

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ

Ερευνητικό Έργο

*Μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης στους
ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου
της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού*

Τελική Έκθεση

ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Χρηματοδότηση: ΔΕΠ / ΔΕΗ

Συνεργασία :

- Δ.Ε.Π. / Δ.Ε.Η.
- Υ.Η.Σ. Πουρνάρι / ΔΕΗ
- Υ.Η.Σ. Πηγές Αώου / ΔΕΗ

Αθήνα Ιούνιος 1998

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Υπεύθυνος του Ερευνητικού Προγράμματος

A. Οικονόμου, Δρ. Υδροβιολόγος - Ιχθυολόγος

Μέλη της ερευνητικής ομάδας

Θ. Κουσουρήs, Δρ. Υδροβιολόγος- Περιβαλλοντολόγος

X. Νταουλάς, Δρ. Ιχθυολόγος

P. Μπαρμπιέρι-Τσελίκη, M. Sc. Ιχθυολόγος

M. Στουμπούδη, Δρ. Ιχθυολόγος

Θ. Ψαρράs, M. Sc. Ιχθυολόγος

H. Μπερταχάς, M. Sc. Μηχανικός Περιβάλλοντος

I. Ζαχαρίας, Δρ. Γεωλόγος - Περιβαλλοντολόγος

A. Πατσιάς, βιολόγος

Σ. Γιακουμή, Τεχνολόγος Αλιείας

N. Σκουλικίδης, Δρ. Υδροβιολόγος

A. Διαπούλης, Δρ. Υδροβιολόγος

K. Γκριτζαλης, Βιολόγος και Τεχνολόγος Αλιείας

K. Μπόγδανος, Υδροβιολόγος

Γ. Κυριάκου, Χημικός Εργαστηρίου

T. Madurel, βιολόγος

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	4
2.1. Υδροβιολογική διερεύνηση	4
2.1.1. Μελέτη φυσικών και φυσικοχημικών παραμέτρων	8
2.1.2. Μελέτη χημικών παραμέτρων	9
2.1.3. Μελέτη βιολογικών παραμέτρων	10
2.1.3.1. Φυτοπλαγκτό	10
2.1.3.2. Ζωοπλαγκτό	10
2.1.3.3. Προσδιορισμός αιωρούμενων σωματιδίων	12
2.1.4. Άλλες εργασίες	13
2.2. Ανθρωπογενείς δραστηριότητες και επιδράσεις	14
2.3. Ιχθυολογική διερεύνηση	14
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	17
3.1. Γενικά χαρακτηριστικά των ταμιευτήρων Αώου και Πουρναρίου	17
3.1.1. Ταμιευτήρας Αώου	17
3.1.2. Τεχνητή λίμνη 'Αραχθου "Πουρνάρι Ι"	19
3.2. Φυσικές και φυσικοχημικές παράμετροι	21
3.2.1. Ταμιευτήρας Αώου	21
3.2.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου	25
3.2.3. Συμπεράσματα	28
3.3. Χημικές παράμετροι	37
3.3.1. Ταμιευτήρας Αώου	37
3.3.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου	41
3.4. Γεωλογία - Υδροχημεία	47
3.4.1. Ταμιευτήρας Αώου	47
3.4.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου	48
3.4.3. Συμπεράσματα	51
3.5. Βιολογικές παράμετροι	52
3.5.1. Φυτοπλαγκτό	52
3.5.1.1. Σύσταση και αφθονία	53
3.5.1.2. Τροφική κατάσταση των ταμιευτήρων	60
3.5.1.3. Κατακόρυφη κατανομή	60
3.5.1.4. Ανάπτυξη οικολογικών δεικτών	61
3.5.2. Ζωοπλαγκτό	65
3.5.3. Αιωρούμενα σωματίδια	74
3.5.4. Ασπόνδυλη βενθική πανίδα	76
3.5.4.1. Οικολογικοί δείκτες	77
3.5.4.2. Αποτελέσματα	78

3.6. Ιχθυοπληθυσμοί	85
3.6.1. Γενικά	85
3.6.2. Σύσταση ιχθυοπληθυσμών	86
3.6.2.1. Ταμιευτήρας Αώου	86
3.6.2.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου	91
3.6.3. Γενικά βιολογικά γνωρίσματα των ψαριών	95
3.6.3.1. Ταμιευτήρας Αώου	96
3.6.3.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου	111
3.6.4. Οικολογία των ιχθυοπληθυσμών	127
3.6.5. Καθεστώς αλιευτικής διαχείρισης και εκμετάλλευσης	136
3.7. Ανθρωπογενές περιβάλλον	141
3.7.1. Ταμιευτήρας Αώου	142
3.7.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου	149
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	153
Βιβλιογραφία	158



Μερική άποψη του ταμιευτήρα του Αώου.



Μερική άποψη του ταμιευτήρα του Πουρναρίου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γλυκό νερό είναι περιορισμένος πόρος σε πολλές περιοχές της Ελλάδας και η εκμετάλλευση των επίγειων φυσικών αποθεμάτων αυξάνει συνεχώς. Η αγροτική, αλιευτική, αστική, τουριστική και βιομηχανική ανάπτυξη, εξαρτώνται από την ποιότητα και την ποσότητα των νερών των ποταμών, ρυακιών και πηγών που χρησιμοποιούνται για άρδευση, ύδρευση, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλιευτικές και υδατοκαλλιεργητικές δραστηριότητες και βιομηχανική χρήση. Αρδευτικά έργα και άλλες γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες, πρακτικές διατήρησης του νερού, όπως είναι η κατασκευή φραγμάτων, και μαζικές μεταφορές νερού για την ικανοποίηση των αναγκών βιομηχανικών και αστικών κέντρων, έχουν τροποποιήσει το σύστημα της ροής πολλών ποταμών και έχουν οδηγήσει σε αλλοιώσεις πολλών φυσικών οικολογικών θώκων. Τα προβλήματα επιδεινώθηκαν με τη δραματική μείωση των βροχοπτώσεων τα τελευταία χρόνια, αποτέλεσμα της οποίας είναι ότι πολλά ρέοντα συστήματα αποξηράνθηκαν τελείως, ενώ σε άλλα έχουν προκληθεί σοβαρές υποβαθμίσεις εξαιτίας καταστροφικών ευτροφισμών και απορρίψεως φυτοφαρμάκων και βιομηχανικών αποβλήτων.

Μεγάλες οικολογικές επιπτώσεις έχουν επίσης προκληθεί από την ανεξέλεκτη εισαγωγή νέων ειδών ψαριών που προξενούν βλαπτικούς υβριδισμούς και επηρεάζουν τη γενετική ποικιλότητα, την αλλοίωση πολλών φυσικών βιοτόπων εξαιτίας αποδασώσεων ή άλλων μορφών ανθρωπογενών επιδράσεων που συνοδεύουν την οικονομική ανάπτυξη της χώρας, και την απώλεια πολλών φυσικών βιοτόπων εξαιτίας τεχνικών αποξηράνσεων. Στο μέλλον η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να αποτελέσει μία νέα απειλή και να μεταβάλλει την οξύτητα των ποταμών της χώρας μας.

Δυστυχώς, η πολιτική διαχείρισης των υδάτινων συστημάτων της ενδοχώρας σπάνια λαμβάνει υπόψη τις συμβατότητες και συγκρούσεις μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων που στηρίζονται στη χρήση του νερού. Συγκεκριμένα, υπάρχουν διάφορα συστήματα διαχείρισης του υδάτινου δυναμικού τα οποία αναπτύχθηκαν κατά πολύ ανεξάρτητα το ένα από το άλλο για την εξυπηρέτηση μονομερών αναγκών (π.χ. της αλιείας, της άρδευσης, της ενέργειας, κλπ.), αλλά ακόμα δεν έχει επιτευχθεί μία ολιστική προσέγγιση του προβλήματος. Είναι προφανές ότι πρέπει να γίνει μία συνένωση των διαφορών πολιτικών στα πλαίσια ενός εθνικού προγραμματισμού που θα εντοπίζει και ιεραρχεί

προτεραιότητες και θα λαμβάνει υπόψη την ανάγκη διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας. Είναι επίσης προφανές ότι για να επιτευχθεί μια τέτοια συνένωση πρέπει να μελετηθεί και ειδωθεί κάτω από μία κοινή βάση ένα μεγάλο σύμπλοκο βιολογικών, οικονομικών, κοινωνικών, αισθητικών, περιβαλλοντικών, ακόμα και πολιτικών, παραγόντων.

Η απουσία ενός τέτοιου συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης οφείλεται εν μέρει στην πολυπλοκότητα του συντονισμού των επιμέρους συστημάτων διαχείρισης μέσα σε ένα γενικό πλαίσιο, και εν μέρει στην απουσία κατάλληλων πληροφοριών που θα επιτρέψουν την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων της μίας ή της άλλης δραστηριότητας. Πράγματι, υπάρχει ελάχιστη αξιοποιήσιμη πληροφόρηση πάνω στις διαφορετικές παραμέτρους που συνθέτουν το υπόβαθρο ενός συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης. Αν και έχουν εκτελεσθεί μελέτες σε ορισμένα υδάτινα συστήματα, οι περισσότερες είναι μικρής κλίμακας και εμβέλειας που αναλήφθηκαν αποσπασματικά για τους σκοπούς κάποιων συγκεκριμένων χρήσεων των υδάτινων πόρων χωρίς να εξετάζουν τις ανάγκες άλλων δυνητικών χρήσεων, ενώ άλλες απλώς περιορίζονται στην ανακύκλωση των δυστυχώς ελάχιστων πρωτογενών στοιχείων από προηγούμενες μελέτες. Επιπλέον, τα αποτελέσματα των διαφορετικών μελετών δεν είναι πάντα ακριβή, αλλά ούτε συγκρίσιμα, λόγω έλλειψης τυποποίησης και διαφορών στη μεθοδολογία.

Βάση οποιουδήποτε συστήματος ολοκληρωμένης διαχείρισης είναι η γνώση των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων που συνθέτουν την ποιότητα των νερών, δεδομένου ότι αυτές οι παράμετροι φανερώνουν το είδος και την έκταση της επιβάρυνσης του νερού από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και καθορίζουν τις δυνητικές χρήσεις των υδάτινων πόρων. Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού της Ελλάδας διατηρεί από τα μεγαλύτερα αποθέματα νερού στην Ευρώπη. Για τη διατήρηση της ποιότητας του νερού σε υψηλά επίπεδα αλλά και για τη διαπίστωση των δυνατοτήτων αλιευτικής ή άλλης αξιοποίησης των νερών που δεν αντίκεινται στο ενεργειακό πρόγραμμα, η ΔΕΗ έχει χρηματοδοτήσει και συνεχίζει να χρηματοδοτεί ερευνητικά έργα που αποσκοπούν στην πιστοποίηση της υδροβιολογικής κατάστασης των ταμιευτήρων. Συνεχίζοντας αυτή τη πολιτική, η ΔΕΗ ανέθεσε τον Οκτώβριο 1996 στο Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων του ΕΚΘΕ την εκτέλεση ερευνητικού έργου που αφορά την πιστοποίηση της κατάστασης των νερών στους ταμιευτήρες του Αώου και του Άραχθου (Πουρνάρι). Ειδικότερα, το έργο έχει τους εξής στόχους:

- Την υδροβιολογική διερεύνηση των ταμιευτήρων των Υ.Η.Σ. της ΔΕΗ Αώου και Πουρναρίου από φυσική, χημική και βιολογική άποψη.
- Τον προσδιορισμό των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στις λεκάνες απορροής των ποταμών Αώου και Άραχθου, την καταγραφή των πηγών ρύπανσης και την εκτίμηση των ρυπαντικών τους φορτίων.
- Την εκτέλεση ιχθυολογικής έρευνας με σκοπό την εξέταση των προοπτικών αλιευτικής και ιχθυοτροφικής αξιοποίησης των ταμιευτήρων.

Με βάση αυτούς τους στόχους σχεδιάστηκε και εκτελέστηκε ένα πρόγραμμα μετρήσεων και δειγματοληψιών στους ταμιευτήρες και στα ποτάμια που εκβάλλουν σε αυτούς. Σε όλες τις φάσεις του προγράμματος υπήρξε εποικοδομητική συνεργασία με τη Διεύθυνση Εκμετάλλευσης Παραγωγής της ΔΕΗ και τις Διευθύνσεις των Υ.Η.Σ. Αώου και Πουρναρίου, και ειδικότερα με τους κ.κ. Γ. Λέρη, Ι. Μαύρο, Κ. Ζιζά, Δ. Σούλητη και Ν. Μπόκο, τους οποίους ευχαριστούμε για την παροχή χρήσιμων πληροφοριών, καταλύματος, πλωτών μέσων και τεχνικού προσωπικού για επισκευές εργαλείων και υποβοήθηση των εργασιών πεδίου. Ευχαριστούμε επίσης τους κ.κ. Χ. Παπαγιάννη, Κ. Καλοφύρη, Π. Ξυνόγαλο και Μ. Ξυνόγαλο για τη συμμετοχή τους στις δειγματοληψίες και τη πολύπλευρη βοήθειά τους.

Για την παροχή στοιχείων σχετικά με το ανθρωπογενές περιβάλλον των ποταμών Αώου και Άραχθου ευχαριστούμε τους εξής φορείς και Υπηρεσίες: Δ/νσεις Κτηνιατρικής και Δ/νσεις Δασών Ιωαννίνων και Άρτας, Κτηνιατρική Υπηρεσία Μετσόβου, Δ/νση Βιομηχανίας Ιωαννίνων, Υγειονομική Υπηρεσία Άρτας, Στατιστική Υπηρεσία Άρτας, Γραφείο Προστασίας Φυτών Ιωαννίνων, Ένωση Αγροτικών Συνεταιρισμών Άρτας και ιδιαίτερα το Τμήμα Προγραμματισμού και Μελετών Άρτας του Υπουργείου Γεωργίας. Τέλος, ευχαριστούμε τον επ. Καθηγητή κ. Γ. Αναστασάκη (Παν. Αθηνών) για την παροχή στοιχείων σχετικά με τον ταμιευτήρα του Αώου.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Σε αντιστοιχία με τους στόχους του έργου, οι εργασίες εντάσσονται σε τρεις κύριες ενότητες, η μεθοδολογία των οποίων περιγράφεται παρακάτω.

2.1. Υδροβιολογική διερεύνηση

Από τον Οκτώβριο 1996 μέχρι το Δεκέμβριο 1997 εκτελέσθηκαν αποστολές σε διμηνιαία βάση στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου για μετρήσεις, επιτόπιους προσδιορισμούς και συλλογή των αναγκαίων δειγμάτων για μετέπειτα επεξεργασία στο εργαστήριο. Η δειγματοληψία διενεργείτο με σκάφος που διατίθετο από τους ΥΗΣ σταθμούς Αώου και Πουρναρίου της ΔΕΗ μαζί με το χειριστή του. Σε κάθε ταμιευτήρα επελέγησαν σταθεροί σταθμοί για μετρήσεις ρουτίνας στη στήλη του νερού (Εικ. 1). Η επιλογή των σταθμών έγινε με βάση τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των ταμιευτήρων και τα αποτελέσματα προκαταρκτικής υδρογραφικής έρευνας. Το βάθος κάθε σταθμού και το βάθος δειγματοληψίας ελέγχονταν με τη χρησιμοποίηση βυθομέτρου. Εκτός από τις δειγματοληψίες στους σταθμούς αυτούς έγιναν μετρήσεις και συλλογές υλικού σε μη σταθερή βάση στα ποτάμια που εκβάλλουν στους ταμιευτήρες.

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν επτά αποστολές, κατά τις εξής περιόδους:

Οκτώβριος - Νοέμβριος 1996

Ιανουάριος 1997

Μάρτιος '97

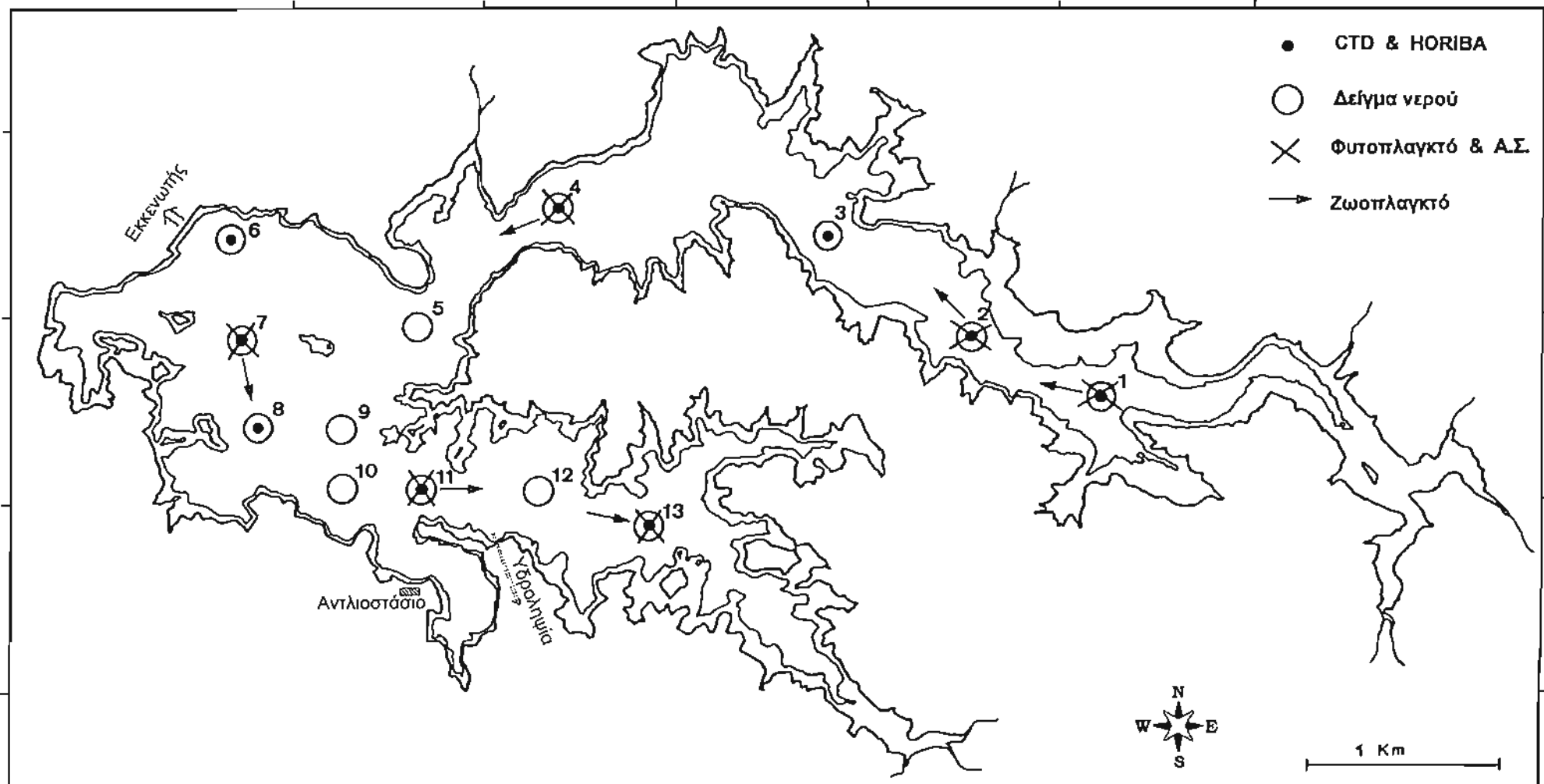
Μάϊος '97

Ιούλιος '97

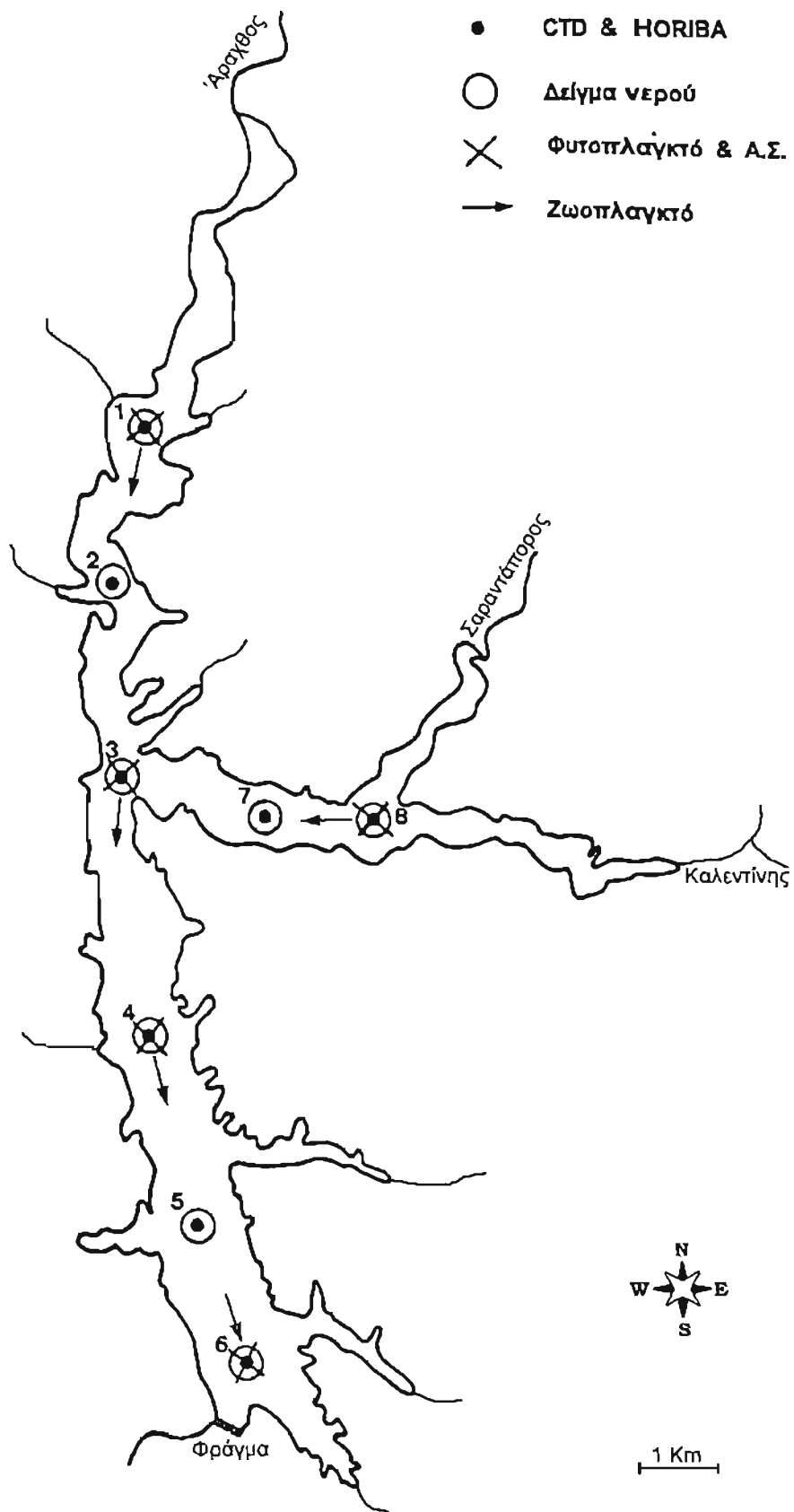
Σεπτέμβριος - Οκτώβριος '97

Δεκέμβριος '97

Αρχικός στόχος ήταν να συμπληρωθεί ένας ετήσιος κύκλος μετρήσεων. Επειδή η αποστολή του Οκτωβρίου - Νοεμβρίου 1996 ήταν διερευνητική και είχε σαν σκοπό την επιλογή των σταθμών, οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο αυτή δεν είχαν μία ικανοποιητική γεωγραφική κάλυψη, ούτε περιέλαβαν όλο το εύρος των υδροβιολογικών παραμέτρων. Ο λόγος αυτός, μαζί με το γεγονός ότι οι δειγματοληψίες του Ιανουαρίου 1997 στον Αώο παρεμποδίσθηκαν από δυσμενείς



Εικόνα 1α. Σταθμοί δειγματοληψίας στον ταμιευτήρα του Αώου. Εκτός της ακτογραμμής (στάθμη των 1343 m) δείχνεται και η ισοβαθής των 10 m.



Εικόνα 1β. Σταθμοί δειγματοληψίας στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου.

καιρικές συνθήκες, επέβαλε τη συνέχιση των εργασιών πεδίου μέχρι το Δεκέμβριο 1997.

Το πλάνο δειγματοληψιών "ρουτίνας" περιλάμβανε μετρήσεις των εξής φυσικοχημικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων (Πίνακας 1):

Πίνακας 1. Μετρούμενες παράμετροι στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ	ΧΗΜΙΚΕΣ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ
θερμοκρασία	άλατα σβεστίου	φυτοπλαγκτό
αγωγιμότητα	άλατα μαγνησίου	ζωοπλαγκτό
θολερότητα	νιτρώδη	αιωρούμενα σωματίδια
Ph	νιτρικά	
διαλ. οξυγόνο	φωσφορικά	
διαφάνεια	χλωριόντα	

Το είδος των μετρήσεων σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας δείχνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Σταθμοί μέτρησης φυσικοχημικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων σε κάθε ταμιευτήρα.

Ταμιευτήρας Αώου

Σταθμός δειγματοληψίας	Φυσικοχημικές παράμετροι	Χημικές παράμετροι	Βιολογικές παράμετροι
1	+	+	+
2	+	+	+
3	+	+	--
4	+	+	+
5	--	+	--
6	+	+	--
7	+	+	+
8	+	+	--
9	--	+	--
10	--	+	--
11	+	+	+
12	--	+	--
13	+	+	+

Πίνακας 2 (Συνέχεια)

Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Σταθμός δειγματοληψίας	Φυσικοχημικές παράμετροι	Χημικές παράμετροι	Βιολογικές παράμετροι
1	+	+	+
2	+	+	--
3	+	+	+
4	+	+	+
5	+	+	--
6	+	+	+
7	+	+	--
8	+	+	+

2.1.1. Μελέτη φυσικών και φυσικοχημικών παραμέτρων

Οι δειγματοληπτικές αποστολές στους ταμιευτήρες του Αώου και Πουρναρίου σχεδιάστηκαν να συμπίπτουν με εποχές που θα επέτρεπαν να έχουμε στα αποτελέσματά μας τη μεγαλύτερη δυνατή διακύμανση των διαφόρων φυσικοχημικών παραμέτρων, καθώς και τις κυρίαρχες συνθήκες και καταστάσεις.

Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων (θερμοκρασία, αγωγιμότητα, θολερότητα, pH και οξυγόνο) πραγματοποιήθηκαν σε 9 σταθμούς στον ταμιευτήρα του Αώου και σε 8 στον ταμιευτήρα Πουρναρίου, σε όλη τη στήλη του νερού, με CTD Seacat Profiler of SeaBird Electronics Inc. Το όργανο είναι ψηφιακής καταγραφής με ακρίβεια 0.01°C. Στους περισσότερους σταθμούς εχρησιμοποιείτο και ένα ακόμη όργανο ψηφιακής καταγραφής, το Horiba, το οποίο είναι κατάλληλο για μετρήσεις σε μικρά βάθη (μέχρι 10 μέτρα) και μετρά τις ίδιες παραμέτρους. Ωστόσο, έγινε δυνατό να υπολογισθούν παράμετροι και από βαθύτερα στρώματα νερού με τη χρησιμοποίηση δειγματοληπτικής φιάλης για τον εγκλωβισμό και ανάληψη στην επιφάνεια όγκου νερού από συγκεκριμένα βάθη στον οποίο γίνονταν οι μετρήσεις. Όλα τα δεδομένα επεξεργάστηκαν από ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Στον Αώο, κατά τις προκαταρκτικές δειγματοληψίες του Οκτωβρίου - Νοεμβρίου 1996 πάρθηκαν μετρήσεις μόνο σε τρεις σταθμούς με CTD (3, 7 και 11). Τον Ιανουάριο 1997, λόγω κακοκαιρίας μετρήθηκε μόνο ένας σταθμός (11). Τον

Μάρτιο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο του 1997 οι μετρήσεις ολοκληρώθηκαν και στους 9 σταθμούς του ταμιευτήρα αλλά σε ορισμένες περιόδους υπήρξαν προβλήματα με τους αισθητήρες του pH και του οξυγόνου, γεγονός που επέβαλε την απόρριψη μίας σειράς μετρήσεων των παραμέτρων αυτών. Ωστόσο, ενδεικτικές τιμές των παραμέτρων αυτών για το επιφανειακό στρώμα νερού (μέχρι 10 μ βάθος) είναι διαθέσιμα από μετρήσεις του οργάνου Horiba. Τον Μάιο 1997 η δειγματοληψία έγινε μόνο με το Horiba, λόγω επισκευής του CTD. Τέλος, το Δεκέμβριο του 1997 δεν έγιναν μετρήσεις λόγω κακών καιρικών συνθηκών που δεν επέτρεψαν τη χρησιμοποίηση του σκάφους.

Στο Πουρνάρι, κατά τις προκαταρκτικές δειγματοληψίες του Οκτωβρίου - Νοεμβρίου 1996 πάρθηκαν μετρήσεις με CTD μόνο στους σταθμούς 1, 4, 6 και 7. Στις υπόλοιπες δειγματοληπτικές περιόδους πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και στους 8 σταθμούς του ταμιευτήρα σύμφωνα με το πρόγραμμα, εκτός από το μήνα Μάιο, που η δειγματοληψία έγινε με μόνο με το Horiba. Ωστόσο, σε ορισμένες περιόδους δεν υπήρξαν αξιόπιστα στοιχεία pH και οξυγόνου από το CTD, λόγω των προβλημάτων που προαναφέρθηκαν.

Επιπρόσθετα, από το Μάρτιο 1997, μετριόταν σε ορισμένους σταθμούς (Αώος: 1, 2, 4, 7, 11 και 13. Πουρνάρι: 1, 3, 4, 6 και 8) η διάδοση του φωτός με την εξέταση της διαφάνειας του δίσκου Secchi.

2.1.2. Μελέτη χημικών παραμέτρων

Οι χημικές αναλύσεις περιλάμβαναν μετρήσεις των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου, και των νιτρικών, νιτρικών, φωσφορικών και χλωριόντων σε 13 σταθμούς του ταμιευτήρα του Αώου και σε 8 σταθμούς του Πουρναρίου.

Αρχικά, η συλλογή των δειγμάτων γινόταν από δύο σημεία της υδάτινης στήλης, την επιφάνεια και πλησίον του πυθμένα, αλλά από το Μάιο 1997 προστέθηκε δειγματοληψία και στα 20 μέτρα βάθος από την επιφάνεια για καλύτερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων μεταφοράς των ρύπων. Τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο του Ινστιτούτου Εσωτερικών Υδάτων υπό συνθήκες ψύξης για τις απαιτούμενες αναλύσεις. Πριν από την ανάλυση γινόταν διήθηση των δειγμάτων για την απομάκρυνση των αιωρούμενων σωματιδίων.

Η ολική σκληρότητα, η συγκέντρωση του Ca^{++} και του Mg^{++} καθώς και η αλκαλικότητα (HCO_3 , CO_3) μετρήθηκαν με τιτλοδότηση (αυτόματος τιτλοδότης TIM 900 της Radiometer). Οι υπόλοιπες αναλύσεις ($N-NO_3$, $N-NO_2$, $N-NH_3$, $P-PO_4$, Cl), έγιναν φασματομετρικά με τις τυποποιημένες μεθόδους της Hack (DR 2000).

2.1.3. Μελέτη βιολογικών παραμέτρων

2.1.3.1 Φυτοπλαγκτό

Το δείγμα για την εκτίμηση της σύστασης του φυτοπλαγκτού λαμβανόταν επιφανειακά από ορισμένους σταθμούς με ειδική δειγματοληπτική φιάλη. Η ποσότητα νερού από 2 έως 10 λίτρα νερού, ανάλογα με την εκτιμώμενη πυκνότητα οργανισμών. Η πύκνωση του δείγματος επιτυγχάνετο με φιλτράρισμα σε δίχτυ Hydrobios με μάτι 30 μm . Η διατήρηση των οργανισμών γινόταν με την πρόσθεση 2-3 σταγόνων πυκνού διαλύματος Lugol ανά λίτρο νερού του δείγματος. Η εξέταση του δείγματος έγινε στο εργαστήριο με τη βοήθεια ανάστροφου μικροσκοπίου WILD M40.

Έγινε προσπάθεια εκτίμησης της ποσότητας του φυτοπλαγκτού με φασματοφωτομετρικό προσδιορισμό της χλωροφύλλης που στηρίζεται στη μέτρηση της απορρόφησης σε ειδικά επιλεγμένα μήκη κύματος. Ωστόσο, ένας μεγάλος αριθμός δειγμάτων που συνελέγησαν από τους δύο ταμιευτήρες υπέστησαν αλλοίωση λόγω βλάβης του ψυκτικού χώρου συντήρησης και τα δεδομένα δεν θεωρήθηκαν αρκετά αξιόπιστα για τελική παρουσίαση.

Σε ένα ή δύο σταθμούς από κάθε ταμιευτήρα γινόνταν στρωματοποιημένες δειγματοληψίες ανά 5 m με τη βοήθεια δειγματοληπτικής φιάλης με σκοπό την περιγραφή της κατακόρυφης κατανομής των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών.

2.1.3.2. Ζωοπλαγκτό

Μικροζωοπλαγκτό

Η δειγματοληψία του μικροζωοπλαγκτού γινόταν με επιφανειακό δείγμα νερού συγκεκριμένου από συγκεκριμένους σταθμούς (Ταμιευτήρας Αώου: σταθμοί 1, 2, 4, 7, 11, 13. Ταμιευτήρας Πουρναρίου: σταθμοί 1, 3, 4, 6, 7). Η ποσότητα νερού διαφοροποιόταν (5 έως 10 λίτρα), ανάλογα με την πυκνότητα των οργανισμών στο

δείγμα. Η πύκνωση των οργανισμών του δείγματος γινόταν με ένα μικρό κωνικό δίχτυ με άνοιγμα ματιού 30 μm . Για τη διατήρηση των οργανισμών προστίθεντο 3 σταγόνες πυκνής φορμόλης σε 200 ml δείγματος. Η εξέταση των δειγμάτων έγινε στο εργαστήριο με τη βοήθεια στερεοσκοπίου.

Στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου ειδικότερα εξετάσθηκε και η κατακόρυφη κατανομή των λαρβών του μυδιού *Dreissena polymorpha*. Οι λάρβες του μυδιού αυτού αποτελούν βασικό συστατικό του ζωοπλαγκτού του ταμιευτήρα αυτού και η μελέτη της εποχιακής και κατακόρυφης κατανομής τους αποκτά ιδιαίτερη σημασία, γιατί αυτές εισέρχονται στις ψυκτικές εγκαταστάσεις του υδροηλεκτρικού σταθμού και αναπτύσσονται σε ενήλικα άτομα, προξενώντας πρόβλημα στη λειτουργία της μονάδας. Για τον προσδιορισμό της κατακόρυφης κατανομής των λαρβών του μυδιού αναλύθηκαν τα δείγματα των στρωματοποιημένων δειγματοληψιών του φυτοπλαγκτού και υπολογίσθηκαν οι συγκεντρώσεις λαρβών σε κάθε βάθος.

Μέσο-μακροζωοπλαγκτό

Η δειγματοληψία του μέσου-μακροζωοπλαγκτού γινόταν με διαγώνια σύρση ενός κωνικού δίχτυου (διαμέτρου 45 cm και ανοίγματος μαπού 132 μm) εφοδιασμένου με κατάλληλα βαρύδια για να είναι δυνατή η βύθισή του. Σε κάθε σύρση σημειώνονταν η ταχύτητα του σκάφους κατά προσέγγιση (m/sec), ο χρόνος σύρσης (sec), και το βάθος του σταθμού (m). Οι σταθμοί δειγματοληψίας ήταν οι ίδιοι με αυτούς που γινόταν δειγματοληψία μικροζωοπλαγκτού. Οι οργανισμοί διατηρούνταν σε διάλυμα φορμόλης 2-3%.

Στο εργαστήριο γινόταν ποιοτικός έλεγχος του δείγματος για τη σύσταση των ειδών καθώς και ποσοτικός προσδιορισμός της αφθονίας κάθε είδους σε ένα μέρος του δείγματος. Ακολουθούσε υπολογισμός της βιομάζας του δείγματος με ζύγιση μετά από ξήρανση σε 40 $^{\circ}\text{C}$ για 72 ώρες. Τα δεδομένα αφθονίας ειδών και βιομάζας κάθε σταθμού μετατρέπονταν σε τιμές ανά κυβικό μέτρο νερού μετά από υπολογισμό του συνολικού όγκου νερού που διηθήθηκε κατά τη σύρση. Ο υπολογισμός αυτός έγινε με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δίχτυου και το χρόνο - ταχύτητα σύρσης.

2.1.3.3. Προσδιορισμός αιωρούμενων σωματιδίων

Τα δείγματα νερού για τον προσδιορισμό των αιωρούμενων σωματιδίων (ΑΣ) λαμβάνονταν με δειγματοληπτική φιάλη από την επιφάνεια και το βυθό από τους σταθμούς στους οποίους γινόταν μελέτη του πλαγκτού (Ταμιευτήρας Αώου: σταθμοί 1, 3, 4, 6, 8, 11, 13. Ταμιευτήρας Πουρναρίου: σταθμοί 1, 3, 4, 6, 7). Η ποσότητα του νερού εποίκιλλε από 0,1 έως 5,0 λίτρα, ανάλογα με τη θολερότητα του δείγματος. Τα δείγματα διατηρούνταν σε φορητό ψυγείο μέχρι την επιστροφή στο εργαστήριο, οπότε ελάμβαναν χώρα οι εξής εργασίες:

α) Υπολογισμός συνολικής μάζας

- Αρίθμηση των φίλτρων υαλοβάμβακα (Whatman GF/C των 0,45 μm)
- Τοποθέτηση των φίλτρων σε κλίβανο σε θερμοκρασία 500 °C για 12 h
- Πλύσιμο των φίλτρων με απεσταγμένο νερό
- Μεταφορά των φίλτρων με ξηραντήρα και τοποθέτησή τους σε αλουμινόχαρτο για στέγνωμα σε κλίβανο στους 75 °C για 1 ώρα
- Τοποθέτηση των φίλτρων με το αλουμινόχαρτό τους σε ξηραντήρα μέχρι να κρυώσουν
- Ζύγιση των φίλτρων
- Τοποθέτηση των φίλτρων σε ηλεκτρική συσκευή διήθησης κενού Buchner του ενός λίτρου και φιλτράρισμα μίας ογκομετρημένης ποσότητας νερού (από 1 έως 5 λίτρα, ανάλογα με το δείγμα) με μικρή πίεση (όχι μεγαλύτερη από 0,5 Atm)
- Ξέπλυμα του φίλτρου 2 φορές με σχετικά μικρή ποσότητα απεσταγμένου νερού (προσέχοντας συγχρόνως να γίνει και το ξέπλυμα του κυλίνδρου)
- Στέγνωμα των φίλτρων σε κλίβανο στους 75 °C για 1 ώρα
- Τοποθέτηση των φίλτρων σε ξηραντήρα και ζύγισμα, και υπολογισμός της συνολικής μάζας σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Αιωρούμενα Σωματίδια} = \frac{W_2 - W_1}{V} \text{ (mg / lit)}$$

W_1 = αρχικό βάρος (βάρος φίλτρου)

W_2 = τελικό βάρος (βάρος αιωρούμενων σωματιδίων + βάρος φίλτρου)

V = όγκος νερού (σε λίτρα)

β) Διαχωρισμός οργανικών και ανόργανων αιωρούμενων σωματιδίων

- Τα φίλτρα που προέρχονται από την προηγούμενη διαδικασία τοποθετούνται ξανά σε κλίβανο σε θερμοκρασία 500 °C για 12 h.

- Τα φίλτρα αφήνονται να κρυώσουν μερικώς και στη συνέχεια μεταφέρονται σε ξηραντήρα και ζυγίζονται.

Η ποσότητα των οργανικών υλικών προκύπτει από τη διαφορά του βάρους αυτού από το μικτό βάρος, ενώ το βάρος των ανόργανων υλικών προκύπτει από την αφαίρεση του βάρους του φίλτρου από το προηγούμενο βάρος, σύμφωνα με τους τύπους:

$$\text{Οργανικά αιωρούμενα σωματίδια} = W_2 - W_3 / V \text{ (mg / lit)}$$

$$\text{Ανόργανα αιωρούμενα σωματίδια} = W_3 - W_1 / V \text{ (mg / lit)}$$

W_1 = βάρος φίλτρου

W_2 = βάρος οργανικών και ανόργανων σωματιδίων + βάρος φίλτρου

W_3 = βάρος μετά τη ξήρανση (βάρος ανόργανων σωματιδίων + βάρος φίλτρου)

Παρατήρηση: Η ελάχιστη προσδιοριζόμενη ποσότητα είναι περίπου 0,06 mg/lit για δείγματα νερού των 5 lit.

2.1.4. Άλλες εργασίες

Εκτός από τις παραπάνω εργασίες που εκτελούνταν σε σταθερή βάση, διενεργούνταν περιοδικά μετρήσεις και συλλογές υλικού στα ποτάμια που εκβάλλουν στους ταμιευτήρες. Οι μετρήσεις που αφορούσαν φυσικές και χημικές παραμέτρους (θερμοκρασία, αλκαλικότητα, αγωγιμότητα, οξυγόνο) γίνονταν με τη χρησιμοποίηση του καταγραφικού οργάνου Horiba.

Δειγματοληψίες που αφορούσαν την ασπόνδυλη πανίδα διενεργήθηκαν μόνο στον Αώο σε ορισμένες εποχές του έτους και περιέλαβαν τη σύλληψη υδρόβιων εντόμων και άλλων βενθικών οργανισμών, κυρίως στα ποτάμια που εκβάλλουν στον ταμιευτήρα. Τα δείγματα συλλέγονταν με ειδικές απόχες και άλλες μεθόδους και συντηρούνταν σε διάλυμα φορμόλης. Η αναγνώριση έγινε μετά από χρώση με rose bengal και τη βοήθεια διχοτομικών κλειδών.

Τέλος, έγινε μία περιγραφή των υδρογεωχημικών χαρακτηριστικών των δύο ταμιευτήρων με βάση τα υδρολογικά δεδομένα του παρόντος προγράμματος και τη

χρησιμοποίηση βιβλιογραφικών αναφορών πάνω στη γεωλογία των λεκανών απορροής των ποταμών Αώου και Άραχθου.

2.2. Ανθρωπογενείς δραστηριότητες και επιδράσεις

Οι εργασίες για τη μελέτη των ανθρωπογενών επιδράσεων περιέλαβαν:

- Επισκέψεις σε τοπικές υπηρεσίες και φορείς για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με το ετήσιο υδατικό ισοζύγιο και τις αυξομειώσεις της στάθμης του νερού, τις σημερινές ή σχεδιαζόμενες χρήσεις νερού, τις δραστηριότητες που ασκούνται στην ευρύτερη περιοχή, το είδος και το βαθμό ρύπανσης που πιθανόν να προέρχεται από αυτές τις δραστηριότητες, το επίπεδο αλιευτικής εκμετάλλευσης, την απασχόληση και την κοινωνική και οικονομική κατάσταση των παραλίμνιων περιοχών, κλπ.
- Επιτόπια καταγραφή των ρυπογόνων εστιών και εκτίμηση του ρυπαντικού τους φορτίου, σύμφωνα με δεδομένα που συλλέγονται με επισκέψεις στις λεκάνες απορροής των ποταμών και τη χρησιμοποίηση στοιχείων που διατίθενται από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς.
- Αναζήτηση δευτερογενών στοιχείων από προηγούμενες μελέτες σχετικά με τη γεωμορφολογία των περιοχών, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και την ποιότητα των νερών, το επίπεδο ρύπανσης, κλπ., τόσο στους ταμιευτήρες, όσο και στους ποταμούς που εκβάλλουν σε αυτούς.

2.3. Ιχθυολογική διερεύνηση

Οι αλιευτικές εργασίες συνδυάστηκαν με αυτές της υδροβιολογικής διερεύνησης και έγιναν στα ίδια χρονικά διαστήματα. Στόχος των εργασιών αυτών ήταν να μελετηθούν η σύσταση και αφθονία των ιχθυοπληθυσμών των δύο ταμιευτήρων και των ποταμών που εκβάλλουν σε αυτούς, καθώς και βασικές παράμετροι της βιολογίας και οικολογίας τους. Εμφαση δόθηκε (α) στην εξέταση της διατροφής και των τροφικών σχέσεων των ειδών με σκοπό τη διερεύνηση των δυνατοτήτων εμπλουτισμών και τονώσεων, και (β) στη μελέτη των περιόδων και πεδίων αναπαραγωγής των διαφόρων ειδών με σκοπό τη διατύπωση προτάσεων αλιευτικής διαχείρισης.

Το πλάνο εργασιών πεδίου περιλάμβανε αλιεία με τη συνεργασία του προσωπικού της ΔΕΗ, και ενίοτε τοπικών ψαράδων, και τη χρησιμοποίηση σκαφών που

διατέθησαν από τη ΔΕΗ. Χρησιμοποιήθηκαν μανωμένα επαγγελματικά δίχτυα, αλλά και πειραματικά δίχτυα "κρυσταλιζέ". Δεδομένου ότι τα δίχτυα αυτά δεν αλιεύουν γόνου και ψάρια μικρού σωματικού μεγέθους, πραγματοποιήθηκε επιπρόσθετη αλιεία στα ποτάμια και ρέματα που εκβάλλουν στους ταμιευτήρες με τη χρησιμοποίηση ερευνητικών εργαλείων (δίχτυα, γρίππος, απόχες, δίχτυ γόνου, ηλεκτραλιεία, κλπ). Σε κάθε περίπτωση καταγράφονταν τα χαρακτηριστικά των βιοτόπων που απαντούν τα διάφορα είδη ψαριών ή τα διάφορα οντογενετικά στάδια αυτών προκειμένου να εκτιμηθούν οι οικολογικές τους απαιτήσεις και τα υποστρώματα της αναπαραγωγής για κάθε είδος. Για τη δειγματοληψία της караβίδας, που στον ταμιευτήρα του Αώου απαντά σε σημαντική αφθονία, κατασκευάσθηκε ειδικό συρόμενο εργαλείο τύπου δράγας.

Ολες οι λάρβες και τα νεαρά ψάρια, καθώς και τα ενήλικα ψάρια μικρού σωματικού μεγέθους, διατηρούνταν σε φορμόλη για μετέπειτα εργαστηριακή εξέταση. Ολα τα ενήλικα ψάρια μεγάλου σωματικού μεγέθους ζυγίζονταν στο πεδίο και μετρούνταν το ολικό μήκος (TL), το σταθερό μήκος (SL) και το μεσοουραίο μήκος τους (FL), όλα σε mm. Στην караβίδα μετρήθηκε το μήκος του κεφαλοθώρακα σε mm. Παράλληλα λαμβάνονταν ικανοποιητικό δείγμα ατόμων από κάθε είδος για εργαστηριακές εξετάσεις.

Οι εργαστηριακές εξετάσεις, όσο αφορά τα ενήλικα, περιλάμβαναν την ανάλυση του περιεχομένου του πεπτικού σωλήνα, τον προσδιορισμό της κατάστασης γεννητικής ωριμότητας, και τον υπολογισμό του δείκτη ευρωστίας, του γοναδοσωματικού δείκτη και διαφόρων σχέσεων. Σε κάθε άτομο μετρούνταν τα: TL, SL και FL σε mm, το ολικό βάρος σώματος (TW) σε g, το καθαρό βάρος σώματος (NW) σε g και το βάρος γονάδων (GW) σε g. Η σχέση μεταξύ ολικού μήκους και ολικού βάρους σώματος υπολογίστηκε με βάση το εκθετικό μοντέλο $TW=a(TL)^b$, το οποίο ισχύει για τα περισσότερα είδη ψαριών (Tesch 1968). Η σχέση ολικού μήκους και μεσοουραίου μήκους υπολογίστηκε από το γραμμικό μοντέλο $FL=b(TL)+a$.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης (GSI) υπολογίστηκε ως το επί τοις εκατό ποσοστό του βάρους των γονάδων στο καθαρό βάρος σώματος, ξεχωριστά για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα, σύμφωνα με τον τύπο: $GSI= GW \times 100 / NW$. (Nikolsky 1963). Με το γοναδοσωματικό δείκτη εκτιμάται η διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου και η αναπαραγωγική στρατηγική των ειδών.

Από μέρος του δείγματος ψαριών αφαιρέθηκε ο πεπτικός σωλήνας και έγινε ανάλυση του περιεχομένου του με στόχο την εύρεση της σύνθεσης της τροφής των μελετούμενων ειδών, σε εποχιακή βάση.

Όσο αφορά τις προνύμφες και τα νεαρά άτομα, οι εργαστηριακές εξετάσεις περιλάμβαναν μετρήσεις τυπικών παραμέτρων (TL, SL και FL σε mm, TW σε g), συστηματική αναγνώριση των ατόμων, μορφολογική και μορφομετρική περιγραφή των νεαρών σταδίων ζωής των ειδών και υπολογισμό των σχέσεων μήκους-βάρους. Η εκτίμηση των αναπαραγωγικών περιόδων έγινε κυρίως με την παρακολούθηση της εμφάνισης και της εποχιακής διαδοχής των ιχθυολαρβών και επικουρικά με τη μελέτη του ετήσιου αναπαραγωγικού κύκλου.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Οι τεχνητές λίμνες έχουν περίπλοκη και έντονα μεταβαλλόμενη υδρογραφία και για το λόγο αυτό θεωρούνται δύσκολα αντικείμενα λιμνολογικής διερεύνησης. Κατά την εκτέλεση του παρόντος προγράμματος καταβλήθηκε προσπάθεια να εξετασθεί η γεωγραφική, εποχιακή και κατά βάθος κατανομή των πιο σημαντικών φυσικοχημικών και χημικών παραμέτρων και να ερμηνευθούν οι σχέσεις και αλληλοεξαρτήσεις με τις βιολογικές παραμέτρους.

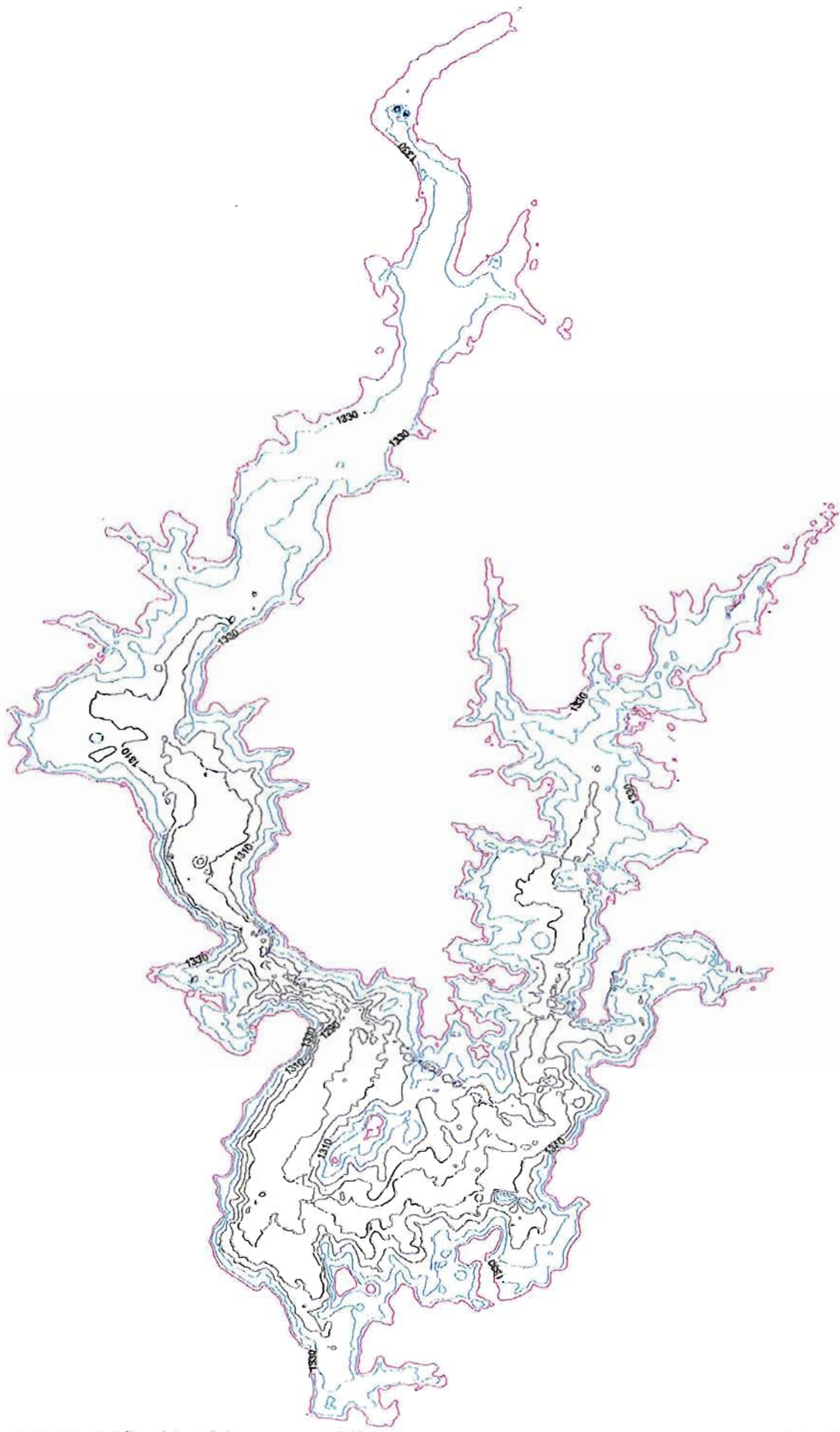
Στην έκθεση αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερευνητικών δράσεων που αφορούν την υδρογραφία, τις χημικές παραμέτρους, την ποιότητα των νερών, ορισμένες βιολογικές παραμέτρους και μερικά από τα στοιχεία της ιχθυολογικής διερεύνησης. Επίσης, γίνεται μία εκτίμηση των δυνατοτήτων ανάπτυξης ιχθυοτροφικών δραστηριοτήτων και διενέργειας εμπλουτισμών ή τονώσεων, εφόσον αυτές δεν είναι ασυμβίβαστες με το πρόγραμμα της ΔΕΗ στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

3.1. Γενικά χαρακτηριστικά των ταμιευτήρων Αώου και Πουρναρίου

3.1.1. Ταμιευτήρας Αώου

Ο ποταμός Αώος βρίσκεται στο βόρειο-δυτικό τμήμα της χώρας και τα νερά του ρέουν από την Ελλάδα προς την Αλβανία. Ο ταμιευτήρας δημιουργήθηκε το 1988 στις πηγές του ποταμού (ωστόσο, η πλήρωση με νερό και η έναρξη της λειτουργίας του Υ.Η.Σ. έγινε το 1990) στις πηγές του ποταμού, 20 χλμ βορειοδυτικά του Μετσόβου, με ανώτατη στάθμη λειτουργίας σε υψόμετρο 1343 μ. Ο "αλπικού τύπου" αυτός ταμιευτήρας έχει επιφάνεια 11.5 χλμ² και χωρητικότητα 260 x 10⁶ μ³. Τα νερά του προέρχονται από πηγές και απορροές των γύρω ορεινων όγκων σε περιοχές χωρίς έντονη ανθρωπογενή δραστηριότητα. Η διακύμανση της στάθμης της επιφάνειας σε ετήσια βάση είναι περίπου 10 μ. ετησίως. Επειδή τόσο η εισροή όσο και η απορροή νερού από τον ταμιευτήρα είναι μικρές, η ανανέωση του νερού είναι περιορισμένη. Αποτέλεσμα των συνθηκών αυτών είναι ο ταμιευτήρας να παρουσιάζει πολλά από τα χαρακτηριστικά των φυσικών λιμνών.

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζονται σε μορφή αναγλύφου τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του ταμιευτήρα και η κατανομή των ισοβαθών. Η εικόνα



Εικόνα 2. Κατανομή των ισοβαθών (σε μονάδες ψομετρικής στάθμης) στον ταμιευτήρα του Αΐου (δεδομένα από κ. Γ. Αναστασάκη, Ε.π. Καθηγ. Παν. Αθηνών).

παρασκευάστηκε με τη βοήθεια στοιχείων που μας δόθηκαν από τον επ. Καθηγ. κ. Αναστασάκη (Παν. Αθηνών). Στην Εικόνα 3 παρουσιάζονται δεδομένα πάνω στην εποχιακή και διαχρονική μεταβολή της στάθμης της τεχνητής λίμνης του Αώου για την περίοδο 1991-1996 που μας δόθηκαν από τη Διεύθυνση του του Υ.Η.Σ. (αναλυτικά στοιχεία κατά έτος δίνονται στο Παράρτημα Ι).

3.1.2. Ταμιευτήρας 'Αραχθου "Πουρνάρι Ι"

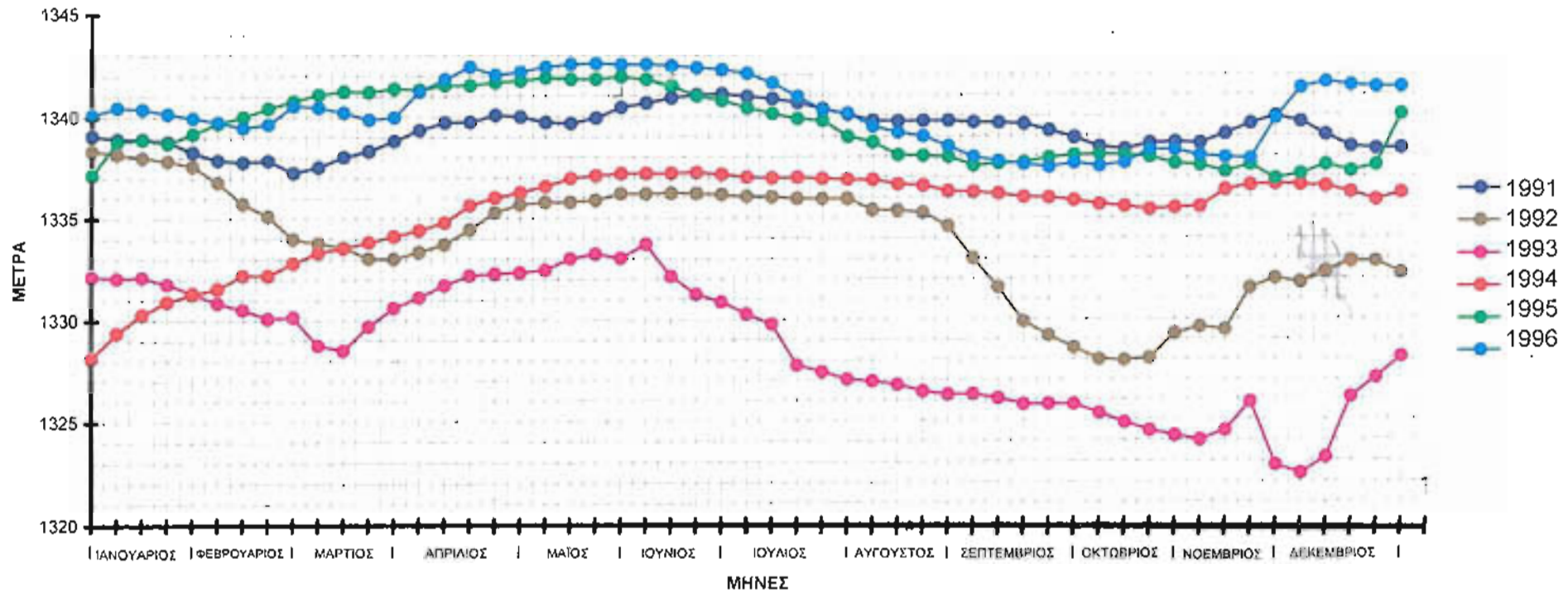
Ο ταμιευτήρας "Πουρνάρι Ι" συνολικής έκτασης 20.5 χλμ² και μέγιστης χωρητικότητας 865 εκατομ. μ³ σχηματίζεται από τα νερά του ποταμού 'Αραχθου, ο οποίος είναι και ο μεγαλύτερος ποταμός της Ηπείρου. Ωστόσο, μετά την κατασκευή του Υ.Η.Σ. του Αώου, τα νερά του ταμιευτήρα του Αώου που διέρχονται από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ρεύματος διοχετεύονται στον 'Αραχθο και καταλήγουν στον ταμιευτήρα Πουρναρίου.

Η τεχνητή λίμνη δημιουργήθηκε το 1981 και είναι καναλόμορφη, διατηρώντας βασικά το σχήμα του ποταμού, με ένα στενόμακρο στέλεχος προς τα ανατολικά περίπου στο μέσο της. Η λίμνη βρίσκεται σε υψόμετρο 120 μ και έχει μήκος περίπου 17 χλμ, αλλά το μέσο πλάτος της είναι μόνο 1 χλμ (περίπου 1.5 χλμ στο κατώτερο τμήμα της, πλησίον των υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων). Το μέγιστο βάθος κοντά στην περιοχή του φράγματος υπερβαίνει τα 70 μ και εξαρτάται από τη στάθμη του νερού.

Λόγω του καναλόμορφου σχήματος της τεχνητής λίμνης και του μεγάλου ρυθμού ανανέωσης του νερού, δημιουργείται ένας "ποτάμιου τύπου" ταμιευτήρας. Ο ποταμός 'Αραχθος που είναι ο κύριος τροφοδότης της λίμνης διατρέχει εδάφη που αποτελούνται κυρίως από φλύσχη (μη διαπερατοί από το νερό σχηματισμοί). Ως εκ τούτου, τόσο η διακύμανση της παροχής του κατά τη διάρκεια του έτους, όσο και η παρατηρούμενη διάβρωση των εδαφών στην περιοχή, είναι έντονες. Διάφορα μικρά μικρά ρυάκια και εποχιακά ρέματα που εκβάλλουν στη λίμνη δεν φαίνεται να επηρεάζουν σημαντικά την ποιότητα και την ποσότητα των νερών. Λόγω της απορρίψεως σκουπιδιών το νερό φαίνεται οπτικά υποβαθμισμένο.

Η διακύμανση της στάθμης της επιφάνειας του νερού κατά τη διάρκεια του έτους είναι 8-10 μ. Εξαιτίας των έντονων αυξομειώσεων της παροχής νερών προς τον ταμιευτήρα, αλλά και των σημαντικών ποσοτήτων νερού που απορρέουν από αυτόν κατά τις περιόδους λειτουργίας των εγκαταστάσεων παραγωγής ρεύματος,

ΣΤΑΘΜΕΣ ΛΙΜΝΗΣ ΕΤΩΝ 1991-1996



Εικόνα 3. Γραφική απεικόνιση της εποχιακής και ετήσιας μεταβολής της στάθμης του ταμιευτήρα του Αώου (δεδομένα ΔΕΗ).

και επίσης λόγω της συνεχούς ιζηματογένεσης με φερτά υλικά, δεν δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη υδρόβιας φυτικής βλάστησης, και συνεπώς παράκτιας υδρόβιας πανίδας που εξαρτάται από αυτή.

3.2. Φυσικές και φυσικοχημικές παράμετροι

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φυσικών και φυσικοχημικών παραμέτρων με το CTD και το HORIBA παρουσιάζονται στα Παραρτήματα II και III και σχολιάζονται συνοπτικά παρακάτω. Η ονοματολογία των σταθμών που μετρήθηκαν με το CTD ορίζεται από τη χρονολογία των μετρήσεων (4 πρώτοι χαρακτήρες), από την τοποθεσία (2 επόμενοι χαρακτήρες) και τον αριθμό του σταθμού (2 τελευταίοι χαρακτήρες).

3.2.1. Ταμιευτήρας Αώου

Θερμοκρασία

Κατά τη χρονική περίοδο των μετρήσεων του Νοεμβρίου 1996, η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 6 °C στον πυθμένα έως 11 °C στην επιφάνεια. Τα σχήματα στο Παράρτημα II δίνουν τα διαγράμματα της κατανομής της θερμοκρασίας με το βάθος.

Αυτό που παρατηρείται σε όλα τα διαγράμματα του Νοεμβρίου 1996 είναι η ανυπαρξία θερμικής στρωμάτωσης του νερού. Στο σταθμό 7 μόνο, η λίμνη μετά τα 20 μ βάθος παρουσιάζει απότομη μείωση της θερμοκρασίας από τους 11 στους 6 °C. Αυτό σημαίνει ότι το θερμοκλινές έχει κατέβει σε μεγάλα βάθη και η υδάτινη στήλη είναι έτοιμη για πλήρη μίξη.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το χειμώνα συχνά η λίμνη καλύπτεται με πάγο. Την χρονική περίοδο των μετρήσεων του Ιανουαρίου 1997 η λίμνη δεν είχε καλυφθεί με πάγο, ωστόσο, λόγω κακοκαιρίας μετρήθηκε μόνο ένας σταθμός (11). Η θερμοκρασία του νερού στον ταμιευτήρα ήταν 4,5 °C και ήταν σταθερή για τα έξι μέτρα βάθος στα οποία έφτασε το CTD.

Το Μάρτιο του 1997 οι μετρήσεις ολοκληρώθηκαν στον ταμιευτήρα επιτυχώς και οι σταθμοί στους οποίους μετρήθηκαν οι φυσικές παράμετροι του νερού ήταν 9. Η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 4 °C στον πυθμένα έως 6 °C στην επιφάνεια. Χαρακτηριστικό των μετρήσεων αυτών είναι η παντελής

απουσία θερμοκλινοῦς και η πλήρως ομογενοποιημένη στήλη του νερού. Οσον αφορά την οριζόντια κατανομή της επιφανειακής θερμοκρασίας παρατηρήθηκε το εξής φαινόμενο. Η θερμοκρασία του επιφανειακού νερού στους σταθμούς 1, 2, 3 και 4 ήταν κατ'ελάχιστο (1-2 °C) μεγαλύτερη από τους υπόλοιπους σταθμούς. Το γεγονός αυτό πιθανότατα οφείλεται στην εισροή νερού μεγαλύτερης θερμοκρασίας από γειτονικές πηγές.

Κατά τη χρονική περίοδο των μετρήσεων του Μαΐου 1997, η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 7 °C στον πυθμένα έως 18 °C στην επιφάνεια. Παρατηρείται η ύπαρξη θερμικής στρωμάτωσης σε όλους τους σταθμούς που σημαίνει και την αυτόματη δημιουργία θερμοκλινοῦς με την εμφάνιση τριών στρωμάτων επιλίμνιου, μεταλίμνιου και υπολίμνιου. Την περίοδο αυτή οι φυσικές παράμετροι δεν μετρήθηκαν με CTD και για το λόγο αυτό δεν παρουσιάζονται στα διαγράμματα του Παραρτήματος II (μετρήθηκαν όμως με το HORIBA και δίνονται στο Παράρτημα III).

Τον Ιούλιο του 1997 η θερμοκρασία του νερού του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 5 °C στον πυθμένα σε 21 °C στην επιφάνεια. Κύριο χαρακτηριστικό των μετρήσεων είναι η ολοκληρωμένη παρουσία του θερμοκλινοῦς και η ολοκληρωμένη στρωμάτωση της υδάτινης στήλης. Το πάχος του θερμοκλινοῦς φτάνει τα 12 μ και το θερμοκρασιακό του εύρος τους 14 °C. Το θερμοκλινές εμφανίζεται στα 5 μ και φτάνει στα 15 μ. Αυτό σημαίνει ότι στο βάθος των 5 μ η θερμοκρασία είναι περίπου 20,5 °C και στο βάθος των 15 μ η θερμοκρασία είναι περίπου 6 °C.

Οσον αφορά την οριζόντια κατανομή της θερμοκρασίας, παρατηρήθηκε ότι οι σταθμοί 1 έως 8 είχαν επιφανειακή θερμοκρασία 20-21 °C ενώ οι σταθμοί 11 και 13 είχαν 25 °C. Η μεγάλη αυτή διαφορά μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική θερμοκρασία του νερού που εισρέει στον ταμιευτήρα από πηγές. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά διατηρείται μέχρι τον πυθμένα.

Τον Οκτώβριο του 1997 η θερμοκρασία του νερού του ταμιευτήρα κυμαίνεται από 6 °C στον πυθμένα μέχρι 15 °C στην επιφάνεια. Την εποχή αυτή παρουσιάζεται μία διαφορετική συμπεριφορά της υδάτινης στήλης ανάλογα με την περιοχή και το βάθος του σταθμού. Αναλυτικότερα οι σταθμοί 1, 2 και 3 είναι αβαθείς χωρίς θερμοκλινές και το θερμοκρασιακό τους εύρος είναι από 14 έως 16 °C. Οι σταθμοί 4, 6, 7 και 8 είναι βαθύτεροι και παρουσιάζουν θερμοκλινές με πάχος από 10-18 μ. Το επιλίμνιο έχει θερμοκρασία 15-16 °C, το θερμοκλινές 8-15 °C και το υπολίμνιο 6-

8 °C. Οι σταθμοί 11 και 13 εμφανίζουν θερμοκλινές στα τελευταία 2-3 μ που σημαίνει ότι εντός λίγων ημερών θα καταστραφεί τελείως και η υδάτινη στήλη θα ομογενοποιηθεί. Η οριζόντια κατανομή της επιφανειακής θερμοκρασίας δεν εμφανίζει καμμία ιδιαίτερη μεταβολή.

Το Δεκέμβριο 1997 λόγω κακοκαιρίας δεν ήταν εφικτή η πόντιση του CTD με αποτέλεσμα την έλλειψη στοιχείων.

Ηλεκτραγωγιμότητα

Η αγωγιμότητα αποτελεί δείκτη συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων στο νερό και μπορεί να συνδεθεί με την αύξηση των θρεπτικών συστατικών του νερού. Έχει αποδειχτεί ότι όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα τόσο μεγαλύτερη είναι η βιολογική παραγωγικότητα.

Η επικρατούσα κατάσταση της αγωγιμότητας και της θερμοκρασίας στον ταμιευτήρα μελετάται με τις κατακόρυφες μεταβολές τους. Από τα διαγράμματα, του Παραρτήματος II της κατανομής των δύο αυτών παραμέτρων με το βάθος, συμπεραίνεται ότι η αγωγιμότητα δεν είναι πάντοτε ανάλογη της θερμοκρασίας. Στις εποχές που εμφανίζεται θερμοκλινές δεν εμφανίζεται αντίστοιχα και αλοκλινές.

Το Νοέμβριο του 1996 η αγωγιμότητα στον ταμιευτήρα ήταν 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και δεν είχε καμμία μεταβολή με το βάθος. Το Μάρτιο όλοι οι σταθμοί είχαν μικρότερη αγωγιμότητα 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ανεξαρτήτως βάθους. Τον Ιούλιο εμφανίζεται μία οριζόντια διαφοροποίηση της αγωγιμότητας. Οι σταθμοί 1, 2 και 3 εμφανίζουν αγωγιμότητα 150-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ο σταθμός 4 μόνο 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ο σταθμός 7 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και ο 8 από 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στην επιφάνεια 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στον πυθμένα. Οι σταθμοί 11 και 13 παρουσιάζουν διαφοροποίηση και μεγαλύτερες αγωγιμότητες από 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στην επιφάνεια σε 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στον πυθμένα. Όπως φαίνεται λοιπόν δεν υπάρχει σταθερή στρωμάτωση σε όλο το μήκος του ταμιευτήρα καθώς επίσης δεν υπάρχει και ομοιόμορφη οριζόντια κατανομή της αγωγιμότητας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι μία μάζα νερού που αποτελείται από νερό μεγαλύτερης περιεκτικότητας σε άλατα εγκλωβίζεται κατά τους θερινούς μήνες στο νότιο τμήμα του ταμιευτήρα. Τον Οκτώβριο οι μεταβολές δεν είναι πια εντυπωσιακές με αποτέλεσμα η αγωγιμότητα σε όλο το εύρος του ταμιευτήρα να είναι μεταξύ των 150-180 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Σε μερικούς σταθμούς υπάρχει ελάττωση της αγωγιμότητας με το

βάθος. Συγκεκριμένα στο σταθμό 7, η αγωγιμότητα πέφτει από 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στην επιφάνεια στα 130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ σε 25 μ βάθος.

Πυκνότητα

Η πυκνότητα, όπως συμβαίνει σε όλες τις λίμνες, είναι ανάλογη της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη δημιουργία πυκνοκλινούς ιδίων ακριβώς χαρακτηριστικών με το θερμοκλινές. Συγκεκριμένα στον Αώο την περίοδο των μετρήσεων το θερμοκλινές και αντίστοιχα το πυκνοκλινές είναι φαινόμενο εποχιακό. Η λίμνη από το μήνα Ιούνιο μέχρι το Σεπτέμβριο είναι στρωματοποιημένη. Η στρωμάτωση καταστρέφεται τους χειμερινούς μήνες. Πάντως, αναμένεται να υπάρχει χειμερινή στρωμάτωση κατά τις χρονιές που η λίμνη καλύπτεται από πάγο. Για το λόγο αυτό η λίμνη είναι μονομικτική όταν δεν σχηματίζεται στρώμα πάγου, διότι αναμιγνύεται πλήρως μόνο μία φορά το χρόνο, και διμικτική όταν σχηματίζεται πάγος. Το φαινόμενο αυτό είναι φυσιολογικό λόγω της έντονης δραστηριότητας του ανέμου και τη δημιουργία κυματισμών.

Από τα διαγράμματα κατακόρυφης κατανομής της αγωγιμότητας παρουσιάζεται μία αύξηση της αγωγιμότητας στα επιφανειακά νερά του βόρειου βραχίονα του ταμιευτήρα που οφείλεται στη διεύδυση νερού από τις πηγές. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται μία ασταθής ισορροπία στην περιοχή αυτή όπου η μίξη του νερού είναι μεγάλη.

Διαφάνεια

Τις περιόδους δειγματοληψίας η διαφάνεια των νερών του ταμιευτήρα κυμαίνονταν σε πολύ ικανοποιητικές τιμές. Συγκεκριμένα η διαφάνεια των νερών κυμάνθηκε από 65-90%. Το συμπέρασμα αυτό ισχύει για τη χειμερινή αλλά και τη θερινή περίοδο όπου τα νερά του ταμιευτήρα είναι στρωματοποιημένα. Στα σχήματα του Παραρτήματος II δίνονται οι διακυμάνσεις των τιμών της διαφάνειας σε όλους τους σταθμούς του ταμιευτήρα με το βάθος.

Αναλυτικότερα, τον Ιούλιο και τον Οκτώβριο η διαφάνεια ήταν πολύ υψηλή φτάνοντας σε ποσοστό 80-90%. Τον Ιούλιο όμως εμφανίζεται μία διαφορά της διαφάνειας ως προς το βάθος. Στο επιλίμνιο η διαφάνεια ήταν μικρότερη από το υπολίμνιο, δηλαδή το νερό ήταν πιο διάφανο στα βαθύτερα στρώματα. Τον Νοέμβριο η διαφάνεια ελαττώθηκε στο 85%. Το Μάρτιο η διαφάνεια ήταν σταθερή

με το βάθος και έφθανε το 65-70%. Στην σταδιακή αυτή μείωση συνέβαλε και η στερεοπαροχή των ποταμών με το αιωρούμενο υλικό αλλά και η αύξηση του φυτοπλαγκτού.

3.2.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Θερμοκρασία

Κατά τη χρονική περίοδο των μετρήσεων του Νοεμβρίου 1996, η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 9 °C στον πυθμένα έως 17 °C στην επιφάνεια. Τα σχήματα στο Παράρτημα II δίνουν τα διαγράμματα της κατανομής της θερμοκρασίας με το βάθος. Αυτό που παρατηρείται σε όλα τα διαγράμματα του Νοεμβρίου είναι η ύπαρξη θερμικής στρωμάτωσης του νερού. Στους σταθμούς 2 και 7 η λίμνη δεν παρουσιάζει θερμοκλινές λόγω του μικρού βάθους των σταθμών. Το θερμοκρασιακό εύρος στους σταθμούς αυτούς είναι από 17 °C στην επιφάνεια σε 16 °C στον πυθμένα, υποδηλώνοντας ουσιαστικά μία ομογενοποιημένη στήλη νερού. Οι σταθμοί 4 και 6 που φθάνουν το βάθος των 40 μ ή και 50 μ παρουσιάζουν θερμοκλινές στο βάθος των 25-30 μ. Το θερμοκρασιακό εύρος του θερμοκλινούς είναι 5 °C, από τους 16 °C στα 25 μ στους 11 °C στα 30 μ. Με τη βύθιση του θερμοκλινούς που συμβαίνει το Νοέμβριο το πάχος του επιλίμνιου έχει φτάσει τα 25 μ. Το πάχος του υπολίμνιου μπορεί να ξεπερνά και τα 20 μ.

Την χρονική περίοδο των μετρήσεων του Ιανουαρίου 1997, η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 9 °C στον πυθμένα έως 10 °C στην επιφάνεια του ταμιευτήρα. Σε όλα τα διαγράμματα παρατηρείται καταστροφή της θερμικής στρωμάτωσης του νερού. Σε κανένα από τους σταθμούς η λίμνη δεν παρουσιάζει θερμοκλινές. Η στήλη του νερού είναι πλήρως ομογενοποιημένη.

Το Μάρτιο του 1997 η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 9 °C στον πυθμένα έως 11 °C στην επιφάνεια του ταμιευτήρα. Χαρακτηριστικό της περιόδου αυτής είναι το ξεκίνημα της δημιουργίας του θερμοκλινούς. Στους σταθμούς 3 και 4 το θερμοκλινές αρχίζει στα 8 μ βάθος, και στο σταθμό 6, στα 22 μ. Το θερμοκρασιακό εύρος του θερμοκλινούς είναι 0.5-1 °C. Όσον αφορά την οριζόντια κατανομή της επιφανειακής θερμοκρασίας παρατηρήθηκε το εξής φαινόμενο. Η θερμοκρασία του επιφανειακού νερού στους ρηχούς σταθμούς 1, 2, 7 και 8 ήταν κατά 1 °C μεγαλύτερη από τους υπόλοιπους (και βαθύτερους) σταθμούς.

Κατά τη χρονική περίοδο των μετρήσεων του Μαΐου 1997 η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 10 °C στον πυθμένα έως 23 °C στην επιφάνεια του ταμιευτήρα. Σε όλους τους σταθμούς παρατηρείται θερμική στρωμάτωση που σημαίνει και την αυτόματη δημιουργία θερμοκλινούς με την εμφάνιση στρωμάτων επιλίμνιου, μεταλίμνιου και υπολίμνιου.

Τον Ιούλιο του 1997 η θερμοκρασία του νερού του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 6 °C στον πυθμένα σε 26 °C στην επιφάνεια. Κύριο χαρακτηριστικό των μετρήσεων είναι η ολοκληρωμένη παρουσία του θερμοκλινούς και η ολοκληρωμένη στρωμάτωση της υδάτινης στήλης. Το πάχος του θερμοκλινούς φτάνει τα 12 μ και το θερμοκρασιακό του εύρος τους 12 °C. Το θερμοκλινές εμφανίζεται στα 6 μ και φτάνει στα 18 μ.

Όσον αφορά την οριζόντια κατανομή της θερμοκρασίας παρατηρήθηκε ότι οι σταθμοί 1, 2, 7 και 8 είχαν επιφανειακή θερμοκρασία 20-21 °C ενώ οι σταθμοί 3, 4, 5 και 6 είχαν 26 °C. Η μεγάλη αυτή διαφορά μπορεί να οφείλεται στην τροφοδοσία του ταμιευτήρα από το ποτάμι με νερό μικρότερης θερμοκρασίας. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά διατηρείται μέχρι τον πυθμένα.

Τον Οκτώβριο του 1997 η θερμοκρασία του νερού του ταμιευτήρα κυμαίνεται από 10 °C στον πυθμένα μέχρι 22 °C στην επιφάνεια. Την εποχή αυτή παρουσιάζεται μία διαφορετική συμπεριφορά της υδάτινης στήλης ανάλογα με την περιοχή και το βάθος του σταθμού. Αναλυτικότερα οι σταθμοί 1, 2 και 8 είναι αβαθείς χωρίς θερμοκλινές και το θερμοκρασιακό τους εύρος είναι από 21 έως 22 °C. Οι σταθμοί 3, 4, 5, 6 και 7 είναι οι βαθύτεροι σταθμοί και παρουσιάζουν θερμοκλινές με πάχος από 10-12 μ. Το επιλίμνιο έχει θερμοκρασία 21-22°C, το θερμοκλινές 11-21 °C και το υπολίμνιο 10-11 °C. Η οριζόντια κατανομή της επιφανειακής θερμοκρασίας δεν εμφανίζει καμμία ιδιαίτερη μεταβολή.

Το Δεκέμβριο η θερμοκρασία των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 11 °C στον πυθμένα έως 12 °C στην επιφάνεια του ταμιευτήρα. Παρατηρείται απουσία θερμοκλινούς και πλήρης ομογενοποίηση της στήλης του νερού.

Ηλεκτραγωγιμότητα

Το Νοέμβριο του 1996 η αγωγιμότητα στον ταμιευτήρα ήταν από 420-440 μS/cm και δεν είχε μεταβολή με το βάθος. Το Μάρτιο όλοι οι σταθμοί είχαν μικρότερη

αγωγιμότητα 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ με την τάση να αυξάνεται σε μεγαλύτερο των 30 μ βάθος. Τον Ιούλιο εμφανίζεται μία οριζόντια διαφοροποίηση της αγωγιμότητας. Οι σταθμοί 1 και 2 (που επηρεάζονται κυρίως από τις εισροές του ποταμού 'Αραχθού) εμφανίζουν αγωγιμότητα 180-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, οι σταθμοί 7 και 8 εμφανίζουν αγωγιμότητα 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ και οι 3, 4, 5 και 6 από 450-550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όπως φαίνεται λοιπόν υπάρχει μεταβολή της αγωγιμότητας τοπικά. Το Σεπτέμβριο οι μεταβολές δεν είναι πια εντυπωσιακές με αποτέλεσμα η αγωγιμότητα σε όλο το εύρος του ταμιευτήρα να είναι μεταξύ των 380-420 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Σε μερικούς σταθμούς υπάρχει ελλάτωση της αγωγιμότητας με το βάθος. Συγκεκριμένα στο σταθμό 7 από 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στα 35 μ πέφτει στα 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Πυκνότητα

Στο Πουρνάρι το πυκνοκλινές είναι φαινόμενο εποχιακό που εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία. Ο ταμιευτήρας από το μήνα Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο έχει στρωμάτωση η οποία καταστρέφεται αργότερα. Για το λόγο αυτό η λίμνη είναι μονομικτική διότι αναμιγνύεται πλήρως μόνο μία φορά το χρόνο, και συγκεκριμένα το χειμώνα, λόγω της επίδρασης του ανέμου. Η διαφορά του ταμιευτήρα αυτού από αυτόν του Αώου είναι η μεγαλύτερη διάρκεια της στρωμάτωσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες καθώς και το ότι η επιφάνεια του νερού ποτέ δεν παγώνει κατά τη χειμερινή περίοδο.

Διαφάνεια

Την περίοδο δειγματοληψίας του Ιανουαρίου η διαφάνεια του ταμιευτήρα κυμαίνονταν σε χαμηλές τιμές, μεταξύ 50-80% (το πιο διάφανο νερό βρισκόταν στους βαθύτερους σταθμούς). Οι σταθμοί με το περισσότερο αιωρούμενο υλικό ήταν ρηχοί και το ποσοστό διαφάνειας ήταν 50%. Την περίοδο δειγματοληψίας του Μαρτίου η διαφάνεια του ταμιευτήρα κυμαίνονταν σε πολύ υψηλές τιμές. Συγκεκριμένα η διαφάνεια των νερών του ταμιευτήρα κυμάνθηκε από 70-90%. Τον Ιούλιο και το Σεπτέμβριο η διαφάνεια ήταν επίσης πολύ υψηλή, ιδίως στους βαθύτερους σταθμούς, φτάνοντας σε ποσοστό 80-90%. Οι σταθμοί με το περισσότερο αιωρούμενο υλικό ήταν ρηχοί και το ποσοστό διαφάνειας ήταν 70%.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η διαφάνεια του ταμιευτήρα πρέπει να θεωρείται γενικά υψηλή. Το συμπέρασμα αυτό ισχύει για την περίοδο της άνοιξης όπου τα νερά αρχίζουν να δημιουργούν την καλοκαιρινή στρωμάτωση. Στη

σταδιακή μείωση της διαφάνειας συνέβαλε και η στερεοπαροχή των ποταμών με το αιωρούμενο υλικό αλλά και η αύξηση του φυτοπλαγκτού.

3.2.3. Συμπεράσματα

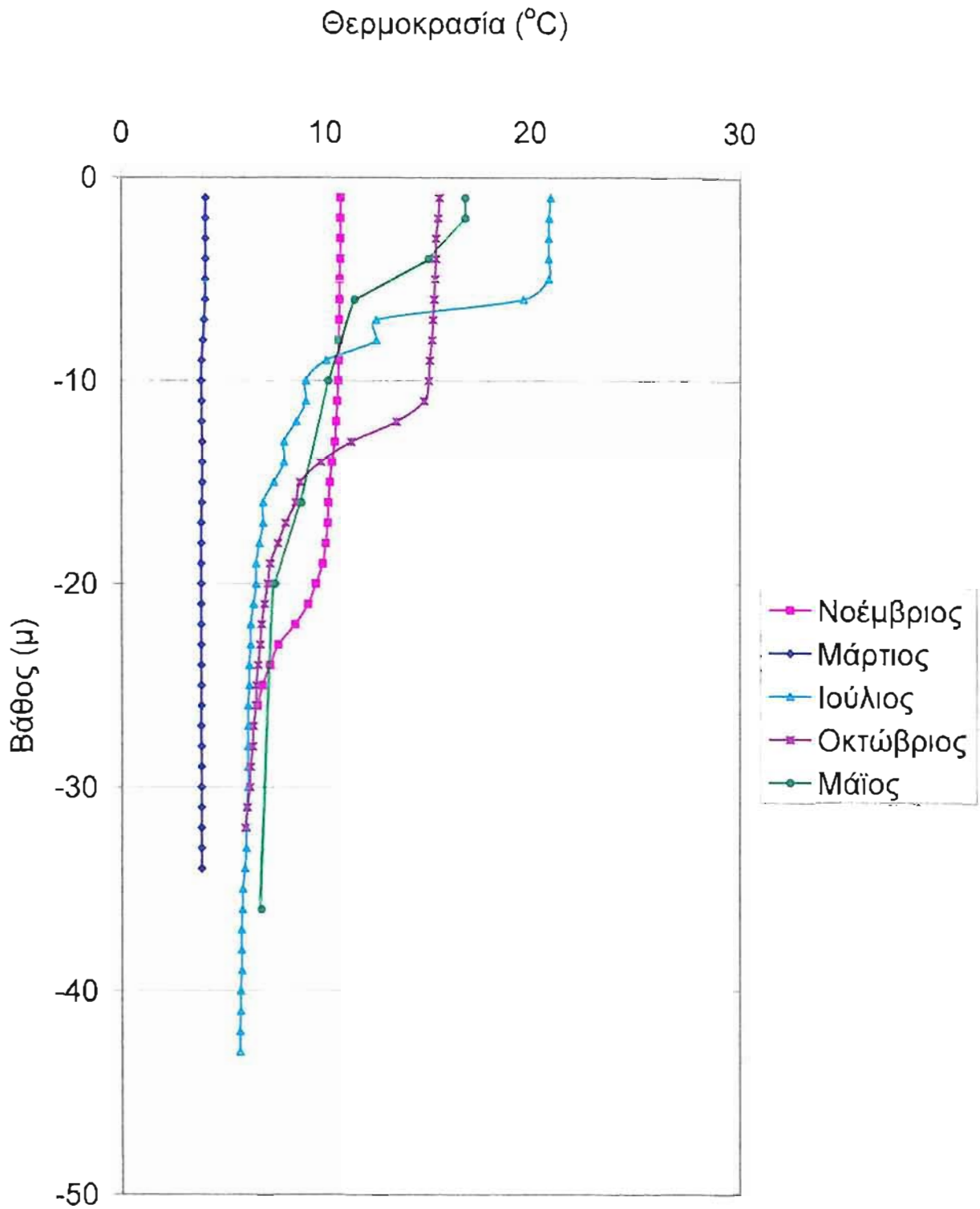
Οι υπό μελέτη ταμιευτήρες γενικά δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα φαινόμενα όσο αφορά τις φυσικές παραμέτρους. Φαίνεται ότι η δυναμική τους κατάσταση επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία που καθορίζει τη δημιουργία του θερμοκλινούς. Οι εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας επίσης ελέγχουν τη στρωμάτωση και τα ρεύματα πυκνότητας. Οι Εικόνες 4 και 5 παρουσιάζουν τη μεταβολή της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας και της διαφάνειας με το βάθος σε ένα σταθμό από κάθε ταμιευτήρα και την εξέλιξη της μεταβολής στο χρόνο. Οι μετρήσεις έγιναν με το όργανο CTD. Επειδή δεν υπήρξαν μετρήσεις με το όργανο αυτό το μήνα Μάιο, δημιουργήθηκαν διαγράμματα θερμοκρασίας για το μήνα αυτό με τιμές από το όργανο HORIBA.

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στις Εικόνες 4 και 5 δείχνουν την πολυπλοκότητα των αλληλοεξαρτήσεων μεταξύ φυσικοχημικών παραμέτρων αλλά δεν επιτρέπουν μία λεπτομερή ερμηνεία των γεωγραφικών διαφορών και των αλλαγών που συντελούνται στο χρόνο. Φαίνεται, ωστόσο, ότι η εμφάνιση του θερμοκλινούς ξεκινά το Μάιο, αυτό παραμένει μέχρι και το Νοέμβριο, και τότε αρχίζει να καταστρέφεται σταδιακά. Τον Ιανουάριο και το Μάρτιο η υδάτινη στήλη είναι ομογενοποιημένη και τα χαρακτηριστικά της είναι πανομοιότυπα για όλο το διάστημα αυτό.

Η διαφορά μεταξύ των δύο ταμιευτήρων έγκειται στο ότι το θερμοκλινές στον ταμιευτήρα του Αώου καταστρέφεται νωρίτερα και δημιουργείται αργότερα σε σχέση με τον ταμιευτήρα του Πουρναρίου καθώς και ότι συχνά η επιφάνεια του ταμιευτήρα αυτού παγώνει. Χαρακτηριστική είναι βέβαια και η διαφορά στο θερμοκρασιακό εύρος, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3 κατά τις διάφορες εποχές δειγματοληψίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη κοντά στα ποτάμια το καλοκαίρι, ενώ το αντίστροφο συμβαίνει το χειμώνα.

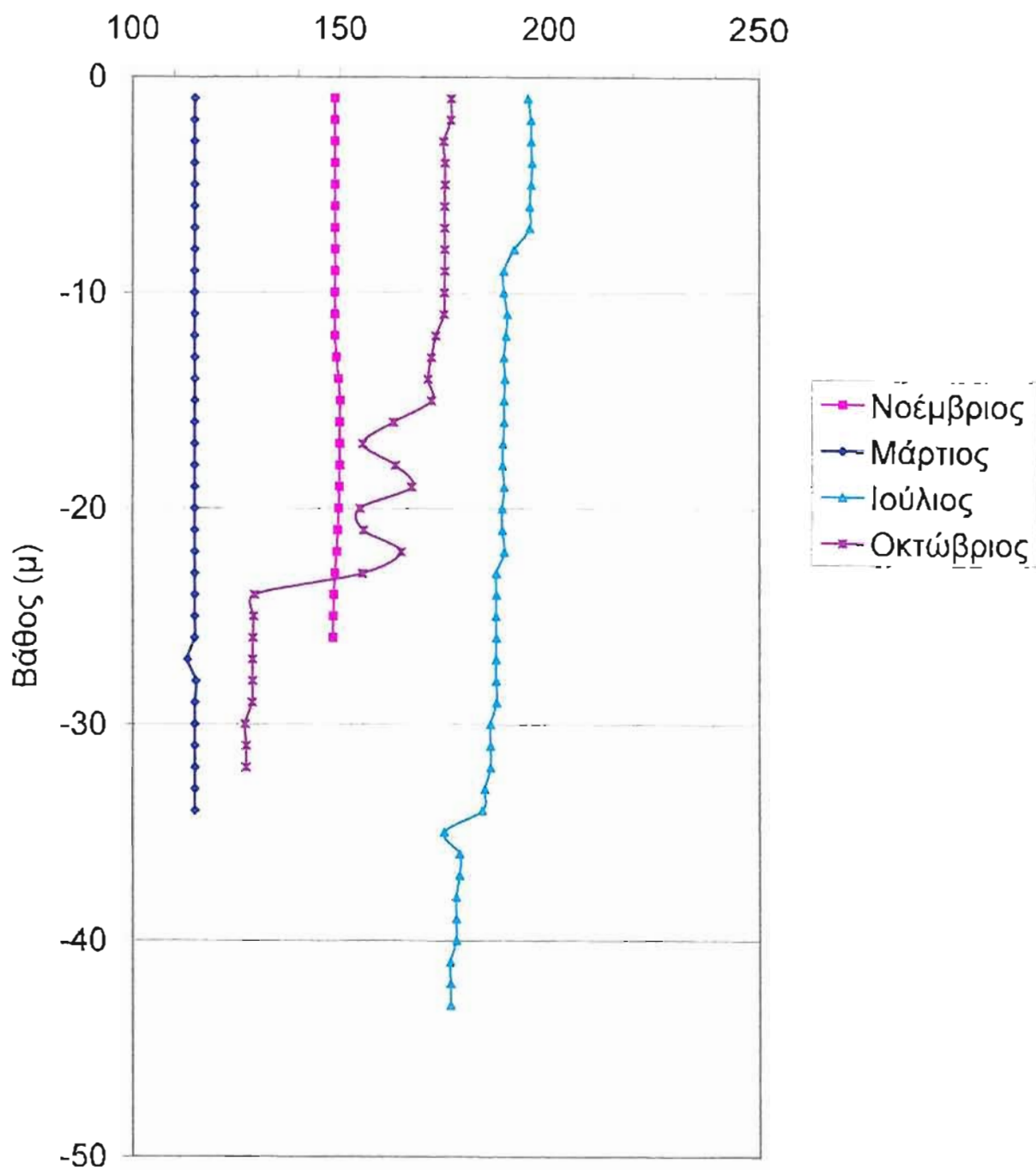
Η αγωγιμότητα είναι τελείως διαφορετική στους δύο ταμιευτήρες. Στον Αώο περιορίζεται μεταξύ 100 και 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ενώ στο Πουρνάρι από 250 μέχρι 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Το γεγονός αυτό μπορεί να αιτιολογηθεί από τη μεγαλύτερη διάβρωση που συμβαίνει στα εδάφη που διατρέχονται από τους ποτάμιους σχηματισμούς που

Εικόνα 4. Κατακόρυφη μεταβολή της θερμοκρασίας, αγωγιμότητας και διαφάνειας στο σταθμό 7 του Αώου στις διάφορες δειγματοληπτικές περιόδους.

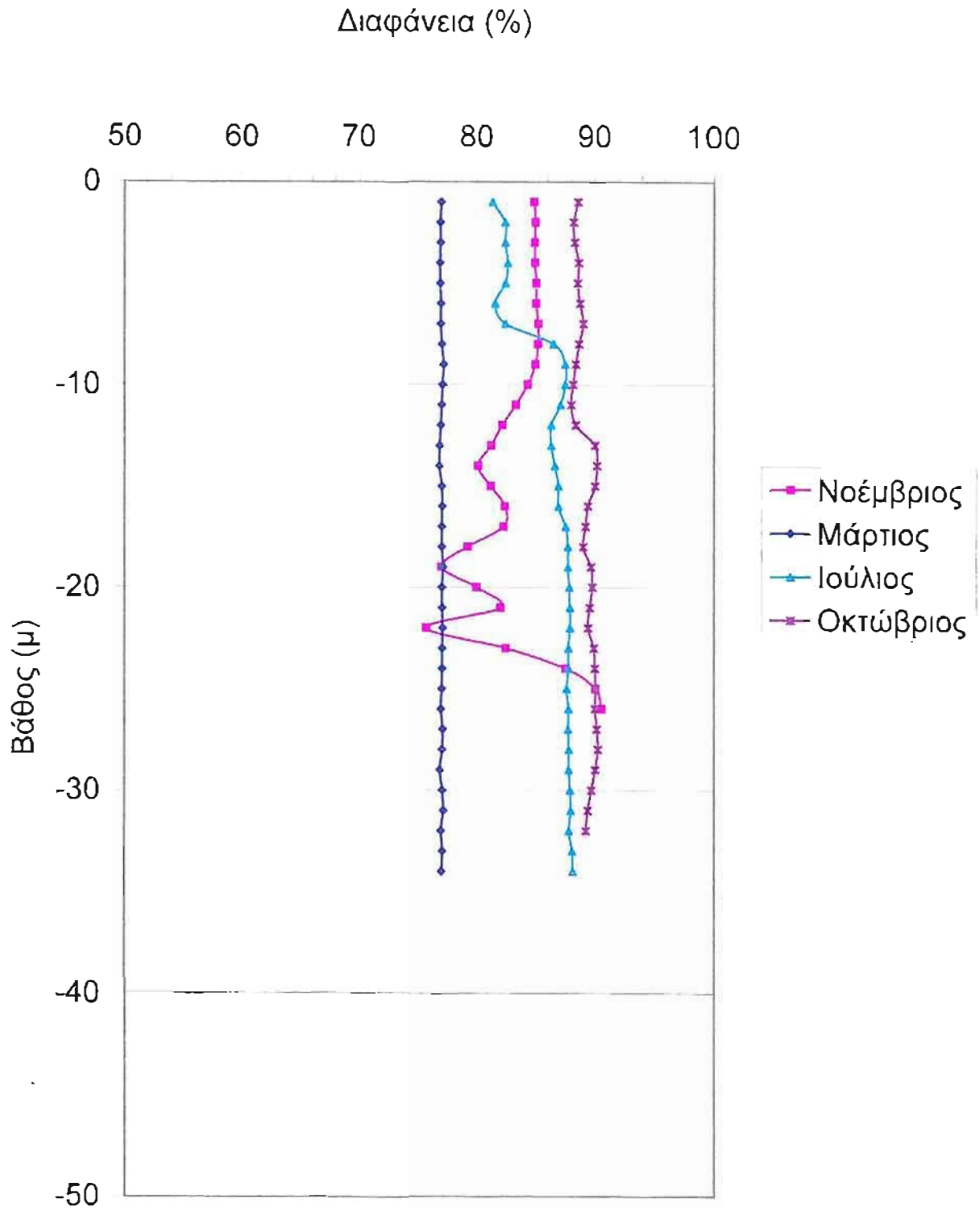


Εικόνα 4. (Συνέχεια)

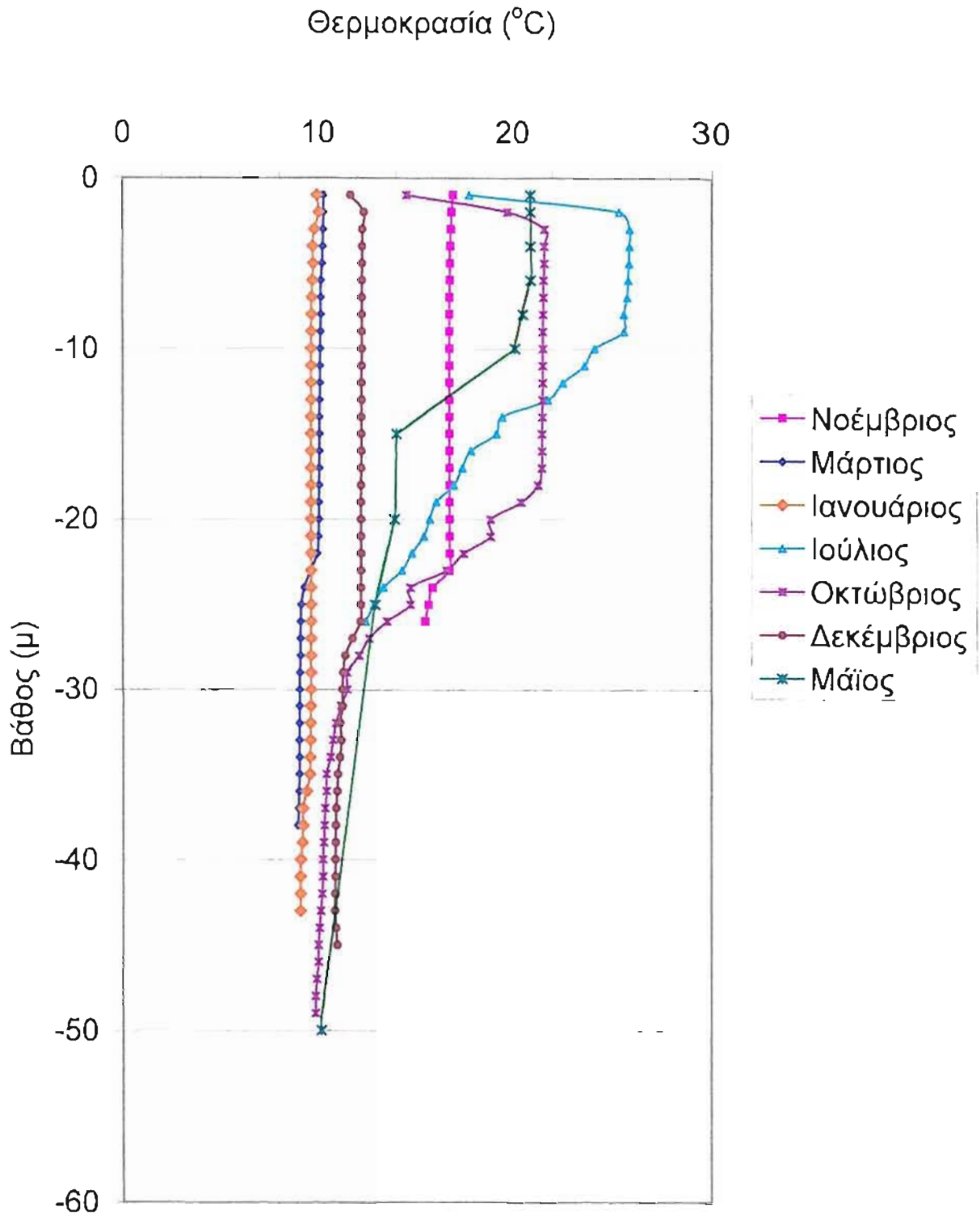
Αγωγιμότητα ($\mu\text{s}/\text{cm}$)



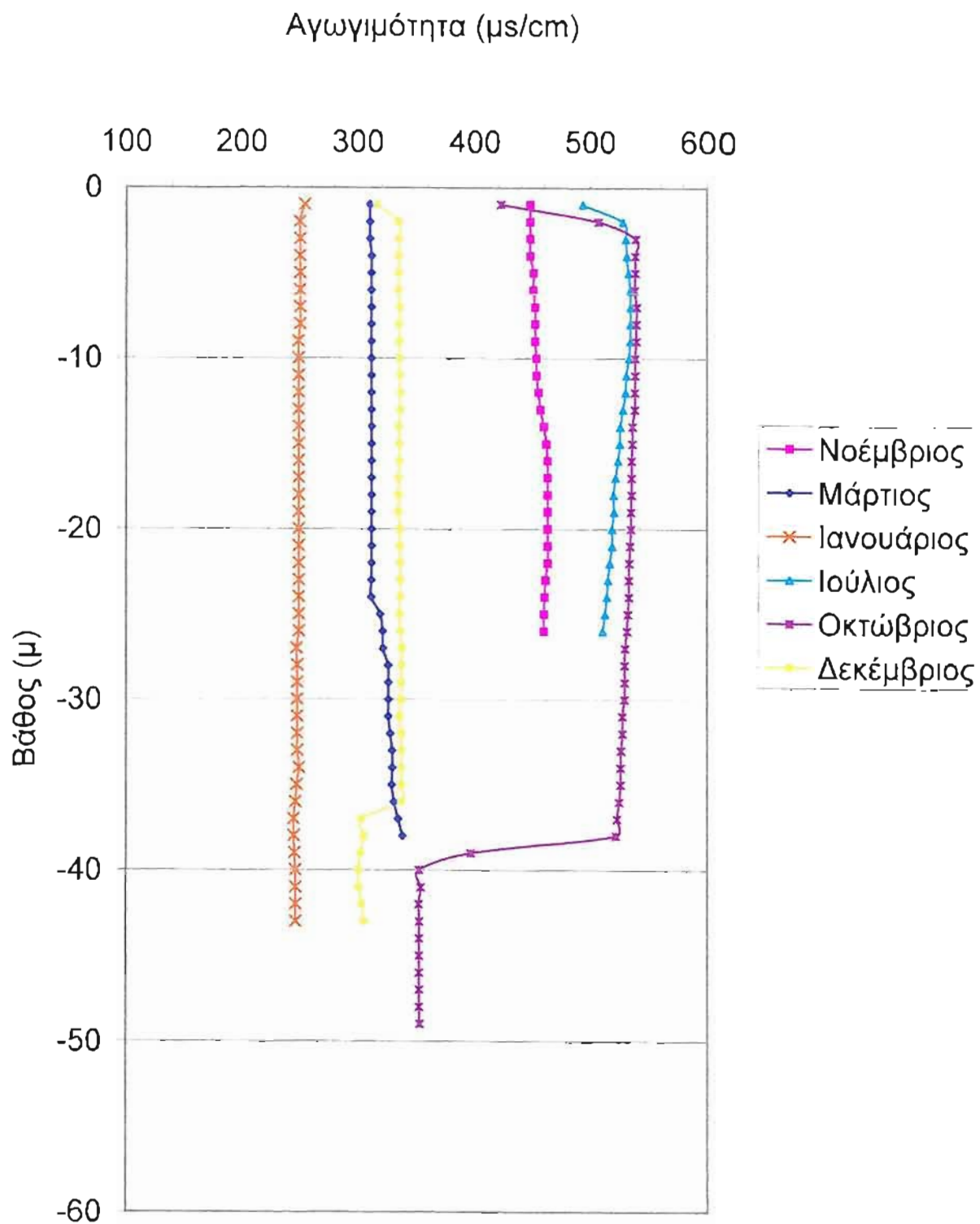
Εικόνα 4. (Συνέχεια)



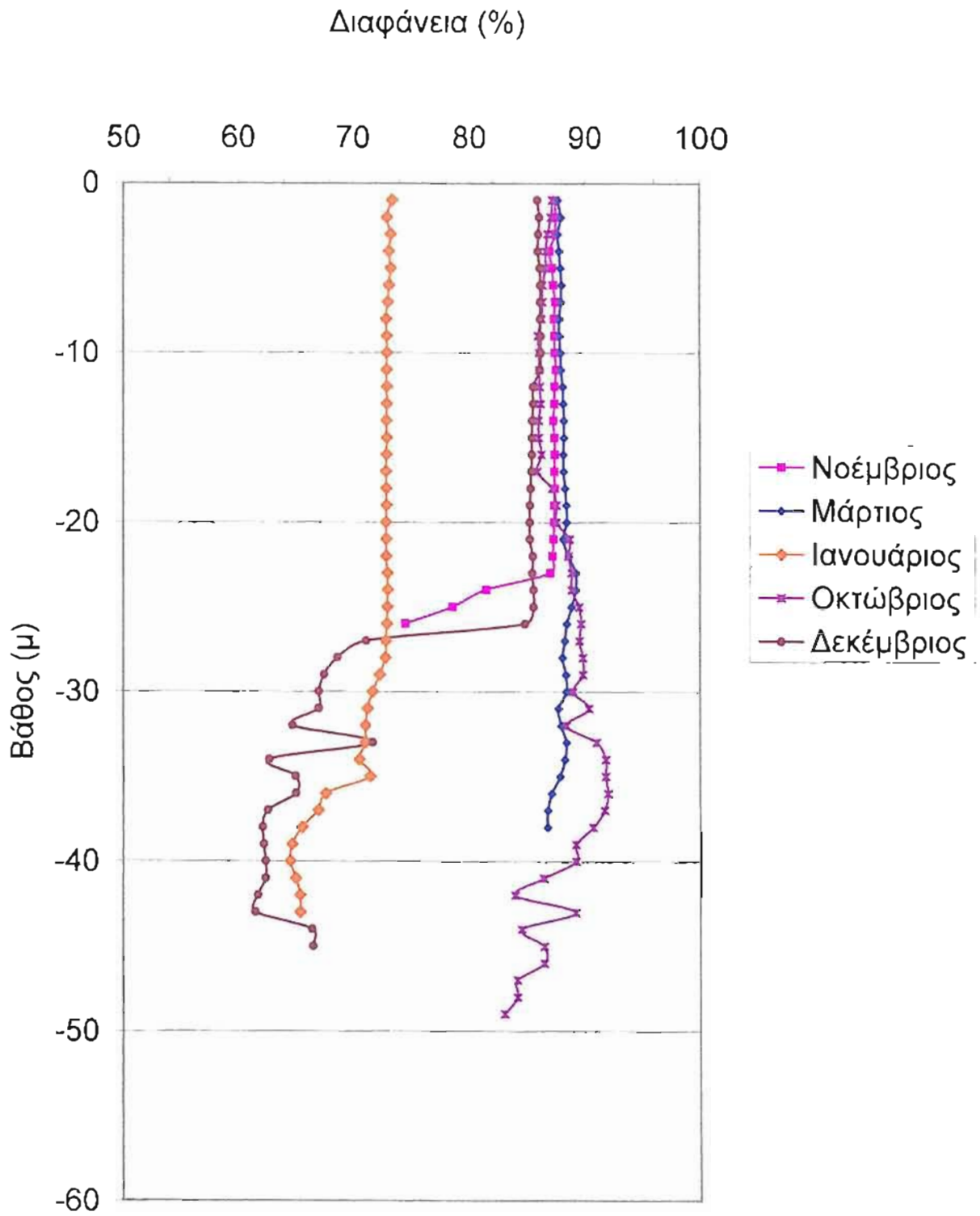
Εικόνα 5. Κατακόρυφη μεταβολή της θερμοκρασίας, αγωγιμότητας και διαφάνειας στο σταθμό 6 του Πουρναρίου στις διάφορες δειγματοληπτικές περιόδους.



Εικόνα 5. (Συνέχεια)



Εικόνα 5. (Συνέχεια)



τροφοδοτούν το Πουρνάρι αλλά και στους διαφορετικούς γεωλογικούς σχηματισμούς του υποβάθρου.

Πίνακας 3. Θερμοκρασιακό εύρος στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου κατά εποχή δειγματοληψίας.

	Θερμοκρασιακό εύρος (°C)	
	Αώος	Πουρνάρι
Νοέμβριος '96	6-11	9-17
Ιανουάριος '97	4-5	9-10
Μάρτιος '97	4-6	9-11
Μάϊος '97	7-18	10-23
Ιούλιος '97	5-21	6-26
Οκτώβριος '97	6-15	10-22
Δεκέμβριος '97	–	11-12

Όσον αφορά τις υπόλοιπες φυσικές παραμέτρους, γενικά παρουσιάζεται μία γεωγραφική κατανομή αναμενόμενη από τη συμπεριφορά της βαθυμετρίας αλλά και της μορφολογίας των ταμιευτήρων. Για παράδειγμα, η θολερότητα αυξάνει με την απόσταση από το φράγμα, δηλαδή όσο πλησιάζουμε προς τα ποτάμια όπου έχουμε περισσότερο αιωρούμενο υλικό. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τις μετρήσεις διαφάνειας με το δίσκο Secchi που παρουσιάζονται ανά σταθμό για τέσσερις δειγματοληπτικές περιόδους στο Παράρτημα IV (δεν υπήρξαν μετρήσεις και στους δύο ταμιευτήρες κατά το μήνα Ιούλιο, και στον ταμιευτήρα του Αώου κατά το μήνα Δεκέμβριο 1997). Πρέπει να σημειωθεί ότι οι μετρήσεις αυτές εμπεριέχουν αρκετή υποκειμενικότητα και είναι ευπαθείς σε μεταβολές της ηλιοφάνειας, και συνεπώς είναι λιγότερο ακριβείς από αυτές της άμεσου μέτρησης της θολερότητας με το CTD.

Πάντως, τα αποτελέσματα και από τις δύο σειρές μετρήσεων δείχνουν για τον Αώο μέγιστη μέση τιμή διαφάνειας κατά το μήνα Σεπτέμβριο και ελάχιστη κατά το μήνα Μάρτιο. Στο Πουρνάρι οι τιμές διαφάνειας ήταν κατά μέσο όρο υψηλότερες από ότι στον Αώο, πιθανόν λόγω χαμηλότερων συγκεντρώσεων πλαγκτού και αιωρούμενου υλικού.

Λόγω προβλημάτων που πρέκυψαν στους αισθητήρες οξυγόνου και pH (ενεργός οξύτητα) στο όργανο CTD κατά τις δειγματοληψίες ορισμένων περιόδων δεν είναι δυνατό να εξαχθούν λεπτομερή συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των παραμέτρων αυτών. Από τα υπάρχοντα όμως δεδομένα που συλλέχθηκαν με το όργανο αυτό, καθώς και επικουρικά στοιχεία που αποκτήθηκαν με το όργανο HORIBA (βλ. Παράρτημα III) φαίνεται ότι τόσο το διαλυμένο οξυγόνο όσο και η ενεργός οξύτητα κυμαίνονταν σε φυσιολογικά για την υδρόβια ζωή επίπεδα.

Παρακάτω συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά των δύο ταμιευτήρων από φυσικοχημική άποψη:

- Η θερμοκρασία αποτελεί τον καθοριστικό φυσικοχημικό παράγοντα και στους δύο ταμιευτήρες διότι διαμορφώνει το ομογενοποιημένο ή και το στρωματοποιημένο λιμναίο νερό. Το θερμοκρασιακό καθεστώς στους ταμιευτήρες εκτός από τις καιρικές συνθήκες διαμορφώνεται και από τις εισροές των ποταμών, από τη λειτουργικότητα του υδροηλεκτρικού σταθμού καθώς και από τη γενικότερη υδρολογική κατάσταση του ταμιευτήρα. Συνήθως οι περιοχές που γεπνιάζουν με τα ποτάμια έχουν χαμηλότερες θερμοκρασίες.
- Οι δύο ταμιευτήρες εμφανίζουν διαφορές στα θερμοκρασιακά τους εύρη αλλά και στη διάρκεια θερμικής στρωμάτωσης τους καλοκαιρινούς μήνες.
- Οι τιμές της ηλεκτραγωγιμότητας παρουσιάζουν εποχιακές και τοπικές διαφοροποιήσεις που πρέπει να αποδοθούν κυρίως στην ποιότητα και στην ποσότητα των νερών που εισρέουν στον ταμιευτήρα, στα φερτά υλικά που κατακλύζουν τον ταμιευτήρα, στο θερμοκρασιακό καθεστώς των νερών που εισρέουν και που υπάρχουν στη λίμνη και στη λειτουργικότητα του υδροηλεκτρικού σταθμού.
- Η διαφάνεια και η διάδοση του φωτός διαφοροποιούνται εποχικά και τοπικά. Κυρίως εξαρτώνται από το αιωρούμενο φερτό υλικό, την πυκνότητα και την αφθονία των πλαγκτονικών οργανισμών.

3.3. Χημικές παράμετροι

3.3.1. Ταμιευτήρας Αώου

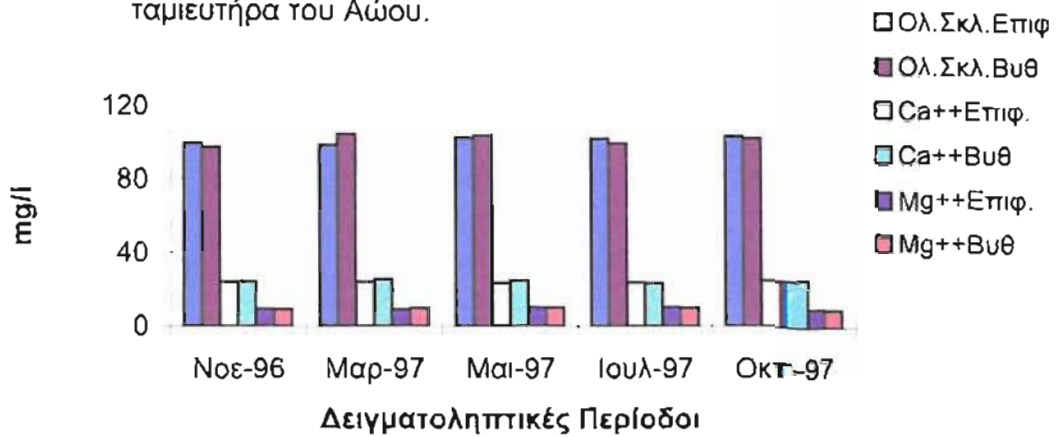
Οι δειγματοληψίες στην τεχνητή λίμνη Αώου έγιναν το Νοέμβριο του 1996 και το Μάρτιο, Μάιο, Ιούλιο και Οκτώβριο του 1997 (οι αντίξοες καιρικές συνθήκες στην περιοχή δεν επέτρεψαν τη δειγματοληψία τους μήνες Ιανουάριο και Δεκέμβριο του 1997). Αναλυτικά αποτελέσματα της επεξεργασίας των δειγμάτων δίνονται στο Παράρτημα V.

Από τα συλλεχθέντα αποτελέσματα, τα νερά της τεχνητής λίμνης του Αώου χαρακτηρίζονται ως μαλακά νερά, με χαμηλές συγκεντρώσεις ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου. Οι τιμές της ολικής σκληρότητας, καθώς και της συγκέντρωσης των ιόντων του Ca^{++} και Mg^{++} δεν παρουσιάζουν έντονες εποχιακές μεταβολές τόσο επιφανειακά, όσο και πλησίον του πυθμένα της λίμνης. Ετσι, οι μέσες τιμές για την ολική σκληρότητα στην επιφάνεια της λίμνης κυμάνθηκαν μεταξύ 98.75 και 103.57 mg/l CaCO_3 , ενώ οι αντίστοιχες τιμές για το Ca^{++} και το Mg^{++} κυμάνθηκαν μεταξύ 23.50 και 25.10 mg/l για το πρώτο και 9.21 και 10.38 mg/l για το δεύτερο (Εικ. 6). Οι τιμές αυτές της σκληρότητας δείχνουν ότι ο ταμιευτήρας του Αώου σε σύγκριση με άλλους ταμιευτήρες στην Ελλάδα περιέχει από τα πλέον μαλακά νερά (βλ. Πίνακα 4).

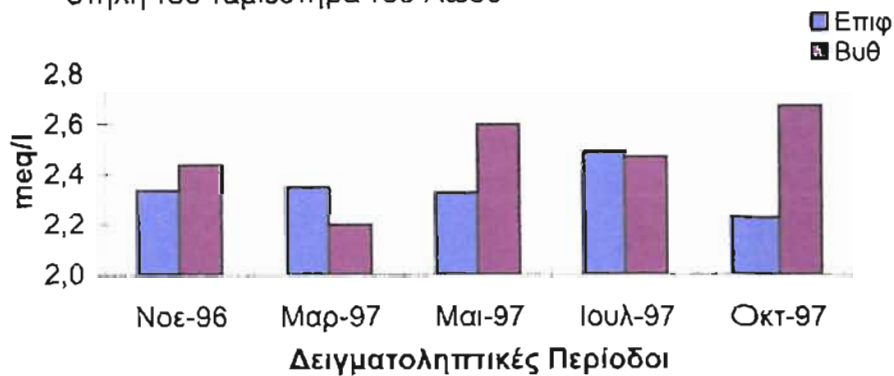
Οι μέσες τιμές της συνολικής αλκαλικότητας κυμάνθηκαν επιφανειακά μεταξύ 2.335 και 2.861 meq/l, ενώ πλησίον του πυθμένα κυμάνθηκαν μεταξύ 2.195 και 2.695 meq/l, χωρίς να είναι εμφανής έντονη, τόσο η κατακόρυφη, όσο και η εποχιακή διακύμανση (Εικ. 7). Τον Μάιο και τον Οκτώβριο, στα επιφανειακά στρώματα της λίμνης, λόγω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης και της μετακίνησης του pH σε υψηλότερες τιμές, βρέθηκε η ανθρακική αλκαλικότητα να κυμαίνεται από 0,408 – 0,780 meq/l και από 0,322 - 1,009 meq/l αντίστοιχα.

Χαμηλές συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν και για τα θειικά άλατα. Οι μέσες επιφανειακές τιμές τους κυμάνθηκαν μεταξύ 0.5 και 6.8 mg/l, ενώ η ίδια περίπτωση διακύμανση παρατηρήθηκε και για τα στρώματα του νερού πλησίον του πυθμένα (Εικ. 8). Οι υψηλότερες τιμές, με εξαίρεση το μήνα Νοέμβριο, όπου οι μετρηθείσες τιμές ήταν υπερδιπλάσιες από αυτές που μετρήθηκαν όλο τον υπόλοιπο χρόνο, παρατηρήθηκαν την άνοιξη με τάση μείωσης τον Οκτώβριο. Οι αυξημένες τιμές στις συγκεντρώσεις των θειικών το μήνα Νοέμβριο είναι πιθανόν να οφείλονται σε

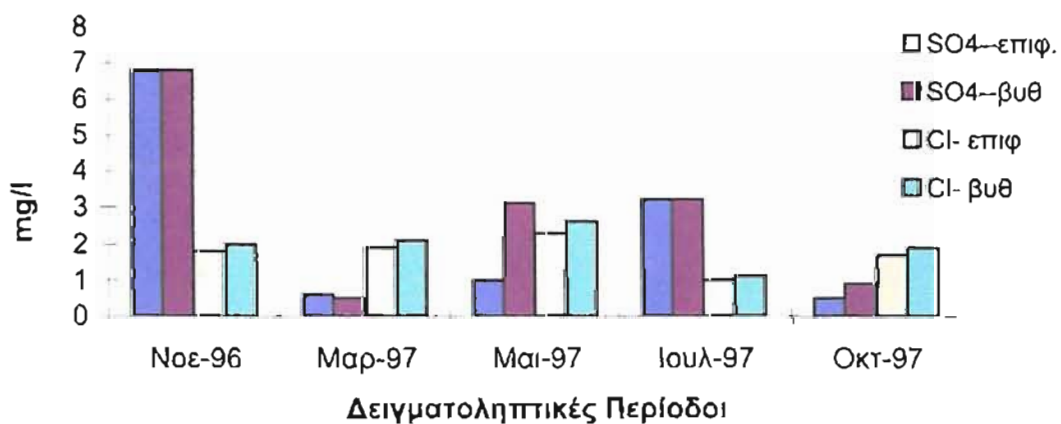
Εικόνα 6. Διακύμανση των μέσων τιμών της ολικής σκληρότητας και της συγκέντρωσης των ιόντων Ca^{++} και Mg^{++} στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα του Αώου.



Εικόνα 7. Διακύμανση των μέσων τιμών της ολικής αλκαλικότητας στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα του Αώου



Εικόνα 8. Διακύμανση των μέσων τιμών των $SO_4=$ και των Cl^- στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα του Αώου.



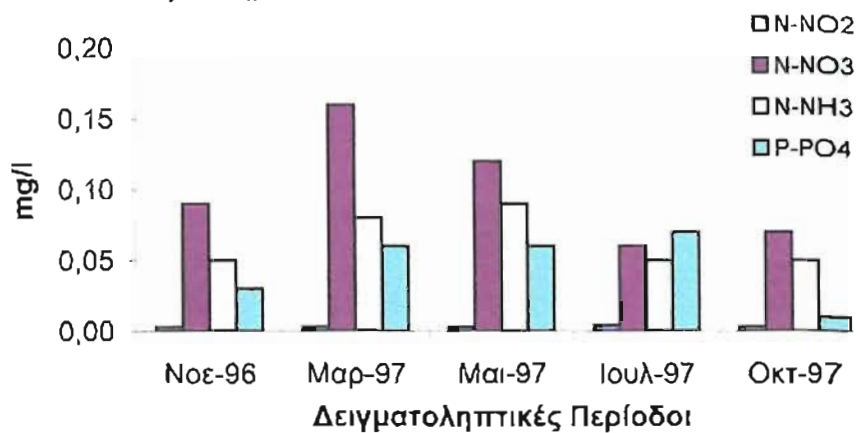
εξωγενή παράγοντα, όπως π.χ. ατμοσφαιρική κατακρήμνιση προερχόμενη από βιομηχανική περιοχή, δηλαδή υδρατμοί εμπλουτισμένοι με θειικά και αζωτούχα συστατικά. Ο πιθανός επηρεασμός της λίμνης από εξωγενείς μακρινούς παράγοντες είναι ένα θέμα που αξίζει να μελετηθεί.

Σε χαμηλά επίπεδα επίσης κυμάνθηκε και η συγκέντρωση του χλωρίου. Οι μέσες επιφανειακές τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 1.0 και 2.3 mg/l, ενώ στον πυθμένα μεταξύ 1.1 και 2.6 mg/l (Εικ. 8).

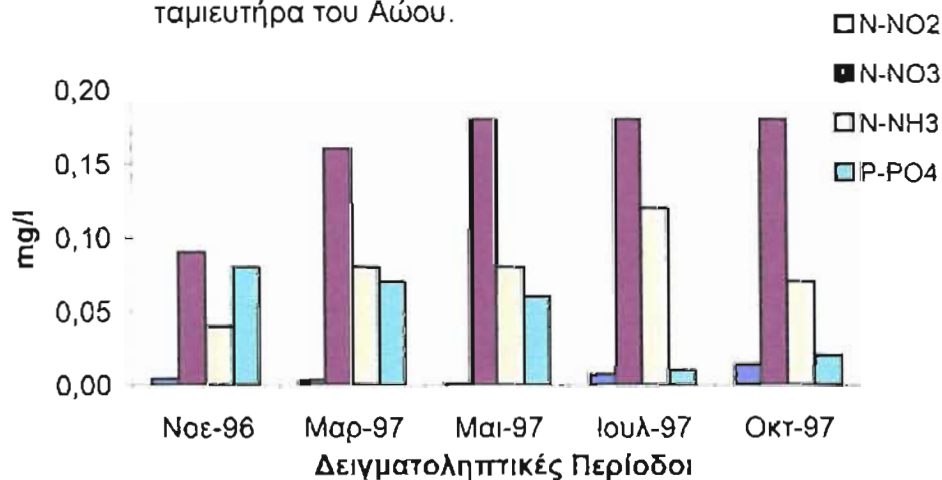
Όσο αφορά τα θρεπτικά άλατα, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα, τόσο στην επιφάνεια όσο και στον πυθμένα της λίμνης (Εικ. 9 και 10). Στην επιφάνεια η διακύμανση σε μέσες τιμές ήταν μεταξύ 0.003 και 0.004 mg/l N-NO₂, ενώ στον πυθμένα μεταξύ 0.001 και 0.014 mg/l N-NO₂. Τα νιτρικά αρχίζουν να αυξάνονται τόσο στα επιφανειακά, όσο και στα βαθύτερα στρώματα της λίμνης, με την αρχή της άνοιξης, εποχή που συμπίπτει με την έναρξη των γεωργικών δραστηριοτήτων, όπως όργωμα και χρήση βασικών λιπασμάτων. Στα επιφανειακά στρώματα τα νιτρικά διακυμάνθηκαν μεταξύ 0.06 και 0.16 mg/l ως N-NO₃, ενώ πλησίον του πυθμένα μεταξύ 0.09 και 0.18 mg/l ως N-NO₃. Τα αμμωνιακά παρουσιάζουν μικρή επιφανειακή αύξηση την περίοδο της λίπανσης των γειτονικών γεωργικών εκτάσεων, όπως επίσης και κατά την επάνοδο κοπαδιών ζώων σε περιοχές γύρω από τη λίμνη, ενώ τον Ιούλιο παρουσιάζεται μία σχετική αύξηση της συγκέντρωσης πλησίον του πυθμένα λόγω της μείωσης του οξυγόνου. Τέλος, και τα φωσφορικά δείχνουν μία αυξητική τάση την περίοδο της άνοιξης και οι μέσες τιμές κυμάνθηκαν στην επιφάνεια μεταξύ 0.01 και 0.06 mg/l P-PO₄, ενώ στα στρώματα πλησίον του πυθμένα μεταξύ 0.01 και 0.08 mg/l P-PO₄.

Παρατηρήθηκε πάντως μία σταδιακή πτώση της συγκέντρωσης των θρεπτικών αλάτων στην επιφάνεια από την άνοιξη προς το φθινόπωρο, ενώ οι συγκεντρώσεις του πυθμένα παρέμειναν σε σχετικά υψηλά επίπεδα χωρίς τάση μείωσης στο διάστημα αυτό. Φαίνεται ότι η σχετικά απότομη άνοδος της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά την άνοιξη και η κατακόρυφη σταθερότητα της υδάτινης μάζας με τη δημιουργία του θερμοκλινούς (βλ. Εικ. 4) εμπόδισε την ανανέωση των θρεπτικών αλάτων στην επιφάνεια που εξαντλήθηκαν κατά την περίοδο της αύξησης των φυτοπλαγκτικών οργανισμών.

Εικόνα 9. Διακύμανση των θρεπτικών συστατικών στην επιφάνεια του ταμιευτήρα του Αώου.



Εικόνα 10. Διακύμανση των θρεπτικών συστατικών πλησίον του πυθμένα στον ταμιευτήρα του Αώου.



3.3.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Μετρήσεις χημικών παραμέτρων σε δείγματα από την επιφάνεια και πλησίον του πυθμένα έγιναν το Νοέμβριο του 1996 και τον Ιανουάριο, Μάρτιο, Μάιο, Ιούλιο, Οκτώβριο και Δεκέμβριο του 1997. Από το μήνα Μάιο 1997 προστέθηκαν δείγματα από το βάθος των 20 μέτρων.

Η τεχνητή λίμνη "Πουρνάρι" χαρακτηρίζεται γενικά από σκληρά νερά. Η ολική σκληρότητα σε μέσες τιμές κυμάνθηκε στην επιφάνεια μεταξύ 172.3 και 269.7 mg/l CaCO₃ και στον πυθμένα μεταξύ 178 και 244.2 mg/l ως CaCO₃, ενώ τα ιόντα του ασβεστίου κυμάνθηκαν από 53.12 έως 82.69 mg/l στην επιφάνεια και από 55.27 έως 75.99 mg/l στα στρώματα του νερού πλησίον του πυθμένα. Τα ιόντα Μαγνησίου, σε μέσες τιμές, κυμάνθηκαν στην επιφάνεια από 9.63 έως 15.37 mg/l, ενώ στον πυθμένα από 8.33 έως 13.22 mg/l (Εικ. 11). Αν και η σκληρότητα είναι μία παράμετρος που συνήθως δεν παρουσιάζει έντονες εποχιακές διακυμάνσεις, οι μετρηθείσες τιμές του Ιανουαρίου ήταν κατά πολύ χαμηλότερες από αυτές που μετρήθηκαν τις άλλες εποχές, γεγονός που μάλλον οφείλεται στη φυσική αραίωση λόγω της εισόδου μεγάλων ποσοτήτων νερού (π.χ βροχόπτωση). Ανάλογη διακύμανση έδειξαν και τα ιόντα του Ca⁺⁺ και του Mg⁺⁺ (Εικ. 12 και 13).

Οι κλιματολογικές συνθήκες και τα έντονα φαινόμενα διάβρωσης που παρατηρούνται στη λεκάνη απορροής είναι πιθανόν να ευθύνονται για τις παρατηρούμενες διακυμάνσεις των χημικών παραμέτρων. Από μετρήσεις μερικών φυσικοχημικών παραμέτρων σε μικρούς χειμάρρους και παραποτάμους που καταλήγουν στη λίμνη φαίνεται ότι υπάρχουν έντονες μεταβολές, τόσο τοπικές όσο και χρονικές. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι ο χημισμός της λίμνης φαίνεται να επηρεάζεται και από την ποσότητα των νερών του ταμιευτήρα του Αώου που διοχετεύονται στον 'Αραχθο.

Την ίδια περίοδο η ολική αλκαλικότητα σε μέσες τιμές κυμάνθηκε στην επιφάνεια μεταξύ 2.465 και 3.770 meq/l και στον πυθμένα μεταξύ 3.043 και 3.905 meq/l, ενώ το Μάιο μήνα, λόγω της φωτοσύνθεσης, και της ως εκ τούτου αύξησης του pH, βρέθηκε και ανθρακική αλκαλικότητα (Εικ. 14).

Τα θειικά άλατα εξαιτίας γειτονικών υπολλειμάτων γύψου, εμφανίζονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Οι μέσες μετρηθείσες τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 37 και 164 mg/l στην επιφάνεια και από 38 έως 170 mg/l πλησίον του πυθμένα. Να σημειωθεί ότι οι

μικρότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν το μήνα Ιανουάριο και οι μεγαλύτερες τους Φθινοπωρινούς μήνες (Εικ. 15).

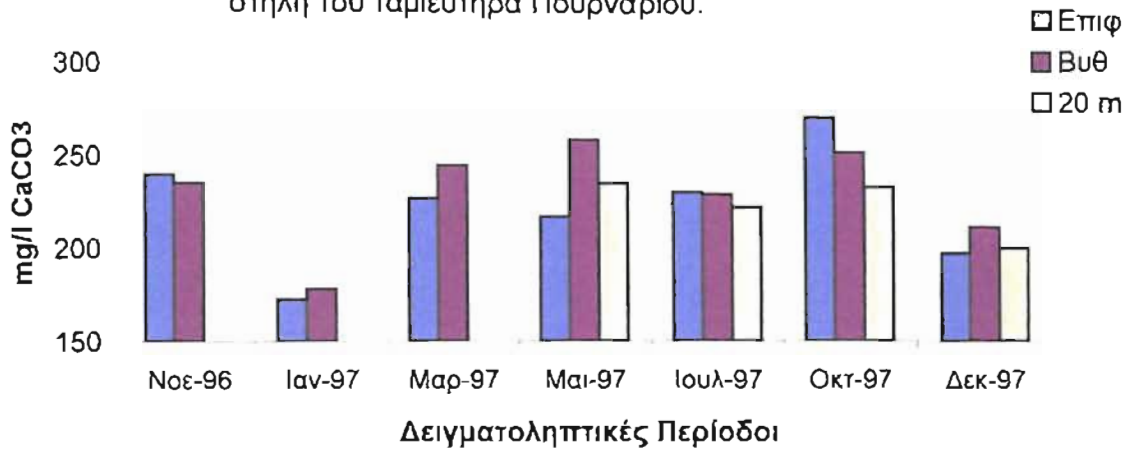
Τα χλωροϊόντα σε μέσες τιμές κυμάνθηκαν από 5.9 έως 8.8 mg/l στην επιφάνεια και από 5.7 έως 9.1 mg/l πλησίον του πυθμένα (Εικ. 16), τα N-NO₂ κυμάνθηκαν από 0.002 έως 0.005 mg/l, στην επιφάνεια και από 0.03 έως 0.010 mg/l πλησίον του πυθμένα (Εικ. 17), τα N-NO₃ από 0.04 έως 0.17 mg/l στην επιφάνεια και από 0.06 έως 0.18 mg/l πλησίον του πυθμένα (Εικ. 18), τα N-NH₃ από 0.02 έως 0.10 mg/l στην επιφάνεια και από 0.02 έως 0.09 mg/l στον πυθμένα(Εικ. 19) ενώ τέλος τα P-PO₄ κυμάνθηκαν από 0.01 έως 0.23 mg/l στην επιφάνεια και από 0.01 έως 0.41 mg/l στα στρώματα πλησίον του πυθμένα (Εικ. 20).

Πίνακας 4. Συγκριτική διακύμανση των συγκεντρώσεων ορισμένων χημικών παραμέτρων στους ταμιευτήρες του Αώου και Πουρναρίου με αυτές του Πολυφύτου και των Κρεμαστών. Παρατίθενται οι τιμές για το επιθυμητό και ανώτερο όριο παραμέτρων φυσικού νερού το οποίο προορίζεται για πόσιμη χρήση (ΦΕΚ 53,20/2/86 & 75/440).

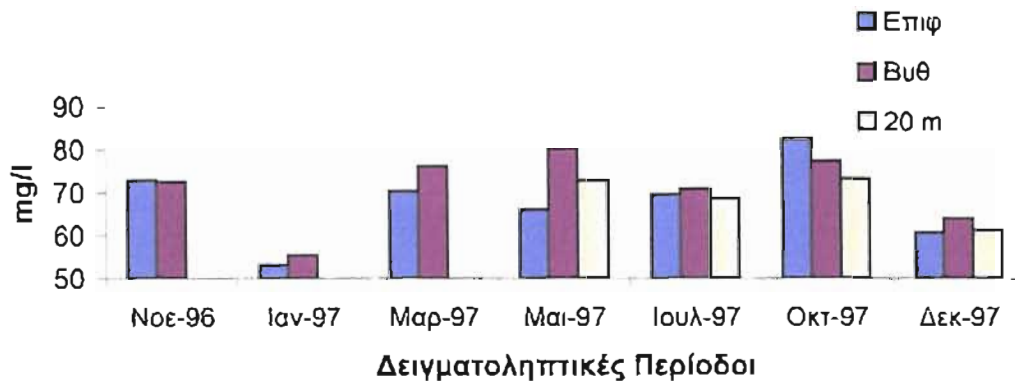
Παράμετροι		Ορια Φυσικού Νερού		Πολύφυτο	Κρεμαστά	Παρούσα μελέτη	
		Επιθυμητά	Ανώτατα			Αώος	Πουρνάρι
Ολική Σκληρότητα	mg/l CaCO ₃	150	-	70-120 (1) 173.7-266.7 (2)	108-150 (4) 110-150 (5)	97.9-104.7	172.3-269.7
Αλκαλικότητα	mg/l CaCO ₃	>30	-	117-215 (3) 142.3-237.1 (2)	110-135 (4) 110-170 (5)	109.7-133.6	122.8-177.7
Χλωροϊόντα	mg/l Cl ⁻	200	200	7-25 (1) 1.7-6.8(2) 0.7-9.6 (3)	5.0-30.0 (4) 6.0-12.8 (5)	1.0-2.6	5.7-9.1
Θειικά	mg/l SO ₄ ⁼	150	250	12-25 (1) 21-34 (2) 8.8-54.8 (3)	2.0-8.0 (4) 8.0-16.0 (5)	0.4-6.8	37-170
N-NO ₃	μg/l	5650	11290	6.5-999 (1) 60-1200 (2) 5-1476 (3)	1-160 (4) 100-360 (5)	60-180	40-180
N-NO ₂	μg/l	-	304	3-34 (1) 2-79 (2) 0-42 (3)	0.7-3.0 (4) 6.0-30.0 (5)	1-14	2-10
N-NH ₄	μg/l	39	390	50-850 (1) 10-380 (2) 8-420 (3)	7.0-43.0 (4) 0-40.0 (5)	40-120	20-100
P-PO ₄	μg/l	173	303	10-260 (2) 10-77 (3)	1.3-2.3 (4) 10-30 (5)	10-80	10-230

(1) Κιλικίδης και συν. (1989), (2) Κουίμτζής και συν. (1993), (3) Κουσουρήs και συν. (1997_a), (4) Νταουλάs και συν. (1987), (5) Κουσουρήs και συν. (1994)

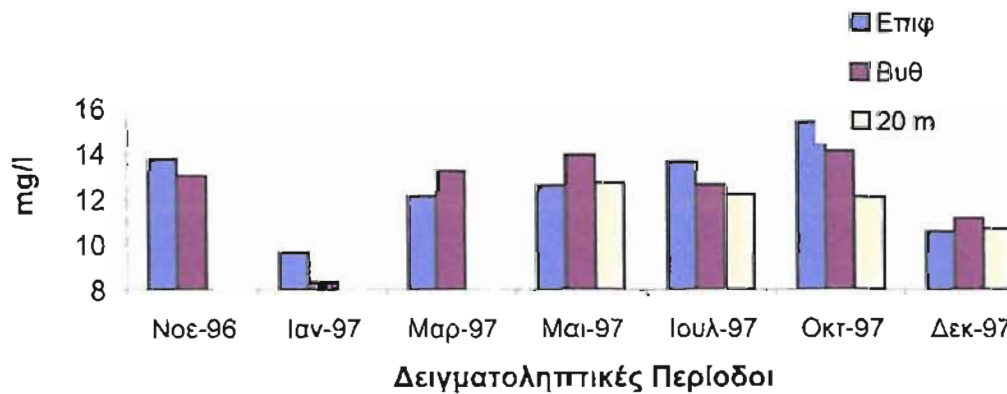
Εικόνα 11. Διακύμανση των μέσων τιμών της ολικής σκληρότητας στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα Πουρναρίου.



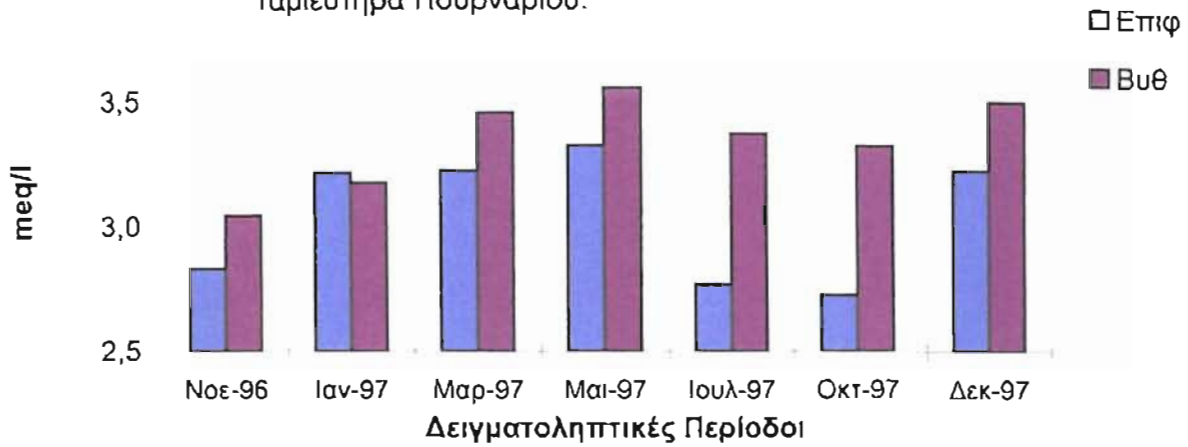
Εικόνα. 12. Διακύμανση των Ca⁺⁺ στον ταμιευτήρα Πουρναρίου.



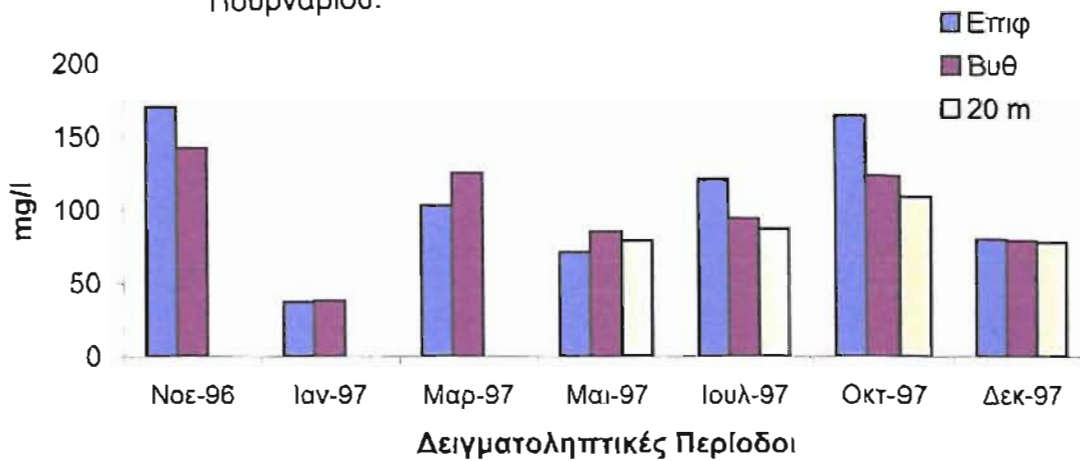
Εικόνα 13. Διακύμανση των Mg⁺⁺ στον ταμιευτήρα Πουρναρίου.



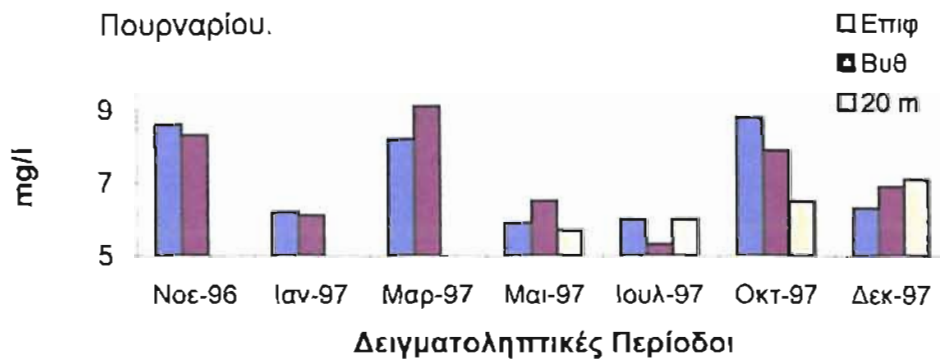
Εικόνα 14. Διακύμανση των μέσων τιμών της ολικής αλκαλικότητας στον ταμιευτήρα Πουρναρίου.



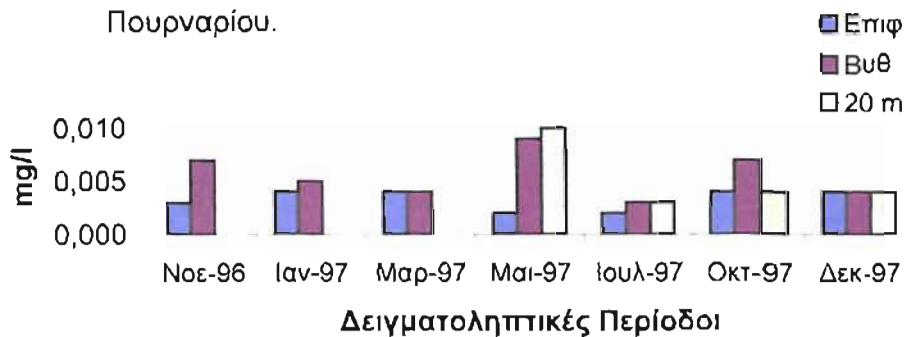
Εικόνα 15. Διακύμανση των θειϊκών ιόντων στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα Πουρναρίου.



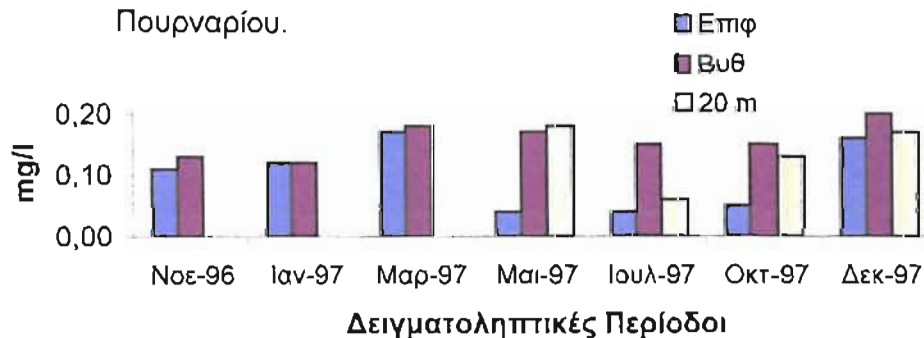
Εικόνα 16. Διακύμανση των χλωροϊόντων στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα Πουρναρίου.



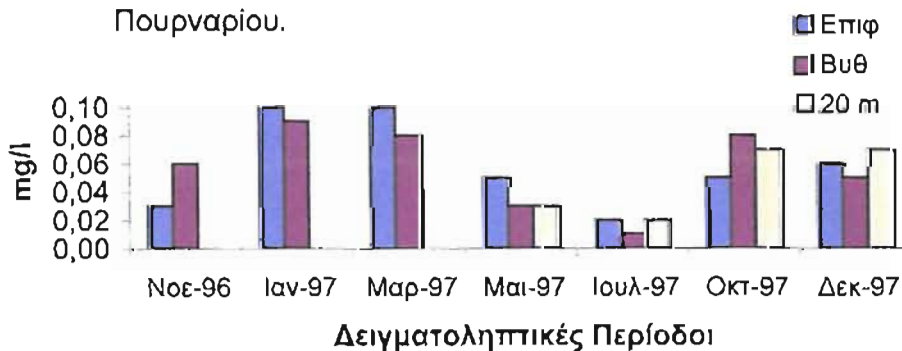
Εικόνα 17. Διακύμανση των νιτρωδών στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα Πουρναρίου.



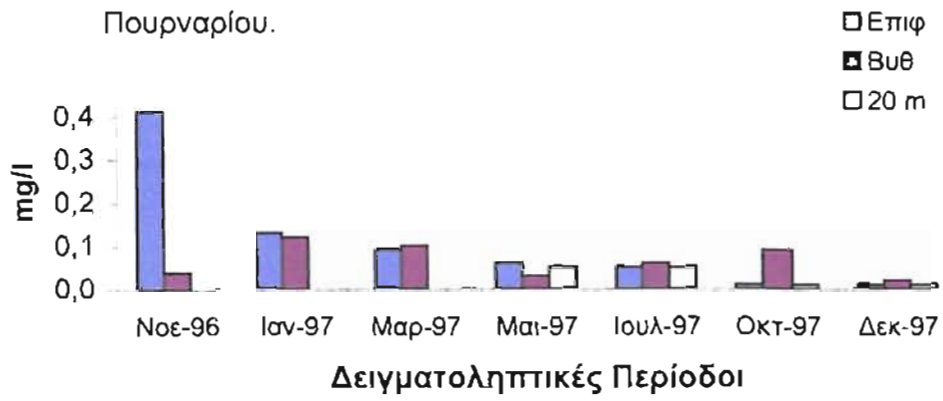
Εικόνα 18. Διακύμανση των νιτρικών στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα Πουρναρίου.



Εικόνα 19. Διακύμανση των αμμωνιακών στην υδάτινη στήλη του ταμιευτήρα Πουρναρίου.



Εικόνα 20. Διακύμανση των φωσφορικών στην υδάτινη στήλη του ταμειευτήρα Πουρναρίου.



3.4. Γεωλογία - Υδροχημεία

Ο ταμιευτήρας του Αώου βρίσκεται μέσα στη γεωτεκτονική ζώνη της Πίνδου. Από πετρολογική άποψη ο ταμιευτήρας και η εγγύς λεκάνη απορροής του χωρίζεται σε δύο τμήματα. Σε ένα τμήμα που καταλαμβάνει και το μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασης του ταμιευτήρα και συνίσταται από φλύσχη, και από ένα τμήμα που περιορίζεται στα βόρεια του ταμιευτήρα και αποτελείται από επωθημένο περιδοτίτη.

Ο ταμιευτήρας του Πουρναρίου ανήκει στην Ιόνιο γεωτεκτονική ζώνη. Η λεκάνη απορροής του συνίσταται από φλύσχη, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50 %, και ασβεστόλιθους στα δυτικά πρηνή της, όπως και στα υψηλότερα σημεία του ανατολικού τμήματος, που ανήκουν στις ζώνες της Πίνδου και Γαβρόβου και είναι καρστικοί.

3.4.1. Ταμιευτήρας Αώου

Ο ταμιευτήρας του Αώου χαρακτηρίζεται από πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων ανόργανων συστατικών. Επίσης, οι εποχιακές διακυμάνσεις των υδροχημικών παραμέτρων είναι πολύ ασθενείς. Εξάιρεση αποτελούν οι συγκεντρώσεις θειϊκών που κατά τη δειγματοληψία του Νοεμβρίου έχουν τιμές υπερτετραπλάσιες του μέσου όρου των τιμών των υπόλοιπων δειγματοληψιών. Τέλος οι χωρικές διακυμάνσεις των υδροχημικών παραμέτρων δεν είναι μεγάλες και δεν παρουσιάζουν κάποια συγκεκριμένη κατανομή. Η απουσία ανθρακικών σχηματισμών στην εγγύς λεκάνη απορροής, η μηδαμινή ανθρωπογενής επιβάρυνση, το μεγάλο υψόμετρο του ταμιευτήρα, η χαμηλή εξατμισιοδιαπνοή και η μεγάλη απόσταση από τη θάλασσα έχουν σαν αποτέλεσμα τις πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων ανόργανων συστατικών στα νερά του ταμιευτήρα. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα δεδομένα της χημικής διερεύνησης του ταμιευτήρα (τμήμα 3.3.1), οι μέσες συγκεντρώσεις του συνόλου των κυρίων ανιόντων είναι μόνο 2,52 mval/l. Ειδικά οι συγκεντρώσεις των χλωριόντων και των θειϊκών (0,052 και 0,054 mval/l αντίστοιχα) θεωρούνται πάρα πολύ χαμηλές και συγκρίσιμες με αυτές πηγαίων νερών. Οι δύο τύποι πετρώματος που δομούν τον ταμιευτήρα και τη λεκάνη απορροής του (φλύσχης και περιδοτίτης) έχουν πολύ διαφορετική γεωχημική σύσταση. Θα ήταν αναμενόμενο, με το δεδομένο της περιορισμένης ανανέωσης νερού και της ασθενούς κυκλοφορίας του μέσα στον ταμιευτήρα, μία αντίστοιχη διαφοροποίηση στην υδροχημική σύσταση. Ωστόσο, δεν παρατηρούνται

τοπικές διαφοροποιήσεις στις συγκεντρώσεις μαγνησίου και οξυανθρακικών ανιόντων που είναι προϊόντα αποσάθρωσης του περιδοτίτη. Συνεπώς, ο ταμιευτήρας παρουσιάζει μία ως επί το πλείστον υδροχημική ομοιογένεια, τόσο χρονικά όσο και χωρικά.

Αντίθετα με τις συγκεντρώσεις των ανόργανων συστατικών του νερού, οι συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα, συγκρίσιμα με αυτά του Πουρναρίου που δέχεται αρκετά σημαντικές ανθρωπογενείς επιδράσεις. Από τα δεδομένα του Πίνακα 14 προκύπτει ότι η μέση συγκέντρωση οργανικού υλικού στο αιωρούμενο υλικό των δύο ταμιευτήρων κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα (0,98 και 0,92 mg/l στο Πουρνάρι και στον Αώο αντίστοιχα). Συνεπώς, φαίνεται ότι τα θρεπτικά στοιχεία στον Αώο προέρχονται από δράσεις αποσύνθεσης οργανικού υλικού φυσικής προέλευσης που όμως είναι ιδιαίτερα έντονες.

Η βιολογική δραστηριότητα φθάνει στο μέγιστο κατά το Μάιο, αλλά εκδηλώνεται και τον Ιούλιο, ακόμη και κατά τον Οκτώβριο, όπως δείχνει η παρουσία ανθρακικών ανιόντων (CO_3^{2-}) στα επιφανειακά στρώματα του ταμιευτήρα. Από την κατά βάρος αναλογία ανόργανου αζώτου/φωσφόρου ($\text{N/P} = 3,9$), κατά την ανοιξιάτικη περίοδο ανάμιξης των νερών, και σύμφωνα με τον OECD (1982), φαίνεται ότι ο περιοριστικός παράγοντας στην παραγωγή φυτικής βιομάζας είναι το άζωτο.

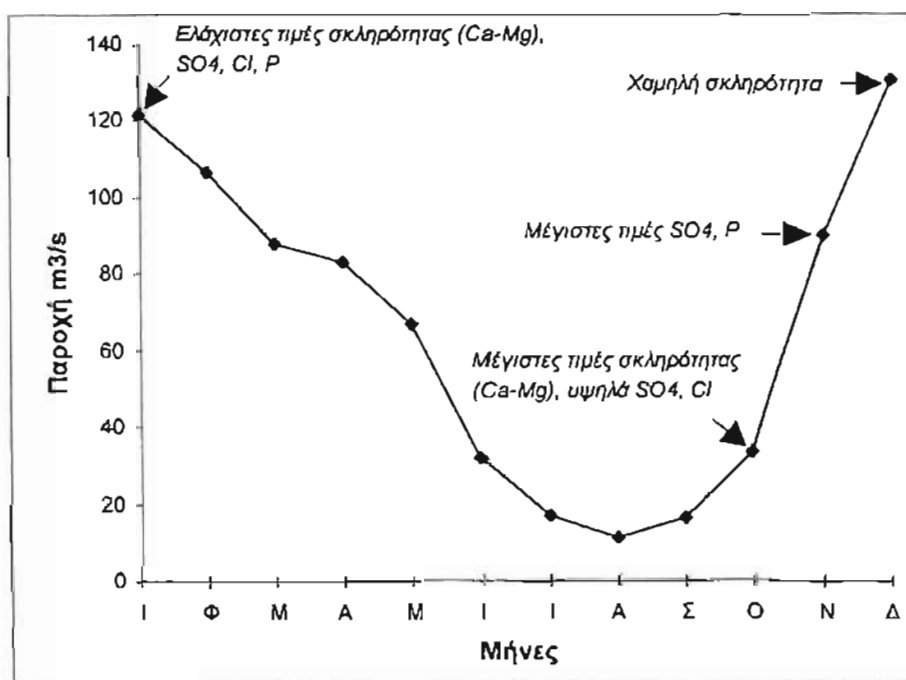
3.4.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Από υδρογεωχημική άποψη ο ταμιευτήρας Πουρναρίου δίνει την εικόνα ενός ποταμού μεγάλου πλάτους και βάθους, μία συνέχεια δηλαδή του ποταμού 'Αραχθου, καθώς οι συγκεντρώσεις των διαλυμένων ανόργανων συστατικών του δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ επιφάνειας και πυθμένα. Επίσης, οι σημαντικές εποχιακές διακυμάνσεις των φυσικοχημικών και χημικών παραμέτρων του νερού υποδηλώνουν την επικράτηση φαινομένων φθινοπωρινού εμπλουτισμού σε διαλυμένα συστατικά και χειμερινής αραίωσης, όπως ακριβώς και στην περίπτωση ενός ποταμού.

Η Εικόνα 21 παριστάνει τη μέση μηνιαία διακύμανση της παροχής του 'Αραχθου στη θέση Πουρνάρι κατά το διάστημα 1950-80. Σημειώνονται επίσης οι υψηλές και οι πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις των υδροχημικών παραμέτρων του ταμιευτήρα που μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια του παρόντος προγράμματος. Κατά τον Οκτώβριο, με τις πρώτες βροχές εκπλένονται τα άλατα που συγκεντρώνονται

στους εδαφικούς πόρους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και εμπλουτίζουν τον ταμιευτήρα. Επιπρόσθετος εμπλουτισμός σε άλατα, και ιδιαίτερα σε ανθρακικά, γίνεται με την εκφόρτιση 'παλαιών' υδάτων καρστικών υδροφορέων, μέσω των μεγάλων πηγών Πραμάντας, Αγναντας και Μελισσουργών (Μερτζάνης 1997). Έτσι ο ταμιευτήρας τον Οκτώβριο εμφανίζει πολύ υψηλές έως μέγιστες συγκεντρώσεις διαλυμένων αλάτων. Φαινόμενα εμπλουτισμού σε άλατα εμφανίζονται και κατά το Νοέμβριο, όμως λιγότερο έντονα καθώς αρχίζουν να επικαλύπτονται από φαινόμενα "αραίωσης". Το Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο οι παροχές του 'Αραχθου φθάνουν στο ετήσιο μέγιστο (Εικ. 21). Έτσι τα φαινόμενα αραίωσης υπερिशύουν και οι συγκεντρώσεις αλάτων στον ταμιευτήρα φθάνουν το ετήσιο ελάχιστο.

Εικόνα 21. Μέση μηνιαία διακύμανση της παροχής του 'Αραχθου στη θέση Πουρνάρι κατά το διάστημα 1950-80 (δεδομένα από Μερτζάνη 1997) - Ακραίες τιμές υδροχημικών παραμέτρων στον ταμιευτήρα σύμφωνα με τις δειγματοληψίες του παρόντος προγράμματος στο διάστημα 1996-97.



Η βιολογική δραστηριότητα στον ταμιευτήρα κατά το Μάιο και τον Ιούλιο παρουσιάζεται αυξημένη με μέγιστο το Μάιο. Ενδείξεις φωτοσυνθετικής δραστηριότητας αλλά λιγότερο έντονης διαφαίνονται και για τον Οκτώβριο. Κατά τους μήνες αυτούς τα επιφανειακά στρώματα του ταμιευτήρα τείνουν να έχουν ελάχιστες τιμές νιτρικών, αμμωνίας, νιτρωδών και φωσφορικών ενώσεων λόγω της

δέσμευσης του αζώτου και του φωσφόρου στη φωτοσύνθεση. Έτσι, οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών ιόντων παρουσιάζουν στη διάρκεια ενός υδρολογικού κύκλου μεγάλες διακυμάνσεις. Αντίθετα, η επιφανειακή διακύμανση των θρεπτικών είναι μικρή και δεν παρουσιάζει κάποια συγκεκριμένη κατανομή. Από την κατά βάρος αναλογία αζώτου/φωσφόρου ($N/P = 3,3$), κατά την ανοιξιάτικη περίοδο ανάμιξης των νερών και σύμφωνα με τον OECD (1982) φαίνεται ότι και εδώ ο περιοριστικός παράγοντας στη φυτική ανάπτυξη είναι το άζωτο. Τα φαινόμενα φωτοσύνθεσης συνοδεύονται από αύξηση του pH των επιφανειακών στρωμάτων με αποτέλεσμα την εμφάνιση ανθρακικών ανιόντων (CO_3^{2-}).

Πάντως, από τη σύγκριση των τιμών της ολικής σκληρότητας και της αλκαλικότητας στα στρώματα της επιφάνειας και του πυθμένα φαίνεται ότι οι διεργασίες φωτοσύνθεσης δεν είναι τόσο έντονες ώστε να διαταράξουν την ισορροπία του συστήματος $CaCO_3-CO_2$, και να προκαλέσουν καθίζηση $CaCO_3$ από τα επιφανειακά στρώματα προς τον πυθμένα. Έτσι, η μέση συγκεντρώσεις της ολικής σκληρότητας (222 mg/l), των οξυανθρακικών (3,12 mval/l) και του ασβεστίου (3,4 mval/l) κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα, λόγω του εμπλουτισμού του ταμιευτήρα με ανθρακικό ασβέστιο από τους καρστικούς υδροφορείς. Γενικά, τα νερά του ταμιευτήρα με 5,43 mval/l ανιόντων χαρακτηρίζονται σαν πολύ πλούσια σε άλατα. Η ολική σκληρότητα παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές στην περιοχή εισροής του Άραχθου σε όλες τις περιόδους δειγματοληψίας. Αντίθετα, η χωρική κατανομή της αλκαλικότητας δεν παρουσιάζει συγκεκριμένες τάσεις. Συνεπώς οι υψηλές τιμές της ολικής σκληρότητας στην είσοδο του ταμιευτήρα οφείλονται σε αυξημένες συγκεντρώσεις θειϊκών.

Η μέση συγκέντρωση θειϊκών ανιόντων στον ταμιευτήρα (2,1 mval/l) θεωρείται πολύ υψηλή σε σύγκριση με τις τιμές άλλων επιφανειακών νερών της χώρας (Skoulikidis *et al.* 1998). Η μεγάλη αυτή συγκέντρωση δεν οφείλεται στην επίδραση θαλάσσιου αεροζόλ, καθώς η μέση συγκέντρωση χλωριόντων στον ταμιευτήρα (0,21 mval/l) βρίσκεται σε κανονικά επίπεδα. Η εποχιακή διακύμανση των θειϊκών παρακολουθεί αυτήν των υπόλοιπων ιόντων αλλά με πολύ εντονότερες αυξομειώσεις στις συγκεντρώσεις τους που φθάνουν έως και το 400 % (Εικ. 15). Από τη χωρική διακύμανση της συγκέντρωσης των θειϊκών στην επιφάνεια φαίνεται ότι, σε όλες τις περιόδους δειγματοληψίας, η κύρια πηγή εμπλουτισμού του ταμιευτήρα σε θειϊκά είναι ο Άραχθος. Στη διάρκεια ενός υδρολογικού κύκλου, οι μέγιστες τιμές θειϊκών παρουσιάζονται κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο

(Εικ. 21), όταν εκδηλώνονται φαινόμενα επιφανειακών εκπλύσεων ή και εκφόρτιση καρστικών υδροφορέων. Επιπρόσθετα μόνο κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο τα επιφανειακά νερά του ταμιευτήρα παρουσιάζονται πιο εμπλουτισμένα σε θειικά ιόντα από τα νερά του πυθμένα. Από τα παραπάνω πιθανολογείται ότι ο εμπλουτισμός του ταμιευτήρα σε θειικά οφείλεται στην ύπαρξη υπολειμματικών γύψων στους Τριαδικούς ασβεστόλιθους του ανατολικού τμήματος της λεκάνης απορροής του Άραχθου. Μία δεύτερη πηγή θειικών ενώσεων είναι τα αστικά λύματα των ανάντη ευρισκομένων κοινοτήτων. Τέλος, μία τρίτη πιθανότητα προέλευσης των θειικών είναι η μεταφερόμενη ατμοσφαιρική ρύπανση από την περιοχή της Πτολεμαΐδας.

Τα επιφανειακά στρώματα της λίμνης παρουσιάζονται κοντά στην είσοδο του Άραχθου εμπλουτισμένα σε χλωριόντα. Τα χλωριόντα όπως και τα θειικά φθάνουν τις μέγιστες συγκεντρώσεις τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο. Επίσης, κατά τους μήνες αυτούς και μόνο, τα επιφανειακά στρώματα της λίμνης είναι πιο εμπλουτισμένα σε χλωριόντα από αυτά του πυθμένα. Από τα δεδομένα αυτά συμπεραίνεται ότι η κύρια πηγή εμπλουτισμού του ταμιευτήρα με χλωριόντα είναι ο Άραχθος. Η πιθανή προέλευση των χλωριόντων στον Άραχθο είναι ανθρωπογενής (αστικά λύματα των ανάντη ευρισκομένων κοινοτήτων) ή/και φυσική (εκπλύσεις χλωριούχου νατρίου μέσα από τα εδαφικά διάκενα, είτε και από την εκφόρτιση των καρστικών πηγών που πιθανά μεταφέρουν προϊόντα διάλυσης υπολειμμάτων Τριαδικών εβαποριτών).

3.4.3. Συμπεράσματα

Το Πουρνάρι και ο Αώος είναι δύο ταμιευτήρες στη δυτική Ελλάδα πάνω στις γεωτεκτονικές ζώνες της Ιονίου και της Πίνδου, με κυρίαρχο πέτρωμα το φλύσχη, αλλά και καρστικούς Τριαδικούς ασβεστόλιθους στο Πουρνάρι και περιδοτίτες στον Αώο. Ο ταμιευτήρας του Αώου που βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο χαρακτηρίζεται 'αλπικού' τύπου με ελάχιστες περιβαλλοντικές οχλήσεις, ενώ το Πουρνάρι, τοποθετημένο στον κάτω ρου του Άραχθου είναι αποδέκτης κάποιων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Τα νερά του Πουρναρίου είναι πολύ πλούσια σε διαλυμένα ανόργανα συστατικά. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων στα νερά του Πουρναρίου οφείλεται σε γεωλογικά, κλιματικά και περιβαλλοντικά αίτια. Τμήμα των νερών που τροφοδοτούν το Πουρνάρι προέρχεται από εκφορτίσεις καρστικών πηγών με νερά μεγαλύτερης σκληρότητας αυτής του φλύσχη. Επιπρόσθετα το

κλίμα της περιοχής Πουρναρίου είναι θερμότερο και η εξατμισιοδιαπνοή εντονότερη με αποτέλεσμα τα νερά της περιοχής αυτής να παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση αλάτων. Τμήμα τέλος της συγκέντρωσης των κύριων ιόντων του ταμιευτήρα Πουρναρίου οφείλονται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (αστικά λύματα, γεωργικές απορροές, κτηνοτροφικές μονάδες).

Οι φυσικές αλπικού τύπου συνθήκες που επικρατούν στον Αώο σε συνδυασμό με την απουσία ανθρακικών πετρωμάτων έχουν σαν αποτέλεσμα τις πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων στοιχείων που είναι συγκρίσιμες με αυτές καθαρών, πηγαίων νερών. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις θρεπτικών και στους δύο ταμιευτήρες είναι παραπλήσιες και στο μεν Πουρνάρι φαίνεται ότι προέρχονται κύρια από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, ενώ στον Αώο από αποικοδόμηση φυσικής προέλευσης οργανικού υλικού. Πάντως και στους δύο ταμιευτήρες περιοριστικός παράγοντας στη φωτοσύνθεση είναι το άζωτο, σε αντίθεση με την πλειοψηφία των Ελληνικών λιμνών (Skoulikidis *et al.* 1998). Από υδρογεωχημική άποψη το Πουρνάρι λειτουργεί περισσότερο σαν ποταμός, με ταχεία ανανέωση των νερών του, με χαρακτηριστικά φαινόμενα τον εμπλουτισμό του σε ανόργανα συστατικά μέσω εδαφικών εκπλύσεων και εκφορτίσεων 'παλαιών' καρστικών νερών κατά το φθινόπωρο και την αραίωση κατά το χειμώνα. Αντίθετα ο Αώος λειτουργεί περισσότερο σαν φυσική λίμνη, με μικρή κινητικότητα υγρών μαζών και μεγαλύτερη χωρο-χρονική ομοιομορφία στην υδροχημική του σύσταση.

3.5. Βιολογικές παράμετροι

3.5.1. Φυτοπλαγκτό

Το φυτοπλαγκτό αποτελεί το σημαντικότερο ή και το μοναδικό πρωτογενή παραγωγό στις τεχνητές λίμνες. Δεσμεύει την ηλιακή ενέργεια και δημιουργεί οργανικά συστατικά (βιομάζα) τα οποία διατίθενται σε οργανισμούς ανώτερων τροφικών επιπέδων όπως είναι το ζωοπλαγκτό, τα ψάρια, τα υδρόβια πτηνά και ο άνθρωπος. Συνεπώς είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την ποιοτική σύσταση του φυτοπλαγκτού (ποιά είδη υπάρχουν) και ποιά είναι η αφθονία του κάθε είδους. Η σύσταση και η αφθονία του φυτοπλαγκτού μπορεί να μεταβάλλεται στο χώρο και στο χρόνο. Παράγοντες που μπορούν να συμβάλλουν σε αυτή τη μεταβολή μπορεί να είναι τα θρεπτικά άλατα που υπάρχουν διαθέσιμα στο νερό, η θερμοκρασία, η διαφάνεια του νερού, η βόσκηση από το ζωοπλαγκτό και, εφόσον υπάρχουν, τα πλαγκτοφάγα ψάρια.

3.5.1.1. Σύσταση και αφθονία

Οι ταξινομικές ομάδες του φυτοπλαγκτού που ταυτοποιήθηκαν σε κάθε δειγματοληπτική περίοδο στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου παρατίθενται αναλυτικά ανά σταθμό στο Παράρτημα VI και συγκεντρωτικά για κάθε ταμιευτήρα στον Πίνακα 5 (με το σύμβολο "+" δείχνεται η σχετική αφθονία των ειδών κάθε ομάδας την ίδια εποχή, όχι όμως συγκριτικά με άλλες εποχές).

Λόγω της ανισοβαρούς κατανομής των ειδών στους διάφορους σταθμούς των ταμιευτήρων, έγινε μία εκτίμηση της συχνότητας παρουσίας κάθε είδους ανά σταθμό και δειγματοληπτική περίοδο. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 6, όπου με διάφορους συμβολισμούς υποδηλώνεται η παρουσία κάθε είδους σε έναν ή περισσότερους σταθμούς.

Συνολικά, προσδιορίστηκαν 25 είδη τα οποία ταξινομούνται σε 6 ομάδες: κυανοβακτήρια (4 είδη), χλωροφύκη (6 είδη), διάτομα (10 είδη), χρυσοφύκη (2 είδη), δινοφύκη (2 είδη), ευγληνοφύκη (1 είδος).

Στους δυο ταμιευτήρες κυριαρχούν τα διάτομα. Κατά την άνοιξη, επικρατέστερο γένος στον Αώο είναι η *Asterionella*, ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο σημαντικότερο σε αφθονία είναι το γένος *Cyclotella*. Αντίστοιχα στο Πουρνάρι κυριαρχεί όλες τις εποχές η *Cyclotella*, ενώ σημαντική συγκέντρωση εμφανίζει το γένος *Nitzschia* από τον Ιούλιο μέχρι και το Δεκέμβριο. Με μικρότερο αριθμό ειδών αλλά σε σχετικά σημαντική ποσότητα ακολουθούν τα δινοφύκη, που παρουσιάζονται σχεδόν με την ίδια συχνότητα και στους δυο ταμιευτήρες. Ως λιγότερο άφθονες ομάδες παρουσιάζονται τα κυανοβακτήρια, χλωροφύκη, χρυσοφύκη και ευγληνοφύκη. Η μειωμένη εκπροσώπηση των χρυσοφυκών και χλωροφυκών πιθανόν να επηρεάζεται και από το γεγονός ότι τα κύτταρα αυτών των οργανισμών εύκολα καταστρέφονται κατά τη συντήρηση και μεταφορά των δειγμάτων.

Εγινε προσπάθεια ποσοτικής ανάλυσης του φυτοπλαγκτού των δύο ταμιευτήρων με υπολογισμό της πυκνότητας των ατόμων κάθε είδους σε ένα μόνο σταθμό κάθε δειγματοληπτική περίοδο. Τα αποτελέσματα δίνονται στους Πίνακες 7 και 8. Φαίνεται ότι στον Αώο υπάρχει σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης φυτοπλαγκτού κατά την άνοιξη με τιμές που υπερβαίνουν τα 3000 άτομα/λίτρο κατά το μήνα Μάιο, μέγιστη συγκέντρωση το μήνα Ιούλιο (15021 άτομα/λίτρο) και σημαντική ελάττωση

Πίνακας 5. Σύσταση, σχετική αφθονία και εποχιακή μεταβολή της αφθονίας του φυτοπλαγκτού στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου.

ΑΩΟΣ

ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ & ΕΙΔΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (μήνας / έτος)			
	3/97	5/97	7/97	10/97
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ <i>Anabaenopsis</i> sp. <i>Aphanizomenon</i> sp. <i>Chroococcus limneticus</i> <i>Spirulina</i> sp.		+		+
ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ <i>Closterium</i> sp. <i>Diplococcus</i> sp. <i>Pediastrum</i> sp. <i>Scendesmus</i> sp. <i>Staurastrum tetracerum</i> <i>Spirogyra</i> sp.	+			+
ΔΙΑΤΟΜΑ <i>Asterionella</i> sp. <i>Cyclotella</i> sp. <i>Flagilaria</i> sp. <i>Gyrosigma</i> sp. <i>Melosira</i> sp. <i>Navicula</i> sp. <i>Nitzschia</i> sp. <i>Surirella</i> sp. <i>Synedra</i> sp.	+++ ++ + + + + +	+ +++ + + + + +	+ +++ + + + + +	++ +++ + + + + +
ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ <i>Dinobryon</i> sp. <i>Mallomonas</i> sp.				+
ΔΙΝΟΦΥΚΗ <i>Ceratium</i> sp. <i>Peridinium</i> sp.	+	+ +	++ +	++ +
ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ <i>Phacus longicauda</i>				+

Πίνακας 5. (Συνέχεια)

ΠΟΥΡΝΑΡΙ

ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ & ΕΙΔΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (μήνας / Έτος)				
	3/97	5/97	7/97	9/97	12/97
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ					
<i>Anabaenopsis</i> sp.			+	+	
<i>Aphanizomenon</i> sp.			+	+	+
<i>Chroococcus limneticus</i>			+	+	
<i>Spirulina</i> sp.					+
ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ					
<i>Closterium</i> sp.					
<i>Diplococcus</i> sp.					
<i>Pediastrum</i> sp.			+	+	+
<i>Scendesmus</i> sp.				+	
<i>Staurastrum tetracerum</i>			+	+	
<i>Spirogyra</i> sp.					
ΔΙΑΤΟΜΑ					
<i>Asterionella</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella</i> sp.	+++	+++	+++	+++	++
<i>Flagilaria</i> sp.	+	++	+	+	
<i>Gyrosigma</i> sp.					
<i>Melosira</i> sp.			+	+	
<i>Navicula</i> sp.	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i> sp.	+	+	++	++	++
<i>Surirella</i> sp.			+		
<i>Synedra</i> sp.		+		+	
ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ					
<i>Dinobryon</i> sp.	+			+	
<i>Mallomonas</i> sp.	+				
ΔΙΝΟΦΥΚΗ					
<i>Ceratium</i> sp.	+		++	++	+
<i>Peridinium</i> sp.	+	+	+	+	
ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ					
<i>Phacus longicauda</i>					

Πίνακας 6. Συχνότητα παρουσίας των ειδών φυτοπλαγκτού στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου. Οι παρακάτω συμβολισμοί δείχνουν τον αριθμό των σταθμών στους οποίους βρέθηκε ένα συγκεκριμένο είδος κάθε εποχή δειγματοληψίας: ★ σε ένα ή δύο σταθμούς, + σε τρεις σταθμούς, ◆ σε τέσσερις σταθμούς, και ▼ σε πέντε ή περισσότερους σταθμούς.

ΑΩΟΣ

ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ & ΕΙΔΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (μήνας / έτος)			
	3/97	5/97	7/97	10/97
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ <i>Anabeopsis</i> sp. <i>Aphanizomenon</i> sp. <i>Chroococcus limneticus</i> <i>Spirulina</i> sp.		★		★
ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ <i>Closterium</i> sp. <i>Diplococcus</i> sp. <i>Pediastrum</i> sp. <i>Scendesmus</i> sp. <i>Staurastrum tetracerum</i> <i>Spirogyra</i> sp.	★		★	★ + ★
ΔΙΑΤΟΜΑ <i>Asterionella</i> sp. <i>Cyclotella</i> sp. <i>Flagilaria</i> sp. <i>Gyrosigma</i> sp. <i>Mellosira</i> sp. <i>Naviculla</i> sp. <i>Nitzschia</i> sp. <i>Suirella</i> sp. <i>Synedra</i> sp.	▼ + ▼ ★ ★ ▼ ★	▼ ▼ ▼ ◆ ▼ +	+ ▼ ▼ + ◆ ▼ ★	▼ ▼ ▼ + ▼ ★ ◆
ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ <i>Dinobryon</i> sp. <i>Mallomonas</i> sp.				★
ΔΙΝΟΦΥΚΗ <i>Ceratium</i> sp. <i>Peridinium</i> sp.	▼	▼	▼ ★	▼ ★
ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ <i>Phacus longicauda</i>				★

Πίνακας 6. (Συνέχεια)

ΠΟΥΡΝΑΡΙ

ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ & ΕΙΔΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (μήνας / έτος)				
	3/97	5/97	7/97	9/97	12/97
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ					
<i>Anabeopsis</i> sp.					★
<i>Aphanizomenon</i> sp.				★	
<i>Chroococcus limneticus</i>			★	▼	
<i>Spirulina</i> sp.					★
ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ					
<i>Closterium</i> sp.					
<i>Diplococcus</i> sp.					
<i>Pediastrum</i> sp.			★	+	★
<i>Scendesmus</i> sp.				◆	★
<i>Staurastrum tetracerum</i>			★		
<i>Spirogyra</i> sp.					
ΔΙΑΤΟΜΑ					
<i>Asterionella</i> sp.	▼	+		◆	★
<i>Cyclotella</i> sp.	+	▼	◆	▼	◆
<i>Flagellaria</i> sp.	▼	◆	★	◆	★
<i>Gyrosigma</i> sp.					★
<i>Mellosira</i> sp.			★	★	★
<i>Naviculla</i> sp.	+	▼	+	◆	+
<i>Nitzschia</i> sp.	▼	◆	◆	▼	◆
<i>Surirella</i> sp.					
<i>Synedra</i> sp.		▼		+	
ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ					
<i>Dinobryon</i> sp.	+			+	
<i>Mallomonas</i> sp.	★				
ΔΙΝΟΦΥΚΗ					
<i>Ceratium</i> sp.	★		◆	▼	★
<i>Peridinium</i> sp.	+	★	★	★	
ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ					
<i>Phacus longicauda</i>					

Πίνακας 7. Ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτού στο σταθμό 7 του ταμιευτήρα του Αώου.

ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ & ΕΙΔΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (μήνας / έτος)			
	3/97	5/97	7/97	10/97
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ				
<i>Anabaenopsis</i> sp.	-	-	-	-
<i>Aphanizomenon</i> sp.	-	-	-	-
<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	-	-
<i>Spirulina</i> sp.	-	-	-	-
ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ				
<i>Closterium</i> sp.	x	-	-	x
<i>Diplococcus</i> sp.	-	-	-	-
<i>Pediastrum</i> sp.	-	-	x	x
<i>Scendesmus</i> sp.	-	-	-	-
<i>Staurastrum tetracerum</i>	-	-	-	-
<i>Spirogyra</i> sp.	x	-	-	-
ΔΙΑΤΟΜΑ				
<i>Asterionella</i> sp.	1482	2	2	292
<i>Cyclotella</i> sp.	780	3160	14923	1381
<i>Flagilaria</i> sp.	95	x	x	x
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	x
<i>Melosira</i> sp.	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	x	-	15	x
<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	12	x
<i>Surirella</i> sp.	-	-	-	-
<i>Synedra</i> sp.	x	-	x	x
ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ				
<i>Dinobryon</i> sp.	-	-	-	-
<i>Mallomonas</i> sp.	-	-	-	-
ΔΙΝΟΦΥΚΗ				
<i>Ceratium</i> sp.	x	x	65	49
<i>Peridinium</i> sp.	-	-	-	x
ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ				
<i>Phacus longicauda</i>	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	2366	3167	15021	1742

Η αφθονία υποδηλώνεται με αριθμούς ατόμων ανά λίτρο (x = 1-10 άτομα/λίτρο)

Πίνακας 8. Ποσοτική ανάλυση φυτοπλαγκτού στο σταθμό 6 του ταμιευτήρα Πουρναρίου.

ΤΑΞΙΝΟΜΙΚΕΣ ΟΜΑΔΕΣ & ΕΙΔΗ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ (μήνας / έτος)				
	3/97	5/97	7/97	9/97	12/97
ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ					
<i>Anabaenopsis</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Aphanizomenon</i> sp.	-	-	-	x	-
<i>Chroococcus limneticus</i>	-	-	x	x	-
<i>Spirulina</i> sp.	-	-	-	-	-
ΧΛΩΡΟΦΥΚΗ					
<i>Closterium</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Diplococcus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Pediastrum</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Scendesmus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum tetracerum</i>	-	-	-	-	-
<i>Spirogyra</i> sp.	-	-	-	-	-
ΔΙΑΤΟΜΑ					
<i>Asterionella</i> sp.	11	x	x	x	x
<i>Cyclotella</i> sp.	1257	3136	4328	4576	60
<i>Flagilaria</i> sp.	x	-	x	-	-
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Melosira</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp.	-	-	x	x	x
<i>Nitzschia</i> sp.	172	x	42	x	25
<i>Surirella</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i> sp.	x	x	-	-	-
ΧΡΥΣΟΦΥΚΗ					
<i>Dinobryon</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Mallomonas</i> sp.	-	-	-	-	-
ΔΙΝΟΦΥΚΗ					
<i>Ceratium</i> sp.	x	-	73	54	x
<i>Peridinium</i> sp.	-	-	-	-	-
ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΚΗ					
<i>Phacus longicauda</i>	-	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	1449	3145	4449	4647	88

Η αφθονία υποδηλώνεται με αριθμούς ατόμων ανά λίτρο (x = 1-10 άτομα/λίτρο)

το μήνα Οκτώβριο (1742 άτομα/λίτρο). Αντίστοιχα στο Πουρνάρι η μέγιστη αφθονία των κυττάρων είναι μικρότερη από εκείνη του Αώου (4647 άτομα/λίτρο κατά το τέλος Σεπτεμβρίου), αλλά η αφθονία διατηρείται στα ίδια περίπου επίπεδα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Ιούλιος-Οκτώβριος), ενώ ελαττώνεται δραματικά κατά τη διάρκεια του χειμώνα (88 άτομα/λίτρο).

3.5.1.2. Τροφική κατάσταση των ταμιευτήρων

Για την τροφική κατάσταση των νερών μελετώνται μεταξύ των άλλων η παρουσία και η αφθονία ορισμένων ομάδων (Hutchinson 1967). Από αυτές τις ομάδες, η παρουσία των Συζυγών (*Closterium* sp.) υποδηλώνουν υπερ-ολιγοτροφικές συνθήκες. Και στους δύο ταμιευτήρες υπάρχει μειωμένη παρουσία Συζυγών. Ορισμένα από τα χρυσοφύκη, ιδιαιτέρως το *Dinobryon* sp., επίσης χαρακτηρίζουν ολιγοτροφικά περιβάλλοντα (Kristiansen 1986). Στον Αώο και στο Πουρνάρι υπάρχει παρουσία *Dinobryon* sp.

Τόσο από τον Αώο, όσο και από το Πουρνάρι απουσιάζουν είδη των κυανοβακτηρίων που χαρακτηρίζουν τον ευτροφισμό. Γενικά, η σύνθεση των ειδών και η αφθονία με την οποία βρέθηκαν χαρακτηρίζουν ολιγοτροφικά νερά (Whitton 1973).

Τα πιο πάνω δεδομένα συμφωνούν με εκείνα που έχουν βρεθεί παλαιότερα σε άλλες τεχνητές λίμνες, όπως τα Κρεμαστά (Νταουλάς και συν. 1987) και ο Ταυρωπός (Μουστάκα-Γούνη 1994), καθώς και άλλοι ταμιευτήρες της Δυτικής Ελλάδας (Κουσουρή και συν. 1997_β).

3.5.1.3. Κατακόρυφη κατανομή

Τα αποτελέσματα των στρωματοποιημένων δειγματοληψιών (ανά 5 m) δίνονται στο Παράρτημα VII. Φαίνεται ότι η αφθονία του φυτοπλαγκτού ελαττώνεται αισθητά και στους δυο ταμιευτήρες μόνο κάτω από το βάθος των 20 m. Αντίθετα, τα στρώματα νερού μικρότερου βάθους παρουσιάζουν σχεδόν ομοιόμορφη κατανομή φυτοπλαγκτού. Αυτή η έλλειψη ενός καθαρού προτύπου κατακόρυφης στρωμάτωσης συμβαίνει στην πλειονότητα των ταμιευτήρων και είναι κυρίως αποτέλεσμα της ανάδευσης των νερών από ρεύματα που δημιουργούνται εξαιτίας της λειτουργίας των υδροηλεκτρικών σταθμών.

3.5.1.4. Ανάπτυξη οικολογικών δεικτών

Οι οικολογικοί δείκτες χρησιμεύουν στη μελέτη της αφθονίας του φυτοπλαγκτού, της ποικιλότητας που παρουσιάζουν τα διάφορα δείγματα, της ισοδιανομής των ειδών σε ένα δείγμα και της κυριαρχίας κάποιου ή κάποιων ειδών σχετικά με τα υπόλοιπα. Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι παρακάτω:

A. Δείκτες αφθονίας

1) Ο αριθμός των ατόμων σε ένα δείγμα **S**

2) Ο δείκτης του **Margalef** (1958) :

$$R_1 = (S - 1) / \ln(n)$$

όπου **S** ο αριθμός ειδών, και **n** ο συνολικός αριθμός ατόμων όλων των ειδών του δείγματος.

3) Ο δείκτης του **Menhinick** (1964) :

$$R_2 = S / \sqrt{n}$$

όπου **S** ο αριθμός των ειδών και **n** ο συνολικός αριθμός των ατόμων όλων των ειδών του δείγματος.

B. Δείκτες ποικιλότητας

Η ποικιλότητα του φυτοπλαγκτού είναι σημαντική παράμετρος κατά την περιγραφή ενός υδάτινου συστήματος. Αν πάρουμε δυο τυχαία άτομα φυτοπλαγκτού από ένα δείγμα και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα αυτά να ανήκουν στο ίδιο είδος, τότε η ποικιλότητα είναι μικρή. Αντίθετα, αν υπάρχει μικρή πιθανότητα αυτά τα δυο τυχαία άτομα να ανήκουν στο ίδιο είδος, τότε η ποικιλότητα του συστήματος είναι μεγάλη.

Ενα οικοσύστημα με μεγάλη ποικιλότητα μπορεί να παρουσιάζει αρκετή σταθερότητα σε διαταραχές (π.χ. προερχόμενες από ρύπανση). Ωστόσο δεν είναι ακριβής η άποψη ότι ένα σύστημα με τη μεγαλύτερη ποικιλότητα παρουσιάζει πάντα μεγαλύτερη σταθερότητα από ένα άλλο λιγότερο πολύπλοκο.

Οι ακόλουθοι δείκτες περιγράφουν την έκταση της ποικιλότητας:

1) Ο δείκτης του **Simpson** (1949)

$$\lambda = \sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1) / n (n - 1)$$

όπου λ η τιμή του δείκτη, **S** ο αριθμός των ειδών του δείγματος, n_i ο αριθμός των ατόμων του είδους i και **n** ο συνολικός αριθμός ατόμων όλων των ειδών.

Ο δείκτης παίρνει τιμές από 0 μέχρι 1. Αν ο δείκτης έχει τιμή κοντά στο 1 (μεγάλη πιθανότητα τα δυο τυχαία άτομα να ανήκουν στο ίδιο είδος) τότε η ποικιλότητα του δείγματος είναι μικρή. Αντίστροφα, αν ο δείκτης έχει τιμή κοντά στο 0, η ποικιλότητα του δείγματος είναι μεγάλη.

2) Ο δείκτης του **Shannon** (Shannon & Wiener 1963)

$$H' = -\sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \cdot \ln\left(\frac{n_i}{n}\right) \right]$$

όπου H' η τιμή του δείκτη, n_i ο αριθμός των ατόμων του είδους i , και n ο συνολικός αριθμός των ατόμων όλων των ειδών του δείγματος.

Ο δείκτης του **Shannon** μετρά την αβεβαιότητα για την πρόβλεψη του είδους στο οποίο ανήκει ένα άτομο που επιλέγεται στην τύχη από ένα δείγμα. Όσο μεγαλύτερη είναι η αβεβαιότητα τόσο μεγαλύτερη και η ποικιλότητα του δείγματος. Ο δείκτης παίρνει την τιμή 0 όταν και μόνο όταν υπάρχει ένα μόνο είδος στο δείγμα, και τη μέγιστη τιμή όταν όλα τα είδη του δείγματος εκπροσωπούνται από τον ίδιο αριθμό ατόμων.

3) Οι δείκτες του **Hill** (1973)

$$N_0 = S$$

όπου S ο συνολικός αριθμός ειδών του δείγματος.

$$N_1 = e^{H'}$$

όπου H' ο δείκτης του **Shannon**.

Ο δείκτης μετρά ουσιαστικά τον αριθμό των ειδών με πολύ μεγάλο αριθμό ανά δείγμα.

$$N_2 = 1/\lambda$$

όπου λ ο δείκτης ποικιλότητας του **Simpson**.

Και αυτός ο δείκτης μετρά τον αριθμό των ειδών με πολύ μεγάλο αριθμό στο δείγμα.

Γ. Δείκτες Ισοδιανομής

1) Ο δείκτης $E_1 = J' = H' / H'_{\max} = H' / \ln(S) = \ln(N_1) / \ln(S)$

Ο δείκτης εκφράζει την ποικιλότητα H' σε σχέση με τη μέγιστη τιμή της H'_{\max} . Ο δείκτης παίρνει τιμές από 0 μέχρι 1. Όσο πλησιάζει η τιμή του στη μονάδα τόσο μεγαλύτερη ισοδιανομή υπάρχει στο δείγμα.

2) Ο δείκτης του **Sheldon** (1969):

$$E_2 = e^{H'} / S = N_1 / N_2$$

Είναι στην ουσία εκθετική μορφή του E_1 και μετρά το λόγο του αριθμού των ειδών που αντιπροσωπεύονται με μεγάλο αριθμό ατόμων στο δείγμα προς τον αριθμό των ειδών του δείγματος.

3) Ο δείκτης του **Heip** (1974):

$$E_3 = (e^{H'} - 1) / (S - 1) = (N_1 - 1) / (N_0 - 1)$$

Ο δείκτης αυτός αποτελεί τροποποιημένη μορφή του E_2 .

4) Ο δείκτης του **Hill** (1973):

$$E_4 = (1/\lambda) / e^{H'} = N_2 / N_1$$

Ο δείκτης αυτός μετρά το λόγο των πολύ άφθονων ειδών προς τα άφθονα είδη. Με τη μείωση της ποικιλότητας ο δείκτης πλησιάζει το 1.

5) Η τροποποιημένη μορφή του δείκτη του Hill (1973):

$$E_5 = (1/\lambda - 1) / (e^{H'} - 1) = (N_2 - 1) / (N_1 - 1)$$

Ο δείκτης πλησιάζει στο 0 καθώς ένα μόνο είδος γίνεται κυρίαρχο σε μία βιοκοινότητα, ιδιότητα που σαφώς είναι επιθυμητή για δείκτες ισοδιανομής.

Δ. Δείκτες κυριαρχίας

Η μελέτη της κυριαρχίας των ειδών σε ένα οικοσύστημα αποτελεί σημαντική πληροφορία για τη δομή του οικοσυστήματος. Σε συνθήκες διαταραχής συνήθως μερικά είδη φθάνουν σε υψηλές τιμές αφθονίας, πολλών η αφθονία ελαττώνεται, ενώ σε άλλα δεν επηρεάζονται καθόλου. Ο υπολογισμός του δείκτη της επικράτησης των φυτοπλαγκτονικών ειδών γίνεται με τον τύπο:

$$\delta = 100 \{ (N_1 + N_2) / N \}$$

όπου δ είναι ο δείκτης επικράτησης ίσος προς την εκατοστιαία αναλογία του συνόλου των ατόμων των δυο περισσότερο άφθονων ειδών N_1 και N_2 προς τον ολικό αριθμό των ατόμων N (McNaughton 1967).

Στον Πίνακα 9 δείχνονται οι τιμές των δεικτών αφθονίας, ποικιλότητας και ισοδιανομής για ένα σταθμό από κάθε ταμιευτήρα σε κάθε περίοδο δειγματοληψίας.

Πίνακας 9. Συγκεντρωτική παρουσίαση των δεικτών αφθονίας, ποικιλότητας και ισοδιανομής για τους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου.

ΑΩΟΣ

Χρόνος δειγματοληψίας	Μάρτιος '97	Μάϊος '97	Ιούλιος '97	Οκτώβριος '97
Σταθμός	A7	A7	A7	A4
ΔΕΙΚΤΕΣ				
N_0	8	4	8	11
R_1	0.90	0.37	0.72	1.33
R_2	0.16	0.0071	0.0065	0.26
λ	0.50	0.99	0.98	0.65
H'	0.81	0.0018	0.0046	0.65
N_1	2.25	1.01	1.04	1.92
N_2	1.99	1,00	1.01	1,52
E_1	0.391	0.0013	0.0022	0.27
E_2	0.02	0.25	0.13	0.17
E_3	0.17	0.00061	0.00068	0.0093
E_4	0.88	0.98	0.96	0.78
E_5	0.78	0.24	0.27	0.56
δ	95.6	99.8	99.78	96.03

ΠΟΥΡΝΑΡΙ

Χρόνος δειγματοληψίας	Μάρτιος '97	Μάϊος '97	Ιούλιος '97	Οκτώβριος '97	Δεκέμβριος '97
Σταθμός	Π6	Π6	Π6	Π6	Π8
ΔΕΙΚΤΕΣ					
N_0	7	4	7	7	5
R_1	0.82	0.37	0.71	0.71	0.89
R_2	0.18	0.07	0.10	0.10	0.53
λ	0.76	0.99	0.94	0.96	0.54
H'	0.45	0.0022	0.14	0.0092	0.77
N_1	1.57	1.00	1.16	1.09	2.16
N_2	1.30	1.00	1.05	1.03	1.84
E_1	0.23	0.0016	0.0076	0.0047	0.47
E_2	0.22	0.25	0.16	0.15	0.43
E_3	0.0095	0.00075	0.0027	0.0016	0.29
E_4	0.83	0.98	0.91	0.94	0.85
E_5	0.53	0.25	0.35	0.32	0.73
δ	87.5	99.87	98.22	99.63	96.59

Παρατηρώντας στον Πίνακα 9 την εποχιακή μεταβολή των δεικτών N_0 , R_1 και R_2 , φαίνεται ότι και στους δύο ταμιευτήρες (στους συγκεκριμένους σταθμούς δειγματοληψίας) η μικρότερη αφθονία φυτοπλαγκτού παρουσιάζεται το μήνα Μάιο. Κατά την άνοιξη αυξάνει η συγκέντρωση του φυτοπλαγκτού αλλά ελαττώνεται ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν. Πιθανόν κάποια από τα είδη ευνοούνται την εποχή αυτή, π.χ. στο δια-ειδικό ανταγωνισμό (σε σχέση με τα θρεπτικά άλατα), λόγω ευνοϊκών συνθηκών του αβιοτικού περιβάλλοντος, ή μικρότερης επιλεκτικής σχετικά με άλλα είδη θήρευσης από το ζωοπλαγκτό.

Εφαρμόζοντας τον τύπο του Simpson (1949) για το σύνολο των δειγμάτων του Αώου και Πουρναρίου προκύπτει: $\lambda_{\text{Αώου}} = 0.9402462$ και $\lambda_{\text{Πουρναρίου}} = 0.8308031$. Αν και οι δυο ταμιευτήρες παρουσιάζουν συνολικά μικρή ποικιλότητα, ο Αώος εμφανίζεται με μικρότερη ποικιλότητα από ότι το Πουρνάρι.

Η ισοδιανομή των ειδών στον Αώο είναι μικρή όλο το χρόνο και παρουσιάζει μέγιστο το Μάιο (βλέπε δείκτη E_2). Στο Πουρνάρι η ισοδιανομή είναι επίσης μικρή, αλλά παρουσιάζει μέγιστη τιμή το Δεκέμβριο.

Ο δείκτης κυριαρχίας δ παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή το μήνα Μάρτιο (95.6 στον Αώο & 87,5 στο Πουρνάρι) και τον υπόλοιπο χρόνο είναι πολύ υψηλός και στους δύο ταμιευτήρες. Οι τιμές που παίρνει ο δείκτης N_1 δείχνουν ότι ένα ή το πολύ δύο είδη είναι κυρίαρχα στις δύο λίμνες.

3.5.2. Ζωοπλαγκτό

Στο Παράρτημα VIII δίνονται αναλυτικά δεδομένα της αφθονίας και κατανομής του μεσο-μακροζωοπλαγκτού στους δύο ταμιευτήρες ανά δειγματοληπτική περίοδο. Παρόμοια δεδομένα για το μικροζωοπλαγκτό δίνονται στο Παράρτημα ΙΧ. Συνοπτικά δεδομένα μέσης αφθονίας μεσο-μακροζωοπλαγκτού και μικροζωοπλαγκτού σε κάθε ταμιευτήρα ανά δειγματοληπτική περίοδο δίνονται στους Πίνακες 10 και 11 αντίστοιχα.

Όπως είναι γνωστό, κανένας δειγματολήπτης πλαγκτού δεν έχει την ικανότητα να συλλέγει ποσοτικά ένα μεγάλο εύρος μεγεθών οργανισμών. Κάθε δειγματολήπτης είναι αποτελεσματικός σε ένα συγκεκριμένο φάσμα μεγεθών, και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μέθοδοι για τη σύλληψη μεσο-μακροζωοπλαγκτού και μικροζωοπλαγκτού. Υπενθυμίζεται ότι τα δείγματα μεσο-μακροζωοπλαγκτού

συνελέγησαν με δίχτυ πλαγίας σύρσεως με μάτι 0.132 mm. Το σχετικά μεγάλο αυτό μάτι είχε σαν αναπόφευκτο αποτέλεσμα την απώλεια (λόγω διαφυγής μέσα από τα μάτια του διχτυού) των πολύ μικρών οργανισμών). Αντίθετα, τα δείγματα μικροζωοπλαγκτού συνελέγησαν με φιάλη και διηθήθηκαν σε δίχτυ με μάτι 0.030 mm. Η μέθοδος αυτή είναι ικανοποιητική για την ποσοτική συγκέντρωση πολύ μικρών οργανισμών αλλά οδηγεί στην απώλεια οργανισμών μεγάλου σχετικά μεγέθους, λόγω της ικανότητάς τους να αποφεύγουν ενεργητικά τη σύλληψη.

Και στους δύο ταμιευτήρες η έναρξη του παραγωγικού κύκλου του ζωοπλαγκτού συνέπεσε με την αύξηση της ηλιοφάνειας και την επιφανειακή θέρμανση των νερών κατά την άνοιξη. Η αφθονία έφθασε ένα μέγιστο κατά το μήνα Μάιο και διατηρήθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα μέχρι το Φθινόπωρο.

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στο Παράρτημα VIII επιτρέπουν κάποια συμπεράσματα σχετικά με το γενικό πρότυπο οριζόντιας και εποχιακής κατανομής του ζωοπλαγκτού στους δύο ταμιευτήρες. Στον Αώο, κατά το μήνα Μάρτιο υπήρχε μία προοδευτική αύξηση της αφθονίας του ζωοπλαγκτού προς τα ανατολικά του βόρειου σκέλους του ταμιευτήρα (όπου εκβάλλουν τα σημαντικότερα ρέματα που μεταφέρουν νερό από πηγές). Το Μάιο, η αφθονία του ζωοπλαγκτού στις ανατολικές περιοχές του βόρειου σκέλους είχε λάβει τις μέγιστες τιμές, αλλά παράλληλα είχε αυξηθεί η συγκέντρωση του πλαγκτού στις ανατολικές περιοχές του νότιου σκέλους (όπου επίσης εκβάλλουν κάποια μικρά ρέματα από πηγές). Αυτές οι υψηλότερες συγκεντρώσεις πλαγκτού στα ανατολικά του ταμιευτήρα συγκριτικά με το δυτικό τμήμα κατά την αρχική περίοδο του παραγωγικού κύκλου δεν φαίνεται να σχετίζεται με διαφορές στην ποσότητα του φυτοπλαγκτού, στη θερμοκρασία ή στην κατανομή του θερμοκλινούς. Μάλλον, δείχνει μία συσχέτιση με το βάθος.

Φαίνεται λοιπόν ότι στον ταμιευτήρα του Αώου η έναρξη του παραγωγικού κύκλου αρχίζει γρηγορότερα στα ρηχότερα τμήματα του ταμιευτήρα (περιοχές πηγών) και προχωρά προοδευτικά στα βαθύτερα τμήματα. Κατά τη θερινή περίοδο έχει αρχίσει μία προοδευτική ελάττωση της συγκέντρωσης του πλαγκτού (ωστόσο, η συγκέντρωση διατηρείται υψηλότερη στα βαθύτερα τμήματα του ταμιευτήρα από ότι στα ρηχότερα) που συνεχίζει ως το φθινόπωρο. Η κατάσταση είναι άγνωστη για τη χειμερινή περίοδο, δεδομένου ότι δυσμενείς καιρικές συνθήκες δεν επέτρεψαν χειμερινές δειγματοληψίες σε δύο διαδοχικές χρονιές.

Πίνακας 10. Μέση συγκέντρωση -μεσο-μακροζωοπλαγκτού (άτομα/μ³) στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου ανά περίοδο δειγματοληψίας. Αναλυτικά δεδομένα ανά σταθμό δίνονται στο Παράρτημα VIII.

ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΑΩΟΥ

Οργανισμοί		Δειγματοληπτική περίοδος				
		Μάρτιος	Μάιος	Ιούλιος	Σεπτέμ.	Δεκέμ.
Κωπήποδα	Cyclopoidea	4564	5763	1445	69	
	Calanoida	1004	3776	885	36	
	Ναύπλιοι κωπ.	1848	11411	3161	61	
Κλαδοκεραιωτά	<i>Bosmina</i> sp	556	35387	174	62	
	<i>Daphnia</i> sp	7	6	17761	7192	
	Chydoridae	25	13	34	36	
	Ναύπλιοι κλαδ.	11	8092	175	214	
Τροχόζωα	<i>Asplanchna priodonta</i>	26	112	1918	1610	
ΣΥΝΟΛΟ		8042	64560	25553	9281	

ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΠΟΥΡΝΑΡΙΟΥ

Οργανισμοί		Δειγματοληπτική περίοδος				
		Μάρτιος	Μάιος	Ιούλιος	Σεπτέμ.	Δεκέμ.
Κωπήποδα	Cyclopoidea	3341	5017	170	482	745
	Calanoida	764	2540	97	292	569
	Ναύπλιοι κωπ.	2988	3234	43	141	470
Κλαδοκεραιωτά	<i>Bosmina</i> sp	402	607	731	173	95
	<i>Daphnia</i> sp	67	3534	630	46	179
	<i>Diaphanosoma</i> sp	62	1345	3203	1505	40
	Chydoridae	3	6		3	
	<i>Leptodora kindti</i>			30	4	
	<i>Macrothrix</i> sp				3	
	<i>Sida crystalina</i>					5
	Ναύπλιοι κλαδ.	11	77	42	31	13
Τροχόζωα	<i>Asplanchna priodonta</i>	2867	1338	448	11	763
Μαλάκια	<i>Dreissena polymorpha</i>		894	12724	2902	624
Υδρόζωα	<i>Craspedacusta sowerbii</i>				1	
ΣΥΝΟΛΟ		10505	18591	18117	5595	3503

Πίνακας 11. Μέση συγκέντρωση μικροζωοπλαγκτού (άτομα/μ³) στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου ανά περίοδο δειγματοληψίας. Αναλυτικά δεδομένα ανά σταθμό παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΙΧ.

ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΑΩΟΥ

Οργανισμοί ⁽¹⁾	Δειγματοληπτική περίοδος				
	Μάρτιος	Μάιος	Ιούλιος	Σεπτέμ.	Δεκέμ.
<i>Polyarthra</i> sp.	833	8432	77923	2848	
<i>Brachionus</i> sp.	1460				
<i>Keratella</i> sp.	67	153	1558	34	
<i>Hexarthra</i> sp.	88	285	2372		
<i>Euchlanis</i> sp.	74			289	
<i>Asplanchna</i> sp.		113	666	703	
<i>Lecane lunaris</i>			163	97	
<i>Collotheca</i> sp.				107	
<i>Ascomorpha</i> sp.				135	
ΣΥΝΟΛΟ	2522	8984	82682	4214	

ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ ΠΟΥΡΝΑΡΙΟΥ

Οργανισμοί ⁽¹⁾	Δειγματοληπτική περίοδος				
	Μάρτιος	Μάιος	Ιούλιος ⁽²⁾	Σεπτέμ.	Δεκέμ.
<i>Polyarthra</i> sp.	5537	21833		630	5558
<i>Asplanchna</i> sp.	1114				84
<i>Squatinella</i> sp.	77				
<i>Hexarthra</i> sp.		114			185
<i>Keratella</i> sp.				54	53
<i>Ascomorpha</i> sp.				54	
<i>Trichocerca</i> sp.				258	
<i>Euchlanis</i> sp.					38
Άλλα					176
ΣΥΝΟΛΟ	6728	21947		993	6094

(1) Τα παρακάτω γένη μικροζωοπλαγκτού απαντήθηκαν σε μετρήσιμες ποσότητες και ανήκουν στα Τροχόζωα. Τα Βλεφαριδωτά Πρωτόζωα είχαν αποραδική παρουσία.

(2) Τα δεδομένα του Ιουλίου 1997 απορρίφθηκαν γιατί ανακαλύφθηκε εκ των υστέρων ότι το δίχτυ διήθησης είχε μία σχισμή από όπου διέφυγε μέρος του υλικού σε έναν άγνωστο αριθμό σταθμών. Από την ποιοτική εξέταση των δειγμάτων διαπιστώθηκε η παρουσία *Polyarthra* sp., *Keratella* sp., *Ascomorpha* sp. και *Ploesoma hudsoni*.

Ποσοτικά δεδομένα της βιομάζας του μεσο-μακροζωοπλαγκτού ανά σταθμό και δειγματοληπτική περίοδο και συγκεντρωτικά δεδομένα ανά δειγματοληπτική περίοδο δίνονται στο Παράρτημα Χ και τον Πίνακα 12 αντίστοιχα. Τα δεδομένα δείχνουν ότι στον Αώο η μεταβολή της αφθονίας του ζωοπλαγκτού στο χρόνο συνοδεύεται από μία παράλληλη μεταβολή της βιομάζας. Σε γενικές γραμμές, το μέσο μέγεθος των οργανισμών αύξανε κατά τη διάρκεια του παραγωγικού κύκλου. Αυτή η αύξηση οφείλεται κυρίως στη μετατόπιση της δομής της πλαγκτικής βιοκοινωνίας προς μεγαλύτερους οργανισμούς.

Πίνακας 12. Μέση βιομάζα μεσο-μακροζωοπλαγκτού (γραμ/μ³) στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου ανά περίοδο δειγματοληψίας. Αναλυτικά δεδομένα ανά σταθμό παρουσιάζονται στο Παράρτημα Χ.

ΠΟΥΡΝΑΡΙ		ΑΩΟΣ	
Δειγματοληπτική περίοδος	Ξηρό βάρος (g/m ³)	Δειγματοληπτική περίοδος	Ξηρό βάρος (g/m ³)
Μάρτιος '97	0,0117	Μάρτιος 97	0,0109
Μάϊος '97	0,0225	Μάϊος 97	0,1215
Ιούλιος '97	0,0146	Ιούλιος 97	0,0816
Σεπτέμβριος '97	0,0054	Σεπτέμβριος 97	0,0348
Δεκέμβριος '97	0,0024		

Η εποχιακή μεταβολή της αφθονίας του ζωοπλαγκτού του Αώου συνοδεύεται από μία μεταβολή της ποιοτικής του σύστασης (Πίνακας 10). Η τελευταία φαίνεται να αντανάκλα την εποχιακή διαδοχή των ειδών και των οντογενετικών τους σταδίων που χαρακτηρίζει τις πλαγκτικές κοινωνίες. Συγκεκριμένα, μεταξύ Μαρτίου και Μαΐου υπήρξε μία εντυπωσιακή αύξηση της αφθονίας των κλαδοκεραιωτών (σχεδόν αποκλειστικά του γένους *Bosmina*) και μία λιγότερο σημαντική αύξηση των κωπηπόδων (κυρίως των καλανοειδών). Και στις δύο περιπτώσεις, η αύξηση ήταν εντονότερη στις περιοχές κοντά στις εκβολές στα ανατολικά του ταμιευτήρα. Υπήρξε επίσης μία σημαντική αύξηση της αφθονίας των ναυπλίων κλαδοκεραιωτών και κωπηπόδων που υποδηλώνει έντονη αναπαραγωγική δραστηριότητα και των δύο αυτών ομάδων γύρω από το μήνα Μάιο. Ωστόσο, ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ναυπλίων κλαδοκεραιωτών παρατηρήθηκαν στις

εκβολικές περιοχές του βόρειου τμήματος, οι ναύπλιοι κωπηπόδων ήταν σχετικά ομοιομερώς κατανεμημένοι σε όλα τα τμήματα του ταμιευτήρα.

Τον Ιούλιο, η αφθονία των κλαδοκεραιωτών είχε μειωθεί αισθητά σε σχέση με το Μάιο, διατηρείτο όμως σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Ωστόσο, η σύσταση των ειδών είχε αλλάξει ριζικά. Τά *Bosmina* είχαν πολύ μικρή αντιπροσώπευση σε όλους τους σταθμούς, αλλά τα *Daphnia* απέκτησαν μία εντυπωσιακή κυριαρχία, κυρίως στους σταθμούς μακριά από τις εκβολές, που διατηρήθηκε μέχρι το Σεπτέμβριο. Η αφθονία των κωπηπόδων επίσης είχε μειωθεί τον Ιούλιο χωρίς η αναλογία των κύριων ομάδων να έχει διαφοροποιηθεί σημαντικά. Άλλο χαρακτηριστικό της καλοκαιρινής (και φθινοπωρινής) περιόδου ήταν η μεγάλη αύξηση της συγκέντρωσης των Τροχοζώων σε σχέση με τους εαρινούς μήνες.

Η αφθονία του ζωοπλαγκτού στο Πουρνάρι ήταν σημαντικά μικρότερη από αυτή που παρατηρήθηκε στον Αώο, τόσο από άποψη αφθονίας ατόμων (βλ. Πίνακες 10 και 11) όσο και από άποψη βιομάζας (βλ. Πίνακα 12). Μεγάλες σχετικά πυκνότητες ατόμων παρατηρήθηκαν το μήνα Μάρτιο, γεγονός που υποδηλώνει ότι η έναρξη του παραγωγικού κύκλου συμβαίνει νωρίτερα από ότι στον Αώο. Μέγιστες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν το μήνα Μάιο. Οι επίσης υψηλές συγκεντρώσεις που παρατηρήθηκαν το μήνα Ιούλιο είναι φαινομενικές, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος των δειγμάτων αποτελείται από μεροπλαγκτό, συγκεκριμένα από λάρβες του μυδιού *Dreissena polymorpha*, το οποίο λόγω μεγέθους και του ασβεστολιθικού του κελύφους παίζει σχετικά μικρό ενεργειακό ρόλο στη βιοκοινωνία.

Συγκριτικά με τον Αώο, τα κλαδοκεραιωτά είχαν μία πολύ μικρότερη ποσοστιαία συμμετοχή. Και εδώ παρατηρήθηκε μία εποχιακή μεταβολή της σύστασης των ειδών, με επικρατούντα είδη κατά το μήνα Μάρτιο αυτά του γένους *Bosmina*, κατά το μήνα Μάιο αυτά του γένους *Daphnia* και κατά το μήνα Ιούλιο αυτά του γένους *Diaphanosoma*. Το τελευταίο γένος, το οποίο απουσιάζει από τα δείγματα του Αώου, φαίνεται να κυριαρχεί κατά τους θερμούς μήνες του έτους. Η αφθονία του είναι ήδη υψηλή κατά το Μάιο, μέγιστη το μήνα Ιούλιο, και διατηρείται ακόμα υψηλή κατά το μήνα Σεπτέμβριο. Τα Chydoridae, τα οποία έχουν κάποια μικρή ποσοτική σημασία στον Αώο σε όλες τις εποχές, εδώ έχουν μία πολύ μικρή συμμετοχή και εμφανίζονται μόνο στους εαρινούς μήνες. Παράλληλα, έχουμε μία μικρή

αντιπροσώπευση ορισμένων άλλων ειδών κλαδοκεραιωτών (μόνο κατά τους θερμούς μήνες) τα οποία δεν βρέθηκαν στον Αώο.

Παρατηρήθηκε στο Πουρνάρι, σε σχέση με τον Αώο, μία μικρή χρονική καθυστέρηση της εμφάνισης της μέγιστης αφθονίας των δύο σημαντικότερων γενών κλαδοκεραιωτών (*Bosmina* και *Daphnia*). Αυτή η καθυστέρηση, καθώς και οι διαφορές στη σύσταση των ειδών κλαδοκεραιωτών στους δύο ταμιευτήρες πιθανόν να σχετίζονται με θερμοκρασιακές διαφορές. Αυτές οι διαφορές επίσης είναι υπεύθυνες, ως ένα βαθμό, και για τη διαφορετική ποιοτική σύσταση και ποσοτική αφθονία/κατανομή του φυτοπλαγκτού, που αποτελεί την τροφή του ζωοπλαγκτού.

Σε σχετικούς όρους, τα κωπήποδα αποκτούν μία μεγαλύτερη σημασία στο Πουρνάρι από ότι στον Αώο. Σε απόλυτους όμως όρους η αφθονία τους είναι σημαντική μόνο κατά την άνοιξη. Τα κυκλοποειδή κυριαρχούν κατά το μήνα Μάρτιο, ενώ τα καλανοειδή κατά το μήνα Μάιο. Κρίνοντας από την υψηλή αφθονία ναυπλίων στους δύο αυτούς μήνες, φαίνεται ότι και στον ταμιευτήρα Πουρναρίου η αναπαραγωγή των κωπηπόδων συντελείται κυρίως την άνοιξη.

Όσο αφορά την οριζόντια κατανομή των οργανισμών, δεν παρατηρήθηκαν οι έντονες γεωγραφικές διαφορές που διαπιστώθηκαν στον Αώο. Φαίνεται ωστόσο ότι στις αρχές της άνοιξης τα Τροχόζωα απαντούν σε υψηλότερη αφθονία κοντά στις εκβολές του ποταμού Άραχθου, στο βόρειο τμήμα του ταμιευτήρα, και το ίδιο συμβαίνει με το *Bosmina* κατά το μήνα Μάιο. Φαίνεται επίσης ότι στις περισσότερες εποχές δειγματοληψίας, η πλειονότητα των ειδών βρέθηκε σε σχετικά μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα βαθύτερα τμήματα του ταμιευτήρα ή σε περιοχές με περιορισμένη κίνηση νερού, όπως είναι το ανατολικό και το νότιο σκέλος του ταμιευτήρα.

Το πρότυπο αυτό της κατανομής των ειδών στο χώρο είναι ίσως αποτέλεσμα του καναλόμορφου σχήματος του ταμιευτήρα Πουρναρίου και των σχετικά υψηλών ρυθμών εισροής και απορροής νερού. Αυτές οι συνθήκες δημιουργούν μία συνεχόμενη αν και ήπια μετακίνηση μαζών νερού και εμποδίζουν την ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών αυτών των πλαγκτικών ειδών που έχουν μακρύ χρόνο γενεάς. Αντίθετα στον Αώο, ο μικρός ρυθμός ανανέωσης του νερού επιτρέπει τη δημιουργία συνθηκών σταθερότητας, τόσο οριζόντιας όσο και κατακόρυφης, που απαντούνται και στις φυσικές λίμνες. Συνεπώς, δίνεται επαρκής χρόνος για παραμονή και πληθυσμιακή ανάπτυξη ειδών με μακρύ χρόνο γενεάς σε ένα τόπο.

Τα δεδομένα του Πίνακα 10 και του Παραρτήματος VIII επιτρέπουν τη συναγωγή ορισμένων συμπερασμάτων πάνω στην αφθονία και την εποχιακή και γεωγραφική κατανομή των λαρβών του μυδιού *Dreissena polymorpha* στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου (σε κανένα από τα δείγματα του ταμιευτήρα του Αώου δεν βρέθηκαν λάρβες του μυδιού αυτού). Η απουσία λαρβών στο πλαγκτό κατά το μήνα Μάρτιο και η εμφάνισή τους το μήνα Μάιο οριοθετεί την έναρξη της αναπαραγωγής του μυδιού αυτού γύρω στα μέσα της άνοιξης, όταν η θερμοκρασία του νερού φθάσει σε κατάλληλα για την αναπαραγωγή του είδους επίπεδα. Μέγιστες συγκεντρώσεις λαρβών παρατηρήθηκαν τον Ιούλιο, που διατηρήθηκαν υψηλές μέχρι το Σεπτέμβριο. Η αναπαραγωγική δραστηριότητα, όπως συνάγεται από τις συγκεντρώσεις λαρβών στα δείγματα πλαγκτού, ακολούθησε πτωτική τάση από το Σεπτέμβριο στο Δεκέμβριο, και μηδενίσθηκε το μήνα Μάρτιο, κατά τον οποίο η θερμοκρασία των νερών έφθασε στο ελάχιστο.

Συνεπώς, η κύρια περίοδος αναπαραγωγής του είδους συμπίπτει με τους θερμότερους μήνες του έτους. Όσο αφορά τη γεωγραφική κατανομή και αφθονία των λαρβών, υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στο νότιο τμήμα του ταμιευτήρα (κοντά στον ΥΗΣ σταθμό) και στο άκρο του ανατολικού σκέλους. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα του Πίνακα 10 και του Παραρτήματος VIII παρουσιάζουν μία υποεκτίμηση της πραγματικής συγκέντρωσης λαρβών στο πλαγκτό γιατί το μάτι του διχτυού ζωοπλαγκτού που χρησιμοποιήθηκε κατά τις διαγώνιες σύρσεις δεν συγκρατούσε ποσοτικά όλες τις λάρβες. Οι αναλύσεις του μικροζωοπλαγκτού (που όμως αναφέρονται μόνο σε δείγματα νερού από την επιφάνεια, όπου οι συγκεντρώσεις λαρβών είναι χαμηλότερες από ότι σε βαθύτερα στρώματα νερού) έδειξαν συγκεντρώσεις λαρβών στους διάφορους σταθμούς του ταμιευτήρα που κυμαίνονται ως εξής: Μάιος '97 (150 - 3150 άτομα/μ³), Ιούλιος '97 (4000 - 14400 άτομα/μ³), Σεπτέμβριος '97 (200 - 23400 άτομα/μ³), και Δεκέμβριος '97 (0 - 2600 άτομα/μ³).

Ο υπολογισμός της κατακόρυφης κατανομής των λαρβών του μυδιού *Dreissena polymorpha* έγινε με ανάλυση των δειγμάτων από τις στρωματοποιημένες δειγματοληψίες φυτοπλαγκτού σε συγκεκριμένους σταθμούς του ταμιευτήρα. Τα αποτελέσματα δίνονται στον Πίνακα 13. Σημειώνεται ότι λόγω τεχνικού προβλήματος δεν έγινε ο υπολογισμός της απόλυτης αφθονίας λαρβών στα δείγματα του μηνός Μαΐου, μετρήθηκε όμως η σχετική αφθονία ατόμων στα διάφορα βάθη.

Πίνακας 13. Κατακόρυφη κατανομή των λαρβών του μυδιού *Dreissena polygona* σε ορισμένους σταθμούς του ταμιευτήρα Πουρναρίου. Οι τιμές αναφέρονται σε άτομα/μ³. Το μήνα Μάιο μετρήθηκε μόνο η σχετική αφθονία.

Σταθμός	Δειγματοληπτική περίοδος				
	Μάιος		Ιούλιος	Σεπτέμβριος	Δεκέμβριος
	Π4	Π6	Π3	Π4	Π6
Βάθος (μ)					
0	*	-	5100	24050	1200
5	*	*	12200	31250	1100
10	***	**	11800	19900	3500
15	-	-	12500	38200	1050
20	-	*	65100	0	0
25	-	-	11900	0	900

Από τα δεδομένα προκύπτει ότι το πρότυπο της κατακόρυφης κατανομής των λαρβών δεν είναι σταθερό στο χώρο και το χρόνο. Φαίνεται όμως ότι οι λάρβες συνήθως απαντούν σε μεγαλύτερη αφθονία σε βάθη μεγαλύτερα των 5 μ και μικρότερα των 20 μέτρων. Τα δεδομένα αυτά δεν συμφωνούν απόλυτα με αυτά από τη λίμνη Τριχωνίδα, όπου η μεγαλύτερη αφθονία λαρβών βρέθηκε σε βάθος 6-12 μ (Conidis *et al.* 1995). Είναι πιθανό ότι οι στροβιλώδεις συνθήκες που επικρατούν στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου λόγω της ροής του ποταμού και η δημιουργία ρευμάτων από τη λειτουργία του ΥΗΣ δημιουργούν συνεχείς αναδεύσεις των υδάτινων μαζών και εμποδίζουν τη δημιουργία του προτύπου κατακόρυφης κατανομής που χαρακτηρίζει το είδος σε φυσικές λίμνες.

Πάντως, ανεξάρτητα από το εύρος της κατακόρυφης κατανομής των λαρβών, η εγκατάστασή τους σε στερεά υποστρώματα γίνεται σε συγκεκριμένα βάθη. Για παράδειγμα, στον ταμιευτήρα των Κρεμαστών οι λάρβες εγκαθίστανται σε βάθη 9-12 μ., ενώ στον ταμιευτήρα του Καστρακίου εγκαθίστανται σε βάθη 6-12 μ (Κουσουρής και συν. 1994, Conides *et al.* 1995).

3.5.3. Αιωρούμενα σωματίδια

Συνολικά αποτελέσματα της περιεκτικότητας των νερών σε αιωρούμενα σωματίδια δίνονται στο Παράρτημα ΧΙ και συγκεντρωτικά αποτελέσματα στον Πίνακα 14. Παρατηρούνται γεωγραφικές, εποχιακές και κατά βάθος διαφορές στη συγκέντρωση των σωματιδίων (τόσο των οργανικών, όσο και των ανόργανων), που ως ένα βαθμό συσχετίζονται με τις μετρήσεις θολερότητας και διαφάνειας του δίσκου Secchi.

Γενικά, παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ανόργανων σωματιδίων και στους δύο ταμιευτήρες, ιδιαίτερα στις ρηχές περιοχές που γειτονεύουν με τους ποταμούς, όπως άλλωστε αναμένεται σε τεχνητές λίμνες. Σε πολλούς σταθμούς οι συγκεντρώσεις ανόργανου αιωρούμενου υλικού ήταν μεγαλύτερες κοντά στο βυθό από ότι στην επιφάνεια, ακόμα και σε χρονικές περιόδους που δεν αναμένεται σημαντική μεταφορά ιζήματος από τα ποτάμια. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στη δράση των ρευμάτων που δημιουργούνται από τη ροή των ποταμών και προκαλούν επαναιώρηση του υλικού του πυθμένα. Σε μερικές περιπτώσεις το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε και σε βαθύτερους σταθμούς, και αποδόθηκε στη λειτουργία των ΥΗΣ που επίσης προκαλεί τη δημιουργία ρευμάτων.

Η αύξηση του αιωρούμενου υλικού την άνοιξη και το χειμώνα οφείλεται στην ισχυρότερη ροή και μεγαλύτερη στερεοπαραγωγή των ποταμών, η οποία όχι μόνο προξενεί αύξηση του αιωρούμενου υλικού, αλλά και απόθεσή του σε μεγαλύτερη απόσταση από την κοίτη. Η μείωση του αιωρούμενου υλικού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες οφείλεται στις μικρές έως ασήμαντες παροχές των ποταμών. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι υψηλές μέσες συγκεντρώσεις ανόργανων σωματιδίων στον ταμιευτήρα του Αώου κατά το Σεπτέμβριο 1997 ήταν αποτέλεσμα υψηλών τιμών σε ένα ή δύο σταθμούς, και όχι ένα γενικό χαρακτηριστικό της περιόδου.

Η συγκέντρωση οργανικού υλικού στο αιωρούμενο υλικό των ταμιευτήρων (0,98 και 0,92 mg/l για το Πουρνάρι και τον Αώο αντίστοιχα) κυμαίνεται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι προ 12-ετίας σε μία φυσική λίμνη (Κερκίνη) η μέση συγκέντρωση οργανικού υλικού ήταν 2,8 mg/l και στο Πολύφυτο 1,3 mg/l (Skoulikidis 1989).

Σύμφωνα με τα στοιχεία που διαθέτουμε σήμερα δεν είναι δυνατό να προσδιορίσουμε εάν το μεγαλύτερο ποσοστό του υλικού αυτού είναι αλλόχθονης

προέλευσης, δηλαδή προέρχεται κύρια από εδαφικές εκπλύσεις ή είναι προϊόν αυτόχθονων δράσεων φωτοσύνθεσης. Συγκρίνοντας πάντως τις συγκεντρώσεις οργανικού υλικού στο Πουρνάρι και στον Αώο με τη μέση συγκέντρωση οργανικού υλικού στα μεγαλύτερα ποτάμια της χώρας (1,7 mg/l) φθάνουμε έμμεσα στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο μέρος του οργανικού υλικού των δύο ταμιευτήρων είναι χερσογενούς προέλευσης.

Πίνακας 14. Συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στους δύο ταμιευτήρες στις δειγματοληψίες του 1997.

ΑΩΟΣ

Ημερομηνία	Οργανικά mg/lit		Ανόργανα mg/lit		Συνολικά mg/lit	
	Επιφάνεια	Βυθός	Επιφάνεια	Βυθός	Επιφάνεια	Βυθός
Μάρτιος	0.81	1.09	2.45	4.05	3.27	5.14
Μάιος	0.73	0.83	1.70	2.15	2.44	2.98
Ιούλιος	0.60	0.57	1.77	2.19	2.37	2.76
Σεπτέμβριος	0.38	2.38	2.37	20.46	2.75	22.85
Δεκέμβριος						

ΠΟΥΡΝΑΡΙ

Ημερομηνία	Οργανικά mg/lit		Ανόργανα mg/lit		Συνολικά mg/lit	
	Επιφάνεια	Βυθός	Επιφάνεια	Βυθός	Επιφάνεια	Βυθός
Μάρτιος	1.47	0.92	0.85	3.22	2.33	4.15
Μάιος	0.66	1.15	1.80	4.82	2.47	5.97
Ιούλιος	0.41	0.59	2.10	3.64	2.51	4.23
Σεπτέμβριος	0.49	0.96	0.64	1.92	1.12	2.88
Δεκέμβριος	0.64	2.52	0.50	18.29	1.14	20.19

3.5.4. Ασπόνδυλη βενθική πανίδα

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών κατά μήκος ενός χειμάρου, ποταμού ή υδατορέματος, έχουν άμεση επίδραση στο πληθυσμιακό εύρος και στην κατανομή των υδρόβιων οργανισμών οι οποίοι βρίσκονται σε αυτό. Ποικιλία ανθρωπίνων δραστηριοτήτων αλλά και άλλων παραγόντων (γεωμορφολογικών, κλιματικών κ.ά.) επιδρούν στους πληθυσμούς της ασπόνδυλης πανίδας. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες ενδέχεται να λαμβάνουν χώρα στην περιοχή επιβαρύνουν ή ρυπαίνουν τα υδάτινα αυτά οικοσυστήματα, επιφέρουν μεταβολή στις περιβαλλοντικές συνθήκες, και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μεταβολή της δομής και της λειτουργίας των υδρόβιων βιοκοινωνιών. Το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια οι βενθικοί μακροασπόνδυλοι οργανισμοί να αποτελούν τον πλέον κατάλληλο βιολογικό δείκτη για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής κατάστασης στα ποτάμια οικοσυστήματα, και γενικά στα επιφανειακά ύδατα (π.χ. A.W.A. 1986, Lenat & Barbour 1994).

Επίσης τα βιολογικά κριτήρια έχουν την δυνατότητα να συμπληρώνουν τη χημική και φυσική ταξινόμηση της ποιότητας των οικοσυστημάτων και να χαρακτηρίζουν ποτάμιες ζώνες ανάλογα με την ποιότητα που προκύπτει από την επεξεργασία των βιολογικών δεικτών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου το μήκος των υπό εξέταση υδατορευμάτων είναι μικρό, τότε επιλέγεται ένας σταθμός κοντά στο εκβολικό του σύστημα, ώστε να αποτυπωθεί η περιβαλλοντική του κατάσταση.

Η μακροασπόνδυλη πανίδα μελετήθηκε μόνο στο υδρογραφικό σύστημα του Αώου ο οποίος προσφερόταν για μία τέτοια μελέτη λόγω της παρουσίας πολλών μικρορεμμάτων που χύνονται στον ταμιευτήρα με εύκολη πρόσβαση σε αυτά. Για τη συλλογή των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στους μήνες Μάρτιο, Μάιο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο 1997. Οι περιοχές των δειγματοληψιών βρίσκονταν στο ανατολικό τμήμα του ταμιευτήρα του Αώου, όπου εκβάλλουν ρέματα που μεταφέρουν νερό από πηγές, και αφορούσαν, για τις δειγματοληπτικές περιόδους των μηνών Μαρτίου, Μαΐου, Ιουλίου και Σεπτεμβρίου, τέσσερα, πέντε τρία και δύο υδατορέματα αντίστοιχα. Η συλλογή των δειγμάτων της ασπόνδυλης πανίδας χαρακτηρίζεται ημιποσοτική και έγινε με ίσο αριθμό προσπαθειών ανά σταθμό δειγματοληψίας.

Το υπόστρωμα των σταθμών δειγματοληψίας ήταν σε ορισμένες περιπτώσεις λεπτόκοκκο, σε άλλες χονδρόκοκκο ή και ενδιάμεσης κατάστασης. Επίσης σε ορισμένους σταθμούς υπήρχε υδρόβια βλάστηση, ενώ σε άλλους απουσίαζε.

3.5.4.1. Οικολογικοί δείκτες

Για την εκτίμηση της ποιότητας των υδάτων του υδρογραφικού συστήματος του ανατολικού τμήματος της τεχνητής λίμνης Αώου, εφαρμόστηκαν οι εξής βιολογικοί δείκτες:

BMWP (Biological Monitoring Working Party Index)

Ο δείκτης αυτός δημιουργήθηκε από το Αγγλικό Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων και χαρακτηρίζεται νέος βιολογικός δείκτης. Για κάθε οικογένεια δίνεται μία συγκεκριμένη τιμή που εξαρτάται από την ανθεκτικότητά της στο ρυπασμένο περιβάλλον. Η βαθμολογία της κάθε οικογένειας (ταξινόμηση στο επίπεδο της οικογένειας) κυμαίνεται από το 1 έως το 10 (για παράδειγμα η οικογένεια Baetidae βαθμολογείται με 4, ανεξάρτητα από τον αριθμό των ειδών της οικογένειας που αντιπροσωπεύονται στο δειγματοληπτικό σταθμό ή των αριθμό των ατόμων κάθε είδους που συλλέχθηκαν από το σταθμό αυτό). Η βαθμολογία της κάθε συστηματικής ομάδας εξαρτάται από την ανθεκτικότητα στο ρυπασμένο περιβάλλον, ενώ η τελική βαθμολογία για κάθε δειγματοληπτική θέση είναι το άθροισμα των βαθμών των οικογενειών οι οποίες βρέθηκαν στο σταθμό αυτό. Οι υψηλές τιμές υποδηλώνουν νερό πολύ καλής ποιότητας, ενώ οι χαμηλές το αντίθετο (BMWP 1978, N.W.C. 1981).

ASPT (Average Score per Taxon)

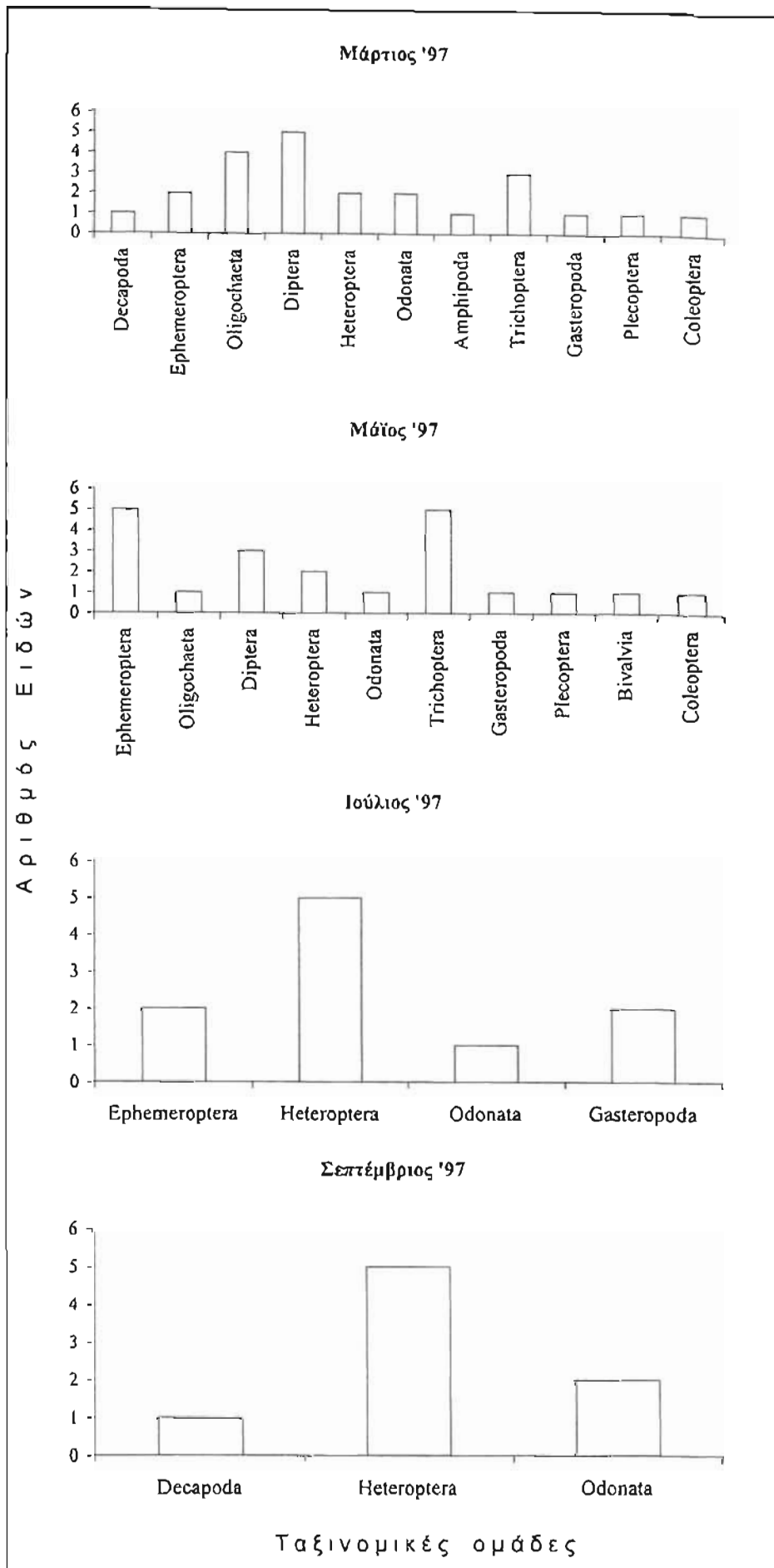
Ο βιολογικός αυτός δείκτης προέρχεται από το BMWP (Biological Monitoring Working Party Index), και υπολογίζεται από την διαίρεση της τελικής βαθμολογίας του προηγούμενου δείκτη, δια του αριθμού των ταξινομικών ομάδων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό των τιμών από το 1 έως το 10. Ο βιολογικός αυτός δείκτης είναι ανεξάρτητος από τον αριθμό των ταξινομικών μονάδων και δεν επηρεάζεται από εποχιακές διακυμάνσεις, τεχνική και μεθόδους δειγματοληψιών, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός δείκτη ποιότητας υδάτινων οικοσυστημάτων. Επίσης ο δείκτης ASPT εμφανίζει αρκετά καλή

συσχέτιση και με τους δείκτες ποικιλότητας Simpson (1949), Margalef (1958) και Shannon & Wiener (1963).

3.5.4.2. Αποτελέσματα

Κατά την διάρκεια των χωρικών και χρονικών παρατηρήσεων στους σταθμούς των δειγματοληψιών στα υδατορέματα του Ανατολικού τμήματος του ταμιευτήρα του Αώου, ταυτοποιήθηκαν οι εξής ομάδες ασπονδύλων: Δεκάποδα, Εφημερόπτερα, Δίπτερα, Ετερόπτερα, Οδοντόγναθα, Ολιγόχαιτοι, Αμφίποδα, Τριχόπτερα, Δίθυρα, Γαστερόποδα, Πλεκόπτερα και Κολεόπτερα. Αναλυτικά αποτελέσματα πάνω στα είδη που συλλέχθηκαν και τον αριθμό των ατόμων ανά είδος και σταθμό δειγματοληψίας δίνονται στον Πίνακα 15. Η Εικόνα 22 δείχνει τον αριθμό των ειδών σε κάθε ομάδα ανά περίοδο δειγματοληψίας.

Κατά την δειγματοληπτική περίοδο του Μαρτίου 1997, συλλέχθηκαν 11 ταξινομικές ομάδες, αριθμός σχετικά πλούσιος, ενώ σε αριθμό ειδών κυριαρχούσαν τα Δίπτερα (*Chironomus* spp., *Hydrophorus erythrocephalus*, *Simulium* sp), οι Ολιγόχαιτοι (*Nais* sp. *Lumbriculus* sp., *Dero* sp.) και τα Τριχόπτερα (*Hydropsyche* sp., *Sericostoma* sp., *Limnephilus* sp), γεγονός οφειλόμενο στο υπόστρωμα του Β1 σταθμού. Την επόμενη δειγματοληπτική περίοδο (Μάϊος 1997), με μικρή διαφοροποίηση των ταξινομικών μονάδων ως προς την προηγούμενη περίοδο, συλλέχθηκαν 10 ομάδες, όπου κυριαρχούν αυτές των Εφημεροπτέρων (*Baetis rhodani*, *Ephemerella* sp., *Rithrogena semicolorata*), Τριχοπτέρων (*Lepidostoma* sp., *Hydropsyche* sp., *Potamophylax* sp.) και Διπτέρων (*Limonia* sp., *Chironomus* spp.). Η αφθονία των ταξινομικών αυτών ομάδων και ιδίως των δύο πρώτων, οφείλεται στην εποχή της δειγματοληψίας, καθώς στο υπόστρωμα και στην ταχύτητα ροής του ποταμού, η οποία ήταν αρκετά αυξημένη σε σχέση με τις άλλες δειγματοληπτικές περιόδους. Κατά τη δειγματοληπτική περίοδο του μηνός Ιουλίου 1997, ο αριθμός των ταξινομικών ομάδων μειώνεται δραστικά ενώ υπερτερούν τα Ετερόπτερα (*Naucoris* sp., *Nepa* sp., *Notonecta* sp., *Corixa* sp., *Gerris* sp.), γεγονός το οποίο παρουσιάζεται και κατά την επόμενη δειγματοληπτική περίοδο του μηνός Σεπτεμβρίου 1997. Την περίοδο αυτή τα Ετερόπτερα εκπροσωπούνται από τα είδη (*Naucoris* sp., *Micronecta* sp., *Notonecta* sp., *Corixa* sp., *Gerris* sp.). Η μείωση αυτή του πληθυσμού των ασπονδύλων η οποία παρατηρείται κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δειγματοληπτικών περιόδων πιθανότατα οφείλεται στη μειωμένη ροή των υδατορεμάτων.



Εικόνα 22. Οικογένειες ασπονδύλων που αντιπροσωπεύονται στην πανίδα του Αώου και αριθμός ειδών που καταγράφηκε για κάθε οικογένεια.

Πίνακας 15. Κατανομή ασπονδύλων σε υδατορέματα του ταμιευτήρα του Αώου.

Δειγματοληπτική περίοδος: 27/03/1997

No	Είδη	Ομάδες	Σταθμοί			
			B1	B2	B3	B4
1	<i>Atyaephyra</i> sp.	DECAPODA		6		
2	<i>Caenis</i> sp.	EPHEMEROPTERA				16
3	<i>Chaetogaster</i> sp.	OLIGOCHAETA			1	
4	<i>Chironomus</i> sp. 1	DIPTERA	9	3	1	9
5	<i>Chironomus</i> sp. 2	DIPTERA	5		1	
6	<i>Chironomus</i> sp. 3	DIPTERA	7			
7	<i>Corixa</i> sp.	HETEROPTERA		24	5	
8	<i>Dero</i> sp.	OLIGOCHAETA	2			
9	<i>Ecdyonurus</i> sp.	EPHEMEROPTERA		2	2	2
10	<i>Enallagma</i> sp.	ODONATA	3			
11	<i>Gammarus</i> sp.	AMPHIPODA		4	1	
12	<i>Hydrophorus erythrocephalus</i>	DIPTERA				1
13	<i>Hydropsyche</i> sp.	TRICHOPTERA	2			
14	<i>Hygrotus</i> sp.	COLEOPTERA				1
15	<i>Limnephilus</i> sp.	TRICHOPTERA			3	3
16	<i>Lumbriculus</i> sp.	OLIGOCHAETA	3		3	
17	<i>Lymnaea palustris</i>	GASTROPODA				6
18	<i>Nais</i> sp.	OLIGOCHAETA	7		4	
19	<i>Notonecta</i> sp.	HETEROPTERA			2	1
20	<i>Perla bipunctata</i>	PLECOPTERA			1	4
21	<i>Platycnemis</i> sp.	ODONATA				1
22	<i>Sericostoma</i> sp.	TRICHOPTERA				1
23	<i>Simulium</i> sp.	DIPTERA				2

Πίνακας 15. (Συνέχεια)

Δειγματοληπτική περίοδος: 27/05/1997

No	Είδη	Ομάδες	Σταθμοί				
			B1	B2	B5	B4	B7
1	<i>Baetis rhodani</i>	EPHEMEROPTERA				2	
2	<i>Chironomus sp. 1</i>	DIPTERA			3	8	39
3	<i>Chironomus sp. 2</i>	DIPTERA					17
4	<i>Cloeon dipterum</i>	EPHEMEROPTERA		2			
5	<i>Ecdyonurus sp.</i>	EPHEMEROPTERA				1	
6	<i>Eiseniella sp.</i>	OLIGOCHAETA			1		
7	<i>Ephemerella sp.</i>	EPHEMEROPTERA					12
8	<i>Hydropsyche sp.</i>	TRICHOPTERA				6	8
9	<i>Hygrotus sp.</i>	COLEOPTERA	4				
10	<i>Lepidostoma sp.</i>	TRICHOPTERA			16		
11	<i>Limonia sp.</i>	DIPTERA			1		
12	<i>Lymnaea lagotis</i>	GASTROPODA	10				
13	<i>Naucoris sp.</i>	HETEROPTERA		1			
14	<i>Nepa sp.</i>	HETEROPTERA	3				
15	<i>Odontocerum albicorne</i>	TRICHOPTERA			12		
16	<i>Perla bipunctata</i>	PLECOPTERA		2	3		
17	<i>Pisidium amnicum</i>	BIVALVIA	2				
18	<i>Platycnemis pennipes</i>	ODONATA	7				
19	<i>Potamophylax sp.</i>	TRICHOPTERA				4	
20	<i>Rithrogena semicolorata</i>	EPHEMEROPTERA			4		4
21	<i>Sericostoma personatum</i>	TRICHOPTERA	6				

Δειγματοληπτική περίοδος: 22/07/1997

No	Είδη	Ομάδες	Σταθμοί		
			BΔ	B2	BA
1	<i>Cloeon dipterum</i>	EPHEMEROPTERA			16
2	<i>Corixa sp.</i>	HETEROPTERA	7		
3	<i>Ephemera sp.</i>	EPHEMEROPTERA	3		
4	<i>Gerris sp.</i>	HETEROPTERA	7	4	3
5	<i>Hydroporus tessellatus</i>	COLEOPTERA			5
6	<i>Lymnaea peregra</i>	GASTROPODA			24
7	<i>Lymnaea stagnalis</i>	GASTROPODA	21		
8	<i>Naucoris sp.</i>	HETEROPTERA			2
9	<i>Nepa sp.</i>	HETEROPTERA			2
10	<i>Notonecta sp.</i>	HETEROPTERA	11		4
11	<i>Platycnemis pennipes</i>	ODONATA		3	

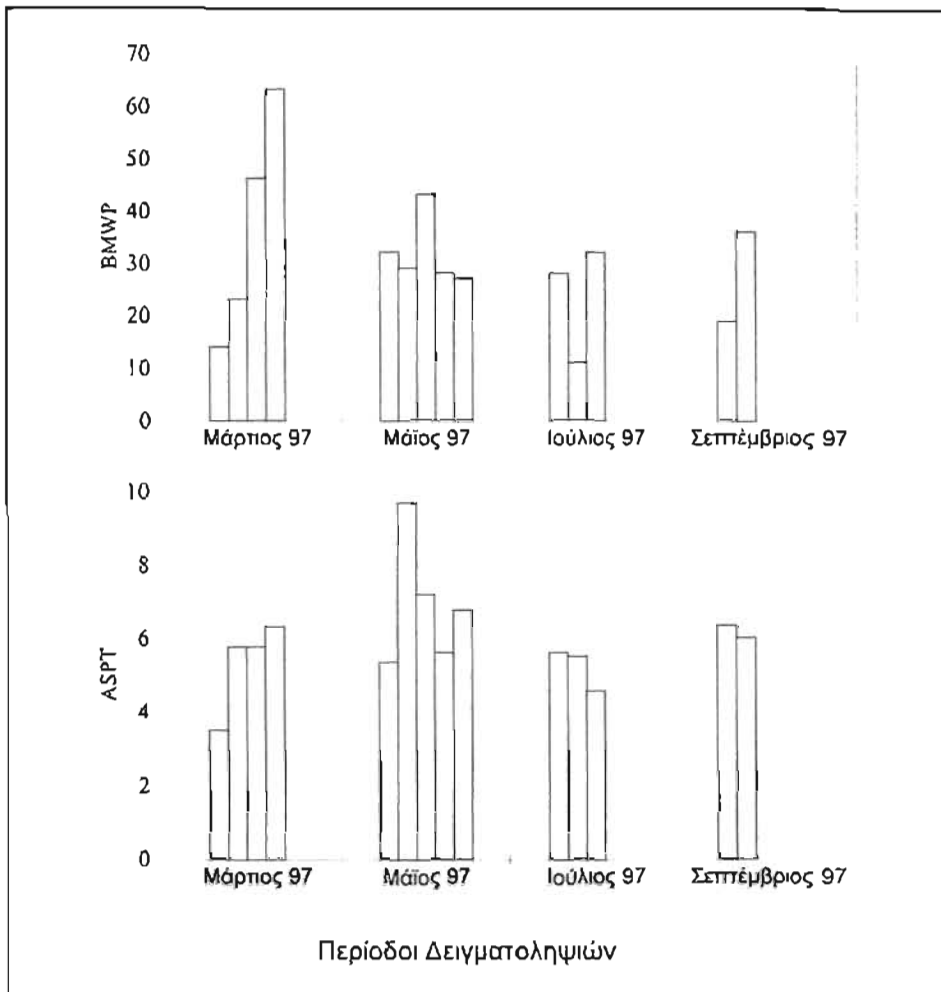
Πίνακας 15. (Συνέχεια)

Δειγματοληπτική περίοδος: 30/09/1997

No	Είδη	Ομάδες	Σταθμοί	
			BΔ	B2
1)	<i>Astacus astacus</i>	DECAPODA	8	8
2)	<i>Calopteryx splendens</i>	ODONATA		6
3)	<i>Corixa sp.</i>	HETEROPTERA		42
4)	<i>Gerris sp.</i>	HETEROPTERA	12	20
5)	<i>Micronecta sp.</i>	HETEROPTERA	59	
6)	<i>Naucoris sp.</i>	HETEROPTERA		1
7)	<i>Notonecta sp.</i>	HETEROPTERA		249
8)	<i>Platycnemis pennipes</i>	ODONATA	2	

Η εφαρμογή των βιολογικών δεικτών, και συγκεκριμένα του BMWP (Biological Monitoring Working Party Index, Εικόνα 23), έδειξε ότι το πρώτο υδατόρεμα του Ανατολικού τμήματος της τεχνητής λίμνης Αώου (Μάρτιος 1997) εμφανίζει μικρή τιμή και αυτό λόγω της ιδιομορφίας του υποστρώματος, το οποίο ήταν πάρα πολύ λεπτόκοκκο, καθώς και ότι η ταχύτητα της ροής στο σημείο αυτό ήταν μηδενική. Σχετικά μικρές τιμές εμφανίζονται και στο δεύτερο και τρίτο σημείο δειγματοληψιών της ίδιας περιόδου, γεγονός οφειλόμενο στις ίδιες συνθήκες των ενδαιτημάτων, ενώ η διαφοροποίηση η οποία παρατηρείται από τον προηγούμενο σταθμό οφείλεται στον τρόπο δειγματοληψίας. Ο τελευταίος σταθμός δειγματοληψίας της περιόδου αυτής εμφανίζει αρκετά καλή τιμή, λόγω του ότι στο σημείο αυτό οι συνθήκες διαφοροποιούνται τελείως από τις υφιστάμενες στους προηγούμενους σταθμούς δειγματοληψιών. Δηλαδή το υπόστρωμα ήταν χονδρόκοκκο, και η ταχύτητα του νερού ήταν αρκετά αυξημένη.

Κατά τη δειγματοληπτική περίοδο του μηνός Μαΐου 1997, οι τιμές εμφάνισαν ομοιομορφία και στους πέντε σταθμούς δειγματοληψιών. Μικρή εξαίρεση αποτελεί ο τρίτος σταθμός ο οποίος εμφανίζει τιμή λίγο υψηλότερη από τους υπόλοιπους. Αυτό οφείλεται στα είδη τα οποία συλλέχθηκαν στο σταθμό αυτό, τα οποία χαρακτηρίζονται για την υψηλή βαθμολογία τους. Στα συλλεχθέντα είδη περιλαμβάνεται και το είδος *Perla bipunctata* (Πλεκόπτερα), το οποίο διακρίνεται για τις απαιτήσεις σε αρκετά οξυγονωμένα και καθαρά νερά.



Εικόνα 23. Εκτίμηση της ποιότητας των νερών του υδρογραφικού συστήματος του ανατολικού τμήματος της τεχνητής λίμνης Αώου με τη χρησιμοποίηση βιολογικών δεικτών.

Την επομένη περίοδο δειγματοληψιών (Ιούλιος 1997), η υδατοπαροχή και η ροή των υδατορεμάτων είναι αυτή η οποία φαίνεται να επηρεάζει την κατανομή της ασπόνδυλης πανίδας όπως δείχνουν και οι συλλεχθέντες οργανισμοί (Πίνακας 15). Οι τιμές στον πρώτο και τρίτο σταθμό δειγματοληψιών εμφανίζουν σχετικά υψηλή τιμή, ενώ ο δεύτερος σταθμός έχει μικρή τιμή, γεγονός πιθανότατα οφειλόμενο στη μικρή υδατοπαροχή και στο υπόστρωμα.

Η τελευταία δειγματοληπτική περίοδος (Σεπτέμβριος 1997) σε δύο υδατορέματα του Ανατολικού τμήματος της τεχνητής λίμνης Αώου εμφάνισε για μεν τον πρώτο σταθμό δειγματοληψιών σχετικά μικρή τιμή (λίγα είδη), ενώ ο δεύτερος σταθμός δειγματοληψιών παρουσίασε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Η εφαρμογή του βιολογικού δείκτη του ASPT (Average Score per Taxon, Εικόνα 23) έδειξε ότι στην πρώτη δειγματοληπτική περίοδο (Μάρτιος 1997), με εξαίρεση το πρώτο υδατόρεμα το οποίο εμφανίζει μέτρια τιμή, οι υπόλοιποι τρεις σταθμοί εμφανίζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα και σε σχεδόν ίσες τιμές μεταξύ τους. Όπως και με τον προηγούμενο βιολογικό δείκτη (BMWP), ο πρώτος σταθμός εμφανίζει ιδιαίτερα μικρή τιμή για τους λόγους που προαναφέρθηκαν.

Από τα πέντε δειγματοληπτικά σημεία της επομένης περιόδου (Μάιος 1997), παρατηρείται ότι οι σταθμοί είναι περίπου ισότιμοι με μικρή εξαίρεση το δεύτερο, ο οποίος έχει αρκετά υψηλότερη τιμή του βιολογικού δείκτη.

Κατά τη διάρκεια της τρίτης δειγματοληπτικής περιόδου (Ιούλιος 1997) στα τρία δειγματοληπτικά σημεία του ανατολικού τμήματος του ταμιευτήρα Αώου, τα αποτελέσματα εφαρμογής του συγκεκριμένου βιολογικού δείκτη έδειξαν σχετικά υψηλές τιμές και για τα τρία σημεία.

Το ίδιο φαινόμενο και σε κάπως καλύτερες τιμές παρουσιάζεται και στους δύο σταθμούς δειγματοληψιών του μηνός Σεπτεμβρίου 1997, παρόλες τις δυσμενείς για το σύστημα των βιοκοινωνιών, συνθήκες.

Γενικά η εφαρμογή των βιολογικών δεικτών και ειδικά του ASPT (Average Score per Taxon) έδειξε ότι στους σταθμούς δειγματοληψιών του ανατολικού τμήματος της τεχνητής λίμνης Αώου η βενθική μακροασπόνδυλη πανίδα δεν δείχνει να είναι διαταραγμένη, και οι τυχόν χαμηλές τιμές που εμφανίζονται πρέπει να οφείλονται σε μορφολογικούς παράγοντες και σε ιδιαιτερότητες των ενδιαιτημάτων.

3.6. Ιχθυοπληθυσμοί

3.6.1. Γενικά

Σύμφωνα με παλαιότερες αναφορές (Schmidt-Ries 1943, Belloc 1948, Ladiges & Vogt 1965, Stephanidis 1974, Economidis 1991, Οικονομίδης 1973, 1979, Στεφανίδης 1939, κ.α.) η ιχθυοπανίδα στα ποτάμια του Αώου και Άραχθου είναι πλούσια και ποικίλη. Στην πλειοψηφία τους, τα περισσότερα είδη είναι ενδημικά της Ελλάδας και των γειτονικών της χωρών (Economidis 1991). Δυστυχώς δεν υπάρχουν στοιχεία για την ιχθυοπανίδα του Αλβανικού τμήματος του Αώου.

Για το ελληνικό τμήμα του Αώου αναφέρεται από τον Economidis (1991) η παρουσία των παρακάτω αυτόχθονων ειδών ψαριών (τα ενδημικά είδη ή υποείδη σημειώνονται με αστερίσκο):

- *Rutilus ohridanus prespensis* (Πλατίκα)*
- *Pachychilon pictus* (Χειλάς)*
- *Leuciscus cephalus vardarensis* (Κλένι)*
- *Chondrostoma vardarensis* (Γουρουνομούτης)*
- *Orthrias pindus* (Πινδοβίνος)*
- *Alburnoides bipunctatus ochridanus* (Πλατίτσα)*
- *Barbus peloponnesius rebeli* (Μπριάνα)*
- *Salmo trutta macrostigma* (Πέστροφα άγρια)

Για τον Άραχθο ποταμό αναφέρεται η παρουσία των εξής ψαριών (τα ενδημικά είδη ή υποείδη σημειώνονται με αστερίσκο):

- *Salmo trutta macrostigma* (Πέστροφα άγρια)
- *Pseudophoxinus stymphalicus thespoticus* (Τσίμα)*
- *Phoxinellus pleurobipunctatus* (Λιάρρα)*
- *Leuciscus cephalus albus* (Δροσίνα, μπούλκα)*
- *Barbus albanicus* (Στροσίδι)*
- *Barbus peloponnesius peloponnesius* (Μπριάνα)*
- *Cobitis hellenica arahthosensis* (Λουροβελονίτσα)*
- *Anguilla anguilla* (Χέλι)

Στα κατώτερα τμήματα των ποταμών εισέρχονται από τη θάλασσα κέφαλοι, λαβράκια, αθερίνες και άλλα ευρύαλα θαλασσινά ψάρια. Πρέπει να σημειωθεί ότι και στα δύο ποτάμια υπάρχουν караβίδες, που στον ταμιευτήρα του Αώου απαντούν σε σημαντικές και οικονομικά εκμεταλεύσιμες ποσότητες.

3.6.2. Σύσταση ιχθυοπληθυσμών

3.6.2.1. Ταμιευτήρας Αώου

Ο ταμιευτήρας του Αώου δημιουργήθηκε πολύ κοντά στις ομώνυμες πηγές και το συλλεκτήριο υδάτινο σύστημα είναι πολύ περιορισμένο και εποχιακό. Το τελευταίο κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης είναι αρκετά αναπτυγμένο και εξαρτάται από τις χιονοπτώσεις. Κατά τους θερμούς μήνες του έτους, το σύστημα περιορίζεται σημαντικά, και αρκετά από τα ρυάκια που εκβάλλουν στον ταμιευτήρα ξηραίνονται (Εικ. 24).

Λόγω του μεγάλου υψομέτρου της περιοχής στην οποία δημιουργήθηκε ο ταμιευτήρας, η ιχθυοπανίδα του αποτελείται από ψυχρόφιλα και έντονα ρεόφιλα είδη που προϋπήρχαν στην περιοχή και τα οποία χαρακτηρίζουν τη λεγόμενη "ζώνη πέστροφας". Πειραματική αλιεία με δίχτυα που πραγματοποιήθηκε στη λίμνη σε κάθε δειγματοληπτική περίοδο (από το Νοέμβριο 1996 μέχρι τον Οκτώβριο 1997) έδειξε ότι η ιχθυοπανίδα αποτελείται από 3 αυτόχθονα είδη ψαριών (*Salmo trutta macrostigma* (πέστροφα), *Barbus peloponnesius rebell* (μπριάνα) και *Alburnoides bipunctatus ochridanus* (πλατίτσα), καθώς και από την καλλιεργούμενη πέστροφα *Oncorhynchus mykiss* που είναι Αμερικανικής προέλευσης και έχει μεταφερεί στον ταμιευτήρα από ιδιώτες. Εκτός από τα είδη ψαριών που προαναφέρθηκαν, σημαντική πληθυσμιακή παρουσία στον ταμιευτήρα του Αώου παρουσιάζει και το είδος караβίδας *Astacus astacus*. Φωτογραφίες των κυριότερων ειδών που απαντούν στον ταμιευτήρα δίνονται στην Εικόνα 25.

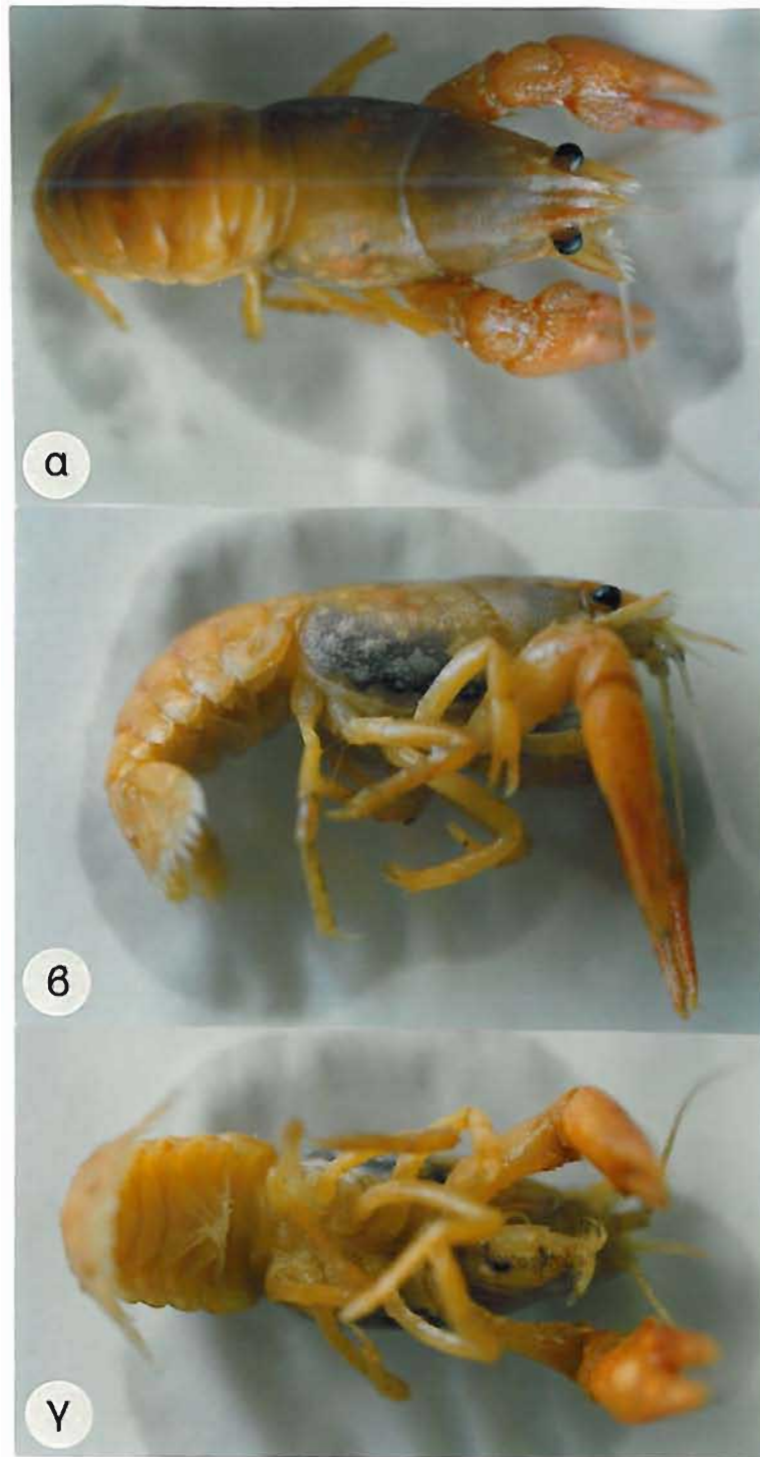
Στην Εικόνα 26 παρουσιάζεται η ποσοστιαία συμμετοχή των ειδών ψαριών στο αλιεύμα σε μερικές μόνο πειραματικές αλιεύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές περιόδους του χρόνου. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ενδεικτικά, γιατί η σύσταση του αλιεύματος εποίκιλλε ακόμα και την ίδια εποχή δειγματοληψίας και εξαρτιόταν από το είδος του δίχτυου, το μέγεθος του ματιού και την περιοχή αλίευσης.



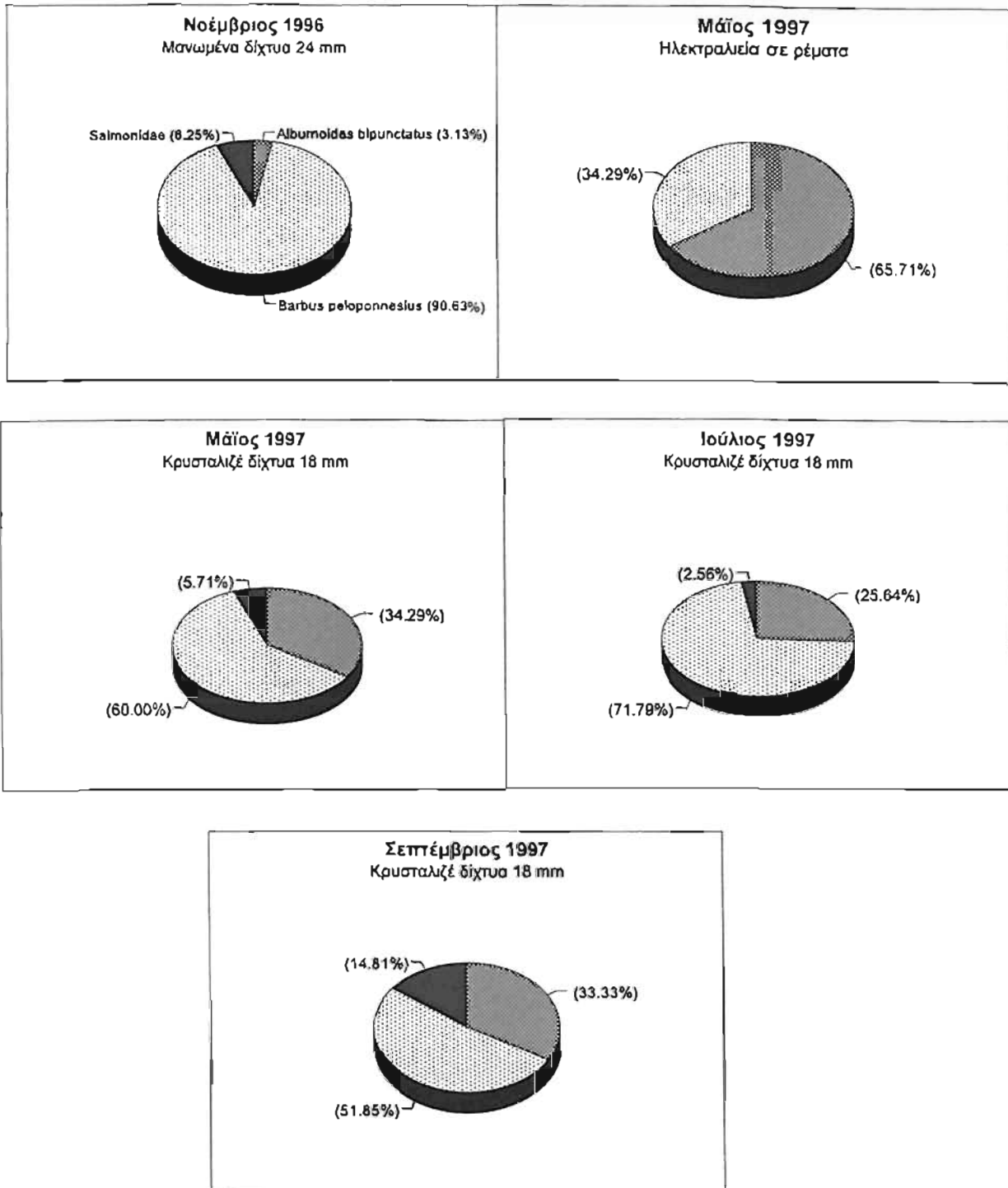
Εικόνα 24. Εποχιακή ξήρανση των υδατορεμάτων του ανατολικού τμήματος του ταμιευτήρα του Αώου.



Εικόνα 25. Είδη ψαριών και η караβίδα που απαντούν στον ταμιευτήρα του Αώου: (α) *Alburnoides bipunctatus ochridanus*, (β) *Barbus peloponnesius rebeli* και (γ) *Salmo trutta macrostigma*.



Εικόνα 25. (Συνέχεια) Η караβίδα του γλυκού νερού (*Astacus astacus*): (α) ραχιαία όψη, (β) πλευρική όψη, και (γ) κοιλιακή όψη.



Εικόνα 26. Σύσταση αλιευμάτων κατά την πειραματική αλιεία που διενεργήθηκε σε διάφορες εποχές στον ταμιευτήρα του Αώου.

Σε όλες τις περιπτώσεις που διενεργήθηκε αλιεία με δίκτυα μέσα στον ταμιευτήρα, το είδος που επικρατούσε στο αλίευμα ήταν το *B. peloropnesius rebeli*, το οποίο απαντά σε μεγάλη αφθονία. Η πέστροφα (τα δύο είδη πέστροφας *Salmo trutta macrostigma* και *Oncorhynchus mykiss* αναφέρονται στην Εικόνα 26 σαν Salmonidae) είναι σημαντικά λιγότερο άφθονη και συμμετείχε στο αλίευμα σε ποσοστό 0-9%, και μόνο σε μία περίπτωση έφθασε το 14.8%. Μεγαλύτερες αποδόσεις σε πέστροφα επέτυχαν τα εργαλεία που αφέθηκαν στη λίμνη κατά τη διάρκεια της νύκτας. Το ποσοστό συμμετοχής του *A. bipunctatus ochridanus* στο αλίευμα κυμάνθηκε από 3 - 40%, όχι γιατί το είδος απαντά σε μικρότερη αφθονία από ότι το *B. peloropnesius rebeli*, αλλά γιατί μπορεί να αποφεύγει τη σύλληψη λόγω του μικρού του μεγέθους. Έτσι, η συμμετοχή του είδους στο αλίευμα αύξανε όταν χρησιμοποιούντο δίκτυα με μικρό μέγεθος ματιού ή όταν τα δίκτυα ετοποθετούντο κοντά σε εκβολές ρεμάτων.

Κατά την πειραματική αλιεία που διενεργήθηκε επανειλημμένα με συσκευή ηλεκτραλιείας στα ποτάμια και ρυάκια που εκβάλλουν στη λίμνη βρέθηκαν μόνο τα είδη *Barbus peloropnesius rebeli* και *Alburnoides bipunctatus ochridanus* (ενδεικτικά δεδομένα για το μήνα Μάιο δίνονται στην Εικόνα 26). Από τα δύο αυτά είδη το τελευταίο απαντούσε σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες. Η αφθονία και των δύο ειδών στα ποτάμια ήταν ιδιαίτερα υψηλή κατά το τέλος της άνοιξης, λόγω του ότι άτομα από τη λίμνη ανέρχονται στα ποτάμια για να αναπαραχθούν. Προς το τέλος του θέρους η παροχή των ποταμών μειώνεται αισθητά, και πολλά άτομα κατέρχονται στη λίμνη για αναζήτηση καλύτερων τροφικών συνθηκών. Κατά τις ψυχρές περιόδους το μεγαλύτερο μέρος των πληθυσμών και των δύο ειδών που ζουν στα ρυάκια κατέρχονται στη λίμνη όπου και διαχειμάζουν.

Στα αλιεύματα συμμετέχει επίσης και η караβίδα (*Astacus astacus*). Οι συγκεντρώσεις του είδους αυτού στη λίμνη είναι τόσο μεγάλες ώστε η πειραματική αλιεία συχνά επέτυχε αποδόσεις της τάξης των 5-9 κιλών ανά 50 μέτρα δίκτυ. Κατά την έκφραση των ψαράδων, οι караβίδες είναι περισσότερες από τις πέτρες.

3.6.2.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Ο ταμιευτήρας Πουρναρίου στον Άραχθο δημιουργήθηκε στη μεσαία-κατώτερη περιοχή του ποταμού και το συλλεκτήριο υδάτινο σύστημά του είναι αρκετά εκτεταμένο και πολύμορφο. Σε αυτό καταλήγουν σημαντικοί ποταμοί, όπως ο Ζαγορίτικος, ο Μετσοβίτης, ο Σαραντάπορος και ο Βάρδας, καθώς και τα νερά του

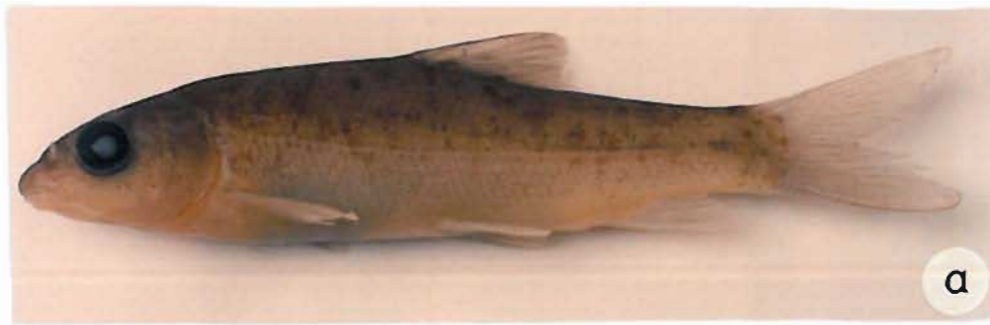
υδροηλεκτρικού σταθμού Αώου που χύνονται στο Μετσοβίτη. Λόγω του χαμηλού υψομέτρου της περιοχής, η ιχθυοπανίδα του ταμιευτήρα προήλθε από είδη που συνήθως χαρακτηρίζουν τη λεγόμενη "ζώνη κυπρίνου". Στην πειραματική αλιεία που διεξήχθη με δίχτυα στο Πουρνάρι βρέθηκαν τα αυτόχθονα είδη *Phoxinellus pleurobipunctatus*, *Leuciscus cephalus albus* και *Barbus albanicus*, καθώς και το *Cyprinus carpio* που έχει εισαχθεί. Πέστροφα δεν αλιεύθηκε. Σύμφωνα με τους ψαράδες της περιοχής, στον ταμιευτήρα υπάρχουν πέστροφες, αλλά όχι σε μεγάλη αφθονία. Φωτογραφίες των ψαριών που απαντούν στον ταμιευτήρα δίνονται στην Εικόνα 27.

Ενδεικτικά αποτελέσματα ορισμένων από τις πειραματικές αλιεύσεις που διενεργήθηκαν με δίχτυα με μάτι 17 - 20 mm δίνονται στην Εικόνα 28.

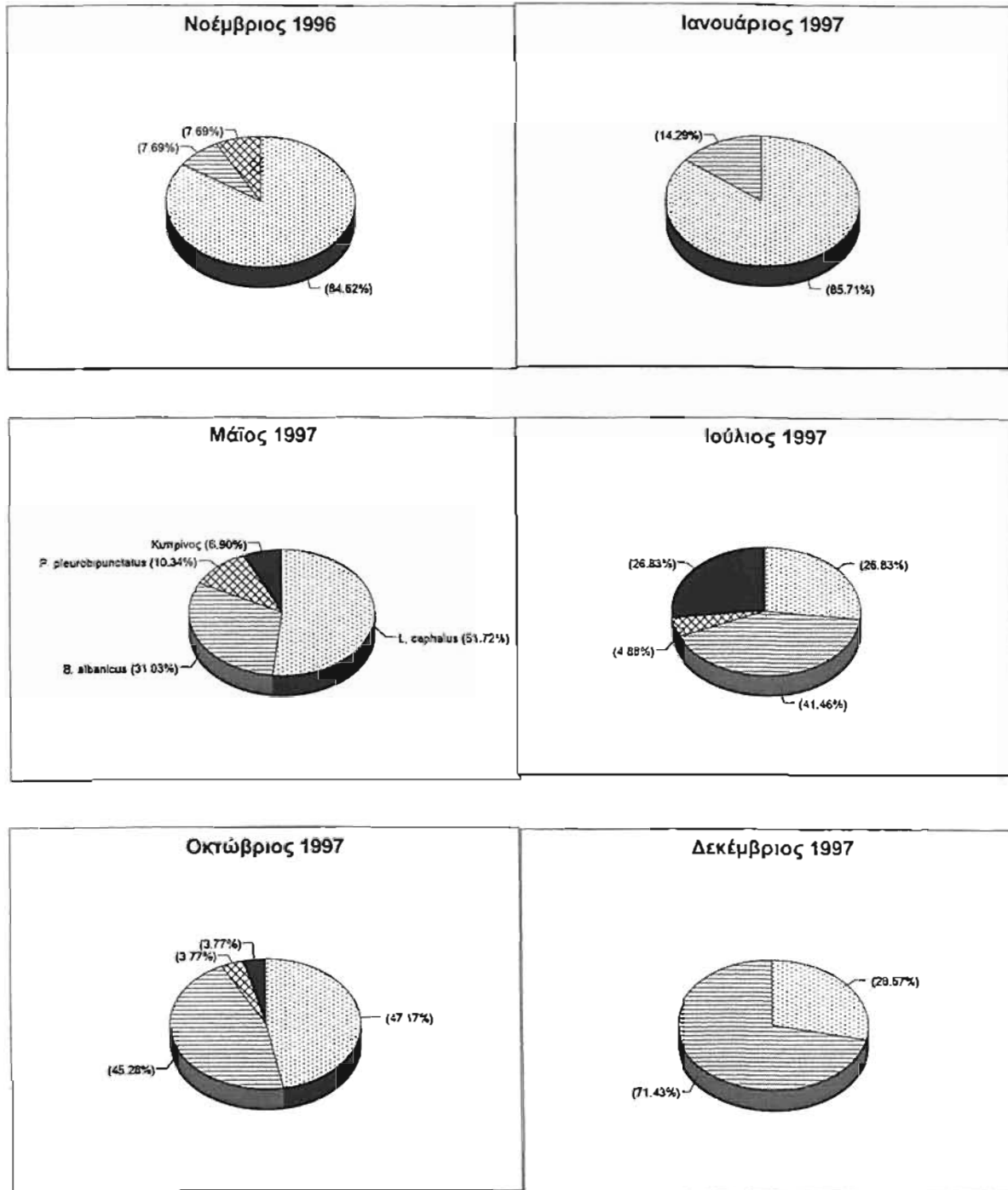
Το γεγονός ότι τα δίχτυα που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική αλιεία είχαν μάτια διαμέτρηματος άνω των 17 mm δεν επέτρεψε τη σύλληψη ψαριών μικρού σωματικού μεγέθους που πιθανόν να απαντούν στο ταμιευτήρα. Είναι γνωστό από παλαιότερες έρευνες ότι ορισμένα από αυτά τα είδη, όπως το *Pseudophoxinus stymphalicus thesproticus*, απαντούν στο σύστημα του Άραχθου. Πάντως, ένας πολύ μικρός ατόμων του είδους αυτού αλιεύθηκε με απόχη στη συμβολή ενός ρέματος με τη λίμνη, στην περιοχή Ζυγός. Τυπικά φυτόφιλα είδη όπως είναι το *Cobitis hellenica arahthosensis* δεν αναμένεται να απαντούν μέσα στον ταμιευτήρα.

Με ηλεκτραλιεία που διενεργήθηκε κατά περιόδους στον Άραχθο ποταμό και στα ρυάκια που εκβάλλουν σε διάφορα σημεία του ταμιευτήρα συνελέγησαν τα είδη *Phoxinellus pleurobipunctatus* και *Leuciscus cephalus albus*, αλλά και το είδος *Barbus peloponnesius peloponnesius* που δεν αλιεύθηκε στον ταμιευτήρα. Ενδέχεται το ρεόφιλο αυτό είδος αυτό να απαντά μόνο στα υδάτινα συστήματα που εκβάλλουν σε αυτόν.

Τα τρία αυτά είδη αποτελούν το βασικό συστατικό της ιχθυοπανίδας του κυρίως Άραχθου ποταμού, καθώς και των παραποτάμων του Μετσοβίτη και Γρεβενίτη, σύμφωνα με στοιχεία που προέκυψαν από δειγματοληψίες με ηλεκτραλιεία σε διάφορα σημεία των ποταμών αυτών στα πλαίσια του παρόντος προγράμματος, αλλά και παλαιότερες δειγματοληψίες στον Σαραντάπορο, κάτω από το Βουλγαρέλι.



Εικόνα 27. Είδη ψαριών που απαντούν στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου: (α) *Barbus albanicus*, (β) *Leuciscus cephalus albus*, (γ) *Phoxinellus pleurobipunctatus*, (δ) *Cyprinus carpio*, και (ε) *Pseudophoxinus stymphalicus thesproticus*.



Εικόνα 28. Σύσταση αλιευμάτων κατά την πειραματική αλιεία που διενεργήθηκε σε διάφορες εποχές στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου.

3.6.3. Γενικά βιολογικά γνωρίσματα των ψαριών

Το υλικό που συλλέχθηκε από την πειραματική αλιεία χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της κατανομής μεγεθών των ψαριών και ορισμένων βιολογικών παραμέτρων, την εξακρίβωση των γεννητικών τους περιόδων και τη μελέτη του διαιτολογίου τους.

Από τις αναλύσεις των γονάδων των ενηλίκων και τις κατανομές μεγέθους των ιχθυολαρβών είναι δυνατό να γίνει μία εκτίμηση της διαδοχής και της διάρκειας, της αναπαραγωγικής περιόδου για ορισμένα είδη. Η αναπαραγωγή των ψαριών στο Πουρνάρι (εκτός της πέστροφας που αναπαράγεται κατά του χειμερινούς μήνες) λαμβάνει χώρα κατά την άνοιξη και τις αρχές του καλοκαιριού. Από τα είδη που απαντούν στον ταμιευτήρα και τα ρυάκια που εκβάλλουν σε αυτόν, πρώτο αρχίζει να αναπαράγεται το *Phoxinellus pleurobipunctatus*, περίπου κατά τα μέσα Απριλίου, και η γεννητική περίοδος φαίνεται να διαρκεί περίπου ένα μήνα. Κατά το τέλος Απριλίου αρχίζει η αναπαραγωγή του *Leuciscus cephalus albus* που συνεχίζει μέχρι τις αρχές Ιουνίου. Τα δεδομένα δεν επιτρέπουν μία ασφαλή εκτίμηση της αναπαραγωγικής περιόδου του *Barbus albanicus*, φαίνεται όμως ότι το είδος αυτό αρχίζει να αναπαράγεται προς το τέλος Μαΐου ή και αργότερα.

Η αναπαραγωγή των ψαριών στον ταμιευτήρα του Αώου γενικά αρχίζει αργότερα από ότι στο Πουρνάρι, πιθανόν λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας. Κατά το τέλος Μαΐου 1997 διαπιστώθηκε έναρξη της αναπαραγωγικής δραστηριότητας ενός μόνο είδους, του *Alburnoides bipunctatus ochridanus*. Λάρβες μικρού σχετικά μεγέθους (και ηλικίας) παρατηρήθηκαν μέχρι το τέλος Ιουλίου, γεγονός που επιτρέπει την υπόθεση ότι η αναπαραγωγική δραστηριότητα συνεχίζεται μέχρι τα μέσα του μήνα αυτού. Η αναπαραγωγή του *Barbus peloponnesius rebeli* αρχίζει τον Ιούλιο. Δεν παρατηρήθηκε γεννητική δραστηριότητα της πέστροφας.

Έγινε ανάλυση του περιεχομένου του πεπτικού σωλήνα σε έναν αριθμό ατόμων από τα επικρατούντα είδη, τα οποία αλιεύθηκαν μεταξύ Νοεμβρίου 1996 και Δεκεμβρίου 1997 από τους δύο ταμιευτήρες. Τα κυριότερα αποτελέσματα δίνονται στις περιγραφές των ειδών που ακολουθούν με τη μορφή δεικτών συχνότητας παρουσίας τροφικών οργανισμών, όπου ο δείκτης αναπαριστά το ποσοστό ατόμων που είχαν τραφεί με ένα συγκεκριμένο οργανισμό στο σύνολο των ατόμων που εξετάστηκαν.

Διαπιστώθηκε ότι το τροφικό φάσμα κάθε είδους περιλαμβάνει ένα μικρό σχετικά αριθμό οργανισμών, και ότι η δίαιτα κάθε είδους αντανακλά τόσο τις συγκεκριμένες τροφικές του προτιμήσεις όσο και τη διαθεσιμότητα κατάλληλης λείας στο περιβάλλον του. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο αριθμός των ειδών που αποτελούν τη λεία των ψαριών και των δύο ταμιευτήρων είναι περιορισμένος σε σύγκριση με τις φυσικές λίμνες. Το γεγονός αυτό αποδίδεται κυρίως στο ότι η απουσία μίας μόνιμης φυτικής βλάστησης από ανώτερα φυτά περιορίζει την ανάπτυξη πολλών βενθικών ζωικών οργανισμών που αποτελούν τη δυνητική λεία των ψαριών (βλ. και τμήμα 3.6.5). Η έλλειψη φυτικής βλάστησης στους ταμιευτήρες αποτελεί επίσης ένα σημαντικό παράγοντα που εμποδίζει την εισαγωγή στους ταμιευτήρες ειδών ψαριών με τροφική εξειδίκευση σε οργανισμούς που αναπτύσσονται σε συνάρτηση με τη φυτική βλάστηση.

Αναλυτικά, τα αποτελέσματα των βιολογικών αναλύσεων για κάθε είδος έχουν ως εξής:

3.6.3.1. Ταμιευτήρας Αώου

***Barbus peloponnesius rebeli* Koller, 1925 (Αώος)**

Barbus meridionalis rebeli Koller, 1925
Μπριάννα

Διαγνωστικά γνωρίσματα

D:4/8, A:3/5, C:19, P:1/15-16, V:2/8, C:19, L.I.:11-12/49-53/7-8, Φαρυγγικά δόντια: σε τρεις σειρές (5,3,2,-2,3,5) (Vukovic & Ivanovic 1971)

Σώμα επίμηκες, κοντόχονδρο, με ακανόνιστες σκούρες κηλίδες και στίγματα. Στίγματα υπάρχουν επίσης σε όλα τα πτερύγια. Στόμα στραμένο προς τα κάτω (κοιλιακό) με δύο ζεύγη μουστακιών. Ραχιαίο και εδρικό πτερύγιο σχετικά μεγάλα και με μικρή βάση. Το μήκος του εδρικού φθάνει σχεδόν στη βάση του ουραίου πτερυγίου. Σε αντίθεση με το *Barbus albanicus*, η τελευταία απλή ακτίνα του ραχιαίου πτερυγίου είναι λεία στο πίσω μέρος της χωρίς οδοντίδια.

Γεωγραφική εξάπλωση

Το ψάρι αυτό είναι ενδημικό της Βαλκανικής Χερσονήσου και απαντά στην Ελλάδα, την Αλβανία και τα Σκόπια (Economidis 1991). Στην Ελλάδα βρίσκεται μόνον στον ποταμό Αώο. Στην Ελλάδα επίσης απαντούν δύο συγγενικά υποείδη του *Barbus peloponnesius*, το *B. p. peloponnesius*, και το *B. p. petenyi*. Το πρώτο είναι

ενδημικό της Δυτ. Ελλάδας και απαντά σε πολλά ποτάμια της Ηπείρου, Στερεάς Ελλάδας και Πελοποννήσου που εκβάλλουν στο Ιόνιο. Το δεύτερο απαντά στη Μακεδονία και τα Σκόπια (Economidis 1991).

Βιολογία - οικολογία

Είδος τυπικά ρεόφιλο, που όμως στον ταμιευτήρα του Αώου επιδεικνύει λιμνόφιλο χαρακτήρα διαβίωσης, βενθικό και πολυκυκλικό. Ενα μεγάλο μέρος του πληθυσμού του ταμιευτήρα του Αώου πραγματοποιεί αναπαραγωγικές μεταναστεύσεις στα ρυάκια, όπου και γίνεται η απόθεση των αυγών.

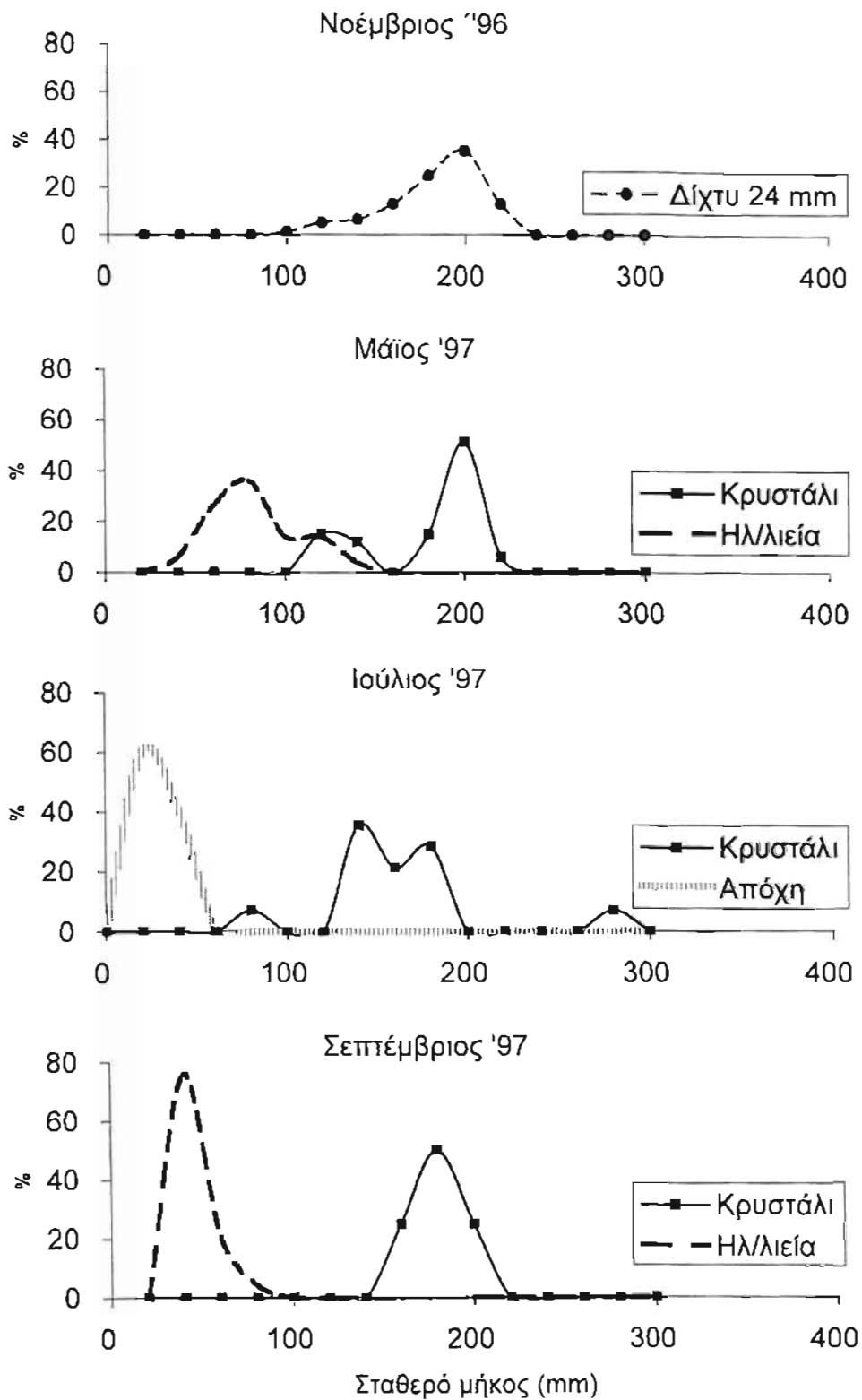
Η κατά μήκος σύσταση μεγεθών σε διάφορες εποχές του χρόνου δείχνεται στην Εικόνα 29. Φαίνεται ότι στον ενήλικο πληθυσμό επικρατούν τέσσερις ετήσιες κλάσεις. Τα μικρότερα σε μέγεθος ψάρια αλιεύθηκαν με ηλεκτραλιεία και απόχες σε ρυάκια, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι τέτοια ψάρια δεν υπάρχουν στον ταμιευτήρα. Απλώς, τα δίκτυα που χρησιμοποιήθηκαν για αλιεία στη λίμνη δεν είχαν την ικανότητα να συλλάβουν ψάρια μικρού μεγέθους. Είσοδος νέων ατόμων στο πληθυσμό παρατηρήθηκε τον Ιούλιο, που συμπίπτει με την αναπαραγωγική περίοδο του είδους.

Η σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους υπολογίστηκε και για τα δυο φύλα και ήταν: $TW = 2 \cdot 10^{-5} (TL)^{2.942}$, $R^2 = 0.957$ ($N = 131$). Ο εκθέτης b βρέθηκε ελάχιστα μικρότερος του 3 γεγονός που υποδεικνύει σχεδόν ισομετρική αύξηση. Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 30.

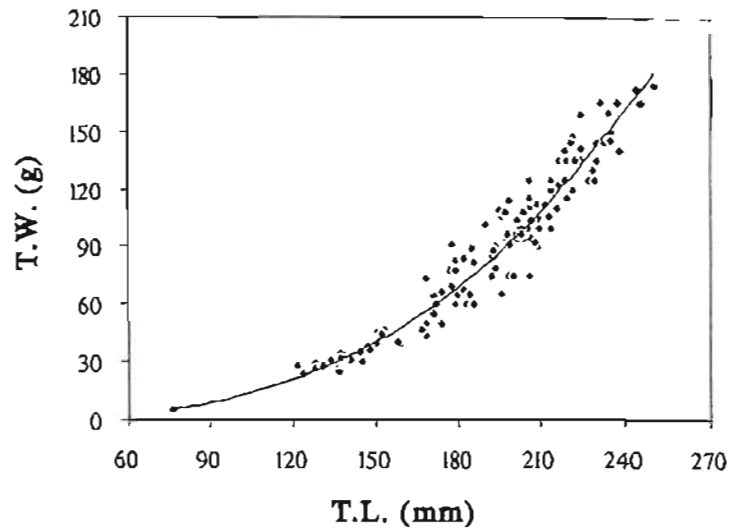
Η σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους υπολογίστηκε από το σύνολο του δείγματος και ήταν: $SL = 0.938 (TL) - 2.155$, $R^2 = 0.993$ ($N = 131$). Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 31.

Αναπαραγωγή

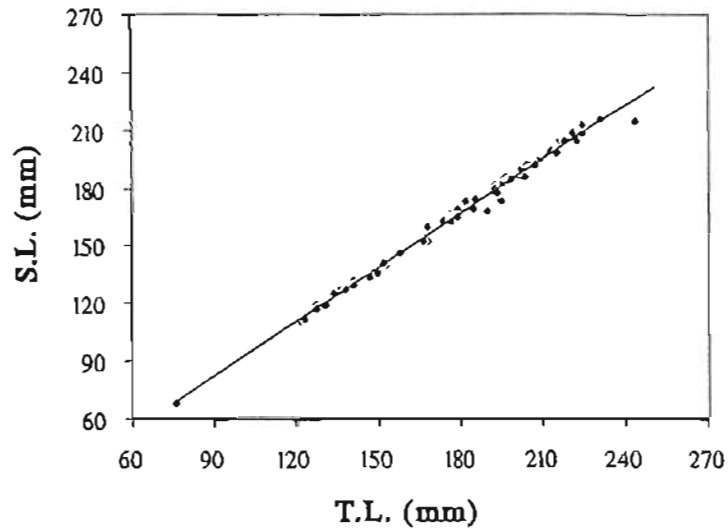
Το φύλο αναγνωρίστηκε σε 63 άτομα του *B. peloropnesius rebeli*, από τα οποία 54 βρέθηκαν να είναι θηλυκά και 9 αρσενικά. Ο γοναδοσωματικός δείκτης (ΓΣΔ) του *B. peloropnesius rebeli* υπολογίστηκε από άτομα τα οποία ήταν μεγαλύτερα από 76 mm σε ολικό μήκος και παρουσιάζεται στον Πίνακα 16. Το μικρότερο θηλυκό που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του ΓΣΔ είχε ολικό μήκος 128 mm, ενώ το μεγαλύτερο 244 mm. Αντίστοιχα το μικρότερο αρσενικό είχε σταθερό μήκος 76 mm ενώ το μεγαλύτερο 151 mm.



Εικόνα 29. Κατανομή μεγεθών του *Barbus peloropnesius rebeli* σε διάφορες δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στον ταμιευτήρα του Αώου.



Εικόνα 30. Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για το είδος *B. peloropnesius rebeli* από τον Αώο.



Εικόνα 31. Σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους για το είδος *B. peloropnesius rebeli* από τον Αώο.

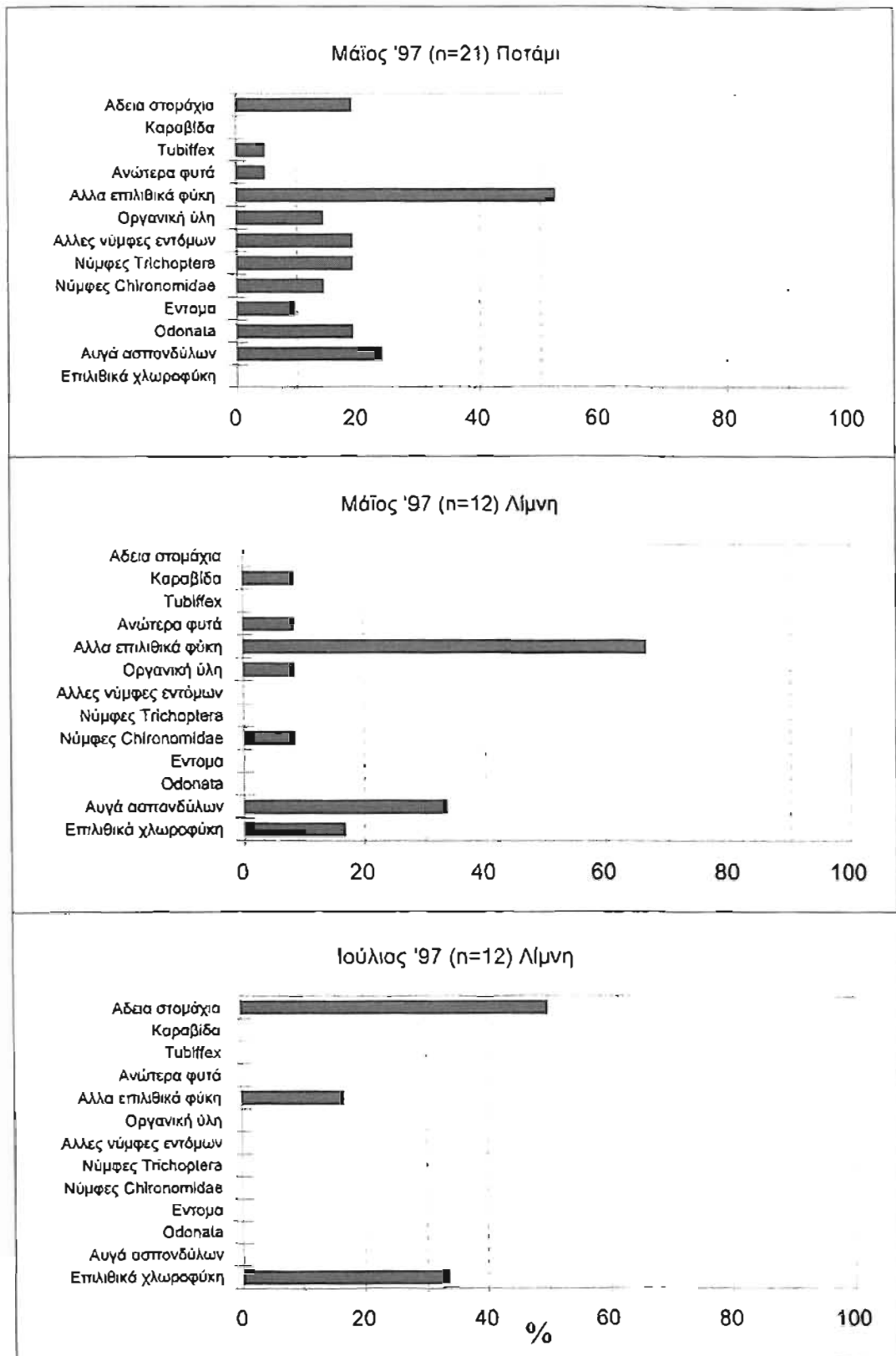
Πίνακας 16. Γοναδοσωματικός δείκτης θηλυκών και αρσενικών ατόμων του *B. peloroponnesius rebeli* στον Αώο.

Γοναδοσωματικός δείκτης των θηλυκών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Νοέμβριος '96	4,74	1,45	8,35	1,01	16
Μάϊος '97	13,40	4,07	20,37	1,99	27
Ιούλιος '97	4,56	2,37	12,87	0,67	11
Σεπτέμβριος '97	2,34	0,45	2,95	1,44	4
Γοναδοσωματικός δείκτης των αρσενικών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Νοέμβριος '96	1,55	0,37	1,92	1,18	2
Μάϊος '97	7,94	2,08	12,11	5,98	4
Ιούλιος '97	-	-	-	-	-
Σεπτέμβριος '97	-	-	-	-	-

Από τη σημαντική πτώση των τιμών του ΓΣΔ μετά τον Μάιο φαίνεται ότι στον Αώο, το είδος *B. peloroponnesius rebeli* αναπαράγεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Δεν παρατηρήθηκαν ιχθυολάρβες του είδους αυτού κατά την μήνα Μάιο, που να υποδηλώνουν πρόσφατη γεννητική δραστηριότητα. Στα δείγματα με απόχη του μηνός Ιουλίου βρέθηκαν νεοεκκολαφθείσες ιχθυολάρβες, αλλά και λάρβες μεγαλύτερης ηλικίας, και συμπεραίνεται ότι η αναπαραγωγή είχε ήδη αρχίσει και πιθανώς συνεχίστηκε και μετά τη περίοδο δειγματοληψίας.

Διατροφή

Το ψάρι αυτό είναι βασικά βενθοζωοφάγο-φυτοφάγο. Η δίαιτα περιλαμβάνει τροφές τόσο φυτικής όσο και ζωικής προέλευσης (Εικ. 32). Από τις ζωικές τροφές επικρατούν τα έντομα, κυρίως Odonata, οι νύμφες εντόμων (Chironomidae, Trichoptera) και τα αυγά ασπονδύλων. Η φυτική δίαιτα συνίσταται κυρίως από επιλιθικά φύκη, με επικράτηση των χλωροφυκών. Γένη χλωροφυκών που είχαν



Εικόνα 32. Τροφικό φάσμα του *Barbus peloroponnesius rebeli* σε διάφορες εποχές του χρόνου (συχνότητα στόμων που είχαν τραφεί με ένα συγκεκριμένο είδος λείας).

μεγαλύτερη αντιπροσώπευση στα στομαχικά περιεχόμενα είναι τα *Ulothrix*, *Spirogyra*, και *Zygnema*. Προφανώς, τα ψάρια "γλείφουν" τις πέτρες του βυθού και άλλα στερεά υποστρώματα και αποσπούν τα επιλιθικά φύκη που είναι προσκολλημένα σε αυτά, όπως άλλωστε υποδηλώνεται και από τη γενικότερη τροφική τους μορφολογία (κοιλιακή τοποθέτηση του στόματος, παχειά χείλη, αισθητήρια μουστάκια, κλπ.), καθώς και από την παρουσία στο στομάχι μικρών λίθων που φαίνεται ότι προσλαμβάνονται τυχαία μαζί με τη φυτική ύλη. Σε μερικά άτομα βρέθηκαν τμήματα μακροφύτων χερσαίας προέλευσης που παρασύρθηκαν στον ταμιευτήρα με τα νερά των χειμάρρων και ποταμών που εκβάλλουν σε αυτόν.

Υπήρξε μία εποχιακή διαφοροποίηση της δίαιτας που οφείλεται στη μεταβολή της σύστασης των διαθέσιμων οργανισμών στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, ενώ το είδος βασικά διατηρεί το φυτο-επιλιθικό τροφικό του χαρακτήρα καθ'όλο το χρόνο, την άνοιξη υπάρχει μία αυξημένη παρουσία ζωικών τροφών. Χαρακτηριστικό είναι ότι την εποχή αυτή, που συμπίπτει με την αναπαραγωγική περίοδο της караβίδας, βρέθηκαν στους πεπτικούς σωλήνες μικρά караβιδάκια. Υπήρξε επίσης μία διαφορά στη σύσταση της δίαιτας των ατόμων που αλιεύθηκαν στον ταμιευτήρα και στα ποτάμια γύρω από αυτόν. Συγκεκριμένα, τα τελευταία είχαν τραφεί με μία μεγαλύτερη ποικιλία ζωικών ειδών, προφανώς γιατί αυτά τα είδη απαντούν σε πολύ μεγαλύτερη αφθονία στα ποτάμια από ότι στον ταμιευτήρα.

Εμπορική σημασία

Το έχει *B. peloroponnesius rebeli* αλιεύεται σε μικρή κλίμακα από ερασιτέχνες.

***Alburnoides bipunctatus ochridanus* (Karaman, 1928)**

Πλατίσα, τσιρωνάκι

Διαγνωστικά γνωρίσματα

D:3/8, A:3/12, P:1/14, V:2/7, L.I.:8/43-46/3 (Vukovic & Ivanovic 1971)

Πλευρική γραμμή μέσα σε διπλή σειρά στιγμάτων σε όλο το μήκος της, και σε ορισμένα σημεία είναι ελαφρά τεθλασμένη. Η κάθετος που διέρχεται από την αρχή του ραχιαίου πτερυγίου βρίσκεται αρκετά μπροστά από την αρχή του εδρικού πτερυγίου.

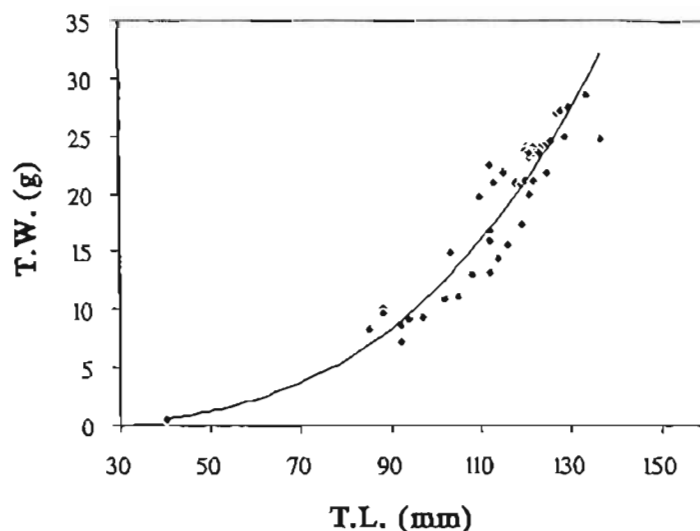
Γεωγραφική εξάπλωση

Στην Ελλάδα απαντά στον ποταμό Αώο και στη λίμνη Πρέσπτα (Economidis 1991). Απαντά επίσης στις λίμνες Οχρίδα και Σκόνδρα των Σκοπίων. Στην Ελλάδα αναφέρονται δύο συγγενικά ενδημικά υποείδη, το *A. b. thessalus* και *A. b. strymonicus*.

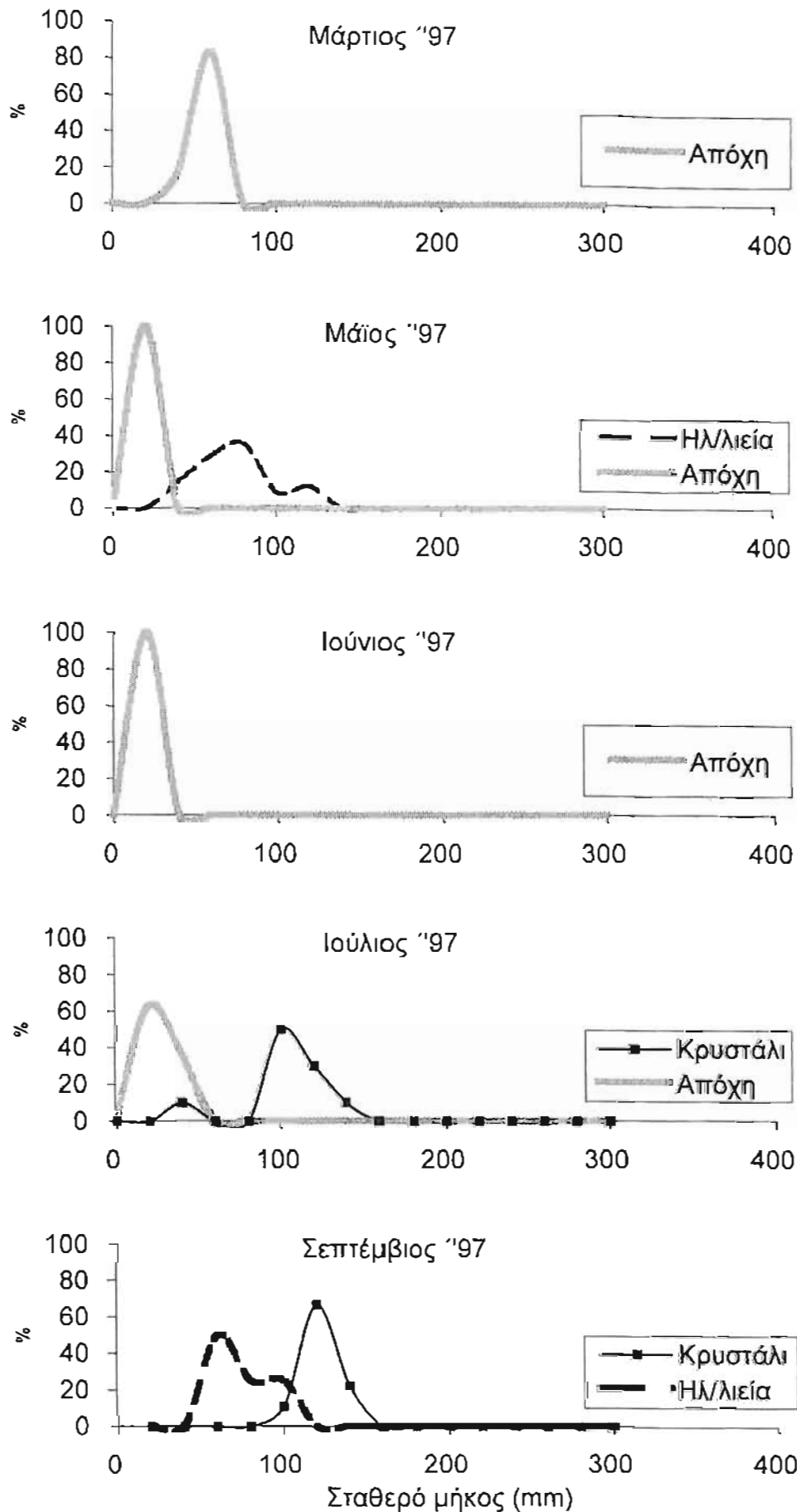
Βιολογία - οικολογία

Το *Alburnoides bipunctatus ochridanus* είναι ψάρι ρεόφιλο και λιμνόφιλο, πολυκυκλικό, με βενθοπελαγικό τρόπο διαβίωσης. Η κατανομή μεγεθών ατόμων που αλιεύθηκαν με μία ποικιλία αλιευτικών μεθόδων (Εικ. 33) δείχνει ότι στον ενήλικο πληθυσμό επικρατούν τρεις κλάσεις μεγέθους, και ότι η είσοδος νέων ατόμων στον πληθυσμό αρχίζει το μήνα Μάιο. Ο κύριος όγκος των αλιευμάτων προήλθε από αλιεία με απόχες και ηλεκτραλιεία σε ρυάκια λόγω του ότι το ψάρι αυτό είναι μικρού μεγέθους και δύσκολα συγκρατείται από τα δίχτυα που χρησιμοποιήθηκαν για αλιεία στον ταμιευτήρα.

Η σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους υπολογίστηκε και για τα δυο φύλα και ήταν: $TW = 5 \cdot 10^{-6} (TL)^{3.196}$, $R^2 = 0.952$ ($N = 46$). Ο εκθέτης b βρέθηκε ελάχιστα μεγαλύτερος του 3 γεγονός που υποδεικνύει ελαφρά αλλομετρική αύξηση. Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 34.

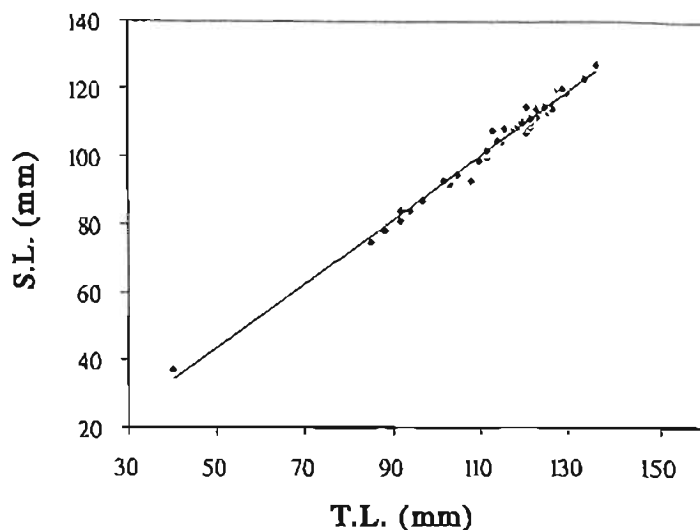


Εικόνα 34. Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για το είδος *A. bipunctatus ochridanus* από τον Αώο.



Εικόνα 33. Κατανομή μεγεθών του *Alburnoides bipunctatus ochridanus* σε διάφορες δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στον ταμιευτήρα του Αώου.

Η σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους υπολογίστηκε από το σύνολο του δείγματος και ήταν: $FL = 0.943 (TL) - 3,861$, $R^2 = 0.986$ ($N = 46$). Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 35.



Εικόνα 35. Σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους για το είδος *A. bipunctatus ochridanus* από τον Αώο.

Αναπαραγωγή

Το φύλο αναγνωρίστηκε σε 42 άτομα του *A. bipunctatus ochridanus*, από τα οποία 36 βρέθηκαν να είναι θηλυκά και 6 αρσενικά. Ο γοναδοσωματικός δείκτης (ΓΣΔ) υπολογίστηκε από άτομα τα οποία ήταν μεγαλύτερα από 85 mm σε ολικό μήκος και παρουσιάζεται στον Πίνακα 17. Το μικρότερο θηλυκό που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του ΓΣΔ είχε ολικό μήκος 88 mm, ενώ το μεγαλύτερο 134 mm. Αντίστοιχα το μικρότερο αρσενικό είχε σταθερό μήκος 85 mm ενώ το μεγαλύτερο 114 mm.

Από την κατανομή μεγεθών των ιχθυολαρβών τους μήνες Μάιο και Ιούλιο προκύπτει ότι στον Αώο το είδος *A. bipunctatus ochridanus* αναπαράγεται την άνοιξη, και κυρίως τους μήνες Μάιο και Ιούνιο. Κατά την περίοδο της αναπαραγωγής, τα γεννητικά ώριμα άτομα του είδους αυτού αποκτούν γαμήλιους χρωματισμούς (κοκκινωπές αποχρώσεις στη βάση των πτερυγίων) και εισέρχονται στα ρυάκια που χύνονται στον ταμιευτήρα, πρώτα τα αρσενικά και στη συνέχεια τα θηλυκά. Η απόθεση των αυγών γίνεται κάτω από πέτρες και σε μέρη με ικανοποιητική ροή νερού. Οι ιχθυολάρβες απαντούν σε σκιερά και προφυλαγμένα

μέρη. Τον Μάιο, σε ένα ρυάκι με θερμοκρασία 7.9 °C δεν είχε αρχίσει η άνοδος. Σε ρυάκια με θερμοκρασία 14.1 έως 18.4 °C είχε αρχίσει η άνοδος, αλλά όχι η αναπαραγωγή. Μόνο σε ρυάκια με θερμοκρασία άνω των 20 °C παρατηρήθηκαν γεννητικά προϊόντα (μάζες αυγών κάτω από πέτρες και νεοεκκολαφθείσες ιχθυολάρβες).

Πίνακας 17. Γοναδοσωματικός δείκτης θηλυκών και αρσενικών ατόμων του *A. bipunctatus ochridanus* στον Αώο.

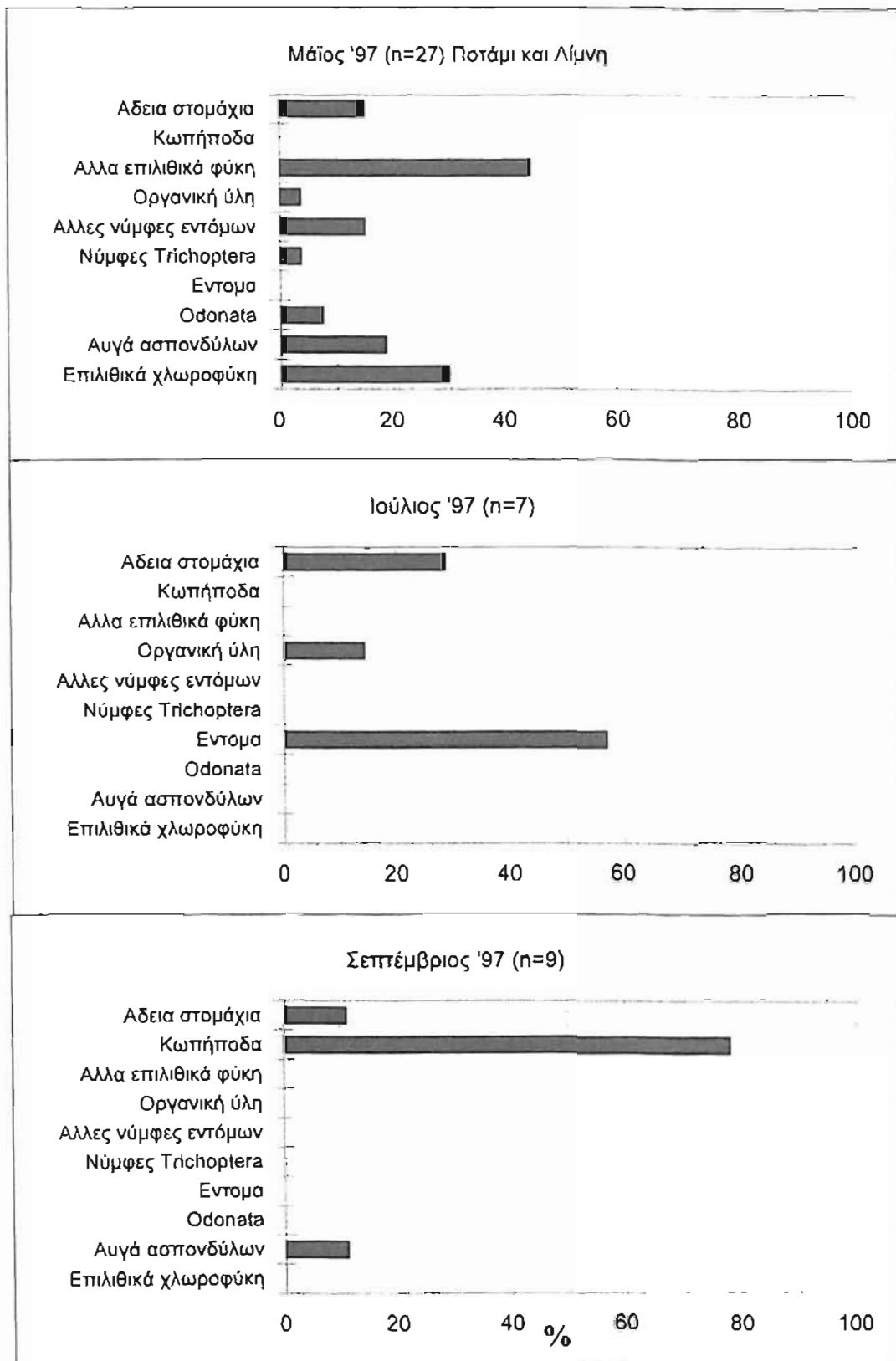
Γοναδοσωματικός δείκτης των θηλυκών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Μάιος '97	16,83	4,33	28,20	7,62	23
Ιούλιος '97	3,45	2,65	7,43	1,14	3
Σεπτέμβριος '97	8,16	0,71	9,11	6,59	9
Γοναδοσωματικός δείκτης των αρσενικών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Μάιος '97	7,20	1,50	8,96	5,38	4
Ιούλιος '97	0,32	-	-	-	1
Σεπτέμβριος '97	-	-	-	-	-

Διατροφή

Το είδος αυτό έχει ένα σχετικά ευρύ τροφικό φάσμα που περιλαμβάνει τόσο φυτικούς όσο και ζωικούς οργανισμούς (Εικ. 36). Λόγω αυτής της τροφικής του ευρύτητας, το είδος μπορεί να προσαρμόζεται σε μία ποικιλία βιοτόπων και να αξιοποιεί σαν τροφή εναλλακτικούς πόρους. Έτσι, άτομα που αλιεύθηκαν σε ποταμάκια γύρω από τον ταμιευτήρα είχαν διατραφεί κυρίως με ζωικούς οργανισμούς (έντομα, νύμφες εντόμων και αυγά ασπονδύλων) και σε μικρότερο ποσοστό με χλωροφύκη. Αντίθετα, άτομα που αλιεύθηκαν μέσα στον ταμιευτήρα είχαν διατραφεί κυρίως με επιλιθικά χλωροφύκη και κωπήποδα.

Εμπορική σημασία

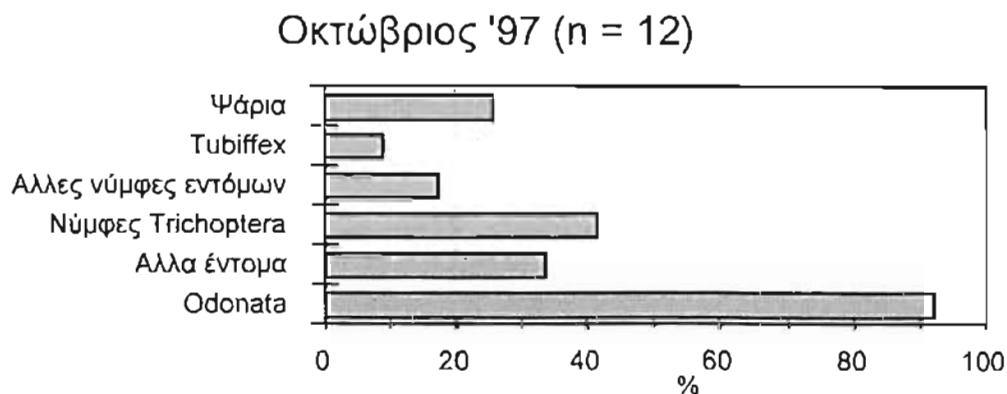
Το *Alburnoides bipunctatus ochridanus* δεν παρουσιάζει αλιευτικό ενδιαφέρον.



Εικόνα 36. Τροφικό φάσμα του *Alburnoides bipunctatus ochridanus* σε διάφορες εποχές του χρόνου (συχνότητα στόμων που είχαν τραφεί με ένα συγκεκριμένο είδος λείας).

Πέστροφα (*Salmo trutta macrostigma* και *Oncorhynchus mykiss*)

Ο αριθμός ψαριών πέστροφας που αλιεύθηκαν δεν ήταν ικανοποιητικός για να επιχειρηθούν βιολογικές αναλύσεις, επέτρεψαν όμως μία γενική περιγραφή της διαίτας. Στους πεπτικούς σωλήνες 12 ατόμων και των δύο ειδών πέστροφας που αναλύθηκαν βρέθηκαν σε μεγάλες ποσότητες έντομα (κυρίως Odonata). Σε μικρότερο βαθμό η διαίτα περιλάμβανε νύμφες Trichoptera και ιχθύδια ψαριών (*Alburnoides bipunctatus ohridanus*) (Εικ. 37).



Εικόνα 37. Τροφικό φάσμα της πέστροφας (*Salmo trutta macrostigma* και *Oncorhynchus mykiss*) (συχνότητα ατόμων που είχαν τραφεί με ένα συγκεκριμένο είδος λείας).

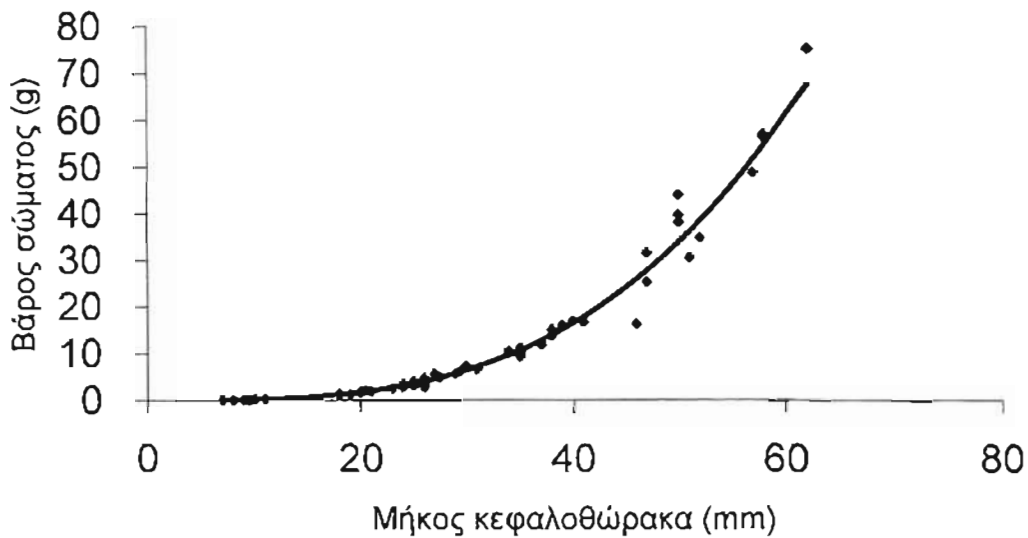
Astacus astacus (καραβίδα του γλυκού νερού)

Οι караβίδες του γλυκού νερού είναι δεκάποδα καρκινοειδή της οικογένειας Astacidae και ζουν σε εύκρατες περιοχές. Είναι σχετικώς μοναχικά ζώα και, ειδικότερα τα αρσενικά, υπερασπίζονται την περιοχή που ζούν (εδαφικότητα). Παρουσιάζουν φυλετικό διμορφισμό. Τυπικά, απαντούν σε ήρεμα τρεχούμενα νερά όπου οι μέσες συγκεντρώσεις ατόμων είναι της τάξης των 1,2-2,5/m². Σε περιοχές με καλές τροφικές συνθήκες και παρουσία καταφυγίων οι συγκεντρώσεις αυτές μπορούν να αυξηθούν σημαντικά. Φυσικοί πληθυσμοί απαντούν σε αρκετά υδάτινα συστήματα της Ελλάδας, και σε ορισμένα από αυτά (π.χ. περιοχές Ορχομενού και Καρδίτσας) σε αλιεύσιμες ποσότητες.

Η μέση συγκέντρωση των ατόμων σε τρεχούμενο νερό είναι συνήθως 1,2-2,5 άτομα/m². Οι συγκεντρώσεις αυτές μπορούν να αυξηθούν σημαντικά σε ειδικές περιπτώσεις, όπως παρουσία καταφυγίων και καλές τροφικές συνθήκες. Χωρίς να έχει γίνει εκτίμηση των συγκεντρώσεων της караβίδας στον ταμιευτήρα

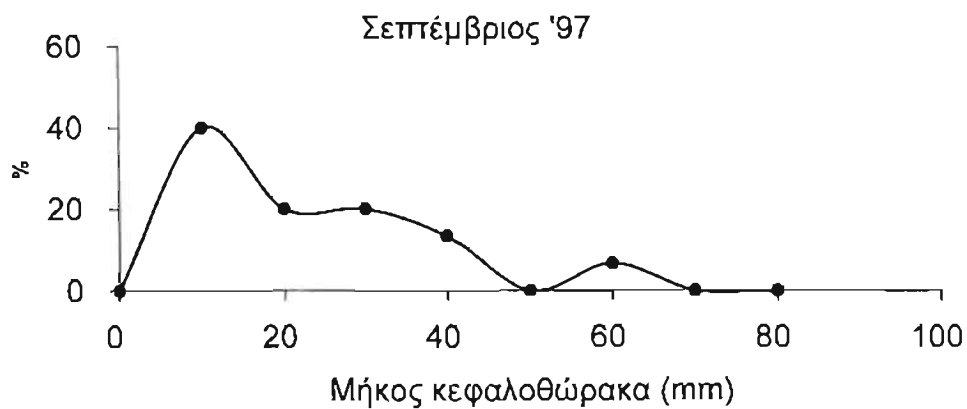
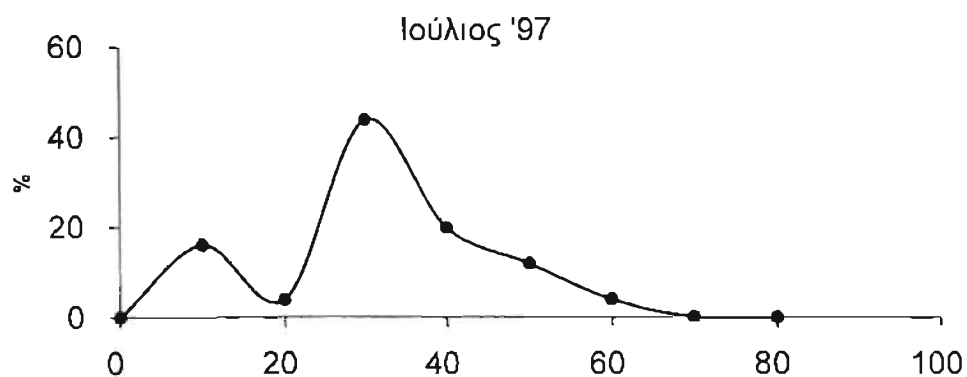
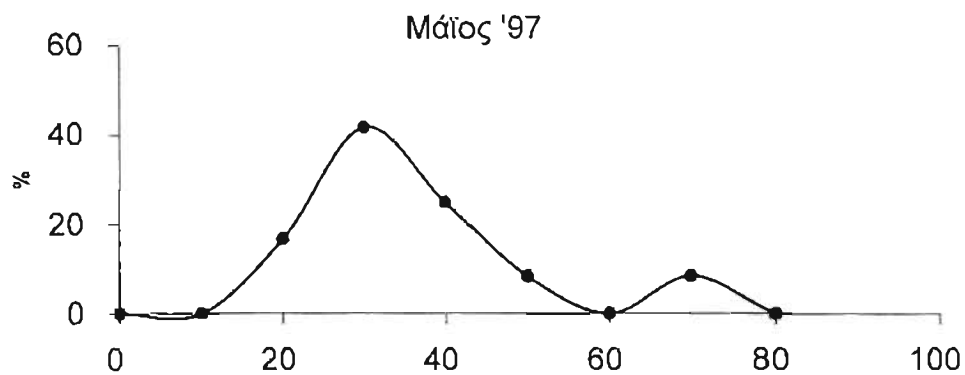
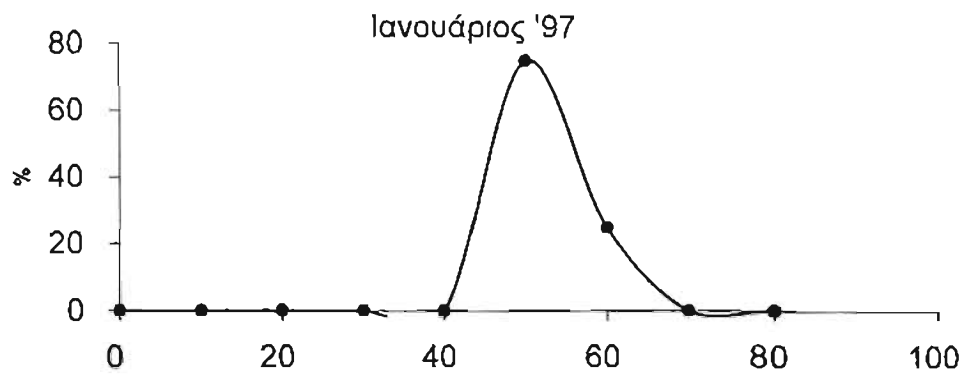
του Αώου, ο πληθυσμός φαίνεται να είναι πολύ μεγάλος. Ιδιαίτερα μεγάλες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν κοντά σε εκβολές ρυακιών και σε περιοχές με πυκνή κάλυψη από το φύκος *Chara fragilis*. Η κατανομή μεγεθών των ατόμων που αλιεύθηκαν σε διάφορες δειγματοληπτικές περιόδους του 1997 στον ταμιευτήρα του Αώου με δίχτυα και με μικρό συρόμενο γρίππο δίνεται στην Εικόνα 38 (η δειγματοληψία του μηνός Ιανουαρίου έγινε με απόχες και παγίδες σε ρέματα που εκβάλλουν στον ταμιευτήρα).

Η σχέση μήκους κεφαλοθώρακα (ΚΘ) - ολικού βάρους (ΤW) ήταν $TW = 0.0001 (ΚΘ)^{3.208}$ και δίνεται διαγραμματικά στην Εικόνα 39.



Εικόνα 39. Σχέση μήκους κεφαλοθώρακα - ολικού βάρους για το είδος *Astacus astacus* από τον Αώο.

Η αναπαραγωγή γίνεται το φθινόπωρο και τα γονιμοποιημένα αυγά φυλάσσονται από τα θηλυκά άτομα ανάμεσα στα πλεοπόδια. Δεδομένου ότι βρέθηκαν λίγες προνύμφες τον Μάιο, φαίνεται ότι η εκκόλαψη αρχίζει προς στο τέλος της άνοιξης. Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών (1987) συλλέχθηκαν μεγάλοι αριθμοί προνυμφών (3^{ης} και 4^{ης} έκδυσης) από τον Ιούλιο έως και το Σεπτέμβριο, κυρίως σε περιοχές με κάλυψη από το χαρόφυτο *Chara fragilis*. Τα μικρότερο άτομο που βρέθηκε στη λίμνη είχε μήκος κεφαλοθώρακα 7 mm και βάρος 50 mg. Ωστόσο, στα ρέοντα νερά της περιοχής βρέθηκαν τον Ιούλιο ακόμα μικρότερα άτομα με μήκος κεφαλοθώρακα 5.8 mm (ολικό μήκος περίπου 9.7 mm).



Εικόνα 38. Κατανομή μεγεθών του *Astacus astacus* (καραβίδα) σε διάφορες δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στον ταμιευτήρα του Αώου.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι караβίδες του γλυκού νερού παρουσιάζουν τόσο φυτόφαγες τροφικές συνήθειες όσο και ζωοφαγία (Trichoptera, νύμφες εντόμων, σκουλίκια, αμφίβια και τις προνύμφες τους, μικρά ψάρια κλπ.).

Στον ταμιευτήρα του Αώου η αλιεία της караβίδας γίνεται με κιούρτους στους οποίους τοποθετείται δόλωμα (ψάρια ή αμφίβια), μικρούς συρόμενους γρίππους και μανωμένα δίχτυα. Το είδος έχει σημαντική οικονομική αξία και ζήτηση στην τοπική αγορά και δυνητικά μπορεί να αποτελέσει πηγή τοπικής απασχόλησης και εισοδήματος. Ωστόσο, λόγω του αργού ρυθμού ανάπτυξης μέχρι την ηλικία αναπαραγωγής, η караβίδα είναι ευαίσθητη στην υπεραλίευση. Για την ορθολογική εκμετάλλευση του πληθυσμού είναι αναγκαίο τόσο να αποφεύγεται η σύλληψη μικρών ατόμων, όσο και το απόθεμα των γεννητόρων να διατηρείται σε ένα ασφαλές επίπεδο αφθονίας που να επιτρέπει την αντικατάσταση της αλιευόμενης βιομάζας. Πάντως, εκτιμάται ότι σήμερα ο πληθυσμός υποαλιεύεται.

3.6.3.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Barbus albanicus Steindachner, 1895 (Πουρνάρι)

Barbus fluviatilis Panagiotopoulos 1916, Athanassopoulos 1917

Barbus vulgaris Heldreich, 1878

Στροσίδι

Διαγνωστικά γνωρίσματα

D:4/8, A:3/5, C:19, P:1/17-19, V:2/8, L.I.:9-11/(52)55-56/6, Φαρυγγικά δόντια: σε τρεις σειρές (5,3,2,-2,3,5), Βραγχιακές άκανθες: 16-17, Σπόνδυλοι: 44-45 (Στεφανίδης 1939).

Σώμα επίμηκες. Χρώμα σώματος ομοιόμορφο χωρίς κηλίδες και στίγματα. Η τελευταία σκληρή ακτίνα του ραχιαίου πτερυγίου οδοντωτή. Λέπια σχετικά μικρά. Ρύγχος και μίσχος της ουράς σχετικά μεγάλα. Στόμα στραμένο προς τα κάτω (κοιλιακό) με δύο ζεύγη μουστακιών (Οικονομίδης 1990).

Γεωγραφική εξάπλωση

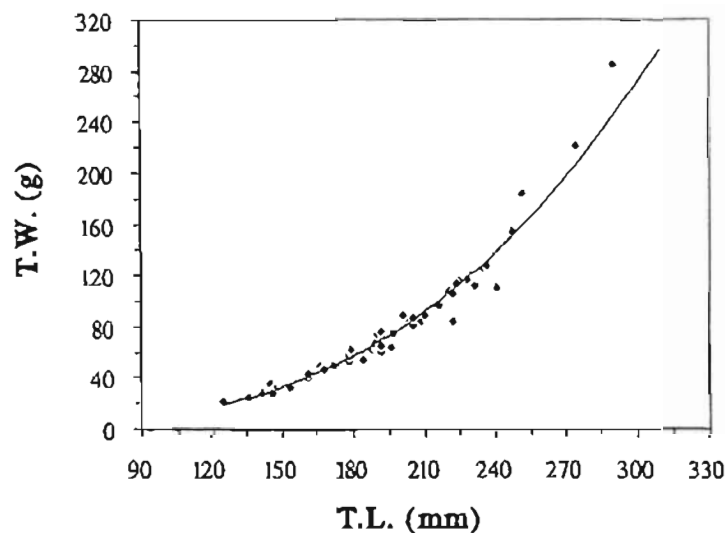
Ενδημικό είδος της Δυτικής Ελλάδας που απαντά στους ποταμούς Πηνειό, Μόρνο, Εύηνο, Αχελώο, Άραχθο, Λούρο και Καλαμά, και στις λίμνες Τριχωνίδα, Λυσιμαχία, Αμβρακία και Παμβώτιδα (Οικονομίδης 1973).

Βιολογία - οικολογία

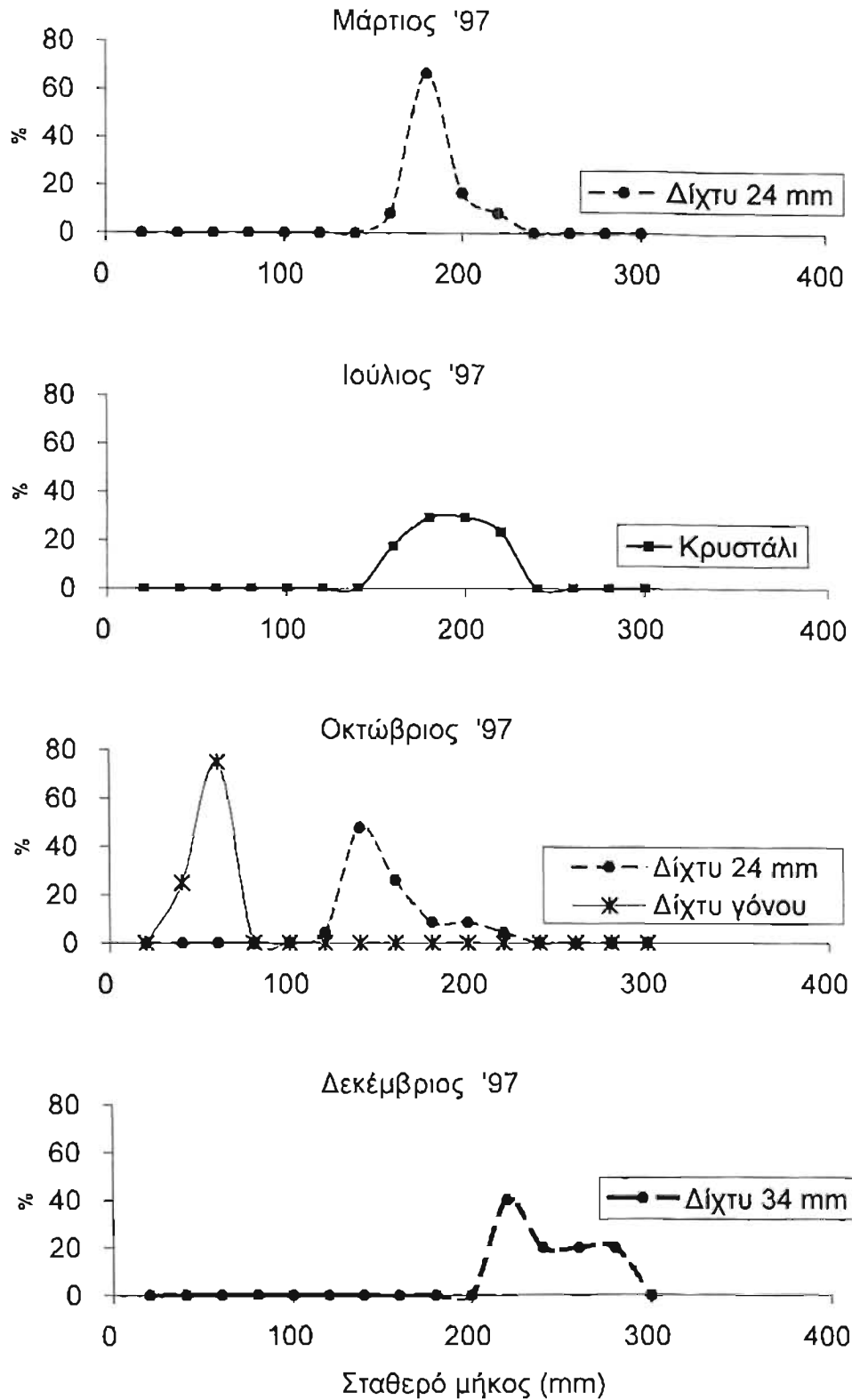
Είδος κυρίως λιμνόφιλο, βενθικό και πολυκυκλικό είδος, με ατομικό τρόπο διαβίωσης και σημαντική πληθυσμιακή παρουσία στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου. Κατά τους θερμούς μήνες του έτους απαντά σε ρηχές περιοχές και κοντά στις εκβολές ποταμών, ενώ κατά το χειμώνα απομακρύνεται στα βαθύτερα τμήματα του ταμιευτήρα.

Από παρατηρήσεις στην τεχνητή λίμνη των Κρεμαστών προκύπτει ότι το στροσίδι έχει μεγάλη διάρκεια ζωής (14+ έτη) και σχετικά βραδύ ετήσιο ρυθμό αύξησης (Daoulas & Economidis 1989). Η κατανομή μεγεθών στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου σε δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες εποχές του χρόνου δείχνεται στην Εικόνα 40. Φαίνεται ότι στον πληθυσμό επικρατούν ορισμένες ετήσιες κλάσεις, δεν είναι όμως δυνατό από το διαθέσιμο υλικό να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη σχέση μεγέθους και ηλικίας.

Η σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους υπολογίστηκε και για τα δυο φύλα και ήταν: $TW = 9 \cdot 10^{-6} (TL)^{3.027}$, $R^2 = 0.980$ ($N = 57$). Ο εκθέτης b βρέθηκε ελάχιστα μεγαλύτερος του 3 γεγονός που υποδεικνύει σχεδόν ισομετρική αύξηση. Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 41.

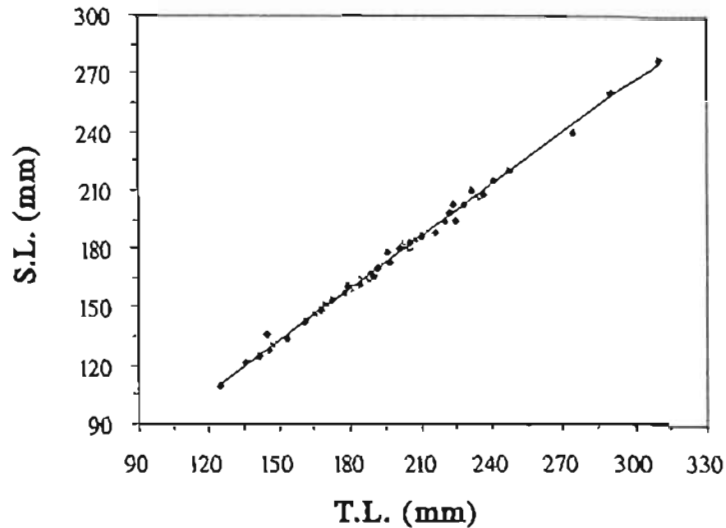


Εικόνα. 41. Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για το είδος *B. albanicus* από το Πουρνάρι.



Εικόνα 40. Κατανομή μεγεθών του *Barbus albanicus* σε διάφορες δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου.

Η σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους υπολογίστηκε από το σύνολο του δείγματος και ήταν: $FL = 0.891 (TL) - 0.743$, $R^2 = 0.996$ ($N = 57$). Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 42.



Εικόνα. 42. Σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους για το είδος *B. albanicus* από το Πουρνάρι.

Αναπαραγωγή

Το είδος ωριμάζει σε ηλικία 2 ή 3 ετών. Το φύλο αναγνωρίστηκε σε 48 άτομα του *B. albanicus*, από τα οποία 31 βρέθηκαν να είναι θηλυκά και 17 αρσενικά. Ο γοναδοσωματικός δείκτης (ΓΣΔ) υπολογίστηκε από άτομα τα οποία ήταν μεγαλύτερα από 125 mm σε ολικό μήκος και παρουσιάζεται στον Πίνακα 18. Το μικρότερο θηλυκό που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του ΓΣΔ είχε ολικό μήκος 125 mm, ενώ το μεγαλύτερο 310 mm. Αντίστοιχα το μικρότερο αρσενικό είχε σταθερό μήκος 140 mm ενώ το μεγαλύτερο 291 mm.

Το *B. albanicus* στο Πουρνάρι εμφάνισε χαμηλούς γοναδοσωματικούς δείκτες κατά τις περιόδους των δειγματοληψιών. Το γεγονός αυτό, καθώς και το ότι δεν αλιεύθηκαν ιχθυολάρβες στα σημεία που έγινε δειγματοληψία με απόχες και δίχτυ γόνου, δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τον τρόπο και χρόνο της αναπαραγωγής του είδους. Από τη μελέτη της βιολογίας αναπαραγωγής του είδους αυτού στη λίμνη Τριχωνίδα (Νταουλός και συν. 1993), φαίνεται ότι η αναπαραγωγή επιτελείται κατά τους μήνες Μάιο - Ιούλιο και ο χαρακτήρας απόθεσης των ωρίμων αυγών είναι τμηματικός, ρεόφιλος και ψαμμόφιλος. Η απόθεση των γεννητικών προϊόντων πραγματοποιείται σε αμμώδεις περιοχές της

λίμνης που βρίσκονται κοντά στις εκβολές των ρεμάτων και σε βάθος γύρω στο 1.5 μ ή στα ρέματα και ρυάκια που εκβάλλουν στη λίμνη. Τα ώριμα αυγά είναι σφαιρικά, βενθικά, κιτρινωπά, αρκετά μεγάλα (2.2 - 2.8 mm περίπου) και δεν προσκολλώνται στο υπόστρωμα.

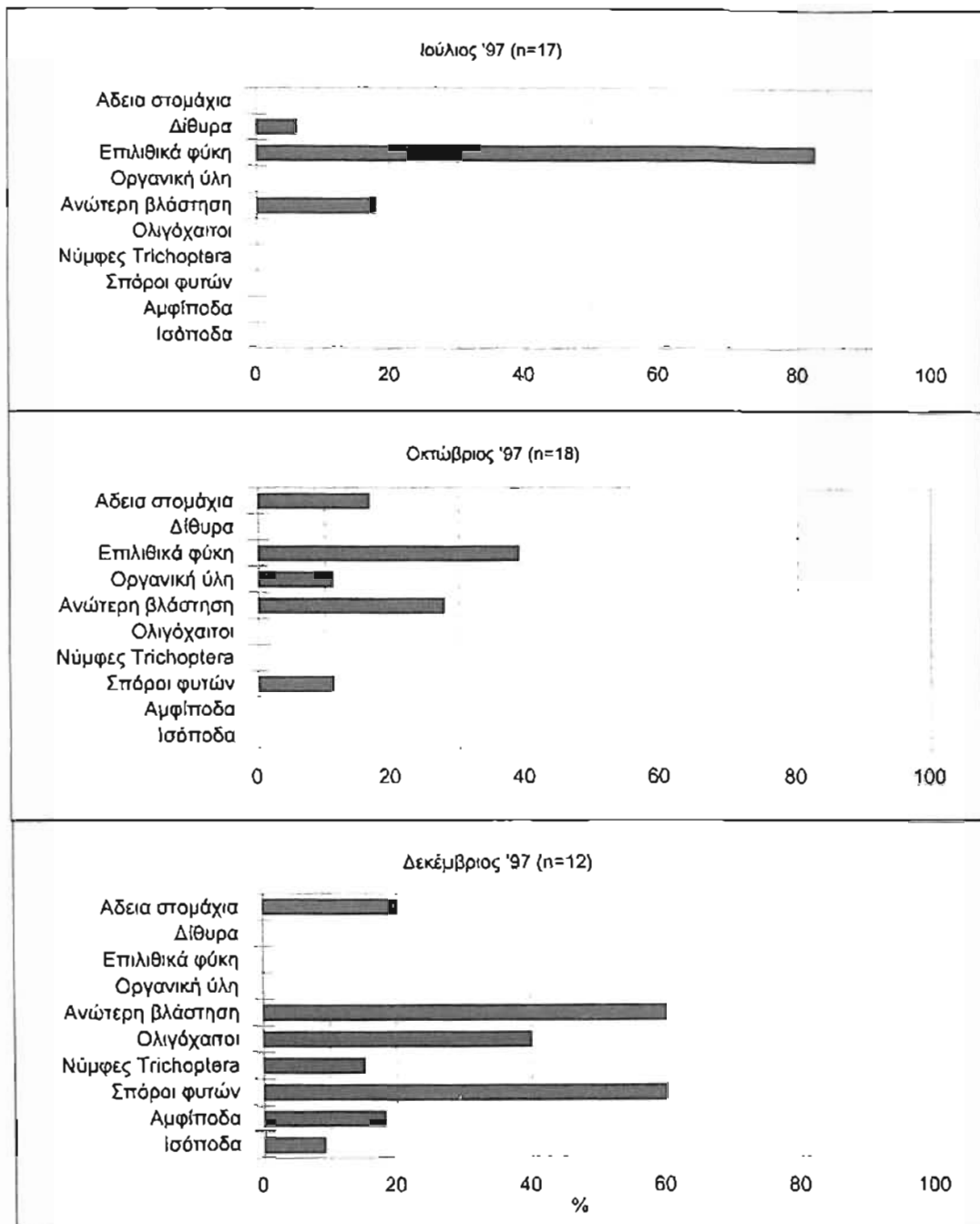
Πίνακας 18. Γοναδοσωματικός δείκτης θηλυκών και αρσενικών ατόμων του *B. albanicus*, στο Πουρνάρι.

Γοναδοσωματικός δείκτης των θηλυκών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Μάρτιος '97	0,58	0,20	1,00	0,20	11
Ιούλιος '97	0,65	0,19	1,17	0,23	7
Οκτώβριος '97	0,53	-	-	-	1
Δεκέμβριος '97	0,57	0,18	0,84	0,30	3
Γοναδοσωματικός δείκτης των αρσενικών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Μάρτιος '97	0,13	-	-	-	1
Ιούλιος '97	-	-	-	-	-
Οκτώβριος '97	0,36	0,23	0,59	0,14	2
Δεκέμβριος '97	0,42	-	-	-	1

Διατροφή

Το ψάρι αυτό, συγγενικό προς το *Barbus peiloronnesius rebeli* από φυλογενετική άποψη, έχει ένα ευρύ τροφικό φάσμα που περιλαμβάνει κυρίως βενθικούς οργανισμούς, φυτικής και ζωικής προέλευσης (διάτομα, φύκη, μακρόφυτα, αποσυντεθημένους φυτικούς οργανισμούς, κλαδοκεραιωτά, κωπήποδα, οστρακοειδή, σκώληκες, λάρβες και τέλεια έντομα) (Daoulas & Economidis 1989).

Στις συνθήκες που επικρατούν στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου, το *B. albanicus* έχει έναν έντονο φυτο-επιλιθικό τροφικό χαρακτήρα με συμμετοχή ζωικών τροφών,



Εικόνα 43. Τροφικό φάσμα του *Barbus albanicus* σε διάφορες εποχές του χρόνου (συχνότητα ατόμων που είχαν τραφεί με ένα συγκεκριμένο είδος λείας).

κυρίως εντόμων (Εικ. 43). Στη δίαιτα επικρατούν κατώτερα φυτά που καλύπτουν τις πέτρες (*Ulothrix* sp., *Nitzshia* sp., *Spirogyra* sp., *Hamtschia* sp., *Raphidiopsis* sp., *Melosira* sp., *Gloeothrichia* sp.). Στο πτεπικό σωλήνα βρέθηκαν επίσης μικρές πέτρες, ως αναμένεται, αλλά και μικρά κομμάτια ξύλου, που υποδηλώνουν ότι τα ψάρια αυτά "γλείφουν" τις επιφάνειες των βυθισμένων στο νερό χερσαίων φυτών, που είναι υπολείμματα της παλαιάς θαμνώδους και δενδρώδους βλάστησης της περιοχής που κατακλύσθηκε με νερό.

Διαπιστώθηκε μία σημαντική διαφορά στη δίαιτα των ατόμων που ζουν στο κυρίως τμήμα του ταμιευτήρα από αυτά που βρίσκονται στο ανώτερο τμήμα του το οποίο δέχεται την έντονη επίδραση του ποταμού 'Αραχθού. Αυτή η διαφορά αντανακλά τη διαθεσιμότητα τροφής στο περιβάλλον. Τα πρώτα είχαν τραφεί κυρίως με επιλιθική ύλη, υπολείμματα μακρόφυτων, σπόρους φυτών και δίθυρα (*Dreissena polymorpha*). Τα δεύτερα είχαν στο στομάχι τους ελάχιστη επιλιθική φυτική ύλη, αρκετούς σπόρους φυτών και μία μεγάλη συμμετοχή ζωικών οργανισμών, όπως αμφίποδα, ισόποδα, ολιγόχαιτοι και νύμφες εντόμων (Trichoptera).

Εμπορική σημασία

Παρά το ότι το ψάρι αυτό αποκτά ένα μεγάλο σχετικά μέγεθος, έχει μικρή εμπορική αξία λόγω των πολλών ακανθών που έχει το κρέας του.

***Leuciscus cephalus albus* (Bonaparte, 1838)**

Μπούλκα, δροσίνα, κέφαλος

Διαγνωστικά γνωρίσματα

D:3/8, A:3/9, C:19, P:1/17-19, V:2/8, L.I.:8/44-46/3. Φαρυγγικά δόντια: 5.2 - 2.5, Βραγχιακές ακανθές: 10-11

Υπάρχει ακόμα σύγκριση σχετικά με τη συστηματική κατάταξη των *Leuciscus* της Δυτικής Ελλάδας (Economidis 1991). Οι παραπάνω διαγνωστικοί χαρακτήρες υπολογίσθηκαν από ομαδοποιημένα δείγματα που πάρθηκαν από διάφορα υδάτινα συστήματα της Ηπείρου και της Αιτωλοακαρνανίας από τον Στεφανίδη (1939) και για το λόγο αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με επιφύλαξη.

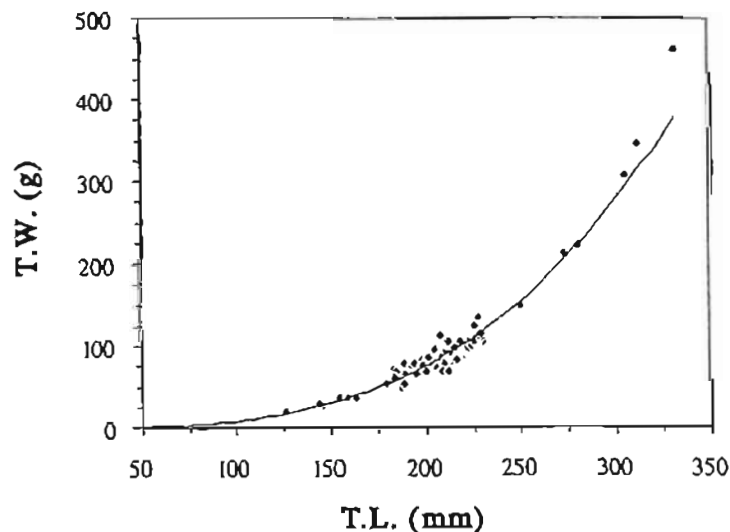
Γεωγραφική εξάπλωση

Το είδος *Leuciscus cephalus* έχει ευρεία εξάπλωση στην Ευρώπη (Bianco 1986). Στην Ελλάδα αναφέρεται ένας αριθμός ενδημικών υποειδών, μεταξύ των οποίων και το *Leuciscus cephalus albus* που απαντά στην Αιτωλοακαρνανία (Μόρνος, Εύηνος, Αχελώος και λίμνες Τριχωνίδα, Λυσιμαχία και Αμβρακία) και Ήπειρο (Άραχθος, Λούρος, Καλαμάς και λίμνη Παμβώτιδα (Economidis 1991).

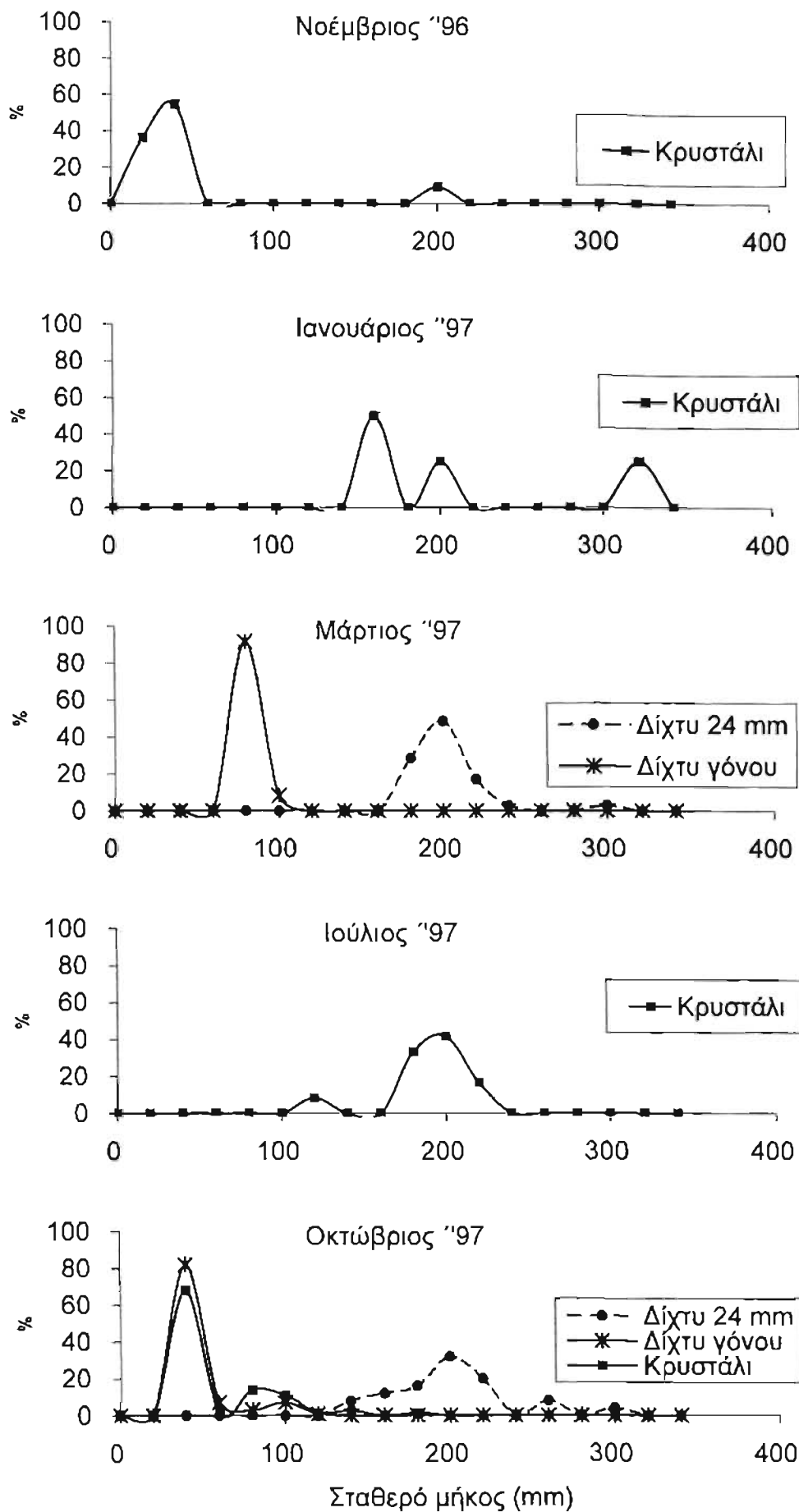
Βιολογία - οικολογία

Είδος με ρεόφιλο χαρακτήρα αναπαραγωγής που έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται σε λιμναίες συνθήκες διαβίωσης και να καταλαμβάνει όλη τη στήλη του νερού. Απαντά σε μικροσμήνη τόσο στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου όσο και στα ποτάμια που τον περιβάλλουν. Την άνοιξη και το καλοκαίρι βρίσκεται κυρίως σε αβαθή τμήματα του ταμιευτήρα και κοντά σε εκβολές ποταμών και ρυακιών, ενώ το χειμώνα καταφεύγει σε βαθύτερα τμήματα του ταμιευτήρα. Η συχνότητα κατανομής μεγεθών των ατόμων που αλιεύθηκαν σε διάφορες εποχές και με διαφορετικά εργαλεία φαίνεται στην Εικόνα 44.

Η σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους ήταν: $TW = 4 \cdot 10^{-6} (TL)^{3.186}$, $R^2 = 0.953$ ($N = 88$). Το ότι ο εκθέτης b βρέθηκε λίγο μεγαλύτερος του 3 υποδεικνύει ελαφρά αλλομετρική αύξηση. Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 45.

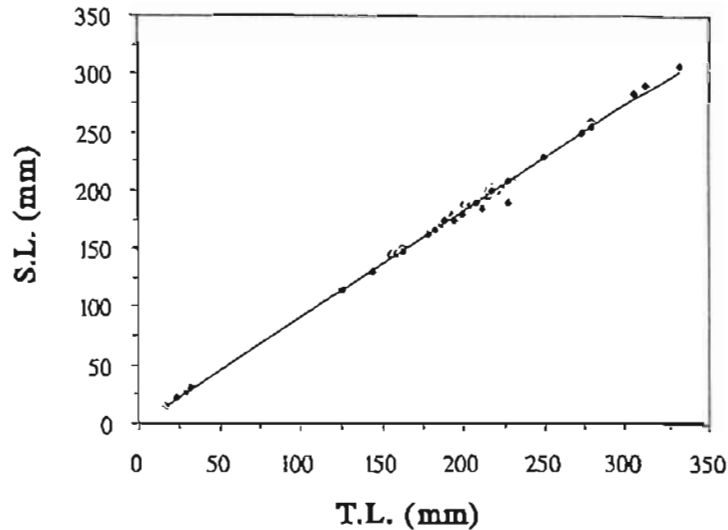


Εικόνα 45. Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για το είδος *L. cephalus albus*.



Εικόνα 44. Κατανομή μεγεθών του *Leuciscus cerhalus albus* σε δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου.

Η σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους υπολογίστηκε από το σύνολο του δείγματος και ήταν: $FL = 0.915 (TL) - 0,288$, $R^2 = 0.997$ ($N = 88$). Η σχέση αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 46.



Εικόνα 46. Σχέση σταθερού μήκους - ολικού μήκους για το είδος *L. cephalus albus* από το Πουρνάρι.

Αναπαραγωγή

Το είδος ωριμάζει σε ηλικία τουλάχιστον 2 ετών. Ωστόσο, σε ένα υδάτινο σύστημα της λεκάνης απορροής του Αχελώου έχουν αναφερθεί ώριμα αρσενικά άτομα μικρότερης ηλικίας (Bianco, 1988). Το φύλο αναγνωρίστηκε σε 72 άτομα, από τα οποία 52 βρέθηκαν να είναι θηλυκά και 20 αρσενικά.

Ο γοναδοσωματικός δείκτης (ΓΣΔ) του *L. cephalus albus* υπολογίστηκε από άτομα τα οποία ήταν μεγαλύτερα από 126 mm σε ολικό μήκος και παρουσιάζεται στον Πίνακα 19. Το μικρότερο θηλυκό που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του ΓΣΔ είχε ολικό μήκος 126 mm, ενώ το μεγαλύτερο 331 mm. Αντίστοιχα το μικρότερο αρσενικό είχε σταθερό μήκος 144 mm ενώ το μεγαλύτερο 280 mm.

Το είδος *L. cephalus albus* στο Πουρνάρι εμφάνισε γενικά χαμηλούς γοναδοσωματικούς δείκτες. Μέγιστες τιμές παρατηρήθηκαν στις δειγματοληψίες Ιανουαρίου και Μαρτίου. Αν και χαμηλοί γοναδοσωματικοί δείκτες γενικά αναμένονται σε είδη ψαριών μεσαίου και μεγάλου σωματικού μεγέθους (σε σύγκριση με ψάρια μικρού σωματικού μεγέθους), οι χαμηλές τιμές που μετρήθηκαν οφείλονται εν μέρει στην έλλειψη ικανού αριθμού μεγάλων ατόμων στο δείγμα και



Εικόνα 52. Περιοχή του ταμιευτήρα του Πουρναρίου που κατακλύσθηκε με νερό χωρίς να έχει προηγηθεί κοπή δένδρων.



Εικόνα 53. Περιοχή του ταμιευτήρα του Αώου που κατακλύσθηκε με νερό μετά από αποψίλωση.

εν μέρει στο γεγονός ότι δεν εξετάσθηκαν άτομα από την κύρια αναπαραγωγική περίοδο (Απρίλιος - Ιούνιος).

Πίνακας 19. Γοναδοσωματικός δείκτης θηλυκών και αρσενικών ατόμων του *L. cephalus albus*, στο Πουρνάρι.

Γοναδοσωματικός δείκτης των θηλυκών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Ιανουάριος '97	2,41	1,53	3,94	0,88	2
Μάρτιος '97	2,06	1,42	6,57	0,31	24
Ιούλιος '97	0,69	0,12	0,91	0,31	10
Οκτώβριος '97	0,65	0,26	1,44	0,08	11
Δεκέμβριος '97	1,94	0,89	2,83	1,04	2
Γοναδοσωματικός δείκτης των αρσενικών ατόμων					
Μήνες	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Μέγιστο	Ελάχιστο	Αριθμός ατόμων
Ιανουάριος '97	0,30	-	-	-	1
Μάρτιος '97	2,00	1,09	5,87	0,25	11
Ιούλιος '97	0,65	-	-	-	1
Οκτώβριος '97	0,48	0,14	0,83	0,26	6
Δεκέμβριος '97	-	-	-	-	-

Από παρατηρήσεις φυσική λίμνη Τριχωνίδα (Νταουλάς και συν. 1993) και στην τεχνητή λίμνη του Μόρνου (Κουσουρής και συν 1990), είναι γνωστό ότι η αναπαραγωγή επιτελείται τμηματικά κυρίως σε ποτάμια συστήματα που συνδέονται με τις λίμνες. Τα αυγά αποτίθενται πάνω σε πέτρες όπου και προσκολώνται ισχυρά. Τα ώριμα αυγά είναι σφαιρικά, κιτρινωπά, και σχετικά μεγάλα (2.08 + 0.06 mm) (Εconoμου *et. al.* 1991).

Από τις κατανομές μεγέθους των ιχθυολαρβών που αλιεύθηκαν με απόχη σε ρέματα που εκβάλουν στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου φαίνεται ότι η αναπαραγωγή του είδους αυτού στον ταμιευτήρα αρχίζει προς το τέλος Απριλίου και συνεχίζει μέχρι τις αρχές Ιουνίου. Πάντως, μεγάλος αριθμός

λαρβών πεθαίνει πριν από την κάθοδό τους στον ταμιευτήρα λόγω της εποχιακής ξήρανσης των ρυακιών, κυρίως στο διάστημα Ιουλίου -Σεπτεμβρίου.

Διατροφή

Το *L. cephalus albus* έχει μικτό χαρακτήρα διατροφής (Εικ. 47). Στη δίαιτα συμμετέχουν τόσο φυτικοί όσο και ζωικοί οργανισμοί, με επικράτηση των πρώτων (κυρίως επιλιθικών φυκών, και σπόρων και υπολειμμάτων ανώτερων φυτών, όπως του *Equisetum fluviatilis*). Η δίαιτα μεταβάλλεται εποχιακά. Την άνοιξη αυξάνει η συμμετοχή των ζωικών τροφών, όπως αναμένεται, με υψηλή αντιπροσώπευση των δίθυρων μαλακίων (αποκλειστικά *Dreissena polymorpha*), των εντόμων (Οdonata), και των νυμφών Trichoptera. Τον μήνα Μάιο που είναι και η περίοδος αναπαραγωγής αρκετών ειδών ψαριών υπήρχε στη δίαιτα συμμετοχή λαρβών ψαριών.

Σε σύγκριση με φυσικές λίμνες, το τροφικό φάσμα των ψαριών του είδους αυτού στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου είναι περιορισμένο. Για παράδειγμα, το διαιτολόγιο του *L. cephalus albus* στη λίμνη Τριχωνίδα περιλαμβάνει μία μεγαλύτερη ποικιλία οργανισμών, όπως μακρόφυτα, κλαδοκεραιωτά, κωπήποδα, λάρβες εντόμων Chironomus, Plecoptera, Ephemeroptera, Hemiptera, Odonata, Trichoptera, και τέλεια έντομα (Νταουλάς και συν. 1993).

Εμπορική σημασία

Μόνο τα πολύ μεγάλα άτομα έχουν κάποια εμπορική αξία.

***Phoxinellus pleurobipunctatus* (Stephanidis, 1939)**

Rutilus pleurobipunctatus (Stephanidis, 1939)

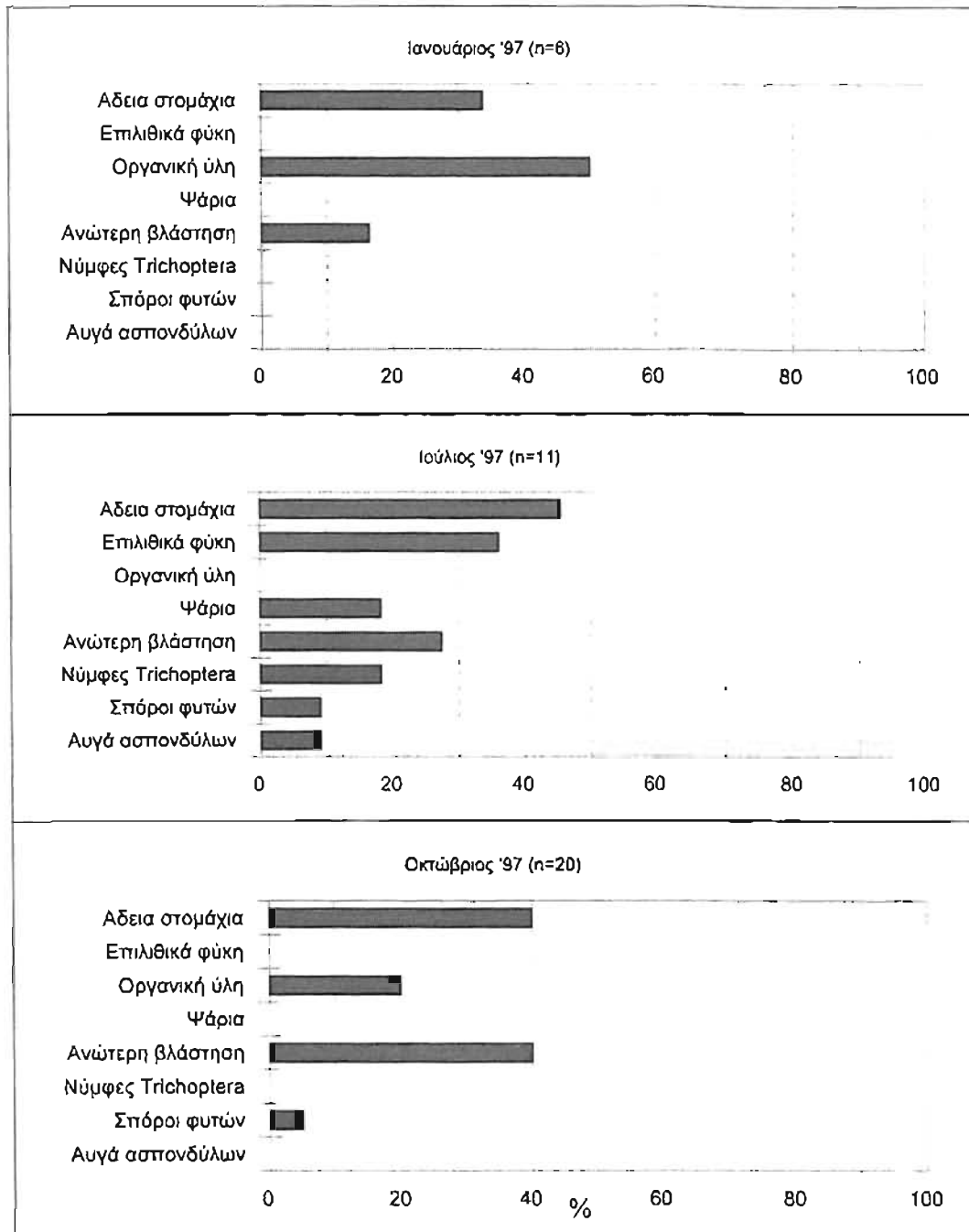
Rutilus pleurobipunctatus affinis Stephanidis, 1971

Λιάρα

Διαγνωστικά γνωρίσματα

D:2-3/8, A:3/(8)9, C:19, P:1/14, V:2/(7)8, L.I.:9-10/47-53/3-4, Φαρυγγικά δόντια σε μία σειρά:5-5, Βραγχιακές άκανθες: 8-9, Σπόνδυλοι:39 (Στεφανίδης 1939).

Σε όλο το μήκος της η πλευρική γραμμή βρίσκεται ανάμεσα από δύο επιμήκεις σειρές μικρών στιγμάτων χρώματος καφέ ή μαύρου. Περιτόναιο χαρακτηριστικά μαύρο. Στόμα μικρό με ελαφρώς προεξέχουσα την άνω σιαγόνα. Το ραχιαίο πτερύγιο αρχίζει λίγο πίσω από το κοιλιακό, και το εδρικό αρχίζει μετά το τέλος



Εικόνα 47. Τροφικό φάσμα του *Leuciscus cephalus albus* σε διάφορες εποχές του χρόνου (συχνότητα ατόμων που είχαν τραφεί με ένα συγκεκριμένο είδος λείας).

του ραχιαίου πτερυγίου. Το ουραίο πτερύγιο είναι σχετικά βραχύ και ισόλοβο. Χρωματισμός σώματος πάνω από την πλευρική γραμμή καστανόχρωμος ή κιτρινωπός με μεταλλικές αποχρώσεις, και κάτω από τη γραμμή αργυρόλευκος.

Γεωγραφική εξάπλωση

Ενδημικό είδος που απαντά σε αρκετά ποτάμια συστήματα της Δυτικής Ελλάδας και Πελοποννήσου.

Βιολογία - οικολογία

Τυπικά ρεόφιλο είδος που όμως απαντά σε μικρή αφθονία και σε περιοχές του ταμιευτήρα που βρίσκονται κοντά σε εκβολές ποταμών. Κυρίως βρίσκεται σε ποτάμια με πυκνή υδρόβια βλάστηση. Μεγάλες συγκεντρώσεις ατόμων σχηματίζονται σε βαθουλώματα της όχθης που σχηματίζονται από ρίζες δένδρων. Μέσα στον ταμιευτήρα αλιεύθηκαν σχετικά λίγα άτομα, τόσο γιατί η αφθονία του πληθυσμού του είδους αυτού στον ταμιευτήρα είναι μικρή, όσο και γιατί το μικρό σωματικό μέγεθος αυτού του ψαριού επέτρεπε τη διαφυγή του από τα μάτια των διχτυών. Ωστόσο, πιάσθηκαν αρκετά νεαρά κυρίως άτομα με δίχτυ γόνου και απόχες στα ρέματα και ποτάμια γύρω από τον ταμιευτήρα. Γραφικές απεικονίσεις της κατανομής μεγεθών ατόμων που αλιεύθηκαν σε διάφορους περιόδους δείχνονται στην Εικόνα 48.

Ο μικρός αριθμός ενηλίκων ατόμων που αλιεύθηκαν δεν επέτρεψε τη βιολογική διερεύνηση του πληθυσμού του ταμιευτήρα. Πάντως, η εξέταση δειγμάτων ιχθυολαρβών έδειξε ότι η αναπαραγωγή αρχίζει γύρω στα μέσα Απριλίου και πιθανώς συνεχίζει μέχρι το τέλος Μαΐου.

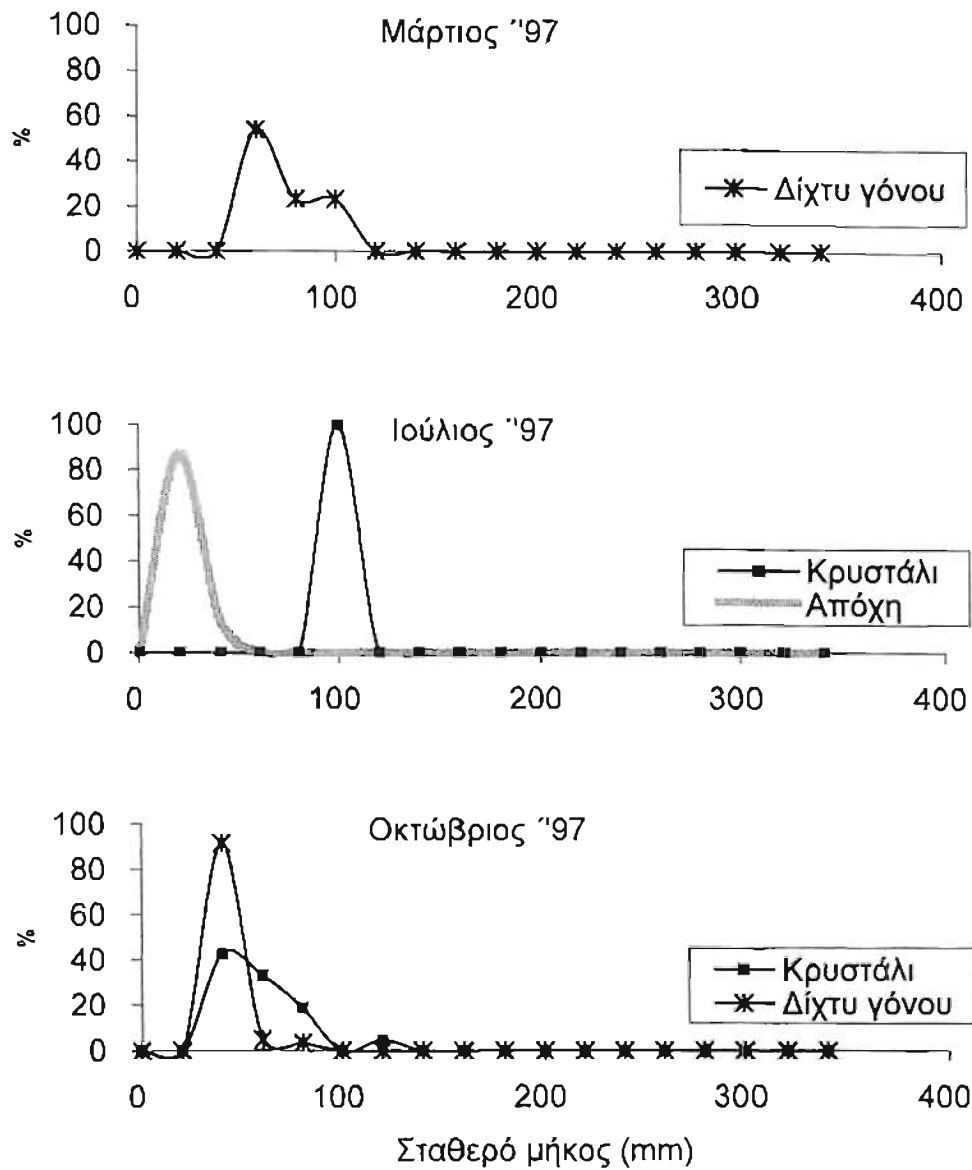
Από αλιευτική άποψη, το είδος δεν έχει καμμία εμπορική αξία.

Cyprinus carpio Linnaeus, 1758

Κυπρίνος, Γριβάδι

Διαγνωστικά γνωρίσματα

D:3-4/(15)16-21(22), A:3/5(6), P:1/15-16, V:2/8-9, L.I.:(32)33/5-7/5-7/40(41), Φαρυγγικά δόντια σε τρεις σειρές (3+1+1 - 1+1+3 ή 1+2+1 - 3+2+1), Βραγχιακές ακανθές:21-29(23) (Vukovic & Ivanovic 1971).



Εικόνα 48. Κατανομή μεγεθών του *Phoxinellus pleurobipunctatus* σε δειγματοληψίες που διενεργήθηκαν στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου.

Σώμα επίμηκες και ελαφρά πεπλατισμένο. Ραχιαίο πτερύγιο περήπου τριπλάσιο σε μήκος από το εδρικό. Η πρώτη ακτίνα του ραχιαίου και του εδρικού πτερυγίου είναι οδοντωτή. Στόμα κοιλιακό στο οποίο υπάρχουν δύο ζεύγη μουστάκια. Λέπια μεγάλα. Ανάλογα με το βαθμό κάλυψης του σώματος με λέπια διακρίνονται διάφορες ποικιλίες κυπρίνου, όπως ο κοινός κυπρίνος (πλήρης κάλυψη), ο καθρεπποειδής (μερική κάλυψη), ο γυμνός (χωρίς λέπια), κλπ. Στον ταμιευτήρα βρέθηκαν άτομα με πλήρη και μερική κάλυψη του σώματος με λέπια.

Γεωγραφική εξάπλωση

Είδος με ευρεία ευρωπαϊκή εξάπλωση. Στη Ελλάδα απαντούν αυτόχθονοι πληθυσμοί στη Θεσσαλία, Μακεδονία και Θράκη. Στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου έχει εισαχθεί. Αν και οι συνθήκες του ταμιευτήρα δεν ευνοούν την αναπαραγωγή του είδους, αλιεύθηκε ένας πολύ μικρός αριθμός νεαρών ατόμων (στάδια ζωής λίγο μετά τη μεταμόρφωση) που υποδηλώνει ότι αναπαραγωγική δραστηριότητα είναι δυνατή στον ταμιευτήρα, έστω και σε μικρή κλίμακα.

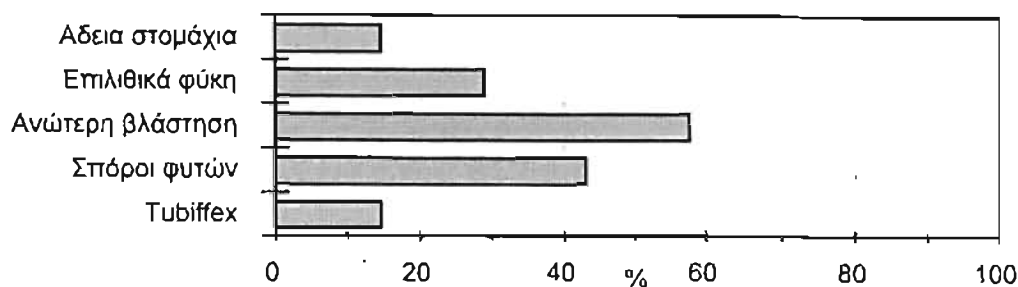
Βιολογία - οικολογία

Τυπικά λιμνόφιλο και ευρύθερμο είδος. Κάτω από ευνοϊκές συνθήκες ζει πολλά χρόνια και μπορεί να φθάσει σε μεγάλο μέγεθος. Ο αριθμός ατόμων που αλιεύθηκαν δεν επέτρεψε βιολογικές αναλύσεις εκτός από τη διαπίστωση του τροφικού του φάσματος.

Διατροφή

Βιβλιογραφικά αναφέρεται ότι το τροφικό φάσμα της δίαιτας του κυπρίνου είναι πολύ ευρύ και περιλαμβάνει ζωοπλαγκτό (σε νεαρά στάδια ζωής), νύμφες εντόμων, δίδυρα, γαστερόποδα, ολιγόχαιτους, σπόρους φυτών, μικρά ψάρια, αμφίβια, κλπ. Ο μικρός αριθμός ατόμων κυπρίνου που αλιεύθηκαν στον ταμιευτήρα και αναλύθηκαν δεν επιτρέπει την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων για τη διατροφή του είδους στις συνθήκες του ταμιευτήρα, φαίνεται όμως ότι αυτή είναι αρκετά στενή σε σχέση με το διατροφικό εύρος του είδους και αποτελείται κυρίως από νύμφες Chironomidae, κομμάτια φυτών χερσαίας προέλευσης και επιλιθικά φύκη (Εικ. 49).

Ιούλιος & Οκτώβριος '97 (n = 7)



Εικόνα 49. Τροφικό φάσμα του κυπρίνου (*Cyprinus carpio*) (συχνότητα ατόμων που είχαν τραφεί με ένα συγκεκριμένο είδος λείας).

Εμπορική σημασία

Είναι το είδος με τη μεγαλύτερη αλιευτική σημασία στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου.

3.6.4. Οικολογία των ιχθυοπληθυσμών

Ο Άραχθος και ο Αώος, όπως άλλωστε και κάθε ποτάμι, αποτελείται από ένα σύστημα συμβαλλόντων μικροϋδάτινων συστημάτων που με την ένωσή τους (υπό μορφή δενδρογράμματος) σχηματίζουν τους κύριους όγκους νερού. Στους εν λόγω ποταμούς, οι φυσικοχημικές, βιολογικές και υδρολογικές συνθήκες, καθώς επίσης τα τοπογραφικά, γεωμορφολογικά και άλλα χαρακτηριστικά, μεταβάλλονται καθώς ο τρεχούμενος όγκος τους απομακρύνεται από τις πηγές της συλλεκτήριας λεκάνης τους. Με άλλα λόγια, καθώς μεγαλώνει η απόσταση από τα ανάντη (πηγές) προς τα κατόντη (εκβολές) αυξάνει η παροχή και η θερμοκρασία νερού, ενώ η κλίση, ταχύτητα ροής και το μέγεθος των υλικών του πυθμένα μειώνονται. Επίσης, η λεκάνη του τρεχούμενου υδάτινου όγκου αλλάζει προοδευτικά από ρηχή με στροβιλλώδη ροή σε βαθύτερη με ηπιότερη ροή. Σε στενή σχέση με αυτές τις αλλαγές των φυσικών χαρακτηριστικών βρίσκονται και οι αλλαγές στην κατανομή, ποικιλία και αφθονία των ασπόνδυλων οργανισμών, της υδρόβιας χλωρίδας και των ψαριών.

Τα διάφορα είδη ψαριών χαρακτηρίζονται από μία σχετικά μορφολογική, φυσιολογική και οικολογική σταθερότητα, η οποία είναι αποτέλεσμα της προσαρμογής τους σε συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Επειδή κατά μήκος

του Άραχθου και του Αώου ποταμού επικρατούν διαφορετικές συνθήκες, η κατανομή των διαφόρων ειδών στα διάφορα τμήματα των ποταμών μεταβάλλεται, ανταποκρινόμενη στις φυσιο-οικολογικές απαιτήσεις τους. Σε γενικές γραμμές, τα είδη που απαντούν στους δύο αυτούς ποταμούς είναι ρεόφιλα. Τα περισσότερο ρεόφιλα και ψυχρόφιλα είδη, όπως *Salmo trutta macrostigma*, *Barbus peloponnesius rebeli*, *Alburnoides bipunctatus ochridanus*, *Phoxinellus pleurobipunctatus* κ.α., απαντούν στα μεσαία και ανώτερα τμήματα των ποταμών, ενώ τα λιγότερο ρεόφιλα και θερμόφιλα είδη, όπως π.χ. *Pseudophoxinus stymphalicus thesproticus*, *Cobitis hellenica arathosensis*, *Leuciscus cephalus albus*, *Anguilla anguilla* κ.α., απαντούν στα κατώτερα τμήματα των ποταμών (πλησίον των εκβολών).

Η οικολογική και βιολογική γνώση της παραπάνω ιχθυοπανίδας, και ιδιαίτερα των ενδημικών ψαριών, είναι πάρα πολύ περιορισμένη. Η υπάρχουσα πληροφόρηση αφορά κυρίως μορφολογικούς χαρακτήρες με εφαρμογή κυρίως στη συστηματική ταξινόμηση των ειδών (Στεφανίδης 1939, 1950, Stephanidis 1974, Vukovic & Ivanovic 1971, Kattoulas 1973, Οικονομίδης 1979). Ελάχιστες πληροφορίες υπάρχουν πάνω στις τροφικές συνήθειες, τη βιολογία της αναπαραγωγής και τα χαρακτηριστικά της ανάπτυξης των ειδών, και αυτές που υπάρχουν αφορούν πληθυσμούς των ποταμών Αώου και Άραχθου που ζουν κάτω από ρεόφιλες συνθήκες.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ιχθυοπανίδα των ταμιευτήρων Αώου και Πουρναρίου προέρχεται κυρίως από αυτόχθονα είδη ψαριών, πληθυσμοί των οποίων προϋπήρχαν στις περιοχές που κατασκευάστηκαν τα φράγματα (ωστόσο, ορισμένα κοσμοπολίτικα είδη, όπως ο κυπρίνος και η αμερικάνικη πέστροφα, έχουν μεταφερθεί από τον άνθρωπο, προφανώς μετά το σχηματισμό των υδροηλεκτρικών φραγμάτων). Η κατασκευή των φραγμάτων τροποποίησε το σύστημα ροής των ποταμών και δημιούργησε νέες οικολογικές συνθήκες (λιμναίες), μεταβάλλοντας δραστικά τους οικολογικούς θώκους των ψαριών. Οι μεταβολές αυτές επέφεραν σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση, αφθονία και κατανομή των ιχθυοπληθυσμών. Ορισμένα είδη με ευρείες οικολογικές απαιτήσεις ή βιολογικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν τη διαβίωση σε λιμναίες συνθήκες ευνοήθηκαν, και απαντούν στους ταμιευτήρες σε σημαντική αφθονία. Άλλα είδη με στενότερες οικολογικές απαιτήσεις δεν μπόρεσαν να προσαρμοσθούν στις λιμναίες συνθήκες,

και η κατανομή τους περιορίζεται σήμερα στα τρεχούμενα συστήματα που εκβάλλουν στους ταμιευτήρες ή απορρέουν από αυτούς.

Ενα χαρακτηριστικό παράδειγμα είδους που ευνοήθηκε πληθυσμιακά από τη δημιουργία του ταμιευτήρα του Αώου είναι το *Barbus peloponnesius rebeli*. Θεωρούμε ότι οι λόγοι είναι κυρίως τροφικοί. Το είδος αυτό είναι σε θέση να αξιοποιεί την επιλιθική βλάστηση από διάτομα, χλωροφύκη, κλπ. (βλ. Τμήμα 3.6.3.1), η οποία αφθονεί στον ταμιευτήρα. Πράγματι, σε εκτεταμένες χρονικές περιόδους στη διάρκεια του χρόνου μεγάλα τμήματα των αβαθών περιοχών του ταμιευτήρα καλύπτονται από φύκη των γενών *Ulothrix*, *Nitzshia*, *Spirogyra* κλπ., που απαντούν με τη μορφή αλυσωτών ινών κυττάρων και προσκολώνται σε πέτρες, ξύλα και άλλα στερεά αντικείμενα του βυθού (ενίοτε, απαντούν στο πλαγκτό σαν μάζες φυτικής ύλης). Συνεπώς, δημιουργούνται ικανοποιητικές συνθήκες διατροφής για το είδος αυτό, καθώς επίσης και για το είδος *Alburnoides bipunctatus ochridanus* το οποίο διατρέφεται εν μέρει με επιλιθικά φύκη, εν μέρει με πλαγκτό, και εν μέρει με έντομα και άλλα είδη τροφής.

Στο Πουρνάρι, ένα άλλο είδος με τροφικές απαιτήσεις παρόμοιες με αυτές του *Barbus peloponnesius rebeli* είναι το *Barbus albanicus* που επίσης διατρέφεται με επιλιθικά φύκη. Αν και μεγαλύτερο μέρος του υποστρώματος του ταμιευτήρα του Πουρναρίου συγκριτικά με αυτό του Αώου καλύπτεται από ιλύ που περιορίζει την ανάπτυξη αυτών των φυκών, υπάρχουν στερεά αντικείμενα, συγκεκριμένα υπολείμματα δένδρων και θάμνων, στα οποία αναπτύσσεται, τουλάχιστον εποχιακά, ένα πλούσιο επικάλυμμα φυκών και δημιουργεί ικανοποιητικές τροφικές συνθήκες για το είδος αυτό.

Γενικά, και στους δύο ταμιευτήρες υπάρχει έλλειψη μόνιμης φυτικής βλάστησης, ιδίως από ανώτερα φυτά. Στο μεν Πουρνάρι, δεν υπάρχει κανενός είδους βλάστηση εκτός από την εποχιακή άνθιση επιλιθικών φυκών, όπως προαναφέρθηκε, και χερσαίων φυτών σε περιοχές που κατακλύζονται εποχιακά με νερό. Στον Αώο αναπτύσσονται σε μεγαλύτερο βαθμό επιλιθικά φύκη, αλλά επίσης δημιουργείται κατά τους θερμούς μήνες του έτους στις περιοχές με μαλακό υπόστρωμα μία φυτική επικάλυψη από το χαρόφυτο *Chara fragilis*. Το είδος έχει μικρή διάρκεια ζωής και αναπτύσσεται ευκαιριακά σε μεγάλους πληθυσμούς από το Μάιο μέχρι το Φθινόπωρο. Κύριος λόγος για την έλλειψη μόνιμης βλάστησης

είναι η διακύμανση της στάθμης του νερού που εμποδίζει τη δημιουργία μιας σταθερής ευφωτικής ζώνης. Ένας δεύτερος λόγος είναι η συνεχής ιζηματογένεση.

Ως γνωστό, η λιμναία βλάστηση αποτελεί ένα από τα κύρια βιοπααραγωγικά συστήματα και τη βασική προϋπόθεση για την επιβίωση, ανάπτυξη και αναπαραγωγή της υδρόβιας πανίδας. Η βλάστηση αυτή επίσης επηρεάζει γενικά το χημισμό του ύδατος, ρυθμίζει το μεταβολισμό (τροφικό-σαπροβιωτικό) σε μεγάλο τμήμα του λιμναίου οικοσυστήματος και παίζει σημαντικό ρόλο στους βιο-γεωχημικούς κύκλους (Hutchinson 1967, Westlake 1975, Wetzel 1983). Πιο αναλυτικά, η υδρόβια βλάστηση συμβάλλει στην καθαρότητα και στην εξυγίανση των υδάτων και στον εμπλουτισμό τους με οξυγόνο, αποτελεί σημαντική πηγή αποθήκευσης θρεπτικών και άλλων συστατικών, διατηρεί σημαντική ικανότητα φίλτρανσης και για κάθε απορροή η οποία εισέρχεται στο λιμναίο περιβάλλον, παίζει σημαντικό ρόλο στην τροφική αλυσίδα, και αποτελεί χαρακτηριστικό δείκτη για τις επικρατούσες συνθήκες από την άποψη της ποιότητας των υδάτων και της τροφικής κατάστασης του οικοσυστήματος. Επίσης, συμβάλλει στην προστασία, διατήρηση και ανάπτυξη της ιχθυοπανίδας και της υδρόβιας πτηνοπανίδας, είτε με την προσφορά διαμονής, καταφυγίου, τροφής και αναπαραγωγικού υποστρώματος, είτε με την επίδρασή της στις φυσικοχημικές και γενικότερες βιολογικές συνθήκες του υδάτινου περιβάλλοντος.

Μία από τις εμφανέστερες επιπτώσεις της απουσίας μόνιμης φυτικής βλάστησης στους δύο ταμιευτήρες είναι ότι το φάσμα των τροφικών οργανισμών για τα ψάρια είναι περιορισμένο. Δεδομένου ότι η φυτική βλάστηση αποτελεί το υπόστρωμα πάνω στο οποίο αναπτύσσονται πολλοί ζωικοί οργανισμοί, η μικρή έως μηδαμινή παρουσία μόνιμης φυτικής βλάστησης στους δύο ταμιευτήρες έχει σαν αποτέλεσμα τη μικρή αντιπροσώπευση πολλών ζωικών οργανισμών που εξαρτώνται από αυτή για τροφή, καταφύγιο ή αναπαραγωγή. Αυτό αποτελεί ένα βασικό περιοριστικό παράγοντα για τη διαβίωση αρκετών ειδών ψαριών που παρουσιάζουν τροφική εξειδίκευση σε υδρόβια ασπόνδυλα και γενικά ζωικούς οργανισμούς που συνδέουν τη ζωή τους με τα φυτά, και επιτρέπει μόνο την παρουσία ειδών που έχουν την τροφική ικανότητα να αξιοποιούν τις υπάρχουσες τροφικές πηγές, όπως είναι τα επιλιθικά φύκη και το πλαγκτό. Ο λόγος αυτός εμποδίζει την ανάπτυξη στους ταμιευτήρες μίας πλούσιας σε αριθμό ειδών ιχθυοπανίδας σε σύγκριση με τις φυσικές λίμνες. Μία τροφική πηγή που εξαιτίας της μειωμένης ποσοτικής παρουσίας πολλών ομάδων υδρόβιων ασπονδύλων αποκτά μεγάλη σχετική

σημασία στους δύο ταμιευτήρες, είναι τα έντομα και τα νεαρά αναπτυξιακά τους στάδια. Είδη που είναι σε θέση να αξιοποιήσουν αυτή την τροφική πηγή είναι η πέστροφα στον Αώο και το *Leuciscus cephalus albus* στο Πουρνάρι.

Μία άλλη σημαντική επίπτωση στους ιχθυοπληθυσμούς από την απουσία μόνιμης φυτικής βλάστησης στους δύο ταμιευτήρες είναι η έλλειψη κατάλληλων αναπαραγωγικών υποστρωμάτων. Συγκεκριμένα, η έλλειψη φυτικής βλάστησης εκτός του ότι περιορίζει την επιβίωση ψαριών που εξαρτώνται από φυτόφιλη ζωοπανίδα σαν τροφή, δρά επίσης περιοριστικά στη δυνητική αναπαραγωγική δραστηριότητα ειδών ψαριών με φυτόφιλο αναπαραγωγικό χαρακτήρα (δηλαδή, είδη που αποθέτουν τα αυγά τους σε φυτά). Το γεγονός ότι η υπάρχουσα ιχθυοπανίδα στους δύο ταμιευτήρες προήλθε από την προϋπάρχουσα ρεόφιλη ιχθυοπανίδα των ποταμών Αώου και Άραχθου εξηγεί τον περιορισμένο αριθμό ειδών (μόνο 4 ή 5 είδη σε κάθε ταμιευτήρα) σε σύγκριση με τις φυσικές λίμνες (για παράδειγμα, η λίμνη Τριχωνίδα έχει 10 είδη), και δημιουργεί το ερώτημα κατά πόσο θα πρέπει να επιδιωχθεί η εισαγωγή νέων ειδών ώστε να βελτιωθεί το οικοσύστημα. Ανεξάρτητα από το βαθμό που μία τέτοια εισαγωγή είναι πάντα σκόπιμη (βλ. Τμήμα 3.6.5), επισημαίνεται ότι πολλά από τα υποψήφια για εισαγωγή λιμναία είδη απαιτούν συγκεκριμένα αναπαραγωγικά υποστρώματα από ανώτερα φυτά που δεν υπάρχουν στους ταμιευτήρες Αώου και Πουρναρίου, όπως άλλωστε και στις περισσότερες τεχνητές λίμνες.

Το γεγονός ότι στον ταμιευτήρα του Αώου αναπτύσσεται εποχιακά το φύκος *Chara fragilis* δεν αποτελεί εγγύηση για την επιτυχία της αναπαραγωγής φυτόφιλων ψαριών, γιατί δεν είναι γνωστό αν το φύκος αυτό προσφέρεται σαν αναπαραγωγικό υπόστρωμα. Τουλάχιστον ορισμένα από τα λιμνόφιλα είδη ψαριών της οικογένειας Cyprinidae που πιθανόν θα μπορούσαν να προσαρμοσθούν τροφικά στον ταμιευτήρα, καθώς και το είδος *Atherina boyeri*, αποθέτουν τα αυγά τους σε νηματόμορφα φυτά που διαφέρουν σημαντικά από το *Chara fragilis* σε μορφολογία και εποχιακούς κύκλους. Για το λόγο αυτό είναι αμφίβολο ότι τα είδη αυτά θα μπορέσουν να αναπαραχθούν επιτυχώς στους δύο ταμιευτήρες που αποτελούν αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Ανεξάρτητα από το βαθμό που τα διάφορα είδη που υπήρχαν στα ποτάμια συστήματα πριν από τη δημιουργία των ταμιευτήρων διέθεταν τις αναγκαίες προσαρμογές για λιμναία διαβίωση (ή μπόρεσαν να προσαρμόσουν τη φυσιολογία

και τροφικές τους συνθήκες στις λιμναίες συνθήκες), τα είδη αυτά εξακολουθούν να διατηρούν το ρεόφιλο χαρακτήρα της αναπαραγωγής, δεδομένου ότι αυτός είναι πολύ συντηρητικός και δεν μεταβάλλεται σε μικρό διάστημα εξελικτικού χρόνου. Συνεπώς, όλα σχεδόν τα είδη εισέρχονται κατά την περίοδο της αναπαραγωγής στα ποτάμια και ρυάκια που εκβάλλουν στους ταμιευτήρες, και κάθε είδος αναζητεί το κατάλληλο υπόστρωμα για την απόθεση των αυγών (π.χ. πέτρες, χαλίκια, άμμο, κλπ.). Στα ρυάκια λαμβάνει χώρα και η ανάπτυξη των πρώτων οντογενετικών σταδίων. Στην Εικόνα 50 δείχνεται ένα ρυάκι που αποτελεί τυπικό πεδίο αναπαραγωγής του *Alburnoides bipunctatus ochridanus*. Η απόθεση των αυγών γίνεται κάτω από πέτρες, στις οποίες τα αυγά προσκολλώνται κατά μάζες με τη βοήθεια κολλητικής ουσίας (Εικ. 51).

Πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρήθηκαν κάποιες περιπτώσεις γεννητικής δραστηριότητας μέσα στους ταμιευτήρες (π.χ. ορισμένα άτομα του είδους *A. b. ochridanus* αναπαράγονται μέσα στον ταμιευτήρα του Αώου), ίσως όταν δεν υπάρχουν κοντινά ρυάκια, ή όταν η πρόσβαση σε αυτά εμποδίζεται. Το θέμα των τεχνητών εμποδίων αναπτύσσεται εκτενέστερα στο τμήμα 3.6.5. Εδώ απλώς επισημαίνεται ότι τα ανώτερα επίπεδα των πληθυσμών των ειδών που διαβιούν στους ταμιευτήρες πιθανόν να περιορίζονται από αποτυχία της αναπαραγωγής, λόγω εμποδίων κατά τη μετάβαση στα γεννητικά πεδία, παρά από έλλειψη αρκετής ή κατάλληλης τροφής.

Συνοψίζοντας, οι παράγοντες που διαμόρφωσαν την ιχθυοπανίδα των δυο ταμιευτήρων είναι ιστορικοί (προϋπάρχουσα ρεόφιλη ιχθυοπανίδα στους ποταμούς Αώο και Άραχθο), τροφικοί (περιορισμένο φάσμα ζωικών και φυτικών οργανισμών που απαντούν στις οικολογικές συνθήκες των τεχνητών λιμνών) και αναπαραγωγικοί (απουσία ορισμένων υποστρωμάτων που απαιτούνται από ορισμένα είδη για απόθεση των αυγών). Οι δυο τελευταίοι παράγοντες πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη εφόσον αποφασισθεί ο εμπλουτισμός των ταμιευτήρων με νέα είδη.

Πάντως, και οι δυο ταμιευτήρες στερούνται της σημαντικής πληθυσμιακής παρουσίας ιχθυοφάγων ειδών, που είναι απαραίτητα για οικολογική σταθεροποίηση. Μπορεί να ειπωθεί ότι το ρόλο του κορυφαίου καταβροχθιστή παίζει ως ένα βαθμό η πέστροφα, που όμως δεν απαντά σε μεγάλη αφθονία ώστε να επηρεάζει σημαντικά τη δυναμική των άλλων ψαριών. Διαπιστώθηκε από



Εικόνα 50. Τυπικό αναπαραγωγικό πεδίο του *Alburnoides bipunctatus ochridanus* σε υδατόρεμα του Αώου.



Εικόνα 51. Γονιμοποιημένα αυγά του *Alburnoides bipunctatus ochridanus* προσκολλημένα σε πέτρα.

αναλύσεις των στομαχικών περιεχομένων ότι, τουλάχιστον όσο αφορά τον ταμιευτήρα του Αώου, η πέστροφα διατρέφεται κυρίως με έντομα, ίσως γιατί στα σημερινά επίπεδα αφθονίας του είδους δεν δημιουργείται τροφικός ανταγωνισμός που θα οδηγούσε σε διεύρυνση του τροφικού του φάσματος. Η μικρή παρουσία καταβροχθιστών των ανωτέρων επιπέδων της τροφικής πυραμίδας μπορεί να εξηγήσει τη μεγάλη πληθυσμιακή ανάπτυξη του είδους *Alburnoides bipunctatus ochridanus*. Εικάζεται ότι σε περίπτωση αύξησης των καταβροχθιστικών ψαριών στον ταμιευτήρα, τα είδος αυτό θα μπορούσε δυνητικά, λόγω του μικρού σωματικού του μεγέθους, να αποτελέσει ένα δυναμικό κρίκο του τροφικού δικτύου, με ικανότητα να συγκεντρώνει την ενέργεια από πολυάριθμες γενεές πλαγκτονικών και άλλων οργανισμών και να τις κάνει διαθέσιμες σε ανώτερα τροφικά επίπεδα.

Υποθέτουμε ότι η απουσία κορυφαίων καταβροχθιστών στον ταμιευτήρα του Αώου αποτελεί επίσης και έναν από τους λόγους της ανάπτυξης ενός μεγάλου πληθυσμού караβίδας. Κατά τις ψυχρές περιόδους του έτους, το είδος αυτό διαχειμάζει μέσα στην ιλύ. Η αναπαραγωγική δραστηριότητα αρχίζει την άνοιξη, και από το μήνα Μάιο παρατηρήθηκαν μεγάλες συγκεντρώσεις των νεαρών σταδίων ζωής, ιδίως σε περιοχές που καλύπτονται από το φύκος *Chara fragilis*. Ενήλικα άτομα του είδους αφθονούν στη λίμνη καθ'ολη τη διάρκεια της θερμής περιόδου, κυρίως στις εκβολές των ποταμών και σε περιοχές με πλούσια κάλυψη από *Chara fragilis*. Οι τροφικές συνθήκες του είδους δεν μελετήθηκαν εργαστηριακά, αλλά παρατηρήθηκαν πολλά άτομα караβίδας να τρέφονται με νεκρά ψάρια ή ψάρια που είχαν συλληφθεί από δίχτυα. Συνεπώς, είναι πιθανό ότι οι караβίδες επωφελοούνται από την απουσία άλλων σημαντικών καταβροχθιστών ψαριών, όπως και από την απουσία σημαντικής αλιευτικής δραστηριότητας στον ταμιευτήρα του Αώου, αξιοποιώντας σαν τροφή τα ψάρια που πεθαίνουν όταν κλείσουν τον κύκλο ζωής τους. Το γεγονός αυτό δεν αποκλείει το ενδεχόμενο οι караβίδες να χρησιμοποιούν και άλλες εναλλακτικές τροφικές πηγές.

Όσο αφορά το Πουρνάρι, σημαντικό ρόλο σαν καταβροχθιστή θα μπορούσε να παίξει το χέλι, που όμως δεν απαντά στα τμήματα του Άραχθου που βρίσκονται πάνω από το φράγμα του ΥΗΣ, λόγω του ότι το φράγμα παρεμποδίζει την άνοδό του.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ένα βασικό οικολογικό χαρακτηριστικό που διαφοροποιεί τις λιμναίες από τις ποτάμιες συνθήκες είναι η συγκριτικά μεγαλύτερη

αφθονία πλαγκτού (φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού) στις λίμνες και η πολύ περιορισμένη ανάπτυξή του στα ποτάμια. Πολλά λιμναία είδη ψαριών έχουν αναπτύξει τροφικές εξειδικεύσεις που επιτρέπουν την εκμετάλλευση αυτής της πηγής ενέργειας, ενώ αντίθετα όλα τα είδη των ποταμών έχουν προσαρμοσθεί εξελικτικά στην εκμετάλλευση άλλων ενεργειακών πηγών (π.χ. έντομα, ψάρια, βενθικά ασπόνδυλα, κλπ.). Με τη δημιουργία λιμναίων συνθηκών, και συνεπώς κατακόρυφης σταθερότητας στους ταμιευτήρες του Αώου και του Άραχθου, δημιουργήθηκαν οι προϋποθέσεις για ανάπτυξη του πλαγκτού. Επειδή για ιστορικούς λόγους η ιχθυοπανίδα των ποταμών αυτών δεν περιλάμβανε πλαγκτοφάγα είδη, κανένα από τα υπάρχοντα ψάρια στους ταμιευτήρες δεν έχει την ικανότητα να αξιοποιήσει αυτή την πηγή ενέργειας σε σημαντικό βαθμό. Πράγματι, τα αποτελέσματα των αναλύσεων των στομαχικών περιεχομένων των ψαριών δείχνουν ότι ελάχιστα είδη αξιοποιούν σε κάποιο βαθμό το πλαγκτό σαν τροφή, και μόνο σε κάποιες εποχές του έτους (π.χ. το είδος *Alburnoides bipunctatus ochridanus* στον Αώο και το *Leuciscus cephalus albus* στο Πουρνάρι.

Εικάζεται ότι λόγω της έλλειψης πλαγκτοφάγων ψαριών, οι ποσότητες πλαγκτού που παράγονται κατά τη διάρκεια της παραγωγικής περιόδου παραμένουν ανεκμετάλλευτες. Λόγω της συνεχούς ιζηματογένεσης που χαρακτηρίζει τις τεχνητές λίμνες, το μεγαλύτερο μέρος του πλαγκτού καθιζάνει και θάβεται στην ιλύ. Αυτό ισχύει κυρίως για τον ταμιευτήρα του Αώου, ο οποίος χαρακτηρίζεται από σημαντικές συγκεντρώσεις ζωοπλαγκτού κατά τη θερμή περίοδο του έτους. Στο συμπέρασμα αυτό συνηγορούν και τα αποτελέσματα της ανάλυσης των αιωρούμενων σωματιδίων (τμήμα 3.5.3) που δείχνουν την παρουσία σημαντικών συγκεντρώσεων οργανικής ύλης κοντά στο βυθό.

Ισως ορισμένες από τις ποσότητες πλαγκτού που απορρίπτονται από την πελαγική κοινότητα να αξιοποιούνται από βενθικούς ηθμοτρόφους ή σαπροτρόφους οργανισμούς (μαλάκια, πολύχαιτους, έντομα, καραβίδες ή άλλα καρκινοειδή κλπ.) και στη συνέχεια η ενέργειά τους να μεταβιβάζεται σε ανώτερους κρίκους της τροφικής αλυσίδας ή κατευθείαν στα ψάρια που τρέφονται από τους οργανισμούς αυτούς. Ωστόσο, θεωρείται πολύ πιθανό ότι μεγάλες ποσότητες καθιζάνουν και δεν ανακυκλώνονται. Για την εκμετάλλευση της ενέργειας του πλαγκτού, αλλά και για τη βιολογική σταθεροποίηση του οικοσυστήματος, μία διεθνής πρακτική είναι να εμπλουτίζονται οι ταμιευτήρες με ένα πλαγκτοφάγο ψάρι με βιολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν τη διαβίωσή του στο συγκεκριμένο

ταμιευτήρα. Φαίνεται ότι ένα κατάλληλο ψάρι για τον ταμιευτήρα του Αώου είναι ο κορήγονος (*Coregonus lavaretus*) της οικογένειας των Σαλμονειδών, ή κάποιο από τα συγγενικά με αυτό είδη του ίδιου γένους. Το ευρωπαϊκό αυτό είδος έχει εισαχθεί με επιτυχία στις λίμνες Βεγορίτιδα και Ταυρωπό και έχει θερμικές και γενικά περιβαλλοντικές απαιτήσεις που ανταποκρίνονται στο εύρος της διακύμανσης των περιβαλλοντικών παραγόντων στον ταμιευτήρα του Αώου στη διάρκεια του χρόνου. Για τις θερμικές συνθήκες και συγκεντρώσεις ζωοπλαγκτού που παρατηρήθηκαν στο Πουρνάρι, δεν προτείνεται κάποιο συγκεκριμένο είδος για εισαγωγή.

3.6.5. Καθεστώς αλιευτικής διαχείρισης και εκμετάλλευσης

Την ευθύνη για τη διαχείριση των ταμιευτήρων έχει η ΔΕΗ. Για λόγους ασφαλείας, απαγορεύεται η αλιεία μέσα στους ταμιευτήρες με σκάφη και επιτρέπεται μόνον από την ακτή με τη χρήση αγκιστρωτών εργαλείων. Στη πράξη, η απαγόρευση αλιείας με σκάφη εφαρμόζεται δύσκολα, ιδίως στο Πουρνάρι, όπου ένας απροσδιόριστος ακόμα αριθμός ψαράδων από τις παραλίμνιες κοινότητες αλιεύει συστηματικά με βάρκες μέσα στον ταμιευτήρα. Αν και το προσωπικό της ΔΕΗ προσπαθεί να επιβάλλει την απαγόρευση, η δυνατότητα επαρκούς επιτήρησης της τεράστιας ακτογραμμής του ταμιευτήρα και ελέγχου των αμέτρητων μυχών και κόλπων από όπου εξορμούν τα σκάφη είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

Λόγω της έλλειψης οργανωμένης επαγγελματικής αλιείας στους δύο ταμιευτήρες, αλλά και του ότι πολλές αλιευτικές δραστηριότητες ασκούνται παράνομα, δεν ήταν δυνατό να γίνει μία επαρκής εκτίμηση του επιπέδου αλιευτικής εκμετάλλευσης των δύο ταμιευτήρων καθώς και των οικονομικών και κοινωνικών παραμέτρων που σχετίζονται με την αλιεία (αριθμός ψαράδων, αλιευτική προσπάθεια, ύψος παραγωγής, αξιοποίηση της παραγωγής, κλπ.).

Και στους δύο ταμιευτήρες η αλιεία έχει κυρίως ερασιτεχνικό κυρίως χαρακτήρα και απευθύνεται μόνο σε είδη υψηλής εμπορικής αξίας. Στον ταμιευτήρα του Αώου ενδιαφέρει κυρίως η πέστροφα, η οποία συνήθως αλιεύεται από την ακτή με καλάμια. Οι περισσότερες πέστροφες είναι προϊόν εμπλουτισμών και ανήκουν στο αμερικάνικο είδος *Oncorhynchus mykiss* που δεν φαίνεται να έχει την ικανότητα να αναπαράγεται στις συνθήκες της περιοχής. Συνεπώς, η διατήρηση ενός ικανοποιητικού αριθμού ατόμων πέστροφας του είδους αυτού στον ταμιευτήρα απαιτεί συνεχείς εμπλουτισμούς.

Ο πληθυσμός της εγχώριας πέστροφας (*Salmo trutta macrostigma*) που διαβιεί στον ταμιευτήρα φαίνεται να είναι μικρότερος από αυτόν που θα επέτρεπαν οι υδρογραφικές συνθήκες και η φέρουσα ικανότητα του υδάτινου συστήματος. Αυτό μπορεί να αποδοθεί τόσο σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις στα ποτάμια που χύνονται στον ταμιευτήρα, κυρίως σε τεχνητά έργα που εμποδίζουν την πρόσβαση της εγχώριας πέστροφας στα γεννητικά της πεδία, όσο και σε εντατική αλιεία.

Άλλο είδος αλιευτικού ενδιαφέροντος είναι η караβίδα (*Astacus astacus*), η οποία αφθονεί στον ταμιευτήρα και στα ποτάμια που χύνονται σε αυτόν, και έχει μεγάλη ζήτηση στην τοπική αγορά. Η караβίδα αλιεύεται τόσο με κιούρτους (παγίδες), όσο και με μικρά συρόμενα δίχτυα που σύρονται από ομάδες ψαράδων σε μικρά βάθη κοντά στις ακτές, ιδίως σε περιοχές που καλύπτονται από το εποχιακό φύκος *Chara fragilis* (βλ τμήμα 3.6.4), χωρίς τη χρησιμοποίηση σκάφους. Εκτιμάται, ωστόσο ότι η караβίδα υποαλιεύεται και ένα πολύ μικρό μέρος της ετήσιας παραγόμενης βιομάζας καταλήγει στον άνθρωπο.

Η αύξηση των αλιευτικών αποδόσεων μπορεί αφενός να συνεισφέρει στην τοπική κατανάλωση και αφετέρου να συμβάλει στην τουριστική αξιοποίηση των γύρω περιοχών με την ανάπτυξη της ερασιτεχνικής αλιείας. Συνεπώς, ενδείκνυται να αποκατασταθεί η ελεύθερη ροή των ποταμών προς τον ταμιευτήρα ώστε να διευκολυνθεί η μετάβαση της εγχώριας πέστροφας (αλλά και των άλλων ψαριών) σε κατάλληλα γεννητικά πεδία. Εφόσον δεν δημιουργείται ασυμβατότητα με το αναπτυξιακό πρόγραμμα της ΔΕΗ στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, υπάρχουν ευνοϊκές προοπτικές αλιευτικής (επαγγελματικής ή τουριστικής) αξιοποίησης του ταμιευτήρα. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να εκτιμηθεί η σκοπιμότητα τονώσεων του συστήματος με γόννο εγχώριας πέστροφας, και ίσως εισαγωγής νέων ειδών που είναι συμβατά με τις βιολογικές και υδρογραφικές συνθήκες του ταμιευτήρα. Δεδομένης της μεγάλης παρουσίας εντόμων, της σημαντικής αφθονίας ψαριών μικρού και μεσαίου σωματικού μεγέθους, της σχετικά υψηλής συγκέντρωσης ζωοπλαγκτού και της χαμηλής θερμοκρασίας των νερών στη μεγαλύτερη διάρκεια του χρόνου, το σύστημα φαίνεται ικανό να φιλοξενήσει είδη υψηλής εμπορικής αξίας της οικογένειας Salmonidae, όπως πέστροφα, σολωμό και κορήγονο. Πρέπει να σημειωθεί ότι εμπλουτισμοί με το ξενικό είδος *Oncorhynchus mykiss* που έχουν διενεργηθεί μέχρι τώρα έγιναν με τυχαίο τρόπο και δεν υπήρξε επιστημονική παρακολούθηση των ρυθμών επιβίωσης και ανάπτυξης των εισαχθέντων ατόμων.

Δυνητικά, και εφόσον αυτό είναι συμβατό με το ενεργειακό πρόγραμμα της ΔΕΗ, είναι δυνατή από τεχνική και βιολογική άποψη η ανάπτυξη υδατοκαλλιεργητικών δραστηριοτήτων, τόσο γιατί η ποιότητα των νερών είναι ικανοποιητική, όσο και γιατί η υψομετρική διακύμανση της στάθμης του νερού στη διάρκεια του έτους είναι σχετικά μικρή. Υποψήφια είδη για καλλιέργεια στις συνθήκες που επικρατούν στον ταμιευτήρα του Αώου είναι σολωμοί, πέστροφες και ο σαλβέλινος.

Στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου η αλιεία διενεργείται κυρίως με μικρά σκάφη με τη χρησιμοποίηση διχτυών μεγάλου διαμετρήματος ματιού και απευθύνεται σχεδόν αποκλειστικά στα υψηλής εμπορικής αξίας ψάρια, όπως είναι η πέστροφα (από περιγραφές ψαράδων φαίνεται ότι πρόκειται για την εγχώρια πέστροφα, *Salmo trutta macrostigma*, χωρίς να αποκλείεται και η παρουσία ξενικών ειδών πέστροφας λόγω εμπλουτισμών) και ο κυπρίνος (πρόκειται κυρίως για τον καθρεπποειδή κυπρίνο, που έχει εισαχθεί). Τα υπόλοιπα ψάρια υποαλιεύονται.

Η αλιεία φαίνεται να διαδραματίζει ένα κάποιο ρόλο στην τοπική κοινωνία, συμβάλλοντας στη δημιουργία εναλλακτικής απασχόλησης και συμπληρωματικού εισοδήματος προς το γεωργικό. Ωστόσο, λόγω της απαγόρευσης χρησιμοποίησεως σκαφών, η αλιεία διενεργείται παράνομα και κάτω από συνθήκες που δεν διασφαλίζουν την ασφάλεια των αλιέων. Συγκεκριμένα, πολλοί αλιείς χρησιμοποιούν σιδερένια σκάφη που είναι ευάλωτα σε κακές καιρικές συνθήκες και υπάρχει έλλειψη ασφαλών τόπων ελλιμενισμού εξαιτίας της αυξομείωσης της στάθμης του νερού. Υπήρξαν στο παρελθόν περιπτώσεις ανθρώπων που πνίγηκαν εξαιτίας αυτών των συνθηκών αλιείας.

Υπάρχουν επίσης πολλά εμπόδια και παγίδες για τα σκάφη μέσα στον ταμιευτήρα λόγω της παρουσίας δένδρων που δεν κόπηκαν πριν από την κατάκλιση της περιοχής (Εικ. 52). Τα εμπόδια αυτά περιορίζουν και τις αλιευτικές δραστηριότητες, γιατί δεν είναι δυνατή η πόντιση διχτυών σε περιοχές με υπολείμματα δένδρων. Οι συνθήκες για άσκηση αλιευτικών δραστηριοτήτων είναι καλύτερες στον ταμιευτήρα του Αώου, όπου είχε προηγηθεί κοπή των δένδρων στις περιοχές που κατακλύσθηκαν (Εικ. 53).

Το ύψος των αλιευτικών αποδόσεων στο Πουρνάρι είναι άγνωστο, ωστόσο πληροφορίες από τοπικούς ψαράδες ανεβάζουν το ύψος της ετήσιας παραγωγής πέστροφας και κυπρίνου σε περίπου 2.5 τόνους. Για σύγκριση, αναφέρεται ότι από εκτιμήσεις που έγιναν στα πλαίσια της ιχθυολογικής διερεύνησης της λίμνης

Τριχωνίδας (Νταουλάς και συν. 1993), η ετήσια αλιευτική παραγωγή της λίμνης αυτής στην περίοδο 1988-90 ξεπερνούσε τους 500 τόνους. Αν και η παραγωγή μιας τεχνητής λίμνης δεν μπορεί να πλησιάσει τα επίπεδα μίας φυσικής λίμνης, η ιχθυοπαραγωγή του ταμιευτήρα Πουρναρίου κρίνεται σαν εξαιρετικά χαμηλή για τις δυνατότητες του ταμιευτήρα και για το επίπεδο της αλιευτικής προσπάθειας που καταβάλλεται. Αυτή η χαμηλή παραγωγή δεν μπορεί να αποδοθεί μόνο σε χαμηλή βιολογική παραγωγικότητα. Προφανώς, η βιολογική ενέργεια του ταμιευτήρα δεν διοχετεύεται σε είδη ψαριών που αποτελούν αντικείμενο αλιευτικής εκμετάλλευσης, όπως είναι η πέστροφα και ο κυπρίνος, αλλά σε είδη που δεν αλιεύονται, και τα οποία διατηρούν μία υψηλή σχετική αφθονία.

Πράγματι, τα στοιχεία της πειραματικής αλιείας έδειξαν ότι υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί των ειδών *Leuciscus cephalus albus* και *Barbus albanicus*, αλλά αυτοί της πέστροφας και του κυπρίνου είναι πολύ μικροί. Για την πέστροφα, πιθανοί λόγοι της χαμηλής πληθυσμιακής αφθονίας είναι οι μη ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος στον ταμιευτήρα για το είδος αυτό (π.χ. υψηλές θερμοκρασίες) και η υπεραλίευση. Ωστόσο, η δυνατότητα της πέστροφας να αναζητά θερμικά καταφύγια σε βαθύτερα στρώματα νερού κατά τη θερμή περίοδο του έτους θα επέτρεπε τη διατήρηση ενός ικανοποιητικότερου πληθυσμού μέσα στον ταμιευτήρα με κατάλληλους εμπλουτισμούς και σωστή αλιευτική διαχείριση. Για τον κυπρίνο, πιθανοί λόγοι της χαμηλής αφθονίας είναι η υπεραλίευση και η έλλειψη φυτικής βλάστησης, που αποτελεί το αναπαραγωγικό υπόστρωμα του είδους. Η δεύτερη αιτία φαίνεται ότι είναι και η πιό σημαντική.

Συνεπώς, διατήρηση υψηλών αλιευτικών αποδόσεων στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου μπορεί να επιτευχθεί με την τεχνητή διαμόρφωση της σύστασης των ιχθυοπληθυσμών, μέσω συνεχών εμπλουτισμών με ιχθύδια κυπρίνου ή/και πέστροφας. Σύμφωνα με τα συγκεντρωθέντα οικολογικά στοιχεία, δεν φαίνεται να είναι δυνατή η εισαγωγή νέου είδους υψηλής εμπορικής αξίας με αρκετή ικανότητα να προσαρμοσθεί τροφικά ή αναπαραγωγικά στις συνθήκες που επικρατούν στο Πουρνάρι, αλλά ούτε και η ανάπτυξη υδατοκαλλιεργειών σε σημαντική οικονομική βάση, μία προσπάθεια που έγινε στο παρελθόν για πειραματική καλλιέργεια κυπρίνου σε κλωβούς απέτυχε, κυρίως λόγω της κατά καιρούς υψηλής θολερότητας των νερών που οδηγεί στην απόφραξη των αναπνευστικών οδών των ψαριών.

Πάντως, επισημαίνεται ότι σε περίπτωση που αποφασισθούν εισαγωγές νέων ειδών στον έναν ή στον άλλο ταμιευτήρα, η επιλογή των ειδών πρέπει να γίνει με προσοχή. Πρέπει αφενός να διασφαλισθεί ότι οι οικολογικές απαιτήσεις των ειδών αυτών είναι συμβατές με τις οικολογικές συνθήκες του κάθε ταμιευτήρα, και αφετέρου να αποκλεισθεί το ενδεχόμενο “βιολογικής ρύπανσης” του συστήματος που απειλεί τη γενετική ποικιλότητα. Το ενδεχόμενο αυτό είναι πιθανό αν εισαχθεί είδος με ικανότητα αναπαραγωγής στο σύστημα του ταμιευτήρα το οποίο είτε μπορεί να δημιουργήσει επικίνδυνους υβριδισμούς είτε είναι καταστροφικό για άλλα είδη, ιδίως τα ενδημικά. Ατυχώς, στη χώρα μας υπάρχουν αρκετά παραδείγματα ατυχών εμπλουτισμών που είχαν αρνητικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα τόσο από την οικολογική όσο και από την παραγωγική πλευρά. Ακόμα και αν δεν συντρέχουν οι παραπάνω απαγορευτικοί λόγοι, οι εμπλουτισμοί πρέπει να γίνουν με ποσεκτική επιλογή του τρόπου της μεταφοράς των ψαριών και των σταδίων ζωής που θα εισαχθούν, και με επιστημονική παρακολούθηση των παραμέτρων επιβίωσης και των διαδικασιών αποικισμού.

3.7. Ανθρωπογενές περιβάλλον

Μια από τις πλέον εμφανείς επιδράσεις του ανθρώπου στο περιβάλλον των ταμιευτήρων είναι η ρύπανση που δημιουργείται από διάφορες οικονομικές δραστηριότητες, όπως γεωργικές και κτηνοτροφικές (π.χ. χοιροστάσια). Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, το πρόβλημα δεν φαίνεται να είναι σήμερα σημαντικό, μπορεί όμως να επιδεινωθεί στο μέλλον με την ανάπτυξη νέων οικονομικών δραστηριοτήτων. Αν και η ρύπανση συνήθως δεν επηρεάζει άμεσα τη λειτουργία των υδροηλεκτρικών σταθμών, υπάρχει μία διαταραχή της οικολογικής ισοροπίας και η παρεμπόδιση άλλων δυνατικών χρήσεων των νερών, όπως είναι η αξιοποίηση του νερού για ύδρευση.

Παλαιότερα, οι έντονες διακυμάνσεις της απορροής των νερών από τον ταμιευτήρα Πουρναρίου κατά τις περιόδους έντονης λειτουργίας του Υ.Η.Σ προξενούσαν σημαντικές οικολογικές επιπτώσεις στο τμήμα του Άραχθου ποταμού από τον ταμιευτήρα μέχρι τη θάλασσα. Σήμερα το πρόβλημα έχει σημαντικά αμβλυνθεί με την κατασκευή ενός μικρότερου ταμιευτήρα (Πουρνάρι II) ακριβώς κάτω από τον κύριο ταμιευτήρα που δρα εξισορροπητικά, μειώνοντας τις διακυμάνσεις της απορροής. Το αντίστοιχο πρόβλημα για τον ποταμό Αώο είναι μικρό λόγω της σχετικά χαμηλής παροχής νερών από τον ταμιευτήρα προς το Μετσοβίτη ποταμό.

Η σημαντικότερη επίδραση από ανθρώπινη δραστηριότητα που διαπιστώθηκε στον ταμιευτήρα του Αώου είναι η κατασκευή γεφυρών με τσιμεντένιες βάσεις σε διάφορα σημεία του δρόμου που διατρέχει περιμετρικά τον ταμιευτήρα. Λόγω του τρόπου που κατασκευάστηκαν οι γέφυρες δημιουργούνται ορμητικοί μικροκαταράκτες που εμποδίζουν την άνοδο των ψαριών από τον ταμιευτήρα προς τα γεννητικά τους πεδία, με αρνητικές επιπτώσεις στην πληθυσμιακή ισορροπία (Εικ. 54).

Παρακάτω δίνεται μία εκτενέστερη περιγραφή των παραμέτρων που επηρεάζουν την ποιότητα των νερών των δυο ταμιευτήρων.

3.7.1. Ταμιευτήρας Αώου

Ο ταμιευτήρας του Αώου είναι μία τεχνητή λίμνη αλπικού τύπου, αφού το μέσο υψόμετρο της επιφανείας της είναι +1343 μέτρα. Τα νερά που δέχεται, προέρχονται από επιφανειακές και υπόγειες απορροές, τις αποστραγγίσεις της γύρω περιοχής, την τήξη του χιονιού καθώς και την απ' ευθείας στην επιφάνεια της λίμνης βροχόπτωση - χιονόπτωση. Η λεκάνη απορροής της είναι περιορισμένη και οι απορροές προέρχονται κυρίως από δασική έκταση και βοσκοτόπους που βρίσκονται πλησίον της λίμνης. Ένα αντλιοστάσιο διοχετεύει στη λίμνη τις απορροές μιας γεωργικής έκτασης 1590 στρεμμάτων που συλλέγονται σε μία μικρή λίμνη δίπλα από τον ταμιευτήρα (Εικ. 55). Στη γεωργική αυτή έκταση καλλιεργούνται ως επί το πλείστον πατάτες κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου του έτους. Ο συνολικός όγκος του νερού που εισέρχεται στη λίμνη από την πιο πάνω άντληση ανέρχεται περίπου σε $10 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{έτος}$, δηλαδή περίπου το 1/10 του συνολικού όγκου του νερού της λίμνης.

Οικισμοί

Στην περιοχή απορροής του Αώου δεν υπάρχουν αναπτυσσόμενοι οικισμοί και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν αστικά λύματα.

Χρήσεις γης

Οι χρήσεις της γης, σύμφωνα με στοιχεία από τη Διεύθυνση Δασών της Νομαρχίας Ιωαννίνων, φαίνονται στον Πίνακα 20 και παραστατικά στην Εικόνα 56.



Εικόνα 54. Τεχνητά έργα που εμποδίζουν την άνοδο των ψαριών προς τα γεννητικά τους πεδία. Ένα *Alburnoides bipunctatus ochridanus* προσπαθεί να υπερπηδήσει το εμπόδιο.



Εικόνα 55. (α) Λεκάνη όπου συγκεντρώνονται οι απορροές μιας γεωργικής έκτασης δίπλα από τον ταμιευτήρα του Αώου. (β) Το αντλιοστάσιο που διοχετεύει τα νερά της λεκάνης στον ταμιευτήρα.

Πίνακας 20. Κατανομή χρήσεων γης στη λεκάνη απορροής του ποταμού Αώου.

Δάση	105640 στρέμματα
Βοσκότοποι	75200 >>
Γεωργικές εκτάσεις / πατατοκαλλιέργειες	1590 >>
Άγονα Εδάφη	145 >>

**Εικόνα 56.** Κατανομή χρήσεων γης στη λεκάνη απορροής του ποταμού Αώου.

Ζωικό κεφάλαιο

Το ζωικό κεφάλαιο της ευρύτερης περιοχής αποτελείται από πρόβατα, κατσίκια, αγελάδες και μόνοπλα. Στην περιοχή του ταμιευτήρα κινούνται μόνο ζώα από το Μέτσοβο, από τα μέσα του Μαΐου έως το τέλος Οκτωβρίου και που ανέρχονται, σύμφωνα σε την κτηνιατρική υπηρεσία του Μετσόβου σε 10000 πρόβατα, 1000 κατσίκια, 450 μεγάλες αγελάδες και 150 μικρά μοσχάρια ως και 250 μόνοπλα (άλογα και ημίονοι). Τα ζώα αυτά κατά την προαναφερόμενη περίοδο εκτρέφονται και διαμένουν σε μικρή απόσταση από τη λίμνη. Ενα μέρος από 2000 γιδοπρόβατα της κοινότητας της Χρυσοβίτσας (γεωγραφικά ανήκει στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου) κινούνται κατά την ίδια περίοδο σε παρακείμενη λεκάνη απορροής τα νερά της οποίας στραγγίζουν σε μικρή λίμνη, παρακείμενη της τεχνητής λίμνης του Αώου, απ' όπου όπως προαναφέρθηκε αντλούνται και εμπλουτίζουν τελικά την τεχνητή λίμνη. Όπως είναι φυσικό ο ταμιευτήρας του Αώου δέχεται ένα φόρτο θρεπτικών συστατικών από την απόπλυση της κοπριάς, με

δεδομένα, τόσο το επικλινούς του εδάφους, όσο και της εγγύτητας προς τη λίμνη των εκτρεφόμενων ζώων.

Ρυπαντικό φορτίο από κτηνοτροφική δραστηριότητα γύρω από τη λίμνη

Το δημιουργούμενο ρυπαντικό φορτίο στην περιοχή από τη βόσκηση των ζώων μπορεί να υπολογισθεί σύμφωνα με την ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία, με βάση του κατά μέσο βάρος του ζώου που παρατίθεται στον Πίνακα 21.

Πίνακας 21. Πλήθος, μέσο βάρος και συνολικό βάρος ζώων στην περιοχή που γειτονεύει με τον ταμιευτήρα του Αώου.

Είδος Ζώων	Πλήθος ατόμων	Μέσο βάρος (Kg)	Ζωντανό Βάρος (Τόνοι)
Βοοειδή	600	400	24
Αιγοπρόβατα	11000	40	440

Η εκτίμηση του ρυπαντικού φορτίου για την περίοδο που εκτρέφονται τα ζώα στην περιοχή της λίμνης (μέσα Μαΐου έως τέλος Οκτωβρίου) φαίνεται στον Πίνακα 22.

Πίνακας 22. Εκτίμηση της παραγωγής αποβλήτων από την κτηνοτροφική δραστηριότητα γύρω από τη λίμνη του Αώου.

Χαρακτηριστικά αποβλήτων	Παραγωγή Αποβλήτων		Συνολική Φόρτιση	
	Αιγοπ. (Kg /ημ	Βοοειδή /τον. σωμ. βάρ)	Αιγοπ. (τονοι /	Βοοειδή /περίοδο βόσκησης)
Ουροκόπρος	36.0	94.0	261	372
BOD ₅	0.90	1.8	6.5	7.1
COD	11.5	-	83.5	-
Ολικά Στερεά	10.7	8.8	78	35
Αζωτο	0.43	0.36	3.1	1.4
Φώσφορος	0.066	0.10	0.5	0.4
Κάλιο	0.26	0.15	1.9	0.6

Ενα μεγάλο μέρος του δημιουργούμενου ρυπαντικού φορτίου, λόγω του ότι τα ζώα είναι ελεύθερης βοσκής, αποικοδομείται στο έδαφος με φυσικές διεργασίες. Οι μεταβολές κατά τη διάρκεια της αποικοδόμησης δεν είναι σταθερές, αλλά

εξαρτώνται από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, και ιδιαίτερα την υγρασία, τη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία.

Σύμφωνα με άλλους ερευνητές για εκτιμήσεις που αφορούσαν άλλες περιοχές (Ζιώγας και συν. 1986, Μποναζούντας 1988), φαίνεται ότι κατά μέγιστη εκτίμηση ένα 30% του παραγόμενου αζώτου και ένα 15% του παραγόμενου φωσφόρου είναι δυνατόν να φτάσει στη λίμνη. Δηλαδή, εκτιμάται ότι από τις παραγόμενες ποσότητες αζώτου και φωσφόρου η λίμνη θα εμπλουτισθεί ετησίως με 1350 kg N₂ και 135 kg P₂O₅ (ή 59.4 kg P).

Γεωργικά Φάρμακα- Λιπάσματα

Στην ευρύτερη περιοχή έρευνας δεν υπάρχουν έντονες γεωργικές καλλιέργειες εκτός από την προαναφερθείσα περιοχή των 1590 στρεμμάτων που γειτνιάζει προς τη λίμνη όπου καλλιεργούνται πατάτες. Όπως είναι φυσικό στην περιοχή αυτή γίνεται χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Στον Πίνακα 23 δείχνονται οι ανάγκες της καλλιέργειας της πατάτας σε N₂, P₂O₅, και K, εκπεφρασμένες σε λιπαντικές μονάδες, όπως αυτές προτείνονται από τις αρμόδιες υπηρεσίες του Υπουργείου Γεωργίας, καθώς επίσης και οι απορροφήσεις των φυτών στα αντίστοιχα στοιχεία. Στον Πίνακα 24 φαίνεται η ετήσια χρήση των λιπασμάτων σύμφωνα με πληροφορίες από το Γεωργικό Συνεταιρισμό Ιωαννίνων.

Πίνακας 23. Προτεινόμενη λίπανση και αντίστοιχες απορροφούμενες ποσότητες για την καλλιέργεια της πατάτας στην περιοχή του Αώου.

	Προτεινόμενες Ποσότητες Kg/στρέμμα	Απορροφούμενες Ποσότητες Kg/στρέμμα
N	15-20	26
P ₂ O ₅	10-20	8
K	15-20	41

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω στοιχεία και την ακολουθούμενη από τους παραγωγούς πρακτική λίπανσης μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

- Όσον αφορά το Αζωτο, οι απορροφούμενες από την καλλιέργεια της πατάτας ποσότητες, έστω και εάν στην πράξη υπερβαίνουν κατά 2-3 kg την προτεινόμενη ποσότητα, παραμένουν πολύ κοντά στην ποσότητα που

χρειάζεται και απορροφά το φυτό. Έτσι λοιπόν φαίνεται ότι από τη χρήση των αζωτούχων λιπασμάτων να μην επιβαρύνεται σημαντικά ο ταμειευτήρας με αζωτούχες ενώσεις, τουλάχιστον όσον αφορά το ποσοστό εκείνο που προέρχεται από την λίπανση των γεωργικών εκτάσεων.

- Όσον αφορά το Φώσφορο, παρατηρούμε ότι χρησιμοποιείται επί πλέον ποσότητα από εκείνη που απορροφά το φυτό, όμως η πλεονάζουσα ποσότητα συγκρατείται στο έδαφος, δημιουργώντας σχετικά αδιάλυτες φωσφορικές ενώσεις του Αργιλίου, Σιδήρου, και Ασβεστίου που προσροφούνται στο έδαφος. Εδώ όμως να τονισθεί ότι η μακροχρόνια συσσώρευση των φωσφορικών ενώσεων στο έδαφος είναι δυνατόν να δημιουργήσει προβλήματα στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα.
- Όσον αφορά το Κάλιο, οι ποσότητες που διατίθενται σε μία καλλιεργούμενη περιοχή είναι κατά πολύ μικρότερες από την ποσότητα που έχουν ανάγκη οι καλλιέργειες. Η πρακτική αυτή είναι εμφανής και από το σχετικό Πίνακα στην περιοχή του Αώου. Έτσι το Κάλιο το προερχόμενο από τη λίπανση στην περιοχή, δεν φαίνεται να αποτελεί ένα ιδιαίτερο πρόβλημα για τον ταμειευτήρα.

Πίνακας 24. Χρήση λιπασμάτων στη λεκάνη απορροής του Αώου.

Είδος Λιπάσματος	Ποσότητα / έτος (τόνοι)
11-15-15 Μεικτό	150
Νιτρική Αμμωνία ή Ασβεστούχος Νιτρική Αμμωνία	50
Κοπριά (πτηνοτροφείων)	2000

Έγινε μία προσπάθεια ανίχνευσης φυτοφαρμάκων με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας και φασματογραφίας μάζας σε δείγματα νερού που συλλέχθηκαν από τέσσερις περιοχές του ταμειευτήρα σε περίοδο που αναμένονται έντονες εδαφικές εκπλύσεις λόγω βροχοπτώσεων (Νοέμβριος 1997). Σε κανένα δείγμα δεν εντοπίστηκαν ίχνη φυτοφαρμάκων. Ωστόσο, ο μικρός αριθμός δειγμάτων και η περιορισμένη χρονική διάρκεια των δειγματοληψιών δεν επιτρέπουν τη συναγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

3.7.2. Ταμιευτήρας Πουρναρίου

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου είναι εκτεταμένη, ορεινή και ως επί το πλείστον διάσπαρτη με μικρές κοινότητες και οικισμούς. Οι δημιουργούμενοι ρύποι προέρχονται κυρίως από τα αστικά λύματα των κοινοτήτων που στερούνται οργανωμένου αποχετευτικού δικτύου, από τις απορροές της καλλιεργούμενης γής, από κτηνοτροφικές δραστηριότητες κ.ά. Το διάσπαρτο των δραστηριοτήτων, καθώς και οι μεγάλες αποστάσεις από τη λίμνη οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι συντελλόμενες καθ'οδό φυσικές διεργασίες αποικοδομούν το μεγαλύτερο μέρος των παραγόμενων οργανικών ρύπων, χωρίς να φαίνεται ότι επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα του νερού του ταμιευτήρα Πουρναρίου. Βέβαια σε τοπικό επίπεδο και κοντά στις σημειακές ρυπογόνες εστίες είναι πιθανόν να δημιουργούνται προβλήματα ρύπανσης τοπικής φύσεως, τα οποία είναι εκτός του σκοπού του παρόντος προγράμματος αλλά άξια λόγου για μία μελλοντική μελέτη ώστε να υπάρξει μία ολοκληρωμένη εικόνα, τόσο της τεχνητής λίμνης, όσο και της λεκάνης απορροής του ποταμού που εκβάλλει σε αυτή. Παρακάτω περιγράφονται οι σημαντικότερες ρυπογόνες οι δραστηριότητες που ασκούνται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου.

Οικισμοί

Σύμφωνα με την απογραφή του 1991 στην περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού υπάρχουν 62 οικισμοί (41 στο νομό Ιωαννίνων και 21 στο νομό Άρτας). Η κατανομή του πληθυσμού ως και το σύνολο των κατοίκων φαίνεται στον Πίνακα 25. Το σύνολο των οικισμών αυτών στερούνται αποχετευτικού δικτύου και τα λύματά τους είτε συλλέγονται σε απορροφητικούς βόθρους είτε ρίχνονται απ' ευθείας σε γειτονικό χείμαρρο, ρυάκι ή ποταμό. Τα στερεά απόβλητα απορρίπτονται πλησίον των κοινοτήτων, ενώ μερικά καίγονται σε πρόχειρες χωματερές.

Χρήσεις γης

Οι χρήσεις της γης σύμφωνα με στοιχεία από τη Διεύθυνση Δασών της Νομαρχίας Ιωαννίνων φαίνεται στον Πίνακα 26 και παραστατικά στην Εικόνα 57.

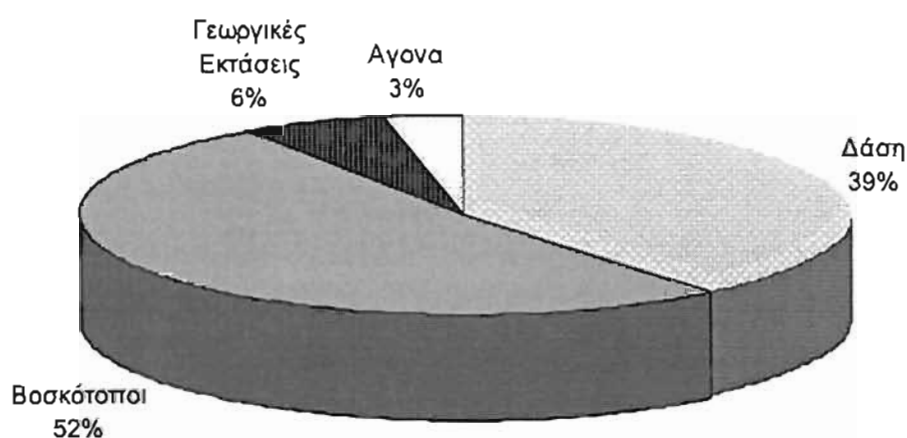
Πίνακας 25. Οικισμοί και αριθμός κατοίκων στην περιοχή της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου (Στατιστική υπηρεσία Ν. Ιωαννίνων, Απογραφή 1991).

Νομός Ιωαννίνων				Νομός Άρτας	
Κοινότητες	Πληθυσμ.	Κοινότητες	Πληθυσμ.	Κοινότητες	Πληθυσμ.
Αετοράχη	159	Πλαίσια	255	Αγναντα	937
Διπόταμο	23	Πλατανούσα	525	Ανεμοράχη	314
Δίκορφο	111	Πράμαντα	1486	Ανω Καλεντίνη	1038
Δεμάτι	414	Προσήλιο	159	Βελεντζικό	320
Δαφνούλα	415	Ραφταναίοι	158	Βουλγαρέλι	1014
Ελαποχώρι	18	Σιράκο	141	Γραικικό	633
Καλέντζι	300	Τρίστενο	161	Διάσελο	735
Κορίτιανη	117	Φραγκάδες	116	Διχόμοιρο	661
Καλαρίτες	156	Χουλιαράδες	346	Δαφνωτή	241
Βαθύπεδο	66	Μέτσοβο	2917	Καταράκτης	667
Αμπελοχώρι	146	Ανήλιο	668	Κάτω Καλεντίνη	192
Γρεβενίτι	376	Βοτονόσι	305	Κεντρικό	374
Ελληνικό	604	Χρυσοβίτσα	1100	Λεπιανά	365
Γότιστα	392	Μονολίθι	333	Μακρινιάδα	616
Περιστέρι	717	Ματσούκι	232	Πιστιανά	443
Μακρινό	78	Μιχαλήτσι	348	Ρόμια	446
Καλουτάς	41	Πετροβούνι	934	Ρετσιανά	230
Βαππιστή	315	Φλαμπουράρι	138	Ροδαυγή	641
Πηγάδια	139	Μάναση	31	Σκούπα	293
Πύτρα	439	Κράψη	210	Κλειδί	816
Πετροβούνι	934			Παλαιοκάτουνο	615
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ			28718 κάτοικοι		

Πίνακας 26. Κατανομή των χρήσεων γης στη λεκάνη απορροής του ποταμού 'Αραχθου.

Δάση	383235	στρέμματα
Βοσκότοποι	507360	>>
Γεωργικές εκτάσεις/Δενδροκαλλιέργειες	60292	>>
'Αγωνα εδάφη	33290	>>

Εικόνα 57. Κατανομή των χρήσεων γης στη λεκάνη απορροής του ποταμού 'Αραχθου.



Ζωικό κεφάλαιο

Λόγω του ορεινού αναγλύφου της λεκάνης απορροής του 'Αραχθου, η κτηνοτροφία είναι η κυριότερη δραστηριότητα της περιοχής, ένας δε μεγάλος σχετικά αριθμός ζώων διαβιεί στην περιοχή. Ο αριθμός των ζώων σύμφωνα με στοιχεία από τη Διεύθυνση Κτηνιατρικής του νομού Ιωαννίνων και του νομοκτηνίατρου της 'Αρτας φαίνεται στον Πίνακα 27.

Πίνακας 27. Ζωικό κεφάλαιο στη λεκάνη απορροής του ποταμού 'Αραχθου.

	Πρόβατα	Κατσίκια	Βοοειδή	Πουλερικά	Χοίροι
Νομός Ιωαννίνων	73800	17630	2470	384000	5000
Νομός 'Αρτας	23270	18020	395	53900	318
ΣΥΝΟΛΟ	132720		2865	437900	5318

Γεωργικά Φάρμακα- Λιπάσματα

Δεν υπάρχουν εκτεταμένες καλλιέργειες στη λεκάνη απορροής του Άραχθου. Στις υπάρχουσες περιορισμένες περιοχές γίνεται χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Σύμφωνα με στοιχεία από την Ένωση Γεωργικών Συνεταιρισμών Άρτας, κάθε χρόνο καταναλώνεται στην περιοχή περίπου 265 τόννοι λιπασμάτων. Αναλυτικά αποτελέσματα των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων κάθε έτος δίνονται στον Πίνακα 28. Ωστόσο, μετά την απελευθέρωση της αγοράς των λιπασμάτων δεν είναι δυνατό να γίνει μία ακριβής εκτίμηση των χρησιμοποιούμενων ποσοτήτων.

Στο τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου που ανήκει στο νομό Ιωαννίνων είναι καταγραμμένα 30000 στρέμματα διάσπαρτης γεωργικής γης με μία εκτίμηση χρήσης 350 τόννων λιπασμάτων. Όμως, το κατά πόσο εξακολουθεί να γίνεται χρήση αυτής της γης και τι ποσότητες λιπασμάτων πραγματικά χρησιμοποιούνται αποτελούν αντικείμενα λεπτομερέστερης έρευνας που ξεφεύγει από τα όρια του παρόντος προγράμματος.

Γεγονός πάντως είναι ότι οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες λιπασμάτων στις καλλιέργειες της λεκάνης απορροής του ποταμού Άραχθου είναι μικρές. Για σύγκριση αναφέρεται ότι στη λεκάνη απορροής της λίμνης Τριχωνίδας χρησιμοποιούνται ετησίως περίπου 44700 τόννοι λιπασμάτων και 26 τόννοι φυτοφαρμάκων (Νταουλάς και συν. 1993). Το γεγονός αυτό, καθώς και το διάσπαρτο της καλλιεργούμενης γεωργικής γης στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου, η μεγάλη απόσταση των περισσότερων καλλιεργειών από τον ταμιευτήρα του Πουρναρίου και ο υψηλός ρυθμός ανανέωσης του νερού του ταμιευτήρα λόγω της λειτουργίας του ΥΗΣ έχουν σαν αποτέλεσμα τη μη σοβαρή επιβάρυνση του ταμιευτήρα με υπολείματα θρεπτικών αλάτων.

Πίνακας 28. Χρήση λιπασμάτων στη λεκάνη απορροής του Άραχθου.

Είδος Λιπάσματος	Ποσότητα (τόννοι / έτος)
16-20-20	115
Θειική Αμμωνία	50
Νιτρική Αμμωνία	55
Ασβεστούχος Νιτρική Αμμωνία	30
11-15-15	15

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα υδρογραφικά δεδομένα που συνελέχθησαν κατά το παρόν πρόγραμμα δείχνουν την πολυπλοκότητα των αλληλοεξαρτήσεων μεταξύ φυσικοχημικών παραμέτρων αλλά δεν επιτρέπουν μία λεπτομερή ερμηνεία των γεωγραφικών διαφορών και των αλλαγών που συντελούνται στο χρόνο. Φαίνεται ωστόσο ότι η δυναμική κατάσταση των ταμιευτήρων επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία που καθορίζει τη δημιουργία του θερμοκλινούς. Η θερμοκρασία των νερών είναι σημαντικά χαμηλότερη στον ταμιευτήρα του Αώου και συχνά η επιφάνεια παγώνει το χειμώνα. Χρονικά, το θερμοκλινές καταστρέφεται νωρίτερα και δημιουργείται αργότερα από ότι στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου. Ένας άλλος φυσικοχημικός παράγοντας που διαφοροποιεί τους δύο ταμιευτήρες είναι η ηλεκτραγωγιμότητα η οποία είναι σημαντικά χαμηλότερη στον Αώο.

Οι μετρήσεις χημικών παραμέτρων έδειξαν ότι τα νερά του ταμιευτήρα του Αώου είναι “μαλακά”, με χαμηλές συγκεντρώσεις ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου. Τα νερά του ταμιευτήρα Πουρναρίου χαρακτηρίζονται γενικά σαν “σκληρά”, προφανώς λόγω έντονων φαινομένων διάβρωσης που παρατηρούνται στη λεκάνη απορροής του ποταμού Άραχθου. Χαρακτηριστική είναι η σημαντική διακύμανση των χημικών παραμέτρων στο Πουρνάρι τόσο σε τοπικό όσο και σε εποχιακό επίπεδο. Οι τιμές των θρεπτικών αλάτων κυμάνθηκαν σε γενικά χαμηλά επίπεδα. Φαίνεται ότι και στους δύο ταμιευτήρες περιοριστικός παράγοντας στη φυτική ανάπτυξη είναι το άζωτο. Στο διάστημα μεταξύ άνοιξης και φθινοπώρου οι επιφανειακές τιμές αλάτων παρουσίασαν σταδιακή πτώση, προφανώς γιατί η κατακόρυφη σταθερότητα της υδάτινης μάζας εμπόδισε την ανανέωση των εξαντληθέντων θρεπτικών αλάτων της επιφάνειας.

Από υδρογεωχημική άποψη το Πουρνάρι λειτουργεί περισσότερο σαν ποταμός, με ταχεία ανανέωση των νερών του, και χαρακτηριστικά φαινόμενα τον εμπλουτισμό του σε ανόργανα συστατικά μέσω εδαφικών εκπλύσεων και εκφορτίσεων ‘παλαιών’ καρστικών νερών κατά το φθινόπωρο και την αραίωση κατά το χειμώνα. Αντίθετα ο Αώος λειτουργεί περισσότερο σαν φυσική λίμνη, με μικρή κινητικότητα υγρών μαζών και μεγαλύτερη χωρο-χρονική ομοιομορφία στην υδροχημική του σύσταση.

Όσον αφορά το πλαγκτό, γενικά παρουσιάζεται μία εποχιακή και γεωγραφική κατανομή αναμενόμενη από τις κλιματικές συνθήκες, τη συμπεριφορά της

βαθυμετρίας και τη μορφολογία των ταμιευτήρων. Σημαντικές ομάδες φυτοπλαγκτού τείνουν να κυριαρχούν σε χαρακτηριστικές περιόδους του χρόνου, και το ίδιο συμβαίνει με τις ομάδες ζωοπλαγκτού. Η έναρξη της παραγωγικής περιόδου συμπίπτει με την άνοδο της επιφανειακής θερμοκρασίας την άνοιξη και έναρξη δημιουργίας θερμοκλινούς που συνοδεύθηκε από δημιουργία κατακόρυφης σταθερότητας. Γενικά, στον ταμιευτήρα του Αώου παρατηρήθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού από ότι στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου. Ιδιαίτερα όσο αφορά το ζωοπλαγκτό, ο ταμιευτήρας του Αώου παρουσίασε συγκεντρώσεις που μπορούν να συγκριθούν με αυτές των φυσικών λιμνών. Η παρουσία κλαδοκεραιωτών στον ταμιευτήρα αυτόν είναι εντυπωσιακή. Σε σχετικούς όρους, τα κωπήποδα αποκτούν μία μεγαλύτερη σημασία στο Πουρνάρι από ότι στον Αώο. Σε απόλυτους όμως όρους η αφθονία τους είναι σημαντική μόνο κατά την άνοιξη.

Μελετήθηκαν οι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί στα υδατορέματα του ανατολικού τμήματος του ταμιευτήρα του Αώου για την εκτίμηση της περιβαλλοντικής τους κατάστασης. Η εφαρμογή βιολογικών δεικτών έδειξε ότι η βενθική μακροασπόνδυλη πανίδα δεν είναι διαταραγμένη.

Η ιχθυοπανίδα των ταμιευτήρων Αώου και Πουρναρίου προέρχεται κυρίως από αυτόχθονα ρεόφιλα είδη ψαριών, πληθυσμοί των οποίων προϋπήρχαν στις περιοχές που κατασκευάστηκαν τα φράγματα (ορισμένα είδη, όπως ο κυπρίνος και η αμερικάνικη πέστροφα, έχουν εισαχθεί μετά το σχηματισμό των φραγμάτων). Η κατασκευή των φραγμάτων τροποποίησε το σύστημα ροής των ποταμών και δημιούργησε νέες οικολογικές συνθήκες (λιμναίες), μεταβάλλοντας δραστικά τους οικολογικούς θώκους των ψαριών. Οι μεταβολές αυτές επέφεραν σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση, αφθονία και κατανομή των ιχθυοπληθυσμών. Είδη με οικολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν τη διαβίωση στους ταμιευτήρες ευνοήθηκαν, και απαντούν σε σημαντική αφθονία, ενώ άλλα είδη δεν μπόρεσαν να προσαρμοσθούν, και η κατανομή τους περιορίζεται στα τρεχούμενα συστήματα που εκβάλλουν στους ταμιευτήρες ή απορρέουν από αυτούς.

Η ιχθυοπανίδα του ταμιευτήρα του Αώου αποτελείται από 3 αυτόχθονα είδη ψαριών: *Barbus peloponnesius rebeli* (μπριάνα), *Alburnoides bipunctatus ochridanus* (πλατίτσα), και *Salmo trutta macrostigma* (πέστροφα). Τα δύο πρώτα

είδη απαντούν σε σημαντική αφθονία. Απαντάται επίσης και η καλλιεργούμενη πέστροφα *Oncorhynchus mykiss* που είναι Αμερικανικής προέλευσης και έχει μεταφερεί στον ταμιευτήρα από ιδιώτες. Σημαντική πληθυσμιακή παρουσία στον ταμιευτήρα παρουσιάζει και το είδος караβίδας *Astacus astacus*. Η ιχθυοπανίδα του Πουρναρίου αποτελείται από τα αυτόχθονα είδη *Leuciscus cephalus albus* (μπούλκα), *Barbus albanicus* (στροσίδι), *Phoxinellus pleurobipunctatus* (λιάρα) και *Salmo trutta macrostigma* (πέστροφα), καθώς και από το *Cyprinus carpio* (κυπρίνος) που έχει εισαχθεί. Τα ποτάμια συστήματα του Αώου και του 'Αραχθου περιλαμβάνουν ένα μεγαλύτερο αριθμό ειδών.

Η αναπαραγωγή των ψαριών στο Πουρνάρι (εκτός της πέστροφας που αναπαράγεται κατά του χειμερινούς μήνες) λαμβάνει χώρα κατά την άνοιξη και τις αρχές του καλοκαιριού. Πρώτο αρχίζει να αναπαράγεται το *Phoxinellus pleurobipunctatus*, περίπου κατά τα μέσα Απριλίου, και η γεννητική περίοδος φαίνεται να διαρκεί περίπου ένα μήνα. Κατά το τέλος Απριλίου αρχίζει η αναπαραγωγή του *Leuciscus cephalus albus* που συνεχίζεται μέχρι τις αρχές Ιουνίου. Αν και τα δεδομένα για την εκτίμηση της αναπαραγωγικής περιόδου του *Barbus albanicus* δεν είναι επαρκή, φαίνεται ότι το είδος αυτό αρχίζει να αναπαράγεται προς το τέλος Μαΐου ή και αργότερα. Η εκκόλαψη των προνυμφών караβίδας αρχίζει τον Μάιο και φαίνεται ότι διαρκεί μέχρι τον Ιούλιο. Η αναπαραγωγή των ψαριών στον ταμιευτήρα του Αώου γενικά αρχίζει αργότερα από ότι στο Πουρνάρι, πιθανόν λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας. Το *Alburnoides bipunctatus ochridanus* αρχίζει να αναπαράγεται προς το τέλος Μαΐου και η γεννητική δραστηριότητα συνεχίζεται μέχρι τον Ιούλιο. Η αναπαραγωγή του *Barbus peloroponnesius rebeli* φαίνεται να αρχίζει τον Ιούλιο.

Εκτός από τους ιστορικούς λόγους (προϋπάρχουσα ρεόφιλη ιχθυοπανίδα στους ποταμούς Αώο και 'Αραχθο), ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που διαμόρφωσε την ιχθυοπανίδα των δύο ταμιευτήρων είναι η έλλειψη μόνιμης φυτικής βλάστησης, ιδίως από ανώτερα φυτά. Αυτή η έλλειψη οφείλεται κυρίως στη διακύμανση της στάθμης του νερού, αλλά και στη συνεχή ιζηματογένεση. Στο μεν Πουρνάρι, δεν υπάρχει κανενός είδους βλάστηση εκτός από την εποχιακή άνθιση επιλιθικών φυκών. Στον Αώο αναπτύσσονται σε μεγαλύτερο βαθμό επιλιθικά φύκη, αλλά επίσης δημιουργείται κατά τους θερμούς μήνες του έτους σε περιοχές με μικρό βάθος μία επικάλυψη του βυθού του από το χαρόφυτο *Chara fragilis*. Δεδομένου ότι η φυτική βλάστηση αποτελεί το υπόστρωμα πάνω στο οποίο αναπτύσσονται

πολλοί ζωικοί οργανισμοί, αλλά και το αναπαραγωγικό υπόστρωμα αρκετών ειδών ψαριών, μία από τις εμφανέστερες επιπτώσεις της μικρής έως μηδαμινής παρουσίας φυτικής βλάστησης στους δύο ταμιευτήρες είναι η απουσία ψαριών που εξαρτώνται από αυτή για τροφή, καταφύγιο ή αναπαραγωγή. Τα υπάρχοντα είδη έχουν την ικανότητα να αξιοποιούν τις υπάρχουσες τροφικές πηγές (π.χ. επιλιθικά φύκη, έντομα, πλαγκτό και φυτά χερσαίας προέλευσης) και αναγκάζονται να εκτελούν αναπαραγωγικές μεταναστεύσεις στα υδατορέματα και ποτάμια που εκβάλλουν στους ταμιευτήρες προκειμένου να αποθέσουν τα γεννητικά τους προϊόντα.

Και στους δύο ταμιευτήρες η αλιεία έχει ερασιτεχνικό κυρίως χαρακτήρα και απευθύνεται μόνο σε είδη υψηλής εμπορικής αξίας. Στον ταμιευτήρα του Αώου αλιεύεται πρωταρχικά η πέστροφα. Οι περισσότερες πέστροφες του ταμιευτήρα είναι προϊόν εμπλουτισμών και ανήκουν στο αμερικάνικο είδος *Oncorhynchus mykiss*. Ο πληθυσμός της εγχώριας πέστροφας (*Salmo trutta macrostigma*) φαίνεται να είναι μικρότερος από αυτόν που επιτρέπουν οι υδρογραφικές συνθήκες και η φέρουσα ικανότητα του ταμιευτήρα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί τόσο σε ανθρωπογενείς επεμβάσεις στα ποτάμια που χύνονται στον ταμιευτήρα, κυρίως σε τεχνητά έργα που εμποδίζουν την πρόσβαση της εγχώριας πέστροφας στα γεννητικά της πεδία, όσο και σε εντατική αλιεία. Άλλο είδος μεγάλου δυνητικού αλιευτικού ενδιαφέροντος είναι η καραβίδα (*Astacus astacus*), η οποία σήμερα υποαλιεύεται. Για την αύξηση της παραγωγής πέστροφας ενδείκνυται να αποκατασταθεί η ελεύθερη ροή των ποταμών προς τον ταμιευτήρα ώστε να διευκολυνθεί η μετάβαση των ψαριών σε κατάλληλα γεννητικά πεδία που βρίσκονται στα ποτάμια συστήματα.

Από τεχνική και βιολογική άποψη είναι δυνατή η εισαγωγή στον ταμιευτήρα του Αώου νέων ειδών της οικογένειας Salmonidae, όπως ο κορήγονος. Δυνητικά, και εφόσον αυτό είναι συμβατό με την πολιτική διαχείρισης του ταμιευτήρα από τη ΔΕΗ, είναι εφικτή η ανάπτυξη υδατοκαλλιεργητικών δραστηριοτήτων. Υποψήφια είδη για καλλιέργεια είναι σολωμοί, πέστροφες και ο σαλβέλινος.

Στον ταμιευτήρα του Πουρναρίου η αλιεία απευθύνεται σχεδόν αποκλειστικά στη πέστροφα και τον κυπρίνο. Παρά την ύπαρξη σχετικής απαγόρευσης, η αλιεία διενεργείται με μικρά σκάφη κάτω από συνθήκες που δεν εγγυώνται την ασφάλεια των ψαράδων. Η διατήρηση ικανοποιητικών αλιευτικών αποδόσεων στον

ταμιευτήρα του Πουρναρίου μπορεί να επιτευχθεί με συνεχείς εμπλουτισμούς με ιχθύδια κυπρίνου ή/και πέστροφας. Σύμφωνα με τα συγκεντρωθέντα οικολογικά στοιχεία, δεν φαίνεται να είναι δυνατή η εισαγωγή νέου είδους υψηλής εμπορικής αξίας στον ταμιευτήρα αυτό, αλλά ούτε και η ανάπτυξη υδατοκαλλιεργειών σε σημαντική οικονομική βάση.

Και στους δύο ταμιευτήρες δεν διαπιστώθηκαν σοβαρές εστίες ρύπανσης από ανθρωπογενείς επιδράσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A.W.A. (1986). River quality objectives. Aglian Water Authority, Huntingdon.
- B.M.W.P. (1978) Assessment and presentation of the biological quality of rivers in Great Britain. Biological Monitoring Working Party, Department of the Environment, U.K., Water Data Unit, 83 pp.
- Bellog, G. (1948). Inventory of the fishery resources of the Greek waters. Appendix B: Catalogue of the resources of Greek waters. Pisces, 64 pp.
- Bianco, P.G. (1986). The zoogeographical units of Italy and western Balkans based on cyprinid species ranges (Pisces). Biologia Gallo-Hellenica, 12, 291-299.
- Bianco, P.G. (1988). *Leuciscus cephalus* (Linnaeus), with records of fingerling adult males, *Leuciscus pleurobipunctatus* (Stephanidis) and their hybrids from western Greece. J. Fish Biol., 32, 1-16.
- Conides, A., Koussouris, T., Gritzalis, K. & Bertahas, I. (1995). Zebra mussel, *Dreissena polymorpha*: Population dynamics and notes on control strategies in a reservoir in western Greece. Lake and Reserv. Managem., 11, 329-336.
- Daoulas, C. & Economidis, P. (1989) Age, growth and feeding of *Barbus albanicus* Steindachner in the Kremasta reservoir, Greece. Archiv fur Hydrobiologie, 114, 591-601.
- Economidis, P.S. (1991). Check list of freshwater fishes of Greece. Hellenic Society for the Protection of Nature, Athens, 47 pp.
- Economou, A.N., Daoulas C & Psarras, T. (1991). Growth and morphological development of chub *Leuciscus cephalus* (L.) during the first year of life. J. Fish Biol., 39, 393-408.
- Heip, C. (1974). A new index measuring evenness. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 54, 555-557.
- Hill, M.O. (1973). Diversity and evenness. A unifying notation and its consequences. Ecology 61, 225-236.
- Hutchinson, G.E. (1967). A treatise on Limnology. Vols. I, II & III. London, N.Y.: Wiley and Sons, Inc.
- Kattoulas, M.E. (1973). The fish fauna of Mornos river (Greece). Sci. Annls Fac. Phys. & Mathem., Univ. Thessaloniki 12, 317-328.
- Kristiansen, J. (1986). Silica-scale bearing Chrysophytes as environmental indicators. Brit. Phycol. J. 21, 425-436.

- Ladiges, W., & Vogt, D (1965). Die Susswasserfische Europas. Verl. P. Parey, Hamburg und Berlin, 250 pp.
- Lenat D.R. & Barbour, M.T. (1994). Using benthic macroinvertebrate community structure for rapid cost-effective water quality monitoring: rapid bioassessment. In S.L.Loeb & A. Spacie (eds) Biological monitoring of aquatic systems. Lewis Publ., Ann Arbor, Michigan.
- Margalef, D.R. (1958).- Information theory in ecology. Gen.Syst.,3:36-71.
- McNaughton, S.J. (1967). Relations among functional properties of Callifornia grassland. Nature 216, 168-169.
- Menhinick, E.F. (1964). A comparison of some species - individuals diversity indices applied to samples of field insects. Ecology 45, 859-861.
- N.W.C. (1981).- River quality: The 1980 survey and future outlook. National Water Council, London.
- O.E.C.D. (1982). Eutrophication of waters- Monitoring, assessment and control, Paris, 115 pp.
- Nikolsky, G.V. (1963). The Ecology of Fishes. New York: Academic Press. 352 pp.
- Schmidt-Ries, H. (1943). Die Fische Griechenlands. I. Die Susswasserfische. Z. Fischerei 41, 319-344.
- Shannon, C.E. & Wiener, W. (1963). The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana, USA.
- Sheldon, A.L. (1969). Equitability indices: Dependence of the species count. Ecology 50, 466-467.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. Nature 163, 688
- Skoulikidis N. T. (1989) Biogeochemie der grossten Fluesse Griechenlands. PhD Thesis. University of Hamburg, 313 pp
- Skoulikidis, N.T., Bertahas, I. & Koussouris, T. (1998). The environmental state of freshwater resources in Greece (rivers and lakes). Environmental Geology (in press).
- Stephanidis, A. (1974). On some fish of the Ioniokorinthian region (W. Greece etc.) - A new genus of Cyprinidae Tropicophoxinellus n. gen. Biologia Gallo-Hellenica 5(2), 235-257.
- Tesch, F.W. (1968). Age and Growth. In: W.E. Ricker (Eds), Methods for assessment of fish production in fresh waters. Int. Biol. Program, Handbook 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England, 93-123.

- Vukovic, T. & Ivanovic, C. (1971). Freshwater fish of Yugoslavia. Stampa Svjetlost, Sarajevo, 137 pp (In Yugoslavian).
- Westlake, D. F. (1975). Primary production of freshwater macrophytes,. In: Coopen J. P. (Ed). Photosynthesis and productivity in different environments, pp 189-206. IBP-3, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- Wetzel, R.G. (1983). Limnology. CBS College Publ., U.S.A., 848 pp.
- Whitton, B.A. (1973). Freshwater plankton. The biology of blue-green algae. Ed. by N.G. Garr & B.A. Whitton, Oxford, Blackwell Public., 353-673.
- Ζιώγας, Γ. & συνεργάτες (1986). Η ρύπανση και τα περιβαλλοντικά προβλήματα στο λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων. Τεχνική Έκθεση, ΤΕΕ (Παράρτ. Ιωαννίνων), 144 σελ.
- Κιλικίδης, Σ. & συνεργάτες (1989). Οικολογική έρευνα για την προστασία της λίμνης Πολυφύτου Κοζάνης και τη βελτίωση της ιχθυοπαραγωγής της. Τεχνική Έκθεση, Α.Π.Θ, Τμ. Κτην., Εργ. Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, 77 σελ.
- Κουϊμτζής, Θ. & συνεργάτες (1993). Αναλυτικοί προσδιορισμοί και χαρακτηρισμός της ποιότητας επιφανειακών νερών - Περίπτωση Αλιάκμονα. Τεχνική Έκθεση, Α.Π.Θ, Εργ. Ελέγχου Ρύπανσης Περιβάλλοντος. 125 σελ.
- Κουσουρής, Θ. & συνεργάτες (1990). Υδροβιολογική μελέτη και εμπλουτισμός της τεχνητής λίμνης του Μόρνου. Τεχνική Έκθεση, ΕΚΘΕ. 43 σελ.
- Κουσουρής, Θ. & συνεργάτες (1994). Περιβαλλοντικές μετρήσεις στο σύστημα χείμαρροι, ποτάμια, λίμνη του ταμιευτήρα ΥΗΣ Κρεμαστά. Τεχνική Έκθεση, ΕΚΘΕ. 74 σελ. & 80 διαγράμματα στο παράρτημα.
- Κουσουρής, Θ. & συνεργάτες (1997_α). Μελέτη περιβαλλοντικών μετρήσεων στον ταμιευτήρα Πολυφύτου. Τεχνική Έκθεση, ΕΚΘΕ, Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων. 65 σελ.
- Κουσουρής, Θ. & συνεργάτες (1997_β). Η βιοποικιλότητα στα υδάτινα συστήματα των τεχνητών λιμνών. Τεχνική Έκθεση, Παν. Αιγαίου, 43 σελ.
- Μερτζάνης, Α. (1997). Γεωγραφική εξάπλωση των μεταβολών στα υδρογεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του Π. Αραχθου, από την κατασκευή και λειτουργία του Υ/Η φράγματος Πουρνάρι Ι (Αρτα). 7^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ε.Υ.Ε., 14-18/10, Πάτρα, 130-137.
- Μουστάκα-Γούνη, Μ. (1994). ΙΙΙ Φυτοπλαγκτό. Από υδροβιολογική μελέτη Ταυρωπού, Τσέκος Ι. & Οικονομίδης, Π. Τεχνική Έκθεση, Α.Π.Θ. 257 σελ.

- Μπιοναζούντας, Μ (1988). Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το υπό κατασκευή δίκτυο άρδευσης στη λίμνη Μικρή Πρέσπα του Ν. Φλώρινας. Τεχνική Έκθεση, Ε.Μ.Π., Τομέας Υδατικών Πόρων, 6-11 & Παράρτημα.
- Νταουλάς, Χ. & συνεργάτες (1993). Λιμνολογική, ιχθυολογική και αλιευτική διερεύνηση της λίμνης Τριχωνίδας. Τεχνική Έκθεση, ΕΚΘΕ. 177 σελ.
- Νταουλάς, Χ., Κουσουρή, Θ. & Ψαρράς, Θ. (1987). Οικολογία και δυνατότητες αλιευτικής αξιοποίησης της τεχνητής λίμνης των Κρεμαστών. Θαλασσογραφικά, Ειδική Έκδοση 12, ΕΚΘΕ. 120 σελ.
- Οικονομίδης, Π.Σ. (1973). Κατάλογος των ιχθύων της Ελλάδος. Πρακτικά Ελληνικής Ωκεανολογίας και Λιμνολογίας, ΙΩΚΑΕ 11, 421-598.
- Οικονομίδης, Π.Σ. (1979). Η ιχθυοπανίδα του Αώου ποταμού και οι σχέσεις της με τα γειτονικά υδάτινα συστήματα. Πρακτικά Πρώτου Συνεδρίου της Ελληνικής Βιολογικής Εταιρείας, 155-160.
- Οικονομίδης, Π.Σ. (1990). Κλείδες προσδιορισμού ψαριών του γλυκού νερού της Ελλάδας. Παν/μιο Θεσ/κης, 22 σελ.
- Στεφανίδης, Α. (1939). Τα ψάρια του γλυκού νερού της Δυτ. Ελλάδας και της Κέρκυρας. Διδακτ. Διατριβή, Πανεπ. Αθηνών, 44 σελ.
- Στεφανίδης, Α. (1950). Συμβολή εις την μελέτην των ιχθύων των γλυκέων υδάτων της Ελλάδος. Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών, Συνεδρία 10ης Ιουνίου 1943, Τ18, 200-210.