διάρκεια της έρευνας.

## 12. Βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (B.O.D.<sub>5</sub>).

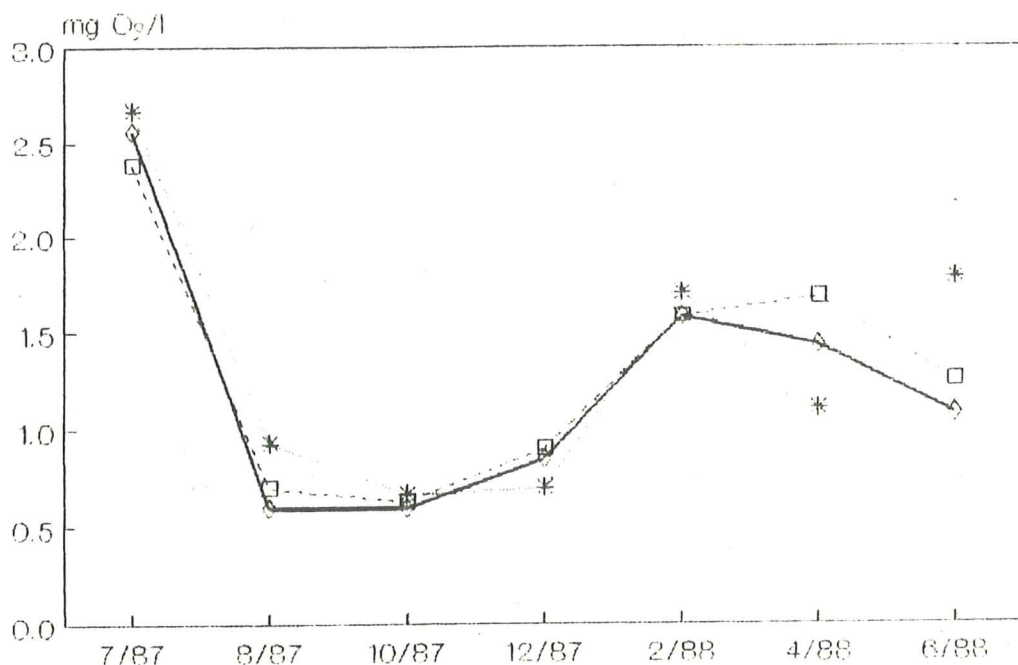
Οι τιμές για το βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD<sub>5</sub>) κυμάνθηκαν από 0,3 mg/l O<sub>2</sub> έως 3,1 mg/l O<sub>2</sub> (Μ.Τ. 1,5 mg/l O<sub>2</sub>) και γενικώς χαμηλότερες από εκείνες της περιόδου 86-87.

Οι υψηλότερες τιμές του B.O.D. που βρέθηκαν μετά τον Φεβ. 88, αποδίδονται στις αυξημένες ποσότητες οργανικού φορτίου (υψηλό B.O.D.<sub>5</sub>) που εισήλθαν στη λίμνη με τις εισροές. Οι τιμές αυτές δεν επηρεάζουν την ιχθυοπαραγωγή. Στον πίνακα (XXVI) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι τιμές του B.O.D<sub>5</sub> στα νερά της λίμνης. Στο σχήμα 39 δίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών BOD<sub>5</sub> που υπολογίστηκαν στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.

## 13. Απορρυπαντικά (detergents).

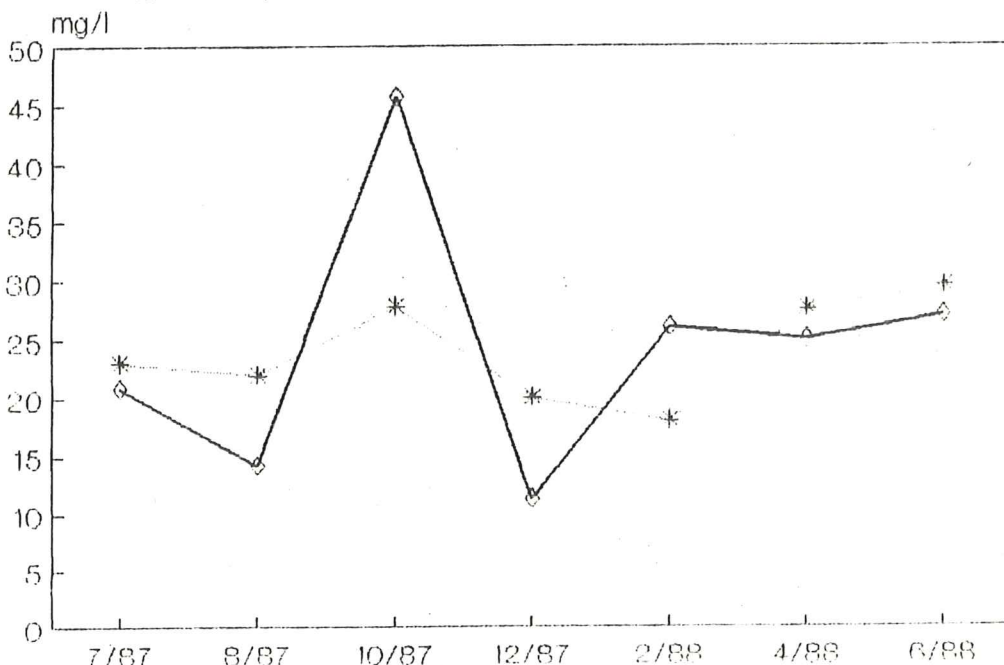
Οι συγκεντρώσεις των απορρυπαντικών κυμάνθηκαν από 2 μg/l έως 85 μg/l (Μ.Τ. 24,1 μg/l) και ήταν υψηλότερες από αυτές του 86-87.





Σχ. 39. Διακυμάνσεις των τιμών BOD<sub>5</sub> στο νερό της λίμνης Πολυφύτου κατά τη διάρκεια της έρευνας, στην επιφάνεια (...\*) σε βάθος 20 μέτρα (-□-) και 30 μέτρα (-◇-).

Παρά το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις των απορρυπαντικών είναι χαμηλές και δεν επηρεάζουν την ιχθυοπαραγωγή, εντούτοις, η παρουσία τους δηλώνει την αστική προέλευση ρύπανση της λίμνης. Στον πίνακα (XXVII) του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων για απορρυπαντικά στα νερά της λίμνης. Στο σχήμα 40 δίνονται οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των απορρυπαντικών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.



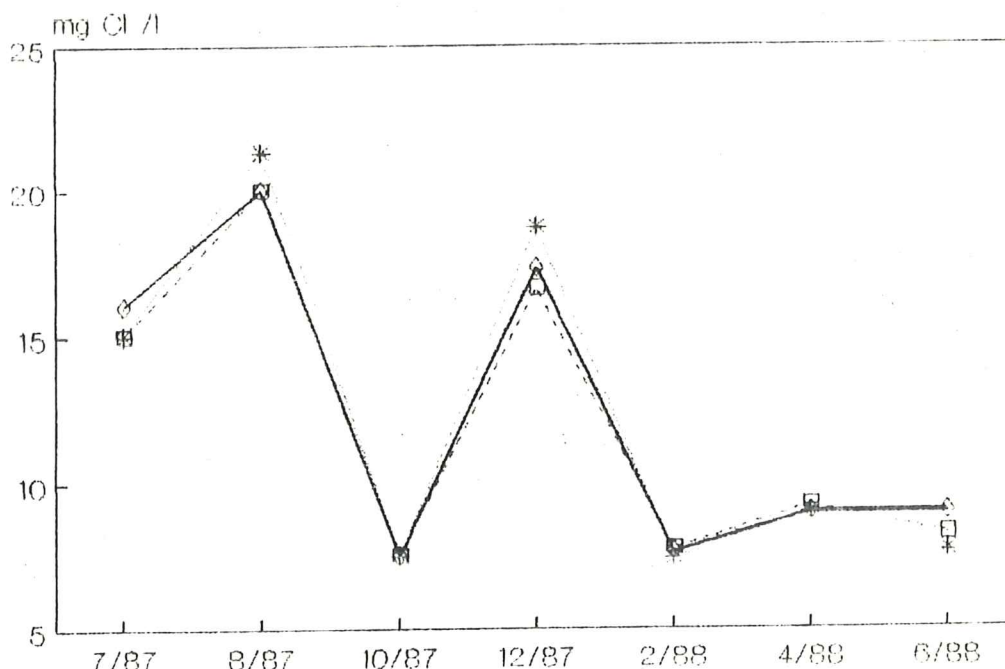
Σχ. 40. Διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των απορρυπαντικών στο νερό της λίμνης Πολυφύτου, στην επιφάνεια (...\*) και στον πυθμένα (-◇-) κατά τη διάρκεια της έρευνας.

#### 14. Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (chlorinated hydrocarbons).

Τα νερά της λίμνης Πολυφύτου εξετάστηκαν για την παρουσία των παρακάτω χλωριωμένων υδρογονανθράκων: HCB, Lindane, Dieldrin, Heptachlor, Hept Heptox, pp'DDE, pp' DDT και PCB's. Από τους παραπάνω υδρογονάνθρακες ανιχνεύτηκαν μόνο το HCB και το Lindane σε συγκεντρώσεις που κυμάνθηκαν αντίστοιχα από 0,5 ppt έως 1,3 ppt και από 2,1 ppt έως 4,6 ppt. Οι παραπάνω συγκεντρώσεις χαρακτηρίζονται χαμηλές, ώστε να επηρεάζουν την ιχθυοπαραγωγή. Άλλωστε και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις που προσδιορίστηκαν στο κρέας των ψαριών κατά την προηγούμενη περίοδο (86-87) θεωρήθηκαν επίσης πολύ χαμηλές.

#### Χλωριόντα

Οι συγκεντρώσεις χλωριόντων στα νερά της λίμνης κυμάνθηκαν από 7 mg Cl/l έως 25 mg Cl/l (Μ.Τ. 13,3 mg Cl/l). Η αυξημένη παρουσία, κατά ακανόνιστες χρονικές περιόδους, ιόντων χλωρίου σημαίνει επιβάρυνση της λίμνης από τα αστικά ή βιομηχανικά απόβλητα (Wetzel, 1983). Οι συγκεντρώσεις που προσδιορίστηκαν στο χρονικό διάστημα της έρευνας δεν επηρεάζουν την ιχθυοπαραγωγή. Στον πίνακα XXVIII του παραρτήματος δίνονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις των χλωριόντων στα νερά της λίμνης. Στο σχήμα 41 δίνονται οι διακυμάνσεις των χλωριόντων στο νερό της λίμνης Πολυφύτου.



Σχ. 41. Διακυμάνσεις των χλωριόντων στο νερό της λίμνης Πολυφύτου στην επιφάνεια (...\*) σε βάθος 20 μέτρα (-□-) και 30 μέτρα (-◇-) κατά τη διάρκεια της έρευνας.

Γ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΥΔΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΥΤΡΟΦΙΑΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΚΟΖΑΝΗΣ.

Γιά να διαπιστωθούν ενδεχόμενες εξελίξεις στην υδροβιολογική κατάσταση της λίμνης Πολυφύτου προσδιορίστηκαν και στην παρούσα φάση οι φυτο-ζωοπλαγκτονικοί και βενθικοί οργανισμοί που συνθέτουν τις πρώτες τροφικές βαθμίδες του οικοσυστήματος και έγιναν οι απαραίτητες συγκρίσεις με τα δεδομένα της προκαταρκτικής φάσης (1986-87). Από τη σύνθεση των πλαγκτονικών οργανισμών και από τις φυσικοχημικές παραμέτρους, που συμβάλλουν στην ανάπτυξη των οργανισμών αυτών εκτιμήθηκε η κατάσταση ευτροφίας που επικρατεί στη λίμνη Πολυφύτου.

1. Πλαγκτονικοί οργανισμοί και περίφυτο

Γιά τον έλεγχο, ποιοτικό και ποσοτικό, των οργανισμών, που αποτελούν τις κατώτερες βαθμίδες της υδάτινης τροφικής αλυσίδας της λίμνης Πολυφύτου, έγιναν και την περίοδο αυτή, όπως και στην προκαταρκτική φάση, 7 δειγματοληψίες. Τα αποτελέσματα από τις εξετάσεις αυτές δίνονται παρακάτω. Στο κεφάλαιο αυτό δίνονται και οι παρατηρήσεις για το περίφυτο της λίμνης, που έγιναν κατά τη διάρκεια της έρευνας.

α) Φυτόπλαγκτο:

Οι κυριότερες ομάδες φυτοπλαγκτονικών οργανισμών που βρέθηκαν στη τεχνητή λίμνη Πολυφύτου κατά τη διάρκεια της έρευνας δίνονται στον πίνακα VII.

Στον πίνακα αυτό σημειώνεται επιπλέον η σχετική αφθονία των περισσότερο αντιπροσωπευτικών ομάδων των ειδών.

Στον πίνακα VIII εξάλλου δίνεται η εκατοστιαία αναλογία των φυτοπλαγκτονικών ομάδων που συμμετέχουν στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού, η βιομάζα τους ( $gr/m^3$ ) καθώς και ο αριθμός των ατόμων.



ΠΙΝΑΚΑΣ VII

ΕΠΙΚΡΑΤΕΣΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ  
ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 1987-88

ΔΙΑΤΟΜΑ

<i>Cyclotella ocellata</i>	++++
" sp	++++
<i>Stephanodiscus astraea</i>	+++
<i>Asterionella formosa</i>	+++
<i>Synedra ulna</i>	+
<i>Fragillaria crotonensis</i>	+
<i>Melosira granulata</i>	+
" gr. v. <i>angustissima</i>	
" <i>arenaria</i>	+
<i>Nitzschia palea</i>	
" sp.	
<i>Navicula</i> spp.	
<i>Amphora ovalis</i>	
" sp.	
<i>Epithemia zebra</i>	
<i>Atheya zachariasii</i>	
<i>Cocconeis placentula</i>	
<i>Gomphonema constrictum</i>	
<i>Grammatophora serpentina</i>	
<i>Licmophora flagellata</i>	

Κυανοφύκη

<i>Chroococcus dispersus</i>	+
" ds.	
<i>Oscillatoria</i> sp.	
<i>Anabaena</i> sp.	
<i>Microcystis flos-aquae</i>	

Δυνοφύκη

<i>Peridinium</i> sp.	+
" spz.	+
" <i>volzii</i>	
<i>Coratium hirundinella</i>	+

ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ

<i>Elnuclearia</i> spp	++
<i>Elekatethrix gelatinosa</i>	++
<i>Chloromonas</i> spp	++
<i>Monoraphidium</i> sp	
<i>Closterium flexuosus</i>	+
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+
" <i>obliquus</i>	+
<i>Staurastrum leptocladum</i>	
<i>Coelastrum microsporum</i>	+
<i>Pediastrum duplex</i>	+
" <i>boryanum</i>	
" <i>simplex</i>	+
" sp	
<i>Closteriopsis longisimom</i>	+
<i>Tetraedron minimum</i>	+
" <i>trigonum</i>	+
<i>Crucigenia rectangularis</i>	
<i>Oocystis cacustris</i>	
<i>Ourococcus</i> sp.	
<i>Ankistrodesmus falsatus</i>	

Χρυσοφύκη

<i>Dinobryon divergens</i>
----------------------------

Κρυπτοφύκη

<i>Cryptomonas</i> sp.
<i>Rhodomonas</i> sp.

Φυτοπλαγκτο: Είδη που επικρατούν στην λίμνη Πολυφύτου  
(++++ = Κυρίαρχη επικράτηση, ++ = Συχνή παρουσία, + = Συνήθης  
παρουσία.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ VIII  
 ΒΙΟΜΑΖΑ (gm/m<sup>3</sup>), ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ (x10<sup>3</sup>/l) ΚΑΙ ΕΚΑΤΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ  
 ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΠΛΑΓΚΤΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 1987-88.

Περίοδος	Κυανο- φύκη	Διειδο- μα	Χλωρο- φύκη	Δινο- φύκη	Κρυπτο- φύκη	Χρυσο- φύκη	Βιομάζα g/m <sup>3</sup>	άτομα σε lit x10 <sup>3</sup>
7/87	V	90,4	-	V	2,0	V	0,73-1,45	764
8/87	V	92,1	4,1	2,5	1,0	-	0,84-1,44	815
10/87	V	92,2	6,9	V	V	-	0,37-0,94	438
12/87	-	86,7	11,9	V	1,3	-	0,19-0,47	15
2/88	-	94,2	3,7	2,1	-	-	0,19-0,28	6
4/88	-	74,3	19,6	3,1	2,1	V	0,42-0,64	29
6/88	V	58,8	28,4	3,7	6,1	4	0,92-1,38	533

V = παρουσία  
 - = απουσία

Όπως και στην προηγούμενη περίοδο, (προκαταρκτική φάση 1986-87), έτσι και στην παρούσα φάση η καθολοκληρία κυριαρχία των διατόμων στη λίμνη (58,8-94,2% στη σύνθεση του πλαγκτού) είναι χαρακτηριστική. Την περίοδο αυτή επικρατούντα είδη είναι τα *Cyclotella* Spp, *Stephanodiscus astraea* και *Asterionella formosa*, ενώ το είδος *Fragillaria crotonensis* που είχε εκρηκτική ανάπτυξη την περίοδο 86-87, υποχωρεί χαρακτηριστικά. Η παρατηρούμενη κυκλική διακύμανση στην αφθονία και στην ποιοτική σύσταση των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών στη λίμνη Πολύφυτου φανερώνει ότι το οικοσύστημα διατηρεί την αυτορυθμιστική του ικανότητα (Reynolds, 1984). Υποδηλώνει ακόμη ότι πολλοί είναι οι παράγοντες εκείνοι που ρυθμίζουν το πολύπλοκο αυτό φαινόμενο.

Η εκρηκτική ανάπτυξη του *Fragillaria crotonensis* στην προκαταρκτική φάση (1986-87), ακολουθεί και αυτή κυκλική διακύμανση. Αυτή συνδέεται σύμφωνα με τις απόψεις του Hartig (1987) με την επάρκεια θρεπτικών αλάτων, την παρουσία θερμικής στρωμάτωσης, την απουσία ισχυρών ανέμων, οπότε οι οργανισμοί διατηρούνται στα επιφανειακά στρώματα και την παρουσία χαμηλών τιμών θολερότητας (<FTU). Επειδή εξάλλου τα άτομα της *F. crotonensis* έχουν μεγάλο μέγεθος δεν μπορούν να καταναλωθούν από τα περισσότερα είδη του ζωπλαγκτού, με αποτέλεσμα να συνυπάρχουν στην πλούσια βιομάζα του ζωπλαγκτού, όπως είχε συμβεί κατά την περίοδο 1986-87. Ιδιαίτερα σημειώνεται ότι εκρηκτική παρουσία της *F. crotonensis* απαιτεί υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων, όπως π.χ. βιογενές πυρίτιο και φωσφόρο, ο οποίος μπορεί να προέρχεται έξω από το οικοσύστημα της λίμνης ή από το εσωτερικό φορτίο της. Η τελευταία αυτή περίπτωση έχει ιδιαίτερη σημασία για τη λίμνη Πολυφύτου, γιατί, όπως αποδείχθηκε, υπάρχει υψηλή φόρτιση φωσφόρου από τα οικιακά λίματα που εισρέουν στη λίμνη.

Εκτός από την αφθονία των *Cyclotella* τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Οκτώβριο 1987, εντυπωσιακή είναι και η παρουσία της *Asterionella formosa*. Το γεγονός αυτό φανερώνει ότι οι απορροές από καλλιεργούμενα εδάφη της περιοχής παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της ποιότητας του νερού της λίμνης (Wetzel, 1983).

Η παρουσία των κυανοφυκών στη λίμνη είναι πολύ μικρή γεγονός που φανερώνει ότι κατά τη θερινή περίοδο στη λίμνη Πολυφύτου ο λόγος N/P είναι υψηλός (N/P = 59,3 : 1). Σύμφωνα με τις απόψεις των Nicholls et al (1980) και Smith (1983), όταν υφίσταται η παραπάνω



σχέση τα κυανοφύκη μειώνονται σημαντικά και γίνονται σπάνια, ενώ αυξάνονται τα διάτομα.

Κατά τη χρονική περίοδο της έρευνας ενδιαφέρουσα είναι η ποιοτική κυριαρχία των χλωροφυκών, αν και η ποσοτική τους κυριαρχία δεν παίζει κανένα ρόλο στη διακύμανση και στην κατανομή του φυτοπλαγκτού. Τα είδη που βρέθηκαν δείχνουν προτίμηση σε μεσότροφα έως εύτροφα νερά, όπως είναι διεθνώς παραδεικτό (Rosen, 1981).

Από τα άλλα είδη του φυτοπλαγκτού σημειώνονται τα δινοφύκη, τα κρυπτοφύκη και τα χρυσοφύκη, χωρίς όμως να συμμετέχουν στη σύνθεση του φυτοπλαγκτού με μεγάλους αριθμούς, ως προς την αφθονία.

### β) Ζωοπλαγκτό.

Οι ζωοπλαγκτονικοί οργανισμοί που βρέθηκαν στη λίμνη Πολυφύτου κατά την περίοδο της έρευνας ήταν τα Κωπήδοπα, τα Κλαδοκεραιωτά, τα Τροχόζωα, τα Πρωτόζωα και οι λάβρες του *Dreissena polymorpha* (ελασματοβράγχια) .

## Π Ι Ν Α Κ Α Σ Ι Χ

### ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΕΙΔΗ ΖΩΟΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

#### Κωπήδοπα

*Eudiaptomus gracilis*

*Mesocyclops leucarti*

*Cyclops uicinus*

#### Κλαδοκεραιωτά

*Bosmina longirostris*

*Diaphanosoma brachyurum*

*Daphnia cucullata*

" sp.

*Ceriodaphnia pulchella*

#### Τροχόζωα

*Polyarthra vulgaris*

" *trigla*

*Asplanchnopus multiceps*

*Trichocerca cylindrica*

" *capucina*

" *pusilla*

" *birostris*

*Keratella cochlearis*

" *quadrata*

*Brachionus angularis*

" *plicatilis*

*Ploesoma hudsoni*

*Herarthra mirum*

*Pompholyx complanata*

#### Πρωτόζωα

*Tintinnopsis lacustris*

Ελασματοβράγχια (λάβρες)

*Dreissena polymorpha*

Στον πίνακα X δίνεται η εκατοστιαία αναλογία των ζωπλαγκτονικών ομάδων που συμμετέχουν στη σύνθεση του ζωπλαγκτού.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ X

ΕΚΑΤΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΖΩΠΛΑΓΚΤΟΝΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΥΝ ΣΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΖΩΠΛΑΓΚΤΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Περίοδος	Κωπή- ποδα	Ναύπλιοι Κωπηπ.	Κλαδο- κεραιωτά	Τροχόζωα	Πρωτόζωα
7/87	2,6	5,3	13,3	57,3	21,3
8/87	V	3,1	6,1	89,2	V
10/87	20,6	-	8,8	67,6	2,9
12/87	8,3	16,6	8,3	50,0	16,6
2/88	-	-	20,0	80,0	-
4/88	-	V	10,5	89,0	-
6/88	-	5,8	17,6	76,5	-

V = Παρουσία

- = Απουσία

Στον πίνακα που προαναφέρθηκε δεν περιλήφθηκαν οι λάβρες του *Dr. polymorpha*, γιατί ανήκουν στους μεροπλαγκτονικούς οργανισμούς.

Η κυριαρχία των τροχοζών είναι χαρακτηριστική για τη λίμνη, π.χ. την Κερκίνη (Κιλικίδης και συν. 1985). Άλλο χαρακτηριστικό του ζωπλαγκτού είναι η παρουσία λαρβών του ελασματοβραγχίου *Dreissena polymorpha* κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και μέχρι αργά το φθινόπωρο, όπως συνέβει και κατά την προκαταρκτική φάση της έρευνας στη λίμνη Πολυφύτου. Το ελασματοβράγχιο αυτό, όπως έχει αναφερθεί (Κιλικίδης και συν. 1987) καταλαμβάνει κάθε στερεό αντικείμενο στη λίμνη, αναπτύσσεται ταχύτατα και αποτελεί άριστη τροφή για το ψάρι *Perca fluviatilis*, που αφθονεί στη λίμνη.

Ο εποικισμός της *Dreissena* είναι χαρακτηριστικός και φαίνεται όταν αποκαλυφθούν τμήματα ξηράς ύστερα από τη μείωση της στάθμης του νερού της λίμνης. Τότε όμως η πλουσιότητα αυτή πηγής βιομάζας για το οικοσύστημα καταστρέφεται εκτιθέμενη στον αέρα.

Όπως και στην προηγούμενη περίοδο (προκαταρκτική φάση 1986-87) τα τροχοζώα κυριαρχούν έναντι των άλλων ομάδων. Η κυριαρχία τους την περίοδο αυτή είναι αυξημένη (67,6 έως 89,2%), συγκριτικά με την προηγούμενη περίοδο 1986-87. Τα κλαδοκεραιωτά συμμετέχουν, ως δευτερεύουσα ομάδα σε αφθονία, που κυμαίνεται από 6,1 μέχρι 20,0%. Στις περιόδους τέλος που υπάρχει μεγάλος αριθμός από λάβρες του *Dreissena*, η κατανομή τους κυμαίνεται από 5 μέχρι 30% σε σχέση με τους άλλους ζωπλαγκτονικούς οργανισμούς.

#### γ) Περίφυτο:

Με τον όρο "περίφυτο" γίνεται αναφορά συνήθως σε Διάτομα και νηματοειδή φύκη, τα οποία μαζί με σωματίδια λάσπης και άλλο αιωρούμενο υλικό, προσκολούνται σε αντικείμενα και σχηματίζουν επικαλύψεις, όπου κυριαρχεί το λασπώδες υλικό. Συνοδοί οργανισμοί στο περίφυτο είναι συνήθως νηματοειδή σκουλήκια, πρωτόζωα και άλλοι οργανισμοί (Schwoerbel, 1975).

Το περίφυτο στη λίμνη Πολυφύτου απέκτησε ιδιαίτερη σημασία ύστερα από την εγκατάσταση ιχθυοτροφικών μονάδων (ιχθυοκλωβών), που χρησιμοποιούνται για την εντατική ιχθυοκαλλιέργεια. Ο σχηματισμός του περιφύτου στην περίπτωση αυτή επιδρά:

- στην παρεμπόδιση της κυκλοφορίας του νερού μεταξύ των εγκαταστά-



σεων και του ανοικτού λιμναίου περιβάλλοντος.

- στην παρεμπόδιση απομάκρυνση των προϊόντων αφετερίωσης των ψαριών και των υπολειμάτων της τροφής τους από τις εγκαταστάσεις.

- στη δημιουργία και διατήρηση άλλων συνθηκών στις εγκαταστάσεις, όπως π.χ. θερμοκρασία, διαλυτό οξυγόνο κλπ., διαφορετικών εκείνων του λιμναίου οικοσυστήματος.

Με άλλα λόγια το περίφυτο, δημιουργεί ένα μικρό περιβάλλον στις εγκαταστάσεις, διαφορετικό από εκείνο του λιμναίου οικοσυστήματος, μέσα στο οποίο οι συνθήκες γίνονται δυσμενέστερες και πολλές φορές επικίνδυνες για τα εκτρεφόμενα ψάρια.

Η δημιουργία περιφύτου στις φυσικές λίμνες είναι συχνότερη απ' ότι στις τεχνητές, όμως στην περίπτωση της τεχνητής λίμνης Πολυφύτου αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ύστερα από τη χρησιμοποίηση της λίμνης αυτής για εντατική ιχθυοκαλλιέργεια.

Ο σχηματισμός του περιφύτου και ο εποικισμός από συνοδούς οργανισμούς διευκολύνεται από την θολερότητα του νερού, την αφθονία των θρεπτικών συστατικών, την πολυσχιδή διαμόρφωση της ακτογραμμής της λίμνης, το αβαθές και το απάνεμο της περιοχής. Η ηλιοφάνεια και οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, ευνοούν την δημιουργία περιφύτου.

Στα δίκτυα των εγκαταστάσεων των πλωτών ιχθυομονάδων στη λίμνη Πολυφύτου αρχίζει αργά αλλά σταθερά ο εποικισμός των διατόμων σχηματίζοντας νηματοειδείς ή μεμβρανώδεις αποικίες. Στις αποικίες αυτές συναντώνται τα γένη *Navicula*, *Amphora*, *Cymbella*, *Melosira*, *Synedra*, *Fragillaria*, *Epithemia* κ.α. Τον εποικισμό των διατόμων ακολουθεί η εγκατάσταση νηματοειδών φυκών, όπως είναι τα χλωροφύκη *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Nlothrix*, *Zygnema* κ.α. και από τα κυανοφύκη το *Oscillatoria*, *Lyngbya* κ.α. Σε αρκετά προχωρημένο στάδιο και εφόσον δεν καθαρίζονται τα δίκτυα και γενικότερα οι εγκαταστάσεις, εποικίζουν το περίφυτο πρωτόζωα και άλλοι ασπόνδυλοι οργανισμοί. Η κατάσταση αυτή με τη δημιουργία δυσμενούς μικροπεριβάλλοντος στις εγκαταστάσεις επιδρά αρνητικά στη διαδικασία εκτροφής των ψαριών και είναι δυνατόν να προκαλέσει την ασθένεια ή και τον θάνατο των οργανισμών αυτών.

## 2. Τροφική κατάσταση της λίμνης Πολυφύτου

Σε εισαγωγικό κεφάλαιο της έκθεσης των αποτελεσμάτων απ' την προκαταρκτική φάση της έρευνας που έγινε στη λίμνη Πολυφύτου (1986-87) αναφέρθηκε η σημασία που έχει η εκτίμηση της τροφικής κατάστασης της

λίμνης για την ιχθυοπαραγωγική εκμετάλλευσή της. Αναφέρθηκε ακόμη η μεθοδολογία που ακολουθείται για την εκτίμηση αυτή. Υπενθυμίζεται ότι για την εκτίμηση της τροφικής κατάστασης της λίμνης με σκοπό την κατάταξή της σε μία από τις κατηγορίες τροφικής δομής-ολιγότροφη, μεσότροφη, εύτροφη, υπερεύτροφη-λαμβάνονται υπόψη τα αποτελέσματα ελέγχου των πλαγκτονικών οργανισμών και ορισμένες φυσικοχημικές παράμετροι του νερού της λίμνης. Οι φυσικοχημικές παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της τροφικής δομής, σύμφωνα με τον OECD (1982), είναι:

- Η μέση ετήσια τιμή του ολικού φωσφόρου.
- Η μέση ετήσια τιμή της χλωροφύλλης -α.
- Η μέγιστη τιμή της χλωροφύλλης -α.

Από τον έλεγχο των πλαγκτονικών οργανισμών φαίνεται έντονη η παρουσία του φυτοπλαγκτονικού οργανισμού *Fragillaria crotonensis*, η οποία χαρακτηρίζει τη μεσόστροφη κατάσταση της λίμνης, σύμφωνα με τις απόψεις του Jumppanen (1976). Εξάλλου η βιομάζα των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών, τους θερινούς μήνες, έφθασε στην τιμή  $1,45 \text{ gr/m}^3$ . Η τιμή αυτή είναι υψηλότερη του ορίου των  $800 \text{ mg/m}^3$ , που καθορίζει την ολιγότροφη κατάσταση της λίμνης, σύμφωνα με τις απόψεις του Järnefelt (1956).

Οι τιμές εξάλλου των παραμέτρων, της μέσης τιμής του ολικού φωσφόρου, της μέσης τιμής της χλωροφύλλης -α και της μέγιστης τιμής της χλωροφύλλης -α. ήταν κατά την περίοδο της έρευνας  $37,0 \text{ mg/m}^3$ ,  $4,18 \text{ mg/m}^3$  και  $13,72 \text{ mg/m}^3$  αντίστοιχα. Λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές αυτές και το μοντέλο του OECD, που προαναφέρθηκε, η λίμνη κατατάσσεται ως εξής:

- Σε σχέση με τον ολικό φωσφόρο η λίμνη κατά 59% είναι μεσότροφη, κατά 32% εύτροφη, κατά 7% ολιγότροφη και κατά 2% υπερεύτροφη.
- Σε σχέση με τη χλωροφύλλη -α η λίμνη κατά 60% είναι μεσότροφη, κατά 13% εύτροφη, κατά 25% ολιγότροφη και κατά 2% υπερεύτροφη
- Σε σχέση με τη max-χλωροφύλλη -α κατά 66% είναι μεσότροφη, κατά 22% εύτροφη, κατά 8% ολιγότροφη και κατά 4% υπερεύτροφη.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι, όπως και στην προκαταρκτική φάση, η λίμνη, σε ποσοστό που κυμαίνεται από 59 μέχρι 66%, είναι μεσότροφη.

Περιοριστικός παράγοντας (limiting factor) για την ανάπτυξη των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών είναι ο φωσφόρος για την περίοδο αυτή.



της έρευνας, σε αντίθεση με την προκαταρκτική φάση (1986-87), όπου περιοριστικός παράγοντας ήταν το άζωτο. Τούτο διαπιστώθηκε από τη σχέση N:P, της οποίας η τιμή είναι 59,3:1, δηλαδή κατά πολύ μεγαλύτερη από τη σχέση 16:1.

Ο χρόνος απόκρισης (Response time), δηλαδή το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να μεταπέσει η λίμνη από μιά κατάσταση ισορροπίας σε μιά άλλη, όταν μεταβληθούν οι συνθήκες, εκτιμήθηκε από τη σχέση:

$$t(M)_{95} = 3 \cdot T(W) \cdot (1 - R \exp) \text{ [Vollenweider, 1969, OECD, 1982].}$$

όπου:

$t(M)_{95}$  = Ο χρόνος (έτη) απόκρισης ενός παράγοντα (M) κατά 95%

$T(W)$  = Ο χρόνος (έτη) παραμονής του νερού στη λίμνη

R = Συντελεστής κατακράτησης του παράγοντα στη λίμνη.

Ο R εκτιμάται με τη σχέση των Kirchner και Dillon (1975)

$$R = 0,426 \exp(-0,271 \varphi_a) + 0,574 \exp(-0,00949 \varphi_a)$$

όπου:

$\varphi_a$  = το υδραυλικό φορτίο της λίμνης, που υπολογίζεται από τη σχέση  $\varphi_a = \frac{Q}{A_o}$

όπου:

$Q$  = Ο ετήσιος όγκος εκροών σε  $m^3$ .

$A_o$  = Η επιφάνεια της λίμνης σε  $m^2$ .

Ο χρόνος παραμονής του νερού στη λίμνη υπολογίστηκε σε 0,7 έτη και ο συντελεστής κατακράτησης (R) σε 0,49 έτη. Με τα δεδομένα αυτά ο "χρόνος απόκρισης" της λίμνης υπολογίστηκε σε 1,071 έτη. Τούτο σημαίνει ότι γρήγορα η λίμνη Πολυφύτου μπορεί να μεταπέσει από μιά κατάσταση ισορροπίας σε μιά άλλη αφοσον κάποιος παράγοντας από τη λίμνη εισέλθει στη λίμνη ή απομακρυνθεί από αυτήν.



Δ. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΑΚΤΗΡΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Τα αποτελέσματα που ειθέτονται αναφέρονται στον δείκτη MPN κολοβακτηριοειδών, στην αναζήτηση της Esch. coli και στην ολική μικροβιακή χλωρίδα (ΟΜΧ), των δειγμάτων νερού της λίμνης που εξετάστηκαν. Αναλυτικά τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα XXX του παραρτήματος .

1. Δείκτης MPN κολοβακτηριοειδών:

Από τα 108 δείγματα νερού που εξετάστηκαν στα 44,4% των δειγμάτων ο αριθμός των κολοβακτηριοειδών κυμαίνονταν από 0 μέχρι 10 ανά 100 ml νερού, στα 33,4% από 10 μέχρι 100 ανά 100 ml νερού, στα 15,7% από 100 μέχρι 500 ανά 100 ml νερού και στα 6,5% από 500 και άνω ανά 100 ml νερού. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα ανά περιοχή δειγματοληψίας δίνονται στον πίνακα XI.

ΠΙΝΑΚΑΣ XI  
ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΝΕΡΟΥ  
ΑΠΟ ΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	Από 0 μέχρι 10 ανά 100ml νε- ρού		Από 10 μέχρι 100 ανά 100ml νερού		Από 100 μέχρι 500 ανά 100ml νερού		Ανω των 500 ανά 100ml νερού	
	Αριθμός Δειγμάτων	%	Αριθμός Δειγμάτων	%	Αριθμός Δειγμάτων	%	Αριθμός Δειγμάτων	%
Περιοχ. Λαριού	-	-	7	6,5	14	13,0	7	6,5
" Νερσίδας	16	14,8	11	10,2	-	-	-	-
" Εκκλησίας	17	15,7	7	6,5	1	0,9	-	-
" Βελβενδού	15	13,9	11	10,2	2	1,8	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	48	44,4	36	33,4	17	15,7	7	6,5

2. Esch. Coli

Από την αναζήτηση της Esch. coli στα δείγματα του νερού της λίμνης Πολυφύτου που εξετάστηκαν διαπιστώθηκε ότι σε ποσοστό 38% των δειγμάτων ο αριθμός της E. coli κυμαίνονταν από 0 μέχρι 2/100 ml

Π Ι Ν Α Κ Α Σ ΧΙΙ

ΑΡΙΘΜΟΣ Esch, coli ΠΟΥ ΑΠΟΜΟΝΩΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΑ ΕΞΕΤΑΣΘΕΝΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟ- ΛΗΨΙΑΣ	Από 0 μέχρι 2 ανά 100 ml	Από 2 μέχρι 10 ανά 100 ml	Από 10 μέχρι 20 ανά 100 ml	Από 20 μέχρι 100 ανά 100 ml	Από 100 μέχρι 500 ανά 100 ml	Από 500 ανά 100 ml
	Αριθμός δελγμ. %	Αριθμός δελγμ. %	Αριθμός δελγμ. %	Αριθμός δελγμ. %	Αριθμός δελγμ. %	Αριθμός δελγμ. %
Περιοχή Λαριού	-	1 0,9	1 0,9	12 11,1	11 10,2	3 2,8
Περιοχή Νεράιδας	15 13,9	11 10,2	1 0,9	-	-	-
Περιοχή Εγκλισίας	15 13,9	6 5,6	4 3,7	-	-	-
Περιοχή Βελβενδού	11 10,2	12 11,1	5 4,6	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	41 38	30 27,8	11 10,1	12 11,1	11 10,2	3 2,8

νερού, σε 27,8% κυμαίνονταν από 2 μέχρι 10/100 ml νερού, σε 10,1% από 10 μέχρι 20/100 ml νερού σε 11,1% από 20 μέχρι 100/100 ml νερού, σε 10,2% από 100 μέχρι 500/100 ml νερού και σε 2,8% των δειγμάτων ο αριθμός της E. coli ήταν πάνω από 500/100 ml νερού. Περισσότερο αναλυτικά και ανά σταθμό δειγματοληψίας δίνονται τα αποτελέσματα στον πίνακα XII.

### 3. Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα

Στον πίνακα XIII δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα, κατά περιοχή, που αφορούν την ΟΜΧ των δειγμάτων νερού της λίμνης που εξετάστηκαν. Από τον πίνακα αυτό διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των δειγμάτων (96,3%) είχε ΟΜΧ μέχρι 1000/ml νερού και μικρό μόνο ποσοστό δειγμάτων (3,7%) μεγαλύτερο του 1000/ml νερού.

ΠΙΝΑΚΑΣ XIII

ΟΛΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΧΛΩΡΙΔΑ ΜΕΣΟΦΙΛΩΝ ΤΩΝ ΕΞΕΤΑΣΘΕΝΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟ- ΛΗΨΙΑΣ	Από 0 μέχρι 100/ml		Από 100 μέχ. 500/ml		Από 500 μέχ. 1000/ml		Ανω των 1000/ml	
	Αριθμός Δειγμάτ. %		Αριθμός Δειγμάτ. %		Αριθμός Δειγμάτ. %		Αριθμός Δειγμάτ. %	
Περιοχή Λαρίου	-	-	12	11,1	12	11,1	4	3,7
" Νεράϊδας	10	9,3	17	15,7	-	-	-	-
" Εκκλησίας	9	8,3	16	14,7	-	-	-	-
" Βελβενδού	5	4,6	21	19,5	2	1,9	-	-
ΣΥΝΟΛΟΝ	24	22,2	66	61,1	14	13	4	3,7

Από τα αποτελέσματα, που προαναφέρθηκαν προκύπτει ότι τα νερά της λίμνης Πολυφύτου έχουν χαμηλό κολοβακτηριδιακό δείκτη και ο αριθμός της Esch. coli είναι κατά πολύ μικρότερος του επιθυμητού ορίου. Τονίζεται ότι σύμφωνα με τα πρότυπα ποιότητας των νερών που χρησιμοποιούνται για κολύμβηση (Υπόβγ. Απόφαση 46399/1352 που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ 438/Β/3-7-86), ο αριθμός των κολοβακτηριοειδών (MPN) πρέπει να εί-



ναι μέχρι 500 κολοβακτηριοειδή/100 ml νερού και κατά ανώτατο επι-  
τρεπτό όριο 10.000/100 ml. Σε ότι αφορά τα κολοβακτηρίδια (*Esch.*  
*coli*) πρέπει ο αριθμός τους να είναι μέχρι 100/100 ml νερού και  
κατά ανώτατο επιτρεπτό όριο 500/100 ml νερού.

Ο κολοβακτηριδιακός δείκτης στις περιοχές Νεράϊδας, Εκκλησιάς,  
και Βελβενδού, περιοχές που χρησιμοποιούνται για κολύμβηση, φθάνει  
μέχρι 100/100 ml νερού. Σημειώνεται ότι σε ένα μόνο δείγμα από την  
περιοχή Εκκλησιάς και σε δύο δείγματα από την περιοχή Βελβενδού ο  
αριθμός των κολοβακτηριδίων κυμάνθηκε από 100 μέχρι 500/100 ml νερού.  
Τα δείγματα νερού των παραπάνω περιοχών είχαν επίσης μικρό αριθμό  
*Esch. coli*, που ήταν της τάξεως των 20/100 ml νερού. Μικρό μόνο πο-  
σοστό δειγμάτων (2,8%), περιείχε αριθμό *Esch. coli*, μεγαλύτερο από  
το επιτρεπτό όριο. Τα δείγματα αυτά προέρχονταν από την περιοχή της  
λίμνης όπου εκβάλλει ο ποταμός Αλιάκμονας. Επισημαίνεται ότι η πε-  
ριοχή αυτή χρησιμοποιείται για το πότισμα βοειδών και αιγοπροβάτων,  
και αποδέχεται η επιβάρυνση της περιοχής στο γεγονός αυτό. Τέλος  
σημειώνεται ότι η ένδειξη της Ολικής Μικροβιακής Χλωρίδας (ΟΜΧ) με-  
σοφίλων από μόνη της δεν μπορεί να χαρακτηρίσει την μικροβιολογική  
επιβάρυνση, συμπληρώνει όμως την γενική εικόνα που καθορίζεται από  
τον κολοβακτηριδιακό δείκτη και τον αριθμό της *Esch. coli*.

Ε. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΩΝ ΨΑΡΙΩΝ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΕ ΙΧΘΥΟΚΛΩΒΟΥΣ

Από τα αποτελέσματα της προκαταρκτικής φάσης του προγράμματος διαπιστώθηκε ότι είναι δυνατή η εκτροφή του κυπρίνου και της πέστροφας στη λίμνη Πολυφύτου, κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες σε ιχθυοκλωβούς. Διαπιστώθηκε ακόμη, ότι είναι δυνατή η διαβίωση του σολομού στη λίμνη. Σε ότι αφορά όμως την εντατική εκτροφή του είδους αυτού προέκυψαν προβλήματα, τα οποία σχετίζονται τόσο με την επιλογή των καταλλήλων ιχθυοδίων για πάχυνση, όσο και με την προμήθεια κατάλληλης τροφής για σολομούς. Τέλος από την προκαταρκτική φάση διαπιστώθηκε επιπλέον η ανάγκη ίδρυσης πειραματικού ιχθυογεννητικού σταθμού, για να λυθούν όλα εκείνα τα προβλήματα που σχετίζονται με την εντατική σε ιχθυοκλωβούς εκτροφή ιχθυοδίων, όπως είναι ο εμπλουτισμός, η διατροφή κ.λ.π.

Στην παρούσα, ερευνητική φάση του προγράμματος καταβλήθηκε προσπάθεια για την παραγωγή 30 τόνων κυπρίνου και 30 τόνων πέστροφας στις εγκαταστάσεις εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας (σε κλωβούς) στη λίμνη Πολυφύτου. Για τον σκοπό αυτό, όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιήθηκαν δύο πλωτήρες των 6 κλωβών ο καθένας (βλ. μεθοδολογία). Επιπλέον σε τακτά χρονικά διαστήματα γινόνταν έλεγχος της υγιεινής και θρεπτικής κατάστασης των ιχθυοδίων, καθώς και ιχθυομετρική εξέταση των πληθυσμών για τον υπολογισμό του Συντελεστή Ευρωστίας των ψαριών\*.

Κατά τη χρονική διάρκεια εξάλλου της φάσης αυτής (Ιούλιος 1987, Ιούνιος 1988), καταβλήθηκε προσπάθεια επίλυσης των προβλημάτων που προέκυψαν από την προκαταρκτική φάση και τα οποία σχετίζονται με την εκτροφή του σολομού σε ιχθυοκλωβούς. Τέλος έγινε διερεύνηση της περιοχής για την επιλογή της κατάλληλης τοποθεσίας για την εγκατάσταση πειραματικού ιχθυογεννητικού σταθμού. Τα αποτελέσματα των παραπάνω προσπαθειών, καθώς και τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της έρευνας παραθέτονται στη συνέχεια.

---

\* Συντελεστής Ευρωστίας (K): Υπολογίζεται από το μήκος (M) και το βάρος (B) του ψαριού, με τη σχέση  $K=100 \times \frac{B}{M^3}$  και φανερώνει τη θρεπτική κατάσταση του ψαριού.



### 1. Εκτροφή κυπρίνου

Γιά την παραγωγή 30 τόνων κυπρίνου και με σκοπό την επιλογή των κατάλληλων ιχθυδίων έγιναν επισκέψεις σε διάφορα κυπρινοτροφεία. Έτσι από κυπρινοτροφείο της περιοχής Πετριτσίου επιλέχθηκαν 9000 ιχθύδια μέσου βάρους 50 gr. τα οποία ήταν σε πολύ καλή θρεπτική κατάσταση. Από τα ιχθύδια αυτά 3.500 άτομα μεταφέρθηκαν έγκαιρα και τοποθετήθηκαν στις 17-9-87 σε ένα ιχθυοκλωβό, της πλωτής μανάδας στη λίμνη Πολυφύτου. Από τα ιχθύδια όμως αυτά 1100 άτομα πέθαναν εξαιτίας κακών συνθηκών μεταφοράς. Τα υπόλοιπα 5.500 άτομα παρέμειναν στις εγκαταστάσεις Πετριτσίου κάτω από κοινές συνθήκες διαβίωσης και διατροφής και μεταφέρθηκαν ύστερα από ένα μήνα στις εγκαταστάσεις της λίμνης.

Τα ιχθύδια κυπρίνου που τραυματίστηκαν κατά τη μεταφορά δεν μπόρεσαν να προσαρμοστούν στο περιβάλλον της λίμνης. Εξάλλου πολλά από τα ιχθύδια αυτά προσβλήθηκαν από *Aeromonas* Sp, *Pseudomonas* Sp και *Flavobacterium balostinum*. Παρά τις προσπάθειες που έγιναν για τη θεραπεία των ψαριών αυτών με κατάλληλα φαρμακευτικά ιδιοσκευάσματα, εντούτοις οι απώλειες ήταν σημαντικές. Το αίτιο θανάτου των ψαριών αυτών αποδόθηκε στο μικρόβιο *Aeromonus hydrophila* (Εικ. 42).



Εικ. 42. Τραύματα σε κυπρίνο που προκλήθηκαν κατά τη μεταφορά και επιμολύνθηκαν.



Π Ι Ν Α Κ Α Σ Χ Ι Χ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΥΘΜΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΚΥΠΡΙΝΟΥ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΠΡΟΕΛΕΥ- ΣΗ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΡΕΥΝΗΤ. ΠΕΡΙΟΔΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΔΟΧΙ- ΚΩΝ ΜΕ- ΤΡΗΣΕΩΝ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ (α)				ΑΥΞΗ ΜΕΣΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (gr.)		ΑΥΞΗΣΗ ΜΕΣΟΥ ΜΗΚΟΥΣ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ	ΜΕΣΟΣ ΡΥΘ- ΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥ- ΞΗΣ (%)
			A	B	Γ	Δ	ΣΥΝΟ- ΔΙΚΗ	ΗΜΕ- ΡΗΣΙΑ	ΣΥΝΟΛΙ- ΚΗ (cm)	ΗΜΕΡΗ- ΣΙΑ (mm)		
ΠΕΤΡΙ- ΤΣΙΟΥ	17.9.87- 31.8.88	9	20,7	13,6	8,7	20,2	21,6	0,06	2,2	0,06	1,1	0,27
ΙΩΑΝΝΙ- ΝΩΝ	30.10.87- 14.7.88	8	-	13,6	8,7	20, 2	6,5	0,025	1,9	0,07	2,1	0,38

ΠΕΡΙΟΔΟΣ (Α): Από 17.9.87 μέχρι 31.10.87

" (Β): Από 1/11/87 μέχρι 30.11.87

" (Γ): Από 1.12.87 μέχρι 15.4.88

" (Δ): Από 10.5.88 μέχρι 30.6.88

Οι απώλειες των ιχθυδίων που προέρχονταν από το Πετρίτσι υπολογίστηκαν σε ποσοστό 80% περίπου και οφειλόταν όχι μόνο σε μικροβιακούς παράγοντες, αλλά και σε ασφυξία που παρατηρήθηκε το τελευταίο 10ήμερο του Απριλίου 1987. Η ασφυξία αυτή αποδόθηκε σε πλημμελή καθαρισμό των δικτύων των ιχθυοκλωβών, με αποτέλεσμα την κακή κυκλοφορία του νερού εξαιτίας του περίφυτου. Τα ιχθύδια κυπρίνου που περισώθηκαν δεν αναπτύχθηκαν ικανοποιητικά. Η μέση αύξηση βάρους και μήκους, καθώς και ο συντελεστής Ευρωστίας και ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης των ιχθυδίων αυτών δίνεται στον πίνακα XIV.

Από τον πίνακα XIV διαπιστώνεται, ότι η ημερήσια αύξηση του βάρους των ιχθυδίων που προέρχονταν από το Πετρίτσι ήταν πολύ μικρή (0,025gr.), όπως μικρός ήταν και ο συντελεστής Ευρωστίας (1,1).

Επειδή ο αριθμός των ιχθυδίων Πετρίτσιου δεν επαρκούσε για τις ανάγκες της κυπρινοπαραγωγής, έγινε επίσκεψη στον ιχθυογεννητικό σταθμό του Δήμου Ιωαννίνων με σκοπό την επιλογή και την αγορά ιχθυδίων κυπρίνου. Μολονότι όμως συμφωνήθηκε η αγορά 20.000 επιλεγμένων ιχθυδίων, μέσου βάρους 24 gr., ο ιχθυογεννητικός σταθμός έστειλε 17.000 ιχθύδια, μέσου βάρους 4gr. στα τέλη Οκτωβρίου 1987. Τα ιχθύδια αυτά δεν ήταν εκείνα που είχαν επιλεγεί, ήταν ανάμικτα από γυμνά



Εικ. 43. Ιχθύδια κυπρίνου από τον ιχθυογεννητικό σταθμό Ιωαννίνων.

καθρεπτοειδή και λεπιδωτά (Εικ. 43).

Στον Πίνακα XIV δίνονται η ημερήσια αύξηση των ιχθυδίων κυπρίνου προελεύσεως Ιωαννίνων που ήταν μόλις 0,005, ο μέσος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης, που ήταν επίσης μικρός (0,38%), μολονότι ο συντελεστής Ευρωστίας ήταν ικανοποιητικός (2,1).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτά της κυπρινοπαραγωγής με εκείνα της προκαταρκτικής φάσης διαπιστώνεται ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του κυπρίνου στην παρούσα φάση δεν είναι ικανοποιητικός. Επειδή οι οικολογικές συνθήκες της λίμνης, όπως αποδείχθηκε, δεν έχουν μεταβληθεί, συγκρινόμενες με εκείνες που υπήρχαν στην προκαταρκτική φάση, ο χαμηλός ρυθμός ανάπτυξης, των ιχθυδίων κυπρίνου θα πρέπει να αποδοθεί σε άλλα αίτια. Τα αίτια αυτά θα πρέπει να αναζητηθούν στις κακές συνθήκες μεταφοράς (τραυματισμοί, Stress), στο αρχικό μικρό σωματικό βάρος των ιχθυδίων, στην μη έγκαιρη τοποθέτησή τους, στους ιχθυοκλωβούς για πάχυνση, καθώς και στην συντήρηση των ιχθυοκλωβών.

## 2. Εκτροφή Πέστροφας:

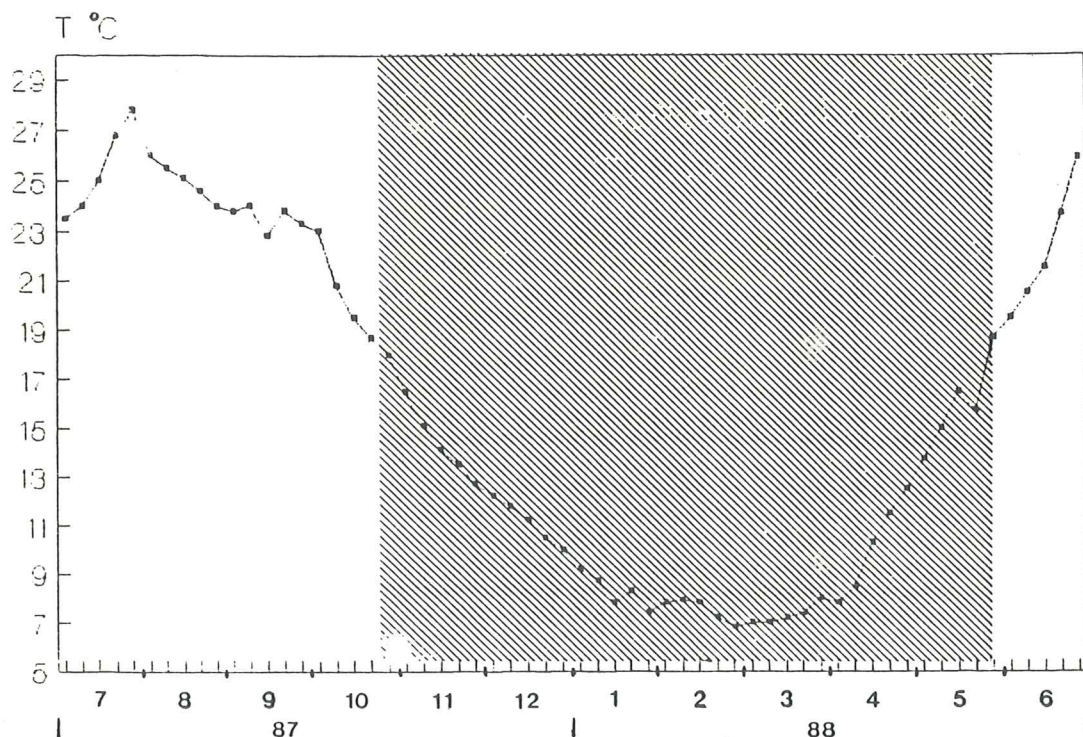
Για τις ανάγκες της πεστροφοκαλλιέργειας στη λίμνη Πολυφύτου έγινε τον Δεκέμβριο 1987, προμήθεια 56.090 ιχθυδίων πέστροφας. Τα 29.290 ιχθύδια πέστροφας προέρχονταν από τη Δωροθέα-Αριδαίας και τα 26.800 ιχθύδια από τα Ιωάννινα. Τα πρώτα ιχθύδια είχαν μέσο βάρος και μήκος 73,4 gr. και 18 cm αντίστοιχα. Ήταν σε πολύ καλή θρεπτική κατάσταση, με μέσο συντελεστή Ευρωστίας 1,2 και τα οποία τοποθετήθηκαν σε 5 ιχθυοκλωβούς. Ο μέσος αριθμός, ιχθυδίων για κάθε κυβικό μέτρο νερού, ήταν 73,2 ιχθύδια και το συνολικό βάρος των ιχθυδίων για κάθε κυβικό μέτρο 4,2 kg. Η ιχθυοφόρτηση αυτή ήταν σύμφωνα με τα διεθνή παραδεικτά όρια (Bohl, 1982). Επίσης για την ιχθυοφόρτηση λήφθηκε υπόψη η ελάχιστη συγκέντρωση οξυγόνου που παρατηρείται στο νερό της λίμνης κατά τη διάρκεια της πάχυνσης, όπως προσδιορίστηκε από την προκαταρκτική φάση έτσι ώστε να μην υπάρξει έλλειψη οξυγόνου για τον ιχθυοπληθυσμό.

Τα ιχθύδια πέστροφας που προέρχονταν από τα Ιωάννινα είχαν μέσο βάρος και μήκος 19,9 gr. και 12,1 cm αντίστοιχα και μέσο συντελεστή Ευρωστίας 1,1. Τα ιχθύδια αυτά τοποθετήθηκαν σε ένα ιχθυοκλωβό. Έτσι σε κάθε κυβικό μέτρο νερού αντιστοιχούσαν 335 ιχθύδια, συνολικού βάρους 6,6 kg.

Για την εκτίμηση του μέσου ημερήσιου ρυθμού ανάπτυξης των ιχθυ-



δίων πέστροφας γίνονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα ιχθυομέτρηση των ιχθυοδίων. Επίσης ελέγχονταν η θερμοκρασία του νερού της λίμνης, καθόλη τη διάρκεια της έρευνας, για να καθορίζεται ανάλογα και η ποσότητα της παρεχομένης τροφής. Στην Εικ. 44 δίνεται διάγραμμα των μεταβολών της θερμοκρασίας του νερού της λίμνης και τη διάρκεια της μελέτης.



Εικ. 44. Μεταβολές της θερμοκρασίας του νερού της λίμνης στην περιοχή εγκατάστασης των ιχθυοκλωβών, Η σκιασμένη περιοχή δείχνει τα όρια ανοχής των σαλμονιδών.

Η χρονική περίοδος μεταξύ Οκτωβρίου-Ιουνίου είναι η πιο κατάλληλη για τη διαβίωση και την εκτροφή των σαλμονιδών (πέστροφας, σολομού, κορέγονου κ.λ.π.). Την περίοδο αυτή η θερμοκρασία του νερού της λίμνης δεν υπερβαίνει τους 18°C, όπως φαίνεται από το διάγραμμα της εικ. 44. Στην περίοδο αυτή, των επτά και πλέον μηνών η εκτρεφόμενη πέστροφα μπορεί, με την κατάλληλη διατροφή, να αποκτήσει εμπορεύσιμο βάρος.

Στον πίνακα XV δίνονται η ημερήσια αύξηση βάρους και μήκους των ιχθυοδίων, πέστροφας, ο συντελεστής, Ευρωστίας, καθώς και ο μέσος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης, τόσο για τα ιχθύδια Δωροθέας, όσο και για τα ιχθύδια Ιωαννίνων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΥΘΜΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΠΕΣΤΡΟΦΑΣ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΧΘΥΔΙΩΝ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡ- ΚΕΙΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙ- ΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	ΑΡΙΘ- ΜΟΣ ΔΙΑΔΟ- ΧΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗ- ΣΕΩΝ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ (°C)	ΑΥΞΗΣΗ ΜΕΣΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (GR.)		ΑΥΞΗΣΗ ΜΕΣΟΥ ΜΗΚΟΥΣ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ	ΜΕΣΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΡΥΘΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (%)
				ΣΥΝΟΛΙ- ΚΗ	ΗΜΕΡΗΣΙΑ	ΣΥΝΟΛΙ- ΚΗ (CM)	ΗΜΕΡΗΣΙΑ (MM)		
ΔΩΡΟΘΕΑ ΑΡΙΑΔΙΑΣ	23.12.87 -4.3.88	3	6,48	84,1	1,1	4,9	0,66	1,2	1,3
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	10.10.87 -19.4.88	4	7,1	60,2	0,45	7,0	0,53	1,1	0,74

Ο μέσος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης των ιχθυδίων της Δωροθέας ήταν ικανοποιητικός (1,3%), σύμφωνα με τις απόψεις του Bohl (1982). Αντίθετα στα ιχθύδια των Ιωαννίνων, που υπολείπονται σε βάρος, ο μέσος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης εκτιμήθηκε σε 0,74%, μολονότι η θερμοκρασία του νερού της λίμνης για την ομάδα αυτή, ήταν ευνοϊκότερη και αυξημένη κατά 0,3 °C συγκριτικά με την προηγούμενη ομάδα (Leitritz, 1974). Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο ελλειμματικό βάρος των ιχθυδίων των Ιωαννίνων (Εικ. 45).



Εικ. 45. Ιχθύδιο πέστροφας κατά τη διαδικασία της ιχθυομέτρησης.

### 3. Εκτροφή σολομού:

Η πειραματική εκτροφή σολομού άρχισε στις 23-12-87 και περατώθηκε ύστερα από 178 ημέρες, δηλαδή στις 18-6-88. Τα 650 ιχθύδια σολομού, ηλικίας 2 ετών, τοποθετήθηκαν σε ένα ιχθυοκλωβό και παρέχονταν σε αυτά τροφή πέστροφας. Σε τακτά χρονικά διαστήματα γίνονταν ιχθυομέτρηση, για την εκτίμηση του ρυθμού ανάπτυξης των ιχθυδίων (Εικ. 46).

Στον πίνακα XVI δίνονται η μέση αύξηση βάρους και μήκους των ιχθυδίων σολομού, καθώς και ο συντελεστής Ευρωστίας και ο μέσος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης.



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΥΘΜΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΙΧΘΥΔΙΩΝ ΣΟΛΟΜΟΥ ΣΤΗ ΛΙΜΝΗ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΙΧΘΥΔΙΩΝ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡ- ΚΕΙΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙ- ΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ		ΑΡΙΘ- ΜΟΣ ΔΙΑΔΟ- ΧΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗ- ΣΕΩΝ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑ- ΣΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ (°C)		ΑΥΞΗΣΗ ΜΕΣΟΥ ΒΑΡΟΥΣ (GR.)		ΑΥΞΗΣΗ ΜΕΣΟΥ ΜΗΚΟΥΣ		ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ	ΜΕΣΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΡΥΘΜΟΣ (%)
	ΗΜΕΡΟΜ. ΠΕΡΙΟΔ.	ΗΜΕΡΕΣ ΠΕΡΙΟΔ.		A	B	ΣΥΝΟΛΙ- ΚΗ	ΗΜΕ- ΡΗΣΙΑ	ΣΥΝΟΛΙ- ΚΗ (CM)	ΗΜΕΡΗ- ΣΙΑ (MM)		
ΙΧΘΥΟ- ΓΕΝΝΗΤΙ- ΚΟΣ	23.12.87	178	5	7,1	18,1	143,8	0,80	10,5	0,58	0,9	0,55
ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΛΕΣΣΑΣ	-18.6.88										

ΠΕΡΙΟΔΟΣ (A): Από 23.12.87 μέχρι 19.4.88

ΠΕΡΙΟΔΟΣ (B): Από 24.4.88 μέχρι 18.6.88



Εικ. 46. Ιχθυομέτρηση σε ιχθύδια σολομού

Ο μέσος ημερήσιος ρυθμός ανάπτυξης του σολομού, για τον συνολικό χρόνο της εκτροφής ήταν χαμηλός και υπολογίστηκε σε 0,55%. Εξάλλου ο μέσος ρυθμός ανάπτυξης υπολογίστηκε σε 0,8 gr. ο οποίος είναι κατά πολύ μικρότερος του ρυθμού ανάπτυξης του σολομού της προκαταρκτικής φάσης (434 gr.). Το γεγονός αυτό αποδίδεται στην κακή διατροφή των ιχθυδίων σολομού. Όπως προαναφέρθηκε παρέχονταν στα ιχθύδια αυτά τροφή πέστροφας, επειδή δεν υπήρχε κατάλληλη τροφή για σολομό. Κατά τον Steffens (1979) η τροφή του σολομού πρέπει να έχει περισσότερες πρωτεΐνες, συγκριτικά με την τροφή της πέστροφας. Σημειώνεται ακόμη ότι ο υψηλότερος ρυθμός ανάπτυξης του σολομού, που παρατηρήθηκε στην προκαταρκτική φάση, οφείλονταν στο γεγονός ότι παρέχονταν στα ιχθύδια του σολομού νωπή τροφή από ψάρια.

Κατά τη διάρκεια της εκτροφής παρατηρήθηκαν θάνατοι ιχθυδίων, που οφείλονταν σε εκφύλιση του ήπατος, η οποία αποδόθηκε επίσης στην κακή διατροφή (Reichentbach-Keinke, 1980). Το ποσοστό των ιχθυδίων που πέθαναν από την αιτία αυτή υπολογίστηκε σε 73%.

Προς το τέλος της περιόδου της εκτροφής παρατηρήθηκαν τάσεις φυγής, με αποτέλεσμα τον τραυματισμό και τον θάνατο των ψαριών.

Το ποσοστό θανάτου των ψαριών από την αιτία αυτή υπολογίστηκε σε 9,2%. Για την καταστολή του φαινομένου και για την προστασία των ψαριών από ιχθυοφάγα πτηνά καλύφθηκε ο ιχθυοκλωβός με δίχτυ (Εικ. 47).



Εικ. 47. Ιχθυοκλωβός με ιχθύδια σολομού καλυμμένος με δίχτυ.

Παρατηρήθηκε τέλος ότι, όταν η θερμοκρασία του νερού της λίμνης ξεπέρασε τους 23°C, άρχισε ο θάνατος των ψαριών, το γεγονός αυτό φανερώνει το όριο ανοχής της θερμοκρασίας από τον σολομό στις συνθήκες της λίμνης Πολυφύτου.

#### 4. Ιχθυογεννητικός Σταθμός

Από την προκαριτική φάση του προγράμματος διαπιστώθηκε η αναγκαιότητα ίδρυσης πειραματικού ιχθυογεννητικού Σταθμού στην περιοχή της λίμνης Πολυφύτου. Με τη λειτουργία του σταθμού αυτού θα καλυφθούν οι ανάγκες σε ιχθύδια γηγενών ψαριών, όχι μόνον της λίμνης Πολυφύτου, αλλά και των άλλων λιμνών της περιοχής. Ακόμη θα επιλυθούν προβλήματα που σχετίζονται με τη διατροφή και τη διαβίωση των ψαριών.

Μετά τον αποκλεισμό της περιοχής της λίμνης Χειμαδίτιδας για την εγκατάσταση του σταθμού επιλέχθηκε η περιοχή Αναβρυκά, στη γέφυρα Ριμνίου (Εικ. 48).





Εικ. 48. Η περιοχή Αναβρυκά που προτάθηκε για την εγκατάσταση Ιχθυογεννητικού Σταθμού.

Από τον έλεγχο που έγινε στην παραπάνω περιοχή διαπιστώθηκε ότι η περιοχή αυτή διαθέτει άφθονο πηγαίο νερό ( $600\text{m}^3/\text{h}$ ) είναι αρίστης ποιότητας και ικανοποιεί απόλυτα τις ανάγκες του ιχθυογεννητικού σταθμού. Ακόμη η πρόσβαση από την περιοχή αυτή προς τις εγκαταστάσεις εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας στη λίμνη είναι εύκολη.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερευνητική αυτή εργασία και αναφέρονται τόσο στην ποιότητα του νερού της λίμνης και στην επίδραση της λεκάνης απορροής στην ποιότητα, όσο και στην υδροβιολογία, μικροβιολογία και ιχθυοπαραγωγή είναι τα ακόλουθα:

1. Η ποιότητα του νερού της λίμνης εξακολουθεί να παραμένει ικανοποιητική για ιχθυοκαλλιέργειες, όπως διαπιστώθηκε και κατά την προηγούμενη φάση, (1986-87). Μικρές αποκλίσεις στις τιμές των παραμέτρων δεν αλλοιώνουν το γενικό συμπέρασμα.
2. Το νερό της λίμνης από χημικής απόψεως και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της μικροβιολογικής εξέτασής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναψυχή (κολύμβηση). Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για ύδρευση, ύστερα από κατάλληλη φυσική επεξεργασία και απολύμανση, όπως ορίζει η σχετική νομοθεσία.
3. Η λίμνη δέχεται ετησίως από τη λεκάνη απορροής μεγάλες ποσότητες φωσφορικών, αζωτούχων, και απορρυπαντιών με κίνδυνο να μετατραπεί σε εύτροφη. Κύριοι τροφοδότες της λίμνης με τις παραπάνω ουσίες, είναι ο ποταμός Αλιάκμονας και τα απόβλητα των δήμων Κοζάνης, Σερβίων και Βελβενδού. Οι υψηλές συγκεντρώσεις απορρυπαντικών στις εισροές που προαναφέρθηκαν, αποδεικνύουν την υψηλή φόρτιση της λίμνης με αστικά απόβλητα.
4. Η ταχεία ανανέωση του νερού της λίμνης παρέχει σε αυτήν την δυνατότητα δυναμικής ισορροπίας, σε ότι αφορά την ποιότητα του νερού.
5. Η ατμοσφαιρική ρύπανση της περιοχής με φωσφόρο και άζωτο προέρχεται από την ευρύτερη περιοχή της Πτολεμαΐδας.
6. Δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στην υδροβιολογία της λίμνης. Επισημαίνεται όμως ότι το περίφυτο, εφόσον δεν λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα, είναι δυνατόν να δημιουργήσει προβλήματα υγείας (ασφυξίες) στον ιχθυοκλωβό και γενικότερα στην ιχθυοπαραγωγή της λίμνης.
7. Από μικροβιολογικής απόψεως το νερό της λίμνης βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ιχθυοκαλλιέργεια, όσο και αναψυχή.
8. Εξακολουθούν να παραμένουν ευνοϊκές οι συνθήκες για εντατική ιχθυο-

οκαλλιέργεια στη λίμνη Πολυφύτου με την προϋπόθεση της ορθής επιλογής ιχθυοειδών, ως προς το αρχικό σωματικό βάρος, την επιλογή του κατάλληλου χρόνου για την έναρξη της πάχυνσης, την εξασφάλιση της κατάλληλης για τα παχυνόμενα είδη ιχθυοειδών τροφής και τον επιστημονικό έλεγχο των εκτροφόμενων ψωριών.

9. Η εγκατάσταση πειραματικού σταθμού αναπαραγωγής και προανάπτυξης ιχθυοειδών κρίνεται εντελώς απαραίτητη για τις ανάγκες της εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας στη λίμνη.

#### ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ύστερα από τη μελέτη των αποτελεσμάτων της φάσης αυτής του προγράμματος προτείνονται τα ακόλουθα:

- Να διακοπεί ο επί μηνιαίας βάσης έλεγχος της ποιότητας του νερού της λίμνης, της υδροβιολογίας καθώς και ο έλεγχος της λειάνης απορροής. Εντούτοις όμως ο περιοδικός έλεγχος των παραπάνω (ανά 4μην), κρίνεται αναγκαίος.
- Η κατά το δυνατό ταχύτερη δημιουργία πειραματικού σταθμού αναπαραγωγής και ανάπτυξης ιχθυοειδών, για τις ανάγκες της εντατικής ιχθυοκαλλιέργειας.
- Η εκτροφή κυπρίνου πρέπει να αρχίζει στις αρχές ή στα μέσα του καλοκαιριού και όχι το φθινόπωρο. Το αρχικό βάρος των ιχθυοειδών αυτών πρέπει να είναι τουλάχιστον 100 gr.
- Από τα μέσα Οκτωβρίου μέχρι τα μέσα Ιουνίου πρέπει να είναι η περίοδος πάχυνσης της πέστροφας και του σολομού στη λίμνη. Το αρχικό σωματικό βάρος των ιχθυοειδών της πέστροφας πρέπει να είναι πάνω από 40gr. και του σολομού πάνω από 100gr. Εξάλλου η ηλικία των ιχθυοειδών σολομού δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη του έτους.
- Κρίνεται απαραίτητη η έναρξη ερευνητικού προγράμματος διατροφής ιχθύων (πέστροφας, κυπρίνου και σολομού) με ειδικά για κάθε περίπτωση, σιτηρέσια.
- Να διερευνηθεί η δυνατότητα χρησιμοποίησης του ποταμού Αλιάκμονα στη θέση "Κανναβοτόπια" για την εκτροφή του σολομού τους θερινούς μήνες.



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ALBASTER, J. S., and R. LLOYD (1980): Water quality criteria for freshwater fish. Buttersworths, London.
- APHA (1975): Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington D.C.
- BOURRELLY, P. (1966): Les algues d'eau douce I, II, III. Ed. N. Boubee & Cia, Paris.
- BOYD, C.E. (1982): Water quality management for pond fish culture. Elsevier Scien, Publ. Co., N.Y.
- GOLDMAN C.R., and A.J. HORN, (1983): Limnology. McGraw-Hill.
- GOWER, A.M. (1980). Water Quality in Catchment Ecosystems. John Wiley and Sons, N.Y. Toronto.
- HAAS, E. (1982): Der Karpfen und seine Nebenfische. L. Stocker Verlag. Graz.
- HARTIG (1987). Factors contributing to development of *Fragillaria crotonensis* kitton, pulses in Pigeon Bay waters of western Lake Erie. J. Great Lakes Res. 13(1): 65-77.
- HEDRICK, C.F., and B.A. BERGER (1966): Extraction of Anions Using Triphenylmethane Dyes. Anal. Chem. 38:791.
- H.M.S.O. (1980). The Determination of Chlorophyll-a in Aquatic Environments. H. M.S.O., London.
- JÄRNEFELT, H. (1956): Zur Limnologie einiger Gewässer Finlands. Ann. Zool. Soc., Vanamo, 17(7):1-201.
- JENSEN, S., RENBERG, L., and R. VAZ. (1973): Problems in the quantitation of PCB in biological material. PCB conference. 2 Publ. Natl. Swed. Environ, Protect. (4E):7.
- JOHNSON, L.Y. (1965): Collaborative study of a multiple detection method for chlorinated pesticides residues in fatty foods. J.A.O.A.C., 48:668.
- JUMPPANEN, K. (1976): Effects of waste waters on a lake ecosystem. Ann. Zool. Fennici. 13:85-138.
- KIEFER, F., and G. FRYER (1972-1978): Das Zooplankton der Binnengewässer. 1-2 Teil. E. Schweiz. Verlag, Stuttgart.
- ΚΙΑΙΚΙΑΔΗΣ, Σ., ΦΩΤΗΣ, Γ. ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ, Α., ΚΑΡΑΜΑΝΑΔΗΣ, Ξ., ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ,

- Θ. και Π. ΜΗΤΑΛΙΔΓΚΑΣ (1987β): Οικολογική μελέτη της λίμνης Πολυφύτου (Ν. Κοζάνης) με σκοπό τη βελτίωση της ιχθυοπαραγωγής της (προκαταρτιτική φάση). Υπό δημοσίευση.
- ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ Σ., Α. ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ, Γ. ΦΩΤΗΣ, Θ. ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ και Ε. ΚΑΡΑΜΑΝΑΗΣ (1987α): Οικολογική έρευνα της λίμνης Κερκίνης με σκοπό τη βελτίωση της ιχθυοπαραγωγής. Υπό δημοσίευση.
- KIRCHNER, W.B. and DILLON, P.J. (1975). An empirical method of estimating the retention of phosphorus in lakes. *Water Resources Res.* 11:182-183.
- LEITRITZ E. (1974): *Die Praxis der Forellenzucht*. Paul Parey, Hamburg.
- ΜΑΝΤΗΣ, Α., και Π. ΚΑΡΑΪΩΑΝΝΟΓΛΟΥ (1980). Εργαστηριακή μικροβιολογία τροφίμων.
- NICHOLLS, K. H., STANDEN, D. W., and HOPKINS, G. J. (1980). Recent changes in the nearshore phytoplankton of Lake Erie's western basin at Kingsville, Ontario. *J. Great Lakes Res.* 6:146-153.
- O.E.C.D. (1982): *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control*, O.E.C.D., Paris.
- RESTALOZZI, G. M. (1968): *Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwassere*. E. Schweiz, Verlag. Stuttgart.
- REICHENBACH-KLINKE, H. H. (1980): *Krankheiten und Schädigungen der Fische. 2. Auflage*, Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- REYNOLDS (1984). Phytoplankton periodicity. The interactions of form, function and environmental variability. *Freshwater Biology* 14: 111-142.
- RÖSEN, G. (1981): Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnologica*, 13(2), 263-290.
- SCHWOERBEL, S. (1975). *Methods of Hydrobiology*. Pergamon Press. Oxford, London, 200 pp.
- ΣΚΟΥΝΤΖΟΣ και ΓΙΩΤΗΣ (1976). Βακτηριολογικός έλεγχος Τροφίμων, Ποτών, Υδατος.
- SMITH, V. H. (1983). Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green algae in lake Phytoplankton. *Science* 221: 669-671.
- STARMACH, K., and J. SIEMINSKA (1964-1974): *Flora Slodkowodna Polski*. Tom 1-12A. Polska Akad. Nauk., Instyt. Bot. Warszawa, Krakow.

- STEFFENS, W. (1979): Industrimassige Fisch Produktion Veb. Deutscher Landwirtschaft Verlag, Berlin.
- STRICKLAND, J.D.H., and T. R. PARSONS (1968): A practical handbook of seawater analysis. Pub. by Fisheries Res. Board of Canada. Ottawa.
- SUZUKI, . (1976): The culture of common carp in Japan. FAO. Techn. Conj. Aquacult. Kyoto, E 51.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1968): Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD, Paris, Tech. Report DA 5/SCI/68.27.250 p.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1969). Möglichkeiten und Grenzen elementarer Modella der Stoffbilanz von Seen. Arch. Hydrobiol. 66:1-36.
- ΦΩΤΗΣ, Γ., ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ, Γ., ΜΥΣΤΑΚΙΔΟΥ, Σ. και Δ. ΕΥΑΓΓΕΛΙΔΗΣ (1984): Πειραματική εκτροφή πέστροφας με διάφορα σιτηρέσια. Συγκριτική μελέτη. 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Κτηνιατρικό Συνέδριο, Κέρκυρα.
- METZEL, R. G. (1983): Limnology, CBS College Publ., N.Y.