



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Μελέτη των σχέσεων μήκους-βάρους και μηκών του
αλλόχθονου κυπρινοειδούς *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) σε
σχέση με τη τροφική κατάσταση έντεκα λιμνών της Ελλάδας

ΤΣΟΥΜΑΝΗ ΜΑΡΙΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2005





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Μελέτη των σχέσεων μήκους-βάρους και μηκών του
αλλόχθονου κυπρινοειδούς *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) σε
σχέση με τη τροφική κατάσταση έντεκα λιμνών της Ελλάδας

ΤΣΟΥΜΑΝΗ ΜΑΡΙΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2005



Μέλη εξεταστικής επιτροπής

**Λεονάρδος Δ. Ιωάννης^{1,2}, Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Βιολογικών
Εφαρμογών και Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων**

**Κλαδάς Ιωάννης², Καθηγητής Τμήματος Ιχθυοκομίας και Αλιείας, ΤΕΙ
Ηπείρου**

**Κάγκαλου Ιφιγένεια², Καθηγήτρια Τμήματος Ιχθυοκομίας και Αλιείας, ΤΕΙ
Ηπείρου**

¹Επιβλέπων Καθηγητής

²Μέλη εξεταστικής επιτροπής



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού τμήματος σπουδών «Αχροχημεία περιβάλλοντος και Βιολογικές καλλιέργειες» και πραγματοποιήθηκε στο Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών στο Εργαστήριο Ζωολογίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με το δικό τους τρόπο στην εκπόνηση αυτής της μελέτης και συγκεκριμένα:

Τον Επίκουρο Καθηγητή Ι. Λεονάρδο που μου ανέθεσε το θέμα της διατριβής μου και ήταν αρωγός σε όλη την διαδικασία πραγματοποίησης της. Η συμβολή του ήταν ανεκτίμητη τόσο όσον αφορά στην επιστημονική του βοήθεια όσο και στην ουσιαστική συμπαράσταση και υποστήριξη καθ' όλη την διάρκεια της πειραματικής και της συγγραφικής διαδικασίας.

Τους συναδέλφους μου στο Εργαστήριο Ζωολογίας για το πνεύμα συνεργασίας που τους διακατέχει, το ενδιαφέρον τους και την φιλική τους διάθεση.

Τους ψαράδες που βοήθησαν στη συλλογή των δειγμάτων: Χαρατσάρη Τάσο, Χατζηγιαννίδη Παναγιώτη, Μαυρουδή Νίκο, Σιπάκη Γεώργιο, Παπαδόπουλο Μιχάλη και Θεοδωρόπουλο Δημήτρη.

Ευελπιστώ ότι η παρούσα μελέτη θα αποτελέσει το έναυσμα για περαιτέρω έρευνα που θα σχετίζεται με ένα από τους πιο επιθετικούς εισβολείς για τους ενδημικούς πληθυσμούς σε ένα υδάτινο οικοσύστημα, την πεταλούδα (*Carassius gibelio*).



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Σελ.
1.1 Βιολογία του είδους	1
1.2 Στρατηγικές αναπαραγωγής	3
1.3 Στοιχεία σχετικά με την φυλογενετική εξέλιξη του είδους	5
1.4 Σημασία της σχέσης μήκους-βάρους και μήκους μήκους	7
1.5 Συντελεστής ευρωστίας	8
1.6 Σκοπός της έρευνας	9
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	 10
2.1 Τριγωνίδα-Λυσιμαχεία	11
2.2 Παμβώτιδα	14
2.3 Μικρή Πρέσπα	15
2.4 Καστοριά	16
2.5 Βεγορίτιδα	18
2.6 Χειμαδίτιδα	20
2.7 Δοϊράνη	21
2.8 Κερκίνη	22
2.9 Βόλβη-Κορώνεια	24
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	 27
3.1 Συλλογή υλικού	27
3.2 Επεξεργασία Υλικού	27
3.3 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	29
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	 30
4.1 Σχέσεις μεταξύ ολικού, μεσοουραίου και σταθερού μήκους σώματος	



4.2	Σχέση μήκους- βάρους	34
4.3	Συντελεστής ευρωστίας	37
4.4	Συσχέτιση συγκεντρώσεων φωσφόρου με την παράμετρο b των εξισώσεων μήκους- βάρους	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΖΗΤΗΣΗ		
5.1	Σχέσεις μεταξύ ολικού, μεσοουραίου και σταθερού μήκους σώματος	41
5.2	Σχέση μήκους- βάρους	42
5.3	Συντελεστής ευρωστίας	44
5.4	Συσχέτιση συγκεντρώσεων φωσφόρου με την παράμετρο b των εξισώσεων μήκους- βάρους	44
ΠΕΡΙΛΗΨΗ		46
ABSTRACT		48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		49



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Βιολογία του είδους

Το *Carassius gibelio* (BLOCH 1782) ανήκει στην οικογένεια των Cyprinidae (Πιν. 1) και είναι γνωστό στην Ελλάδα με την κοινή ονομασία πεταλούδα ή αγριοκυπρίνος.

Πίνακας 1: Συστηματική κατάταξη του είδους *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)

Βασίλειο:	Animalia
Φύλο:	Chordata
Υποφύλο:	Vertebrata
Υπερκλάση:	Gnathostomata
Κλάση:	Osteichthyes
Υποκλάση :	Actinopterygii
Υπέρταξη:	Teleostei
Τάξη:	Cypriniformes
Οικογένεια:	Cyprinidae
Γένος:	Carassius
Είδος:	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)

Το σώμα του *Carassius gibelio* είναι πλευρικά πεπιεσμένο και χοντρό με στρογγυλή κοιλιακή περιοχή, μικρό και κοντό κεφάλι, κοντό ρύγχος, τελικό στόμα και καμπύλο σχήμα, με την κάτω σιαγόνα με κλίση ελαφρώς προς τα πάνω. Το πλάτος της βάσης του ραχιαίου πτερυγίου είναι μεγάλο με αριθμό

ακτίνων I/18 ενώ του εδρικού I/6. Οι ακτίνες των πτερυγίων είναι διακλαδισμένες. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα μεριστικά της χαρακτηριστικά που παρατηρήθηκαν από την μελέτη 1308 ατόμων από όλες τις λίμνες.

Πίνακας 2: Μεριστικοί χαρακτήρες του *Carassius gibelio*

Χαρακτήρας	Μέση τιμή	Stdev	Εύρος
Ραχιαίο πτερύγιο	I/18	0.76	17-23
Θωρακικό πτερύγιο	16	0.96	12-17
Κοιλιακό πτερύγιο	9	0.37	8-10
Εδρικό πτερύγιο	I/6	0.16	6-9
Ουραίο πτερύγιο	19	0.44	17-21
Πλευρική γραμμή	29	0.99	27-33

Είναι ένα είδος το οποίο συχνά συγχέεται με τον κυπρίνο, διαφέρει όμως από αυτόν όσο αφορά τα λέπια (αριθμός, κάλυψη σώματος) και λόγω της απουσίας μυστάκων τα οποία φέρει ο κυπρίνος. Φέρει φαρυγγικά δόντια που βρίσκονται σε μια σειρά με τύπο 4:4 και έχουν στενή και λεία επιφάνεια. Είναι ένα θερμόφιλο και παμφάγο ψάρι (XIE *et al.* 2001), που τρέφεται από οργανικά υπολείμματα, νηματοειδή άλγη, μικρά βενθικά ζώα και τμήματα ή σπόρους της υδρόβιας βλάστησης.

Θεωρείται ανθεκτικό ψάρι και μπορεί να επιβιώσει κάτω από εξαιρετικά ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες όπου άλλα είδη δύσκολα μπορούν (HOLCIK 1980; MUUS & DAHLSTROM 1999). Είναι ευρέως διαδεδομένο απ' την Ιαπωνία ως και την Ευρώπη συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδος (ECONOMIDIS 1991; ΚΟΤΤΕΛΑΤ 1997).

Το *Carassius gibelio* είναι ένα βενθοπελαγικό είδος, που συναντάται στα περισσότερα υδάτινα οικοσυστήματα, μπορεί να ζήσει σε στάσιμα νερά (λίμνες,



υδατοφράκτες) όσο και σε νερά με ομαλή ροή όπου υπάρχει πυκνή βλάστηση και μαλακός πυθμένας όπως στις χαμηλότερες περιοχές ποταμών (κατάντι και εκβολικά συστήματα).

1.2. Στρατηγικές αναπαραγωγής

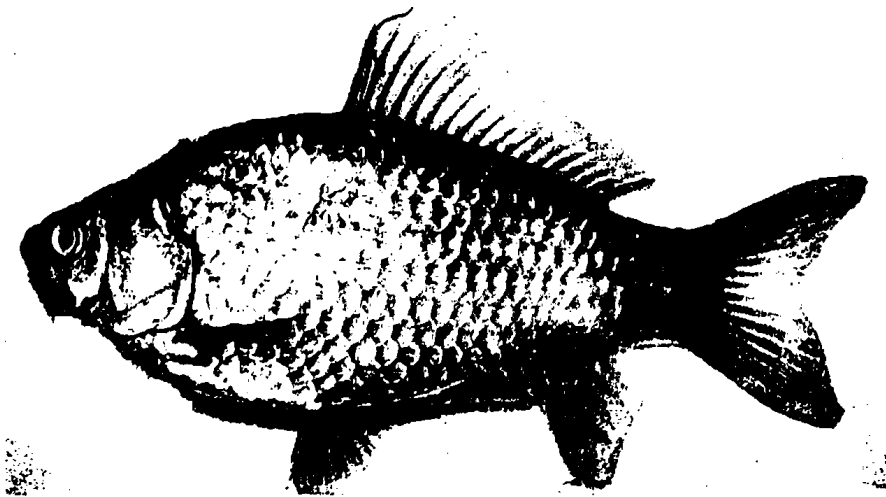
Στο ζωικό βασίλειο υπάρχουν δύο τρόποι αναπαραγωγής: ο φυλετικός και ο αφυλετικός. Όλα τα σπονδυλωτά συμπεριλαμβανομένων και των ψαριών, αναπαράγονται με έναν από αυτούς τους τρόπους μα ποτέ και με τους δύο. Λίγα είδη ψαριών έχουν βρεθεί να αποτελούνται μόνο από θηλυκά. Αυτά τα είδη αναπαράγονται αφυλετικά, όπως με γυνογένεση ή υβριδογένεση. Πρόσφατα διαπιστώθηκε η συνύπαρξη φυλετικού και αφυλετικού τρόπου αναπαραγωγής μόνο σε ένα κυπρινοειδές το *Carassius auratus gibelio*. Το *C. gibelio*, έχει αποδειχθεί ότι αναπαράγεται γυνογενετικά (RIEHL & BAENSCH 1991; ZHOU *et al.* 2000; ΠΑΣΧΟΣ και συν. 2001) δηλαδή τα θηλυκά άτομα για τη γονιμοποίησή τους χρησιμοποιούν σπέρμα άλλων συγγενών ειδών ώστε να ενεργοποιηθεί το ωάριο και η διαδικασία της εμβρυακής ανάπτυξης (PENAZ *et al.* 1979; YU 1982; JIANG *et al.* 1983; PASCHOS *et al.* 2004). Είναι σημαντικό, ότι το ετερόλογο σπέρμα εκτός από την ενεργοποίηση της ανάπτυξης του ωαρίου, έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει στον φαινότυπο των γυνογενετικών απογόνων (ZHOU *et al.* 2000). Αυτή η νέα γυνογένεση αναφέρεται σαν αλλογυνογένεση (JIANG *et al.* 1983). Επίσης το *Carassius gibelio* υπάρχει και σαν διφυλετικός πληθυσμός με θηλυκά να αποτελούν την πλειοψηφία και τα αρσενικά την μειοψηφία με αναλογία περίπου 20% σε φυσικά οικοσυστήματα (JIANG *et al.* 1983; GUI 1999, ZHOU *et al.* 2000). Όταν η διαδικασία της αναπαραγωγής πραγματοποιείται φυλετικά τότε στους απογόνους υπάρχουν αρσενικά άτομα (JIANG *et al.* 1983, ZHOU *et al.* 2000). Λόγω του τρόπου αναπαραγωγής του το *Carassius gibelio* κατατάσσεται σε ένα ενδιάμεσο εξελικτικό σύστημα στα



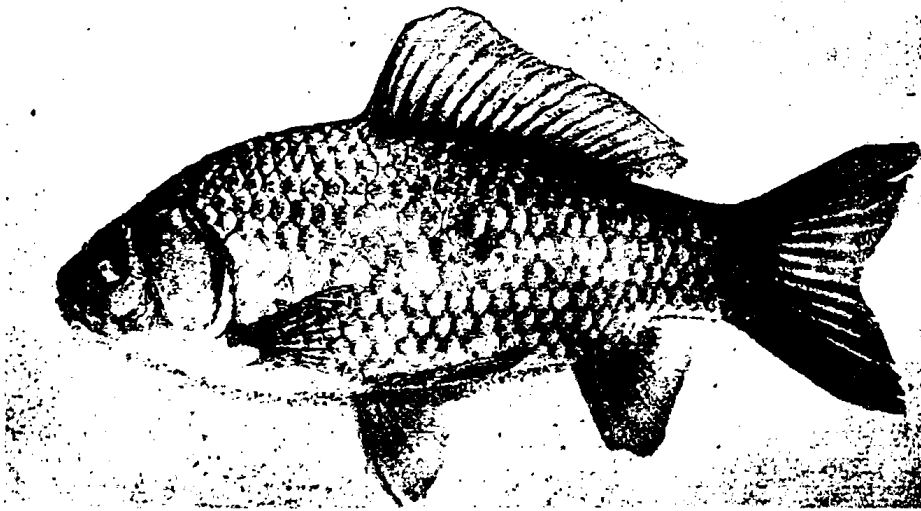
σπονδυλωτά ανάμεσα στην μονοφυλετική και την διφυλογενετική αναπαραγωγή (ZHOU *et al.* 2001).

Ένα χαρακτηριστικό των τριπλοειδών γυνογενετικών θηλυκών του *Carassius gibelio* είναι ο αριθμός των χρωμοσωμάτων που είναι περίπου 150 και των διπλοειδών θηλυκών και αρσενικών με 100 περίπου χρωμοσώματα τα οποία αναπαράγονται φυλετικά (ZHOU *et al.* 2000).

Σήμερα το *Carassius gibelio* ενοχοποιείται για αρκετά προβλήματα σε υδάτινα οικοσυστήματα, καθώς οι επιτυχημένες βιολογικές στρατηγικές που εμφανίζει, η αντοχή του σε χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου, ο «αναπαραγωγικός παρασιτισμός» που παρουσιάζει, η έντονη αναπαραγωγική του δραστηριότητα και η χαμηλή εμπορική του αξία συντελούν στην δημιουργία μεγάλων πληθυσμών (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ και συν. 2001; ΠΑΣΧΟΣ και συν. 2001).



Εικόνα 1: Θηλυκό άτομο πεταλούδας (*Carassius gibelio*)



Εικόνα 2: Αρσενικό άτομο πεταλούδας (*Carassius gibelio*)

1.3. Στοιχεία σχετικά με την φυλογενετική εξέλιξη του είδους.

Σχετικά με την ταξινομική κατάσταση του είδους ο ΚΟΤΤΕΛΑΤ (1997) αναφέρει ότι υπήρχε μια σύγχυση μεταξύ των ερευνητών που θεωρούσαν ότι το *Carassius gibelio* είναι είτε ο άγριος τύπος, ιθαγενής ή εισαχθείς στην Ευρώπη, του γνωστού χρυσόψαρου *C. auratus*, είτε ο άγριος τύπος που επέστρεψε σε ελεύθερη ή άγρια κατάσταση εισαχθέντων χρυσόψαρων, είτε αποτέλεσμα υβριδισμού. Ο ΚΟΤΤΕΛΑΤ (1997) υποστηρίζει ότι είναι ένα διαφορετικό είδος που είναι ιθαγενές στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη μια και έχει αναφερθεί η παρουσία του πριν την εισαγωγή χρυσόψαρων στα Ευρωπαϊκά ύδατα. Πιθανώς να είναι παρόμοιο με ένα πληθυσμό προερχόμενο από την Βόρεια Ασία που επεκτάθηκε αργότερα στην Βορειοανατολική Κίνα αλλά χωρίς καμία σχέση με τα ασιατικά εκτρεφόμενα κυπρινοειδή και με αναμενόμενο διαχωρισμό από την συστηματική των Κινέζικων και Γιαπωνέζικων ειδών του *Carassius*.

Σύμφωνα με ΚΟΤΤΕΛΑΤ (1997) η ιστορία της εισαγωγής του *Carassius auratus* στην Ευρώπη όπως αναφέρεται από διάφορους ερευνητές αρχίζει γύρω στο

1611 ή 1691. Σύμφωνα με αναφορές είχαν εισαχθεί από τους Πορτογάλους από την Ιάβα στην Νότια Αφρική και από εκεί στην Λισσαβόνα. Η πρώτη εισαγωγή τους στην Αγγλία έγινε το 1691 ενώ στην Γαλλία το 1755. Για πρώτη φορά έγινε η εκτροφή τους στην Βόρεια Ευρώπη, στην Ολλανδία το 1728 (STERBA 1987). Προγενέστερα της ημερομηνίας αυτής, τα χρυσόψαρα που είχαν εισαχθεί στην Ευρώπη προερχόταν από την Ασία ή από περιοχές της Ασίας κοντά στην Ευρώπη όπου είχαν ήδη εγκλιματιστεί και εισήχθησαν σε περιορισμένες ποσότητες εξαιτίας του υψηλού κόστους τους. Έτσι φαίνεται αδύνατον πριν το 1728 να είχαν ελευθερωθεί στα νερά της Ευρώπης σκοπίμως και αν αυτό συνέβη ήταν από ατύχημα και μόνο ελάχιστα άτομα μπορεί να θεωρηθεί ότι εισήχθησαν με τον τρόπο αυτό.

Οι πιο παλιές αναφορές για το *C. gibelio* χρονολογούνται από το 1560 στον ποταμό Έλβα στη Γερμανία, αν και το σχήμα του ψαριού που περιγράφεται μάλλον ταιριάζει στο *Carassius carassius*. Υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές στις οποίες φαίνεται ότι το είδος ήταν γνωστό και διαδεδομένο στη Κεντρική Ευρώπη από τον 17^ο -18^ο αιώνα (BLOCH, 1782). Σύμφωνα με αυτές το θεωρούν σαν άγριο χρυσόψαρο χωρίς όμως βάση. Επί προσθέτως, τα νεότερα στοιχεία είναι πολλά και μπορούν να αποδοθούν και στο *Carassius carassius*.

Καθώς η κατανομή του περιλαμβάνει περιοχές όπου δεν υπάρχουν πληθυσμοί *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius* ή εισαχθέντων *Carassius auratus*, η άποψη ότι το *Carassius gibelio* είναι κυρίως υβρίδιο δεν ευσταθεί (KOTTELAT 1997).

Σύμφωνα με τον PELZ (1987) το *Carassius gibelio* φαίνεται να είναι ένα γυνογενετικό τριπλοειδές είδος. Το είδος αυτό μπορεί να έχει μια υβριδική καταγωγή, αλλά μια και αποτελεί ένα διαφορετικό και εύκολα αναγνωρίσιμο είδος, θεωρείται ξεχωριστό (KOTTELAT 1997).

Ο πρόγονος του σημερινού ήμερου χρυσόψαρου είχε εισαχθεί στην Ιαπωνία από την Κίνα μεταξύ 1502 και 1748. Διαθέσιμα στοιχεία δείχνουν ότι τουλάχιστον πέντε γενετικά και μορφολογικά διακριτοί πληθυσμοί είναι γνωστοί στην Ιαπωνία όπου θεωρούνται σαν διακριτά είδη ή υποείδη (TEITLER



& FUJITA, 1993) και χειρίζονται σαν είδος. Σήμερα τα Ευρωπαϊκά είδη μπορούν να θεωρηθούν σαν είδη του ιδίου γένους (συνείδος) μόνο με το απόθεμα που εξαπλώθηκε στην Ανατολική και Βορειοανατολική Κίνα (KIMURA *et al.* 1992) το οποίο σίγουρα δεν είναι άγριο που επέστρεψε σε ελεύθερη ή άγρια κατάσταση (KOTTELAT 1997).

1.4. Σημασία της σχέσης μήκους-βάρους και μήκους-μήκους

Η σχέση μήκους και βάρους έχει αποτελέσει αντικείμενο μεγάλου αριθμού ερευνών, όπως για παράδειγμα τη μελέτη του ρυθμού αύξησης, την κατανομή της ηλικίας και άλλες μελέτες σχετικές με την δυναμική ιχθυοπληθυσμών. Ο συνδυασμός της μελέτης της αύξησης με την περιβαλλοντικές παραμέτρους αποτελεί αντικείμενο μελέτης για την οικολογία και την εξελικτική βιολογία (MILLAR & MYERS 1990; HELSER & HAN-LIN 2004). Ο ρυθμός αύξησης των ψαριών έχει επιδείξει μια φαινοτυπική πλαστικότητα λόγω των συστηματικών αλλαγών που επηρεάζονται από το περιβάλλον και ανθρωπογενείς δράσεις (SINCLAIR *et al.* 2002; HELSER & HAN-LIN 2004). Γι' αυτό πολλοί ερευνητές έχουν ενσωματώσει τους περιβαλλοντικούς παράγοντες στα μοντέλα της αύξησης των ψαριών (MILLAR & MYERS 1990; SINCLAIR *et al.* 2002; HELSER & HAN-LIN 2004).

Η σχέση του μήκους με το βάρος έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για: Α) Τον υπολογισμό του βάρους από το μήκος, λόγω των τεχνικών δυσκολιών και του χρόνου που απαιτείται για την καταγραφή του βάρους στο πεδίο. Β) Την μεταβολή της αύξησης του μήκους σε συνάρτηση με την αύξηση του βάρους για την χρήση τους σε πληθυσμιακά μοντέλα. Γ) Τον υπολογισμό της βιομάζας από τις παρατηρήσεις του μήκους. Δ) Τον υπολογισμό του συντελεστή ευρωστίας των ψαριών (WOOTTON 1990; PETRAKIS & STERGIΟΥ 1995; GONÇALVES *et al.* 1996; BINOHLAN & PAULY 1998).



Επίσης οι σχέσεις μήκους-βάρους και μήκους-μήκους ενός συγκεκριμένου είδους είναι χρήσιμες για συγκρίσεις βιολογικών και μορφολογικών παραμέτρων μεταξύ περιοχών (WEATHERLEY & GILL 1987; BINOHLAN *et al.* 1998).

1.5. Συντελεστής ευρωστίας

Η εφαρμογή του συντελεστή ευρωστίας κατά Fulton, στο είδος που μελετάτε προάγει μια μέθοδο που δεν απαιτεί την θανάτωση των ψαριών, χρησιμεύει για διαχείριση πληθυσμιακών ομάδων σε διαφορετικές έρευνες και παρέχει ακόμη την δυνατότητα ερμηνείας των στοιχείων του πληθυσμού κάθε λίμνης.

Η πεταλούδα (*Carassius gibelio*) είναι γνωστή σαν ένα από τα πιο καταστροφικά είδη για τους ενδημικούς πληθυσμούς ψαριών των οικοσυστημάτων που διαβιούν (CRIVELLI 1995; KALOUS *et al.* 2004). Εύκολα γίνεται ένα από τα κυρίαρχα είδη σε στάσιμα και μικρής ροής νερά και μπορεί να μεταβάλει την ροή των θρεπτικών σε όλο το οικοσύστημα (PAULOVITS *et al.* 1998). Σύμφωνα με τον CRIVELLI (1995) η θολερότητα των νερών της λίμνης Μικρής Πρέσπας αυξήθηκε μετά την εισαγωγή σε αυτή του *Carassius gibelio*.

Στα ελληνικά νερά το *Carassius gibelio* ενέχεται σαν ανταγωνιστής για απειλούμενα είδη όπως το *Phoxinellus epiroticus*, *Phoxinellus pleurobipunctatus*, *Pseudiphoxinus boeticus*, *Pseudiphoxinus stymphalicus*, *Alosa caspia vistonica*, *Carassius carassius*, *Barbus prespensis*, *Economidichthys pygmaeus* (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ και συν. 2001).

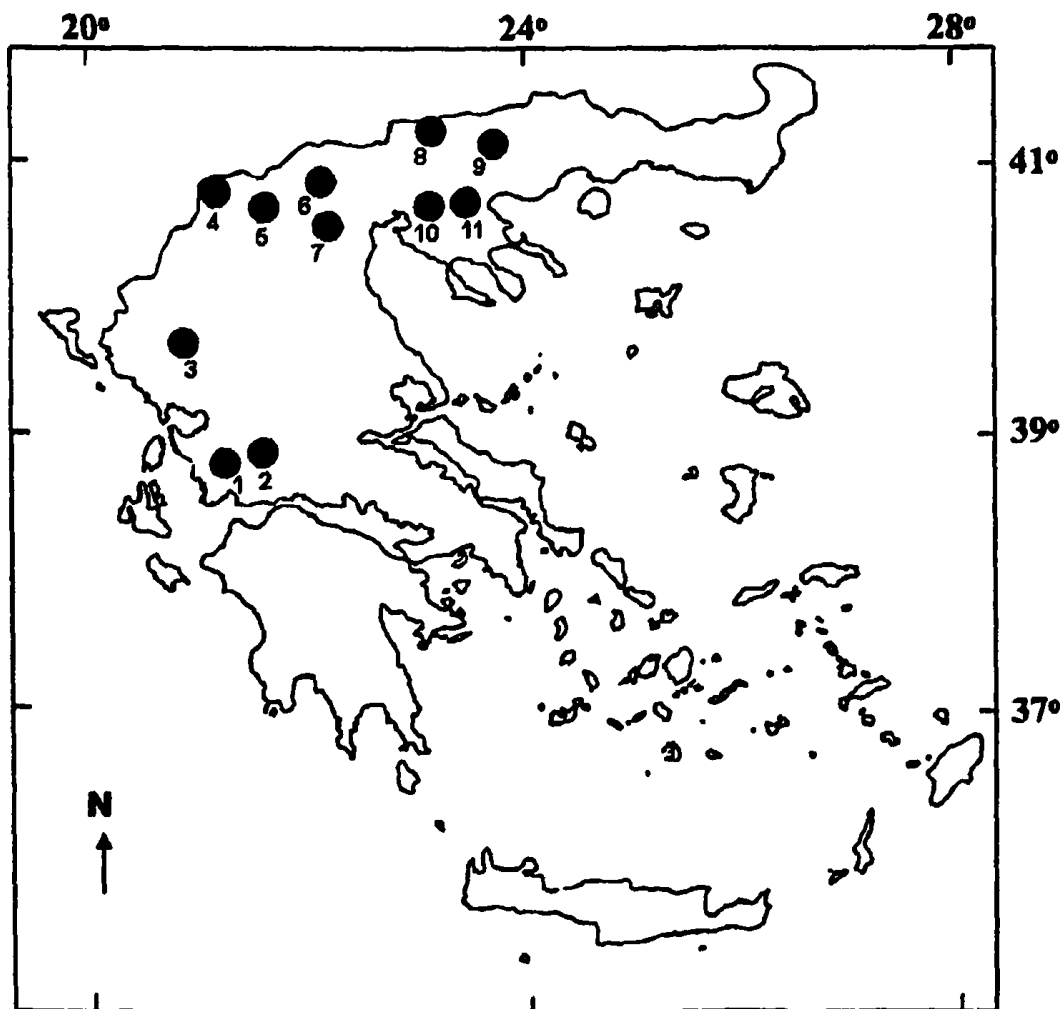
1.6. Σκοπός της έρευνας

Η αλληλεπίδραση μεταξύ ψαριών και περιβάλλοντος όπου ζουν κάνει την μελέτη ενός συγκεκριμένου είδους ενδιαφέρουσα τόσο από άποψη οικολογίας του οργανισμού όσο και μελέτης της εξελικτικής του προοπτικής (SCHRECK & MOYLE 1990). Έτσι οι συγκρίσεις μερικών βιολογικών παραμέτρων του συγκεκριμένου είδους σε διαφορετικά οικοσυστήματα μας επιτρέπουν να μελετήσουμε την επίδραση του περιβάλλοντος στην αύξηση του είδους.

Σκοπός της παρούσης μελέτης είναι να περιγράψει της σχέσεις μήκους-μήκους και μήκους-βάρους για το *Carassius gibelio* σε έντεκα διαφορετικές λίμνες της Ελλάδος. Επίσης επιχειρείται η σύγκριση των βιολογικών παραμέτρων του *C. gibelio* μεταξύ των λιμνών καθώς επίσης η συσχέτισή τους με τη τροφική κατάσταση των λιμνών και κατ' επέκταση στους διαφορετικούς βιότοπους.

2. ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Επιλέχθηκαν έντεκα διαφορετικές λίμνες της Ελλάδας: η Λουσιμαχεία, η Τριχωνίδα, η Παμβώτιδα, η Μικρή Πρέσπα, η Καστοριά, η Βεγορίτιδα, η Χειμαδίτιδα, η Δοϊράνη, η Κερκίνη, η Βόλβη και η Κορώνεια. Οι περισσότερες εξ αυτών είναι στη Βόρεια και τρεις στην Δυτική Ελλάδα. Είναι οι σημαντικότερες ως προς την βιοποικιλότητα και την αλιευτική παραγωγή και οι μεγαλύτερες λίμνες της Ελλάδας. Όλες οι λίμνες είναι φυσικές με εξαίρεση τη Κερκίνη, που είναι τεχνητή, βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές και δέχονται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό ανθρωπογενείς επιδράσεις.



Εικόνα 3: Οι 11 λίμνες της Ελλάδος: Λουσιμαχεία (1), Τριχωνίδα(2), Παμβώτιδα (3), Μικρή Πρέσπα (4), Καστοριά (5), Βεγορίτιδα (6), Χειμαδίτιδα (7), Δοϊράνη (8), Κερκίνη (9), Βόλβη (10), Κορώνεια (11).

2.1. Τριγωνίδα και Λουσιμαχεία

Δυτική Στερεά Ελλάδα: Νομός Αιτωλοακαρνανίας

Γεωγραφικό μήκος: 21° 28', Γεωγραφικό πλάτος: 38° 34'

Έκταση (ha) : 14240 (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997)

Οι λίμνες Τριγωνίδα, Λουσιμαχεία, Οζερός και Αμβρακία αναπτύσσονται μέσα σε ταφροειδές βύθισμα που χαρακτηρίζεται σαν βύθισμα ή τάφρος του Αγρινίου και αποτελούσαν μια ενιαία λίμνη.

Η Τριγωνίδα περιέχεται μαζί με τη Λουσιμαχεία στον κατάλογο CORINE και στον εθνικό κατάλογο "NATURA 2000". Έχει χαρακτηριστεί από το διεθνές πρόγραμμα «Project Aqua» σαν περιοχή με σημαντικό περιβαλλοντικό ενδιαφέρον και με υψηλές δυνατότητες ερευνητικής δράσης (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

2.1. α. Λουσιμαχεία

Έκταση (km²) : 13.6

Μέγιστο βάθος: 8m και Μέσο βάθος: 3m

Χρόνος ανανέωσης: 3,5 / έτος

Η λεκάνη της λίμνης Λουσιμαχείας έχει έκταση 327 km², από τα οποία τα 13.6 km² αποτελούν την έκταση της λίμνης και τα υπόλοιπα αποτελούν τον περιλίμνιο χώρο. Βρίσκεται στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του ποταμού Αχελώου. Η Λουσιμαχεία δέχεται τις υπερχειλίσεις της λίμνης Τριγωνίδας και τις απορροές του ρέματος Ερμίτσα, που είναι σημαντικές μόνο κατά το χειμώνα. Μέσω ρυθμιστικού τεχνικού έργου τροφοδοτούνται καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Με βάση τα διαθέσιμα υδρολογικά στοιχεία προκύπτει ότι το νερό της λίμνης ανανεώνεται τρεις φορές το χρόνο ετησίως. Αν λάβουμε υπόψη και τον διερχόμενο όγκο νερού από την Τριγωνίδα, η ανανέωση είναι μεγαλύτερη από 3 φορές το χρόνο (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ και συν. 1995).



Η Λυσιμαχεία που ήταν τεκτονική λίμνη μετατράπηκε λόγω των φερτών υλικών μετατράπηκε σε μία κλασσική προσχωσιγενούς χαρακτήρα λίμνη με ομαλό και ρηχό πυθμένα (μέχρι 8 m) (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ και συν. 1995).

Από φυσικοχημική άποψη η Λυσιμαχεία είναι μία θερμή, μονομικτική, “ανθρακικού τύπου” λίμνη, η οποία παρουσιάζει χαμηλότερα ποιότητα νερού από τη λίμνη Τριχωνίδα (μεγαλύτερες συγκεντρώσεις θρεπτικών και κυρίως νιτρικών, με αυξητική τάση διαχρονικά) (HADJIBIROU *et al.* 1997). Στο παρελθόν η λίμνη ήταν oligotroφική. Το επίπεδο των θρεπτικών, αλλά και οι συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού την κατατάσσουν, σήμερα, στις ευτροφικές έως υπερτροφικές λίμνες με περιοριστικό παράγοντα τον φωσφόρο (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999). Σε αντίθεση με τις άλλες λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας, υπάρχει σοβαρή ρύπανση από αστικά απόβλητα και αγροτικές δραστηριότητες. Η ρύπανση θα ήταν πολύ μεγαλύτερη αν δεν υπήρχε η είσοδος μεγάλων όγκων καθαρού νερού από την Τριχωνίδα, που προξενεί αραίωση και απομάκρυνση των ρύπων.

Από τα είδη ψαριών που ζουν στη Λυσιμαχεία 6 περιλαμβάνονται στη κοινοτική οδηγία 92/43/ΕΟΚ, 5 από αυτά είναι προστατευόμενα είδη σύμφωνα με την συνθήκη της Βέρνης και 6 περιλαμβάνονται στο Κόκκινο βιβλίο σαν τρωτά και τοπικά απειλούμενα είδη.

2.1.β. Τριχωνίδα

Έκταση (km²) : 97,2

Μέγιστο βάθος: 59 m Μέσο βάθος: 30 m

Χρόνος ανανέωσης: 9.4 / έτος (ZACHARIAS 1998)

Η Τριχωνίδα είναι μία καρστική λίμνη, βαθιά, η μεγαλύτερη σε έκταση (97,2 km²) και όγκο (2,9 x 10⁹ m³) λίμνη της Ελλάδας (ΝΤΑΟΥΛΑΣ και συν. 1993).



Η υδρολογική λεκάνη της Τριχωνίδας είναι μία ημίκλειστη λεκάνη απορροής με μία επιφανειακή ελεγχόμενη εκροή νερού στη γειτονική λίμνη Λυσιμαχεία, ενώ εκτός των επιφανειακών εισροών νερού έχουν περιγραφεί και υπολίμνιες. Να σημειωθεί ότι ένα μεγάλο μέρος όγκου νερού από τη λίμνη χρησιμοποιείται για την άρδευση των καλλιεργειών. Η αποχέτευση των αρδευτικών δικτύων γίνεται στη λίμνη (ΝΤΑΟΥΛΑΣ και συν. 1993; ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ και συν. 1995).

Η λίμνη παρουσιάζει χαμηλές συγκεντρώσεις χλωροφύλλης και διατηρεί χαμηλή, επί του παρόντος, τροφική κατάσταση. Αν και από πλευράς συγκέντρωσης χλωροφύλλης η Τριχωνίδα εξακολουθεί να κατατάσσεται στις ολιγοτροφικές λίμνες, υπάρχουν ενδείξεις ότι παρουσιάζει τάση μετάβασης προς τη μεσοτροφική κατάσταση με περιοριστικό παράγοντα το φώσφορο (ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ και συν. 1995). Ενδεικτικά της οικολογικής σημασίας της Τριχωνίδας είναι η ενδημική ιχθυοπανίδα της (ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ 1992; ECONOMOY *et al.* 1994), τα νέα είδη μαλακίων και τα ενδημικά νέα είδη διατόμων, χρυσοφυκών και κυανοφυκών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η παρουσία στη λίμνη της απειλούμενης και προστατευόμενης σε Ευρωπαϊκό επίπεδο υδροπτέριδας *Azolla filiculoides* (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, 1999).

Στο σύστημα της Τριχωνίδας (λίμνη και ρέματα που καταλήγουν στη λίμνη) έχουν καταγραφεί 20 είδη ψαριών, από τα οποία 18 είδη απαντώνται στη λίμνη και 2 είδη διαβιούν μόνιμα στα ρέματα που εκβάλουν σε αυτήν (ΝΤΑΟΥΛΑΣ και συν. 1993). Το οικοσύστημα αυτό μπορεί να θεωρηθεί από άποψη αριθμού ειδών ψαριών σαν το πιο πλούσιο της Δυτ. Ελλάδας. Είναι αξιοσημείωτο ότι στην Τριχωνίδα απαντάται το μικρότερο ψάρι της Ευρώπης, το *Economidichthys trichonis*, ενδημικό της λίμνης. Παλαιά είχε αναφερθεί και η παρουσία *Salmo trutta macrostigma* (άγρια πέστροφα) (ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ και συν. 1999).

2.2. Παμβώτιδα

Ήπειρος Νομός Ιωαννίνων

Γεωγραφικό μήκος: 20° 53', Γεωγραφικό πλάτος: 39° 40'

Έκταση (km²) : 22

Μέγιστο Βάθος: 9 m Μέσο βάθος: 4 m

Χρόνος ανανέωσης: 0.8 /έτος

Καρστική λίμνη, η οποία ανήκει στην ευρύτερη υδρολογική λεκάνη του λεκανοπεδίου Ιωαννίνων (συνολικής έκτασης 355 km²). Στο παρελθόν επικοινωνούσε με την αβαθή λίμνη της Λαψίστας (έκτασης 10 km²) και οι φυσικές εκροές της ήταν προς τα παρακείμενα ποτάμια Καλαμά και Λούρο (ROMERO *et al.* 2002). Μετά την αποξήρανση και την κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων σταμάτησε η φυσική επικοινωνία της Παμβώτιδας με τον Λούρο και τον Καλαμά. Η λίμνη παραδοσιακά αποτελούσε χώρο πολλαπλών χρήσεων (ROMERO *et al.* 2002). Η υποβάθμιση της Παμβώτιδας άρχισε την δεκαετία του 1960 όταν εντατικοποιήθηκε η γεωργία, αναπτύσσεται το αστικό περιβάλλον και αποξηραίνεται η λίμνη Λαψίστα (ΠΑΣΧΟΣ και συν. 1995).

Η λίμνη έχει έκταση περίπου 22 km², το μέγιστο βάθος της φθάνει τα 9 m (περίπου) και το μέσο βάθος περίπου 4m (ROMERO *et al.* 2002). Ως εισοδοί νερού καταγράφονται οι πηγές Σεντινίκου, Κρύας, Τούμπας, Αμφιθέας, Ντραμπάτοβας. Ως έξοδο νερού καταγράφονται οι καταβόθρες Ροδοτοπίου, Μπάφρας, Κουτσελιού, Πεδινής και η Τάφρος Λαψίστας. Ο χρόνος ανανέωσης του νερού είναι 0.8 φορές/έτος (ZACHARIAS 1998). Λόγω της εισροής φερτών υλικών και των ανεξέλεγκτων επιχωματώσεων, η λίμνη γίνεται συνεχώς πιο αβαθής, δημιουργώντας ένα παχύ στρώμα λάσπης ((ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999). Είναι πολυμικτική με ασταθή θερμική στρωμάτωση (KAGALOU *et al.* 2003).

Είναι ευτροφική, με σημαντικές συγκεντρώσεις αζώτου και φωσφόρου τόσο από τις εισροές όσο και από την εσωτερική τροφοδοσία του πυθμένα (ROMERO *et al.* 2002). Ο φωσφόρος είναι περιοριστικός παράγοντας (KAGALOU *et al.*

2003). Παρουσιάζεται αύξηση της αφθονίας των φυτοπλαγκτονικών ειδών που ευνοούνται στις παραπάνω συνθήκες (κυανοφύκη) ενώ συμβαίνει μείωση της ποικιλότητας ειδών ζωοπλαγκτού και βένθους (KAGALOU *et al.* 2003).

Η λιμναία βλάστηση είναι η χαρακτηριστική των εύτροφων, αβαθών λιμνών, ενώ υπάρχουν 14 είδη ιχθυοπανίδας, από τα οποία τα 3 είδη ανήκουν στο Παράρτημα II της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, ως προστατευόμενα είδη του δικτύου "NATURA 2000" (*Phoxinellus epiroticus*, *Rutilus ylikiensis*, *Barbus albanicus*), ενώ το *Rutilus ylikiensis*, αναφέρεται στην συνθήκη της Βέρνης. Το είδος *Leusiscus cephalus* θεωρείται απειλούμενο σύμφωνα με το Ελληνικό βιβλίο ερυθρών δεδομένων (ΚΑΡΑΝΔΕΙΝΟΣ 1992).

2.3. Μικρή Πρέσπα

Δυτική Μακεδονία Νομός Φλώρινας

Γεωγραφικό μήκος: 21° 05', Γεωγραφικό πλάτος: 40° 46'

Έκταση (km²) : 48,5

Μέγιστο βάθος: 7m Μέσο βάθος: 4,1m

Χρόνος ανανέωσης: 3.4 /έτος (ZACHARIAS 1998)

Η λίμνη Μικρή Πρέσπα βρίσκεται σε υψόμετρο 853 m. Καταλαμβάνει έκταση 48,5 km², από τα οποία τα 43,5 km² βρίσκονται στο ελληνικό έδαφος και τα υπόλοιπα στο αλβανικό. Το μέγιστο βάθος της είναι 7 m (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997). Νερό εισέρχεται στη λίμνη από τις βροχοπτώσεις, την απόπλυση της λεκάνης απορροής, από μικρούς χειμαρρούς και από υπόγεια νερά (HOLLIS & STEVENSON 1997). Η λίμνη στη βόρεια πλευρά της χωρίζεται από τη Μεγάλη Πρέσπα με μια στενή λωρίδα ξηράς.

Η λίμνη παρουσιάζει ασταθή θερμική στρωμάτωση τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Ο λόγος των στοιχείων αζώτου: φωσφόρου κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα και προσδιορίστηκε ότι ο φωσφόρος είναι ο περιοριστικός παράγοντας. Οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης στη λίμνη εμπίπτουν στα όρια

των εύτροφων έως υπερτροφικών λιμνών. Οι εποχικές διακυμάνσεις της αφθονίας και της βιομάζας της φυτοπλαγκτονικής και ζωοπλαγκτονικής κοινωνίας ακολουθούν και αυτές το πρότυπο των εύτροφων λιμνών (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η ιχθυοπανίδα κυρίως από ενδημική άποψη καθώς έχουν σημειωθεί 6 ενδημικά είδη στο σύστημα των Πρεσπών (ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ 1993). Από αυτά 5 περιλαμβάνονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, 3 προστατεύονται από τη συνθήκη της Βέρνης (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999) και 2 αναφέρονται στο Κόκκινο Βιβλίο (ΚΑΡΑΝΔΕΙΝΟΣ 1992).

Το πρόβλημα της μείωσης των ιχθυοπληθυσμών της Μικρής Πρέσπας που παρουσιάστηκε κατά την δεκαετία του '80 (CRIVELLI 1990) αντιμετωπίστηκε με σειρά μέτρων ως προς τον τρόπο αλιείας που απέδωσαν θετικά αποτελέσματα (ΚΑΤΣΑΔΩΡΑΚΗΣ και συν. 1996; CRIVELLI *et al.* 1997).

2.4. Καστοριά

Δυτική Μακεδονία Νομός Καστοριάς

Γεωγραφικό μήκος: 21° 18', Γεωγραφικό πλάτος: 40° 30'

Έκταση (km²) : 27,9

Μέγιστο Βάθος: 9.1 m Μέσο βάθος: 4.4 m

Χρόνος ανανέωσης: 2.3 / έτος

Η λίμνη της Καστοριάς βρίσκεται στο Νομό Καστοριάς σε υψόμετρο 629,5 m. Είναι μια ρηχή καρστική λίμνη με μέση επιφάνεια 27,9 km², μέσο βάθος 4,4 m και μέγιστο βάθος 9,10 m (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997). Έχει ελλειπτική μορφή και διαιρείται σε δυο τμήματα από τη χερσόνησο όπου είναι χτισμένη και η πόλη της Καστοριάς. Η λεκάνη απορροής είναι κλειστή με έκταση 263,6 km² και μέσο υψόμετρο 895m και χαρακτηρίζεται από απότομες κλίσεις και μεγάλα υψόμετρα.

Η Καστοριά είναι εύκρατη διμικτική λίμνη, με θερμική στρωμάτωση το καλοκαίρι ενώ παγώνει το χείμωνα, για λίγες μέρες (ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ και συν. 1985). Το υδρολογικό ισοζύγιο για τη λίμνη της Καστοριάς είναι αρνητικό. Ο χρόνος ανανέωσης σε συνδυασμό με την έλλειψη διαχείρισης στη διακύμανση της στάθμης επιδεινώνουν την κατάσταση της λίμνης (ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ *et al.* 1991; ZACHARIAS 1998). Τα νερά της λίμνης εμπλουτίζονται με επιφανειακά κατακρημνίσματα, επιφανειακές και υπόγειες απορροές και υπολίμνιες πηγές, ενώ τα νερά της έχουν φυσική εκροή προς τον ποταμό Αλιάκμονα που ελέγχεται τεχνητά (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Με τα νερά από τα ρέματα της λεκάνης απορροής στη λίμνη μεταφέρονται σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών που είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η λίμνη. Ακόμη το γεγονός ότι στη λεκάνη απορροής το 24% καλύπτεται από καλλιέργειες έχει ως αποτέλεσμα να φτάνουν στη λίμνη μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Σήμερα η λίμνη κατατάσσεται στις εύτροφες και το καλοκαίρι παρατηρούνται στον πυθμένα της λίμνης ανοξικές συνθήκες. Η κατάσταση της λίμνης επιδεινώθηκε όσον αφορά τον ευτροφισμό τις τελευταίες δεκαετίες, κάτι που οφείλεται κυρίως στα αστικά λύματα που κατέληγαν μέχρι το 1990 απευθείας στη λίμνη. Το ίζημα της λίμνης είναι πλούσιο σε οργανική ύλη και ενώσεις φωσφόρου που σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι και το μικρό βάθος της λίμνης συμβάλλουν στην ελευθέρωση του φωσφόρου και του οποίου η συγκέντρωση αυξάνεται στη λίμνη κατά 10 φορές. Ο φωσφόρος δρα σαν περιοριστικός παράγοντας. Η αναγέννηση της λίμνης θα απαιτήσει μακρό χρονικό διάστημα και θα χρειαστεί και άλλη επέμβαση σε αυτή επιπλέον του βιολογικού καθαρισμού των αστικών αποβλήτων (ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ και συν. 1996).

Η λίμνη έχει προταθεί ως περιοχή κοινοτικού ενδιαφέροντος στο δίκτυο "NATURA 2000" (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997). Η ιχθυοπανίδα της λίμνης αποτελείται από 10 είδη από τα οποία ένα προστατεύεται με βάση τη συνθήκη



της Βέρνης και ένα αναφέρεται στο Κόκκινο Βιβλίο ως Τρωτό, Τοπικά απειλούμενο. Ορισμένα από τά είδη αυτά έχουν εγκατασταθεί στη λίμνη μετά από εμπλουτισμούς π.χ. το 1920 έγινε εισαγωγή στη λίμνη γόνου πέρκας. Το είδος αυτό καθότι είναι αρπακτικό άρχισε να καταναλώνει τους φυτοφάγους κυπρίνους που άρχισαν να μειώνονται οι πληθυσμοί τους. Έτσι απέκτησε μια νέα ισορροπία με την πέρκα όμως ως μόνιμο κάτοικό της (ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ 1986).

Η μείωση των ιχθυοπληθυσμών αποδίδεται στη μείωση των πεδίων αναπαραγωγής καθώς και στην υπεραλίευση (FOTIS *et al.* 1993; ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ και συν. 1996).

2.5. Βεγορίτιδα

Δυτική Μακεδονία Νομός Φλώρινας

Γεωγραφικό μήκος: 21° 45', Γεωγραφικό πλάτος: 40° 45'

Έκταση (km²) : 40

Μέγιστο Βάθος: 50 m Μέσο βάθος: 20 m

Χρόνος ανανέωσης: 9.5 /έτος

Η λίμνη Βεγορίτιδα είναι καρστική λίμνη και βρίσκεται στο λεκανοπέδιο της Πτολεμαΐδας, σε υψόμετρο 510 m. Η συνολική της επιφάνεια καταλαμβάνει έκταση 40 km² (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997) και το μέγιστο βάθος της είναι 50 m (ΣΚΟΥΛΙΚΙΔΗΣ *et.al.* 1998). Η λίμνη Βεγορίτιδα και η λίμνη των Πετρών είναι ασβεστούχες λίμνες (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997). Η λίμνη αποτελεί το χαμηλότερο σημείο του συμπλέγματος των λιμνών Ζάζαρης, Χειμαδίτιδας και Πετρών των οποίων δέχεται τα νερά (ΦΩΤΗΣ και συν. 1986).

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της λίμνης, είναι η μείωση της στάθμης της. Μετά το 1955 με την τροφοδότηση της τεχνητής λίμνης Άγγρα από τη Βεγορίτιδα, καθώς και την άρδευση, υπάρχει συνεχή πτώση της στάθμης (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999). Βέβαια ο χρόνος ανανέωσης του νερού παραμένει υψηλός 9,5 φορές /έτος (ZACHARIAS 1998). Το δεύτερο σημαντικό πρόβλημα

που αντιμετωπίζει η λίμνη σχετίζεται με τη ρύπανση των υδάτων της. Η λίμνη βρίσκεται σε βιομηχανοποιημένη και κατοικημένη περιοχή τα υγρά απόβλητα των οποίων εκβάλλουν ανεπεξέργαστα στη λίμνη. Έτσι ενώ η λίμνη τη δεκαετία του 1970 κατατάσσονταν στις oligότροφες λίμνες, σήμερα θεωρείται μια μεσότροφη (MOUSTAKA & NIKOLAIDIS 1990).

Η Βεγορίτιδα είναι θερμού μονομικτικού τύπου. Μεγάλες συγκεντρώσεις αζώτου παρατηρήθηκαν που μάλλον σχετίζονται με τα βιομηχανικά απόβλητα. Σύμφωνα με τους MOURKIDIS *et al.* (1983), οι συγκεντρώσεις των μετάλλων στη λεκάνη απορροής της λίμνης δεν έχουν επηρεάσει σημαντικά τη λίμνη. Όσον αφορά το ίζημα της λίμνης η υψηλή σχέση Fe: P δείχνει ότι το ίζημα της λίμνης μπορεί να κρατά υψηλές ποσότητες φωσφόρου (NIKOLAIDIS *et al.* 1985; ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ και συν. 1995).

Γενικά, πάντως η κατάσταση της λίμνης είναι διαφοροποιημένη στο οριζόντιο επίπεδο. Τα νερά είναι πιο εύτροφα στο νότιο μέρος όπου παρατηρούνται και διαφορετικές συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού, ζωοπλαγκτού και ζωοβένθους (ΦΩΤΗΣ και συν. 1986). Η μεγάλη ποσότητα αμμωνίας στα νερά, το υψηλό pH είναι τοξικά για τα αυγά και τα ιχθύδια του κορέγονου που είναι ψάρι των oligότροφων νερών. Η ποιοτική αλλοίωση των νερών θα έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση του όπως έγινε και με την πέστροφα και την καραβίδα.

Η λίμνη Βεγορίτιδα μαζί με τη λίμνη Πετρών έχει προταθεί ως περιοχή κοινοτικού ενδιαφέροντος στο δίκτυο "NATURA 2000". Η ιχθυοπανίδα της λίμνης αποτελείται από 15 είδη ψαριών από τα οποία 2 αναφέρονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, 3 προστατεύονται από τη συνθήκη της Βέρνης και 2 αναφέρονται στο Κόκκινο Βιβλίο ως Τρωτά-Τοπικά απειλούμενα (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

2.6. Χειμαδίτιδα

Δυτική Μακεδονία Νομός Φλώρινας

Γεωγραφικό μήκος: 21° 33', Γεωγραφικό πλάτος: 40° 37'

Έκταση (km²) : 10,8 Μέγιστο Βάθος: 2.5 m Μέσο βάθος: 1 m

Η λίμνη Χειμαδίτιδα έχει ελλειπτικό σχήμα και έκταση 10,8 km² (ένα μεγάλο μέρος αποξηράνθηκε το 1960) και βρίσκεται σε υψόμετρο 593 m (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997). Το μέγιστο βάθος της είναι 2,5 m, ενώ το μέσο βάθος 1 m. Είναι, μια αβαθής εύτροφη λίμνη στην οποία δεν παρατηρείται θερμική στρωμάτωση, ενώ το χειμώνα τα νερά της παγώνουν (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Η λίμνη δέχεται τα νερά της ευρύτερης λεκάνης απορροής και τα νερά εκροής από τη λίμνη Ζάζαρη όταν υπάρχει περίσσεια νερού. Η Χειμαδίτιδα με τη σειρά της διοχετεύει την περίσσεια των νερών της προς τη λίμνη Πετρών. Δέχεται τις εκπλύσεις των καλλιεργούμενων εκτάσεων καθώς και των κτηνοτροφικών μονάδων της περιοχής και των οικισμών. Παρά το γεγονός όμως ότι στην άμεση περιοχή γύρω από τη λίμνη δεν υπάρχουν βιομηχανίες, πιθανόν να δέχεται τους ρύπους της ατμόσφαιρας λόγω της έντονης βιομηχανικής δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή (ΤΣΙΟΥΡΗΣ 1996).

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά το οικοσύστημα είναι η υπεράντληση νερών για τις καλλιεργούμενες εκτάσεις της περιοχής και για τις δραστηριότητες της ΔΕΗ, τα αστικά λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα της περιοχής καθώς επίσης και τα αγροχημικά που καταλήγουν μέσω του αποστραγγιστικού δικτύου στη λίμνη (ΚΟΥΜΑΝΤΑΡΑΚΗΣ & ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ 1997). Από τα στοιχεία που υπάρχουν φαίνεται ότι η λίμνη έχει αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών (ΣΚΟΥΛΙΚΙΔΗΣ *et al.* 1998).

Η λίμνη Χειμαδίτιδα μαζί με τη γειτονική της Ζάζαρη αποτελούν περιοχή του δικτύου "NATURA 2000" (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997). Ακόμη η περιοχή συγκαταλέγεται στον κατάλογο των σημαντικών βιοτόπων της Ελλάδας όπως

αυτοί καταγράφηκαν στο CORINE BIODIPE PROJECT (1989) και έχει προταθεί να συμπεριληφθεί στο δίκτυο ειδικής προστασίας (SPAS) (ΤΣΙΟΥΡΗΣ 1996).

Η ιχθυοπανίδα της λίμνης περιλαμβάνει 9 είδη ψαριών (ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ 1991). Από τα οποία τα 2 είδη περιλαμβάνονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (*Barbus peloponnesius*, *Rhodeus amarus*), ενώ 2 είναι καταγεγραμμένα στο Κόκκινο Βιβλίο (ΚΑΡΑΝΔΕΙΝΟΣ 1992) ως Τρωτά, Τοπικά απειλούμενα.

2.7. Δοϊράνη

Κεντρική Μακεδονία Νομός Κιλκίς

Γεωγραφικό μήκος: 23° 20', Γεωγραφικό πλάτος: 40° 41'

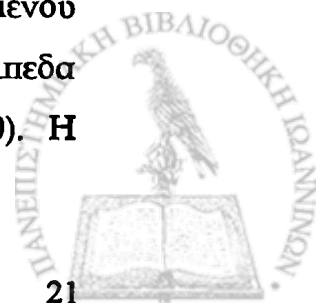
Έκταση (km²) : 42.8

Μέγιστο βάθος: 7m, Μέσο βάθος: 5m

Είναι μια διεθνής λίμνη μεταξύ της Ελλάδος και των Σκοπίων. Εκβάλλει στον Αξιό. Είναι μια ρηχή λίμνη με μέσο βάθος τα 5m (ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ και συν. 1984). Η συνολική έκταση της λίμνης ανέρχεται σε 42,8 Km² εκ των οποίων τα 2/3 δηλαδή 27,2 Km² ανήκουν στην ΠΓΔΜ και το υπόλοιπο 1/3, δηλαδή 14,3 Km², στην Ελλάδα. (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997).

Το σχήμα της λίμνης είναι ελλειπτικό. Το υδρολογικό σύστημα της Δοϊράνης είναι κλειστό και αυτοτελές. Οι εισαγωγές στην λεκάνη της λίμνης συνίστανται από τα κατακρημνίσματα που δέχεται η ευρύτερη λεκάνη απορροής. Οι απώλειες της λίμνη από την εξατμισοδιαπνοή (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Η Δοϊράνη παρουσιάζει μιας μικρής διάρκειας στρωμάτωση. Η Δοϊράνη (ή Πρασσιά) είναι μια τυπική εύτροφη λίμνη έως και υπερευτροφική (ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ 1985). Η άφθονη οργανική ύλη στο βυθό, η αφθονία φυτοπλαγκτού και η παλιότερα ψηλή ιχθυοπαραγωγικότητα είναι ενδείξεις του φαινομένου (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997). Ο ολικός φωσφόρος είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα επιβεβαιώνοντας ότι η λίμνη είναι υπερτροφική (TEMPONERAS *et al.* 2000). Η



λίμνη αποτελεί ουσιαστικά τον αποδέκτη όλων των νερών μιας τεράστιας λεκάνης απορροής 265 km², με αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες θρεπτικών να χύνονται σ' αυτήν.

Η ιχθυοπανίδα της λίμνης αποτελείται από 17 είδη ψαριών. Σημαντικό γεγονός είναι η σταδιακή εξαφάνιση ορισμένων ειδών ψαριών όπως το γλίνι (*Tinca tinca*) και το τσιρώνι (*Rutilus rutilus*), τα οποία αποτελούσαν μεγάλο ποσοστό της εμπορεύσιμης παραγωγής.

2.8. Κερκίνη

Κεντρική Μακεδονία Νομός Σερρών

Γεωγραφικό μήκος: 23° 20', Γεωγραφικό πλάτος: 40° 41'

Έκταση (ha) : 10996 (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997)

Μέγιστο βάθος : 6,5m Μέσο βάθος:3,08m

Η Κερκίνη αποτελεί μια ιδιαίτερη περίπτωση υγροτόπου. Δημιουργήθηκε με την κατασκευή φράγματος στο ρου του ποταμού Στρυμόνα και τα νερά της χρησιμοποιούνται για άρδευση και έλεγχο των πλημμύρων (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997).

Η λίμνη έχει σχήμα ανεστραμμένου απιδιού με κορυφή το θυρόφραγμα Λιθότοπου. Το μέγιστο βάθος της είναι 6.5m αλλά στο μεγαλύτερο τμήμα της έχει βάθος 1 έως 3m (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Η λίμνη Κερκίνη τροφοδοτείται κυρίως από τον ποταμό Στρυμόνα. Μορφολογικά η λίμνη χωρίζεται σε δύο τμήματα, το βόριο όπου εκβάλλει ο ποταμός Στρυμόνας και σχηματίζει εκτεταμένο δέλτα που κατακλύζεται εποχικά και το νότιο τμήμα όπου υπάρχει η μόνιμη και σταθερή λίμνη, γνωστή με τον όρο αδρανής ή νεκρός όγκος. Με την πάροδο του χρόνου όμως, η χωρητικότητα της λίμνης μειώθηκε λόγω των φερτών υλικών που μετέφερε ο Στρυμόνας. Γι' αυτό κατασκευάστηκε ένα νέο, ψηλότερο φράγμα, κοντά στο παλιό, τον Απρίλιο του 1982 (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).



Τα φερτά υλικά, που εξακολουθούν να εισρέουν στη λίμνη, μειώνουν συνεχώς τη χωρητικότητα της. Η διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες άρδευσης οδηγεί σε συνεχή άνοδο της στάθμης των νερών κάθε έτος. Όμως, η άνοδος της στάθμης επιδρά αρνητικά στα επιμέρους οικοσυστήματα της λίμνης, περιορίζοντας ή εξαφανίζοντας τις ρηχές περιοχές, που είναι απαραίτητοι χώροι για διατροφή, αναπαραγωγή και φώλιασμα πολλών πουλιών και ψαριών. Η λίμνη λόγω της εισροής σημαντικού όγκου νερού (που την τροφοδοτεί με νέα θρεπτικά συστατικά και οξυγόνο) και του μικρού της βάθους χαρακτηρίζεται σαν μια από τις πιο παραγωγικές λίμνες της Ελλάδας. Στη περιοχή δεν υπάρχει ιδιαίτερα αναπτυγμένη βιομηχανική δραστηριότητα. Υπάρχουν όμως κάποιες μικρές μονάδες όπως σφαγεία και βιοτεχνίες δερμάτων, οι οποίες ρυπαίνουν το Στρυμόνα με τα απόβλητα τους και έμμεσα τη λίμνη. Επίσης έχουν βρεθεί αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών και αζωτούχων ενώσεων, που φανερώνουν την επίδραση της γεωργικής ανάπτυξης της γύρω περιοχής στη λίμνη, δημιουργώντας έτσι την εμφάνιση του ανεπιθύμητου φαινομένου του ευτροφισμού (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Η Κερκίνη αποτελεί έναν από τους 11 ελληνικούς Υγροτόπους Διεθνούς Σημασίας που προστατεύεται από τη Διεθνή Σύμβαση Ramsar. Καλύπτεται από την Ευρωπαϊκή και Διεθνή νομοθεσία, όπως η Οδηγία 79/409 της Ευρωπαϊκής Ένωσης και η Διεθνής Σύμβαση της Βαρκελώνης. Επίσης αποτελεί περιοχή του Ευρωπαϊκού Δικτύου "NATURA 2000" σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ.

Σημαντική είναι και η ιχθυοπανίδα της λίμνης. Στο ευρύτερο σύστημα Κερκίνης - Στρυμόνα έχουν καταγραφεί πάνω από 30 είδη ψαριών, πολλά από τα οποία είναι και αυτόχθονα. Από τα ψάρια μετά το 1983 οι γουλιανοί έχουν σχεδόν εξαφανισθεί και τα χέλια μετά την κατασκευή του νέου φράγματος εμποδίζονται στην αναδρομική τους πορεία (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

2.9. Βόλβη- Κορώνεια

Κεντρική Μακεδονία Νομός Θεσσαλονίκης

Γεωγραφικό μήκος: 23° 09', Γεωγραφικό πλάτος: 41° 12'

Έκταση (ha) : 16388 (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997)

Οι δύο λίμνες της περιοχής συνδέονται μεταξύ τους με ένα κανάλι. Η Βόλβη επικοινωνεί με τη θάλασσα μέσω του ποταμού Ρήχειου. Οι δύο λίμνες χαρακτηρίζονται από ανόμοιους δείκτες χρήσεων γης, ευτροφισμού και αστικοποίησης, με την Κορώνεια να είναι περισσότερο απειλούμενη (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997).

Η λίμνη Κορώνεια είναι μαζί με τη λίμνη Βόλβη και τα στενά της Ρεντίνας είναι ένας από τους 11 σημαντικότερους υγροτόπους της χώρας μας που προστατεύονται από τη Διεθνή Σύμβαση Ramsar. Ακόμα σύμφωνα με την κοινοτική Οδηγία 69/409/ΕΟΚ αποτελούν Ειδικά Προστατευόμενη Περιοχή, με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ “περιοχή Κοινοτικού Ενδιαφέροντος” στο δίκτυο “NATURA 2000” και σύμφωνα με τη διεθνή σύμβαση της Βαρκελώνης “Ειδικά Προστατευόμενη Μεσογειακή Περιοχή” (ΝΤΑΦΗΣ και συν. 1997).

2.9.α. Βόλβη

Έκταση (km²) : 68,6

Μέγιστο βάθος: 23,5m Μέσο βάθος: 13,5 m

Η λίμνη Βόλβη βρίσκεται σε υψόμετρο 37m και είναι μια από τις μεγαλύτερες λίμνες στην Ελλάδα. Έχει έκταση 68,6 km², μέγιστο βάθος 23,5m και μέσο βάθος 13,5m (ΠΑΥΛΙΔΗΣ και συν. 1984). Το σχήμα της είναι επίμηκες κατά μήκος του άξονα Ανατολής-Δύσης και σχηματίζει δυο υπολεκάνες.

Η τροφοδοσία των νερών της λίμνης γίνεται κυρίως από εισροές με τη μορφή χειμάρρων από τη λεκάνη απορροής. Παλαιότερα όταν ανέβαινε η

στάθμη της λίμνης η περίσσεια των νερών της τροφοδοτούσε το Ρήχιο ποταμό ο οποίος εκβάλλει στο Στρυμονικό κόλπο (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Οι νότιες και δυτικές περιοχές της λεκάνης απορροής της Βόλβης περιλαμβάνουν πεδινές εκτάσεις που καλλιεργούνται εντατικά. Γενικά στην περιοχή δεν παρατηρείται αστική και βιομηχανική ανάπτυξη. Η άρδευση σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες συντελούν στη μείωση της στάθμης της λίμνης κατά 2,5-3m (ΜΟΥΣΤΑΚΑ, 1989).

Η λίμνη Βόλβη είναι θερμού μονομικτικού τύπου. Η θερμική στρώματωση αρχίζει τον Ιούνιο και το θερμόκλινο σχηματίζεται στα 11-14m, ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο ο πυθμένας είναι ανοξικός (ΜΟΥΣΤΑΚΑ 1989). Με βάση την έρευνα για τις φυσικοχημικές παραμέτρους του νερού, το φυτοπλαγκτό και το ζωοβένθος, η λίμνη κατατάσσεται στις εύτροφες (ΜΟΥΣΤΑΚΑ 1989; ΖΑΡΦΙΤΖΙΑΝ 1989; ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ 1991).

2.9.β. Λίμνη Κορώνεια

Έκταση (km²) : 97,2

Μέγιστο βάθος: 6,5m Μέσο βάθος: 1 m (ΠΑΥΛΙΔΗΣ και συν. 1984)

Η λίμνη Κορώνεια βρίσκεται σε υψόμετρο 75m. Πρόκειται για μια εύτροφη ως υπερτροφική λίμνη (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999), που κανονικά συνδέεται με τη γειτονική Βόλβη με μια τάφρο που εδώ και αρκετά χρόνια είναι φραγμένη από πυκνή βλάστηση. Η λίμνη δέχεται τα νερά χειμάρρων και μικρών ρυακιών από τη λεκάνη απορροής.

Ένας συνδυασμός φαινομένων (λειψυδρία, μείωση φυσική τροφοδοσίας της λίμνης, αύξηση κατανάλωσης νερού) οδήγησαν τη λίμνη Κορώνεια σήμερα σε σοβαρή οικολογική κρίση με τον κίνδυνο της εξαφάνισής της να είναι ορατός. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η δραματική μείωση της στάθμης της λίμνης από 4m το 1985 σε 1m το 1995 και η μείωση του όγκου του νερού της. Την ίδια χρονική περίοδο παρατηρείται στην περιοχή σημαντική αύξηση των

αστικών και παραγωγικών δραστηριοτήτων λόγω της εντατικοποίησης της γεωργίας και της εγκατάστασης ρυπογόνων βιομηχανιών. Όλα αυτά είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση των αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων καθώς και των αγροχημικών υπολειμμάτων. Τα παραπάνω συντέλεσαν στον υπερτροφισμό της λίμνης και τη δημιουργία ανοξικών και τοξικών συνθηκών. Κατά καιρούς έχουν αναφερθεί φαινόμενα μαζικών θανάτων ψαριών (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

Όσον αφορά την ιχθυοπανίδα της περιοχής έχουν καταγραφεί 24 είδη ψαριών στο υδάτινο πλέγμα των λιμνών Κορώνειας και Βόλβης και των μικρών ποταμών και χειμάρρων της περιοχής. Η ιχθυοπανίδα τους αποτελείται από 24 είδη, από τα οποία η Λιπαριά (*Alosa macedonica*) είναι είδος ενδημικό στη λίμνη. Εφτά από τα είδη αναφέρονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, 9 προστατεύονται από τη συνθήκη της Βέρνης και 6 αναφέρονται στο Κόκκινο Βιβλίο (5). Χαρακτηριστική είναι πάντως η έλλειψη μεγαλόσωμων ατόμων κάτι που αποδίδεται στη θηρευτική πίεση που ασκείται από τη λιπαριά (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999).

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

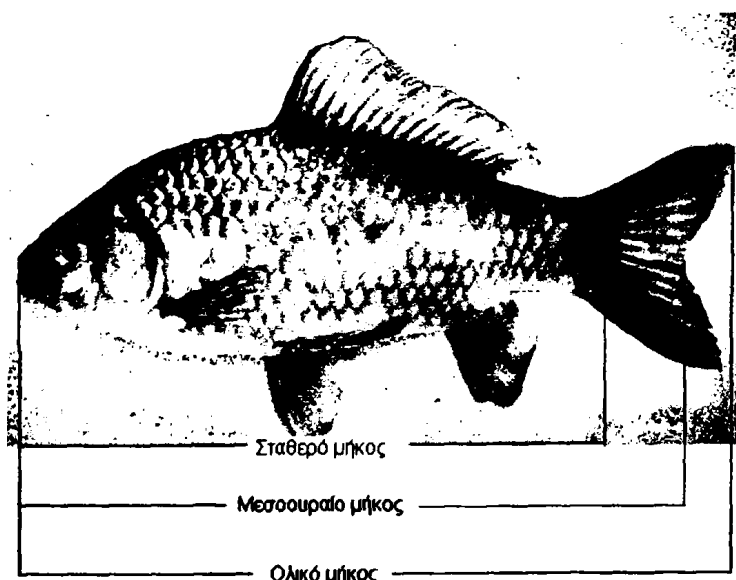
3.1. Συλλογή υλικού

Η συλλογή των δειγμάτων έγινε κατά την διάρκεια του χειμώνα του 2004. Συνολικά συλλέχθηκαν 1308 άτομα του *Carassius gibelio* από τις 11 λίμνες της Ελλάδος (Εικ. 3). Τα ψάρια συλλέχθηκαν με την βοήθεια επαγγελματιών ψαράδων, από την κάθε περιοχή. Για τη συλλογή των ψαριών χρησιμοποιήθηκε μανωμένο δίχτυ με άνοιγμα ματιού 30 mm.

Τα ψάρια μεταφερόταν στο εργαστήριο μέσα σε φορητά θερμομονωτικά ψυγεία με τριμμένο πάγο. Η επεξεργασία του υλικού πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Ζωολογίας του Τμήματος Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών.

3.2. Επεξεργασία υλικού

Σε κάθε άτομο μετρήθηκε το ολικό βάρος, που προσδιορίστηκε με ψηφιακό ζυγό, ακριβείας 0,1 gr. Επίσης μετρήθηκε το ολικό μήκος (TL), το μεσουραίο μήκος (FL) και το σταθερό μήκος (SL) (Εικ. 4). Όλα τα μήκη προσδιορίστηκαν στο κοντινότερο mm (ANDERSON & GUTREUTER 1983) με την χρήση ιχθυόμετρου. Οι παραπάνω αποτελούν τις συνηθέστερες μετρήσεις μήκους που πραγματοποιούνται στα ψάρια (BUSACKER *et al.* 1990).



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση των μετρήσεων μήκους.

Όσον αφορά το ολικό μήκος, ουσιαστικά προσδιορίστηκε το μέγιστο ολικό μήκος που αναφέρεται ως η απόσταση από το πρόσθιο μέρος της κεφαλής (με το ρύγχος κλειστό) ως το τέλος του ουραίου πτερυγίου μετά την συμπίεση των λοβών του (ANDERSON & GUTREUTER 1983).

Το μεσοουραίο μήκος προσδιορίστηκε από το πρόσθιο μέρος της κεφαλής (με το ρύγχος κλειστό) ως την άκρη της μεσαίας ακτίνας του ουραίου πτερυγίου (ANDERSON & GUTREUTER 1983).

Το σταθερό μήκος προσδιορίστηκε ως η απόσταση από το πρόσθιο μέρος της κεφαλής (με το ρύγχος κλειστό) ως το τέλος των υποουραίων πλακών οι οποίες αποκαλυπτόταν μετά από μια ελαφρά τομή στο μέρος της ουράς (ANDERSON & GUTREUTER 1983).

Τέλος πραγματοποιήθηκε τομή στην σπλαχνική τους κοιλότητα με σκοπό να προσδιοριστεί σε κάθε άτομο το φύλο μέσω της μακροσκοπικής εξέτασης των γονάδων τους.

3.3. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Αρχικά κατασκευάστηκε μια βάση δεδομένων που περιλάμβανε όλα τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τις μετρήσεις των ψαριών για τις έντεκα λίμνες της μελέτης. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το *Microsoft Excel 2003* και *SPSS 13.0*.

Οι μετατροπές από το ένα μήκος στο άλλο μπορούν γενικά να προσδιοριστούν με την απλή γραμμική παλινδρόμηση. Γι' αυτό, οι σχέσεις μήκους-μήκους προσδιορίζονται με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων.

Τα στοιχεία του μήκους και του βάρους λογαριθμήθηκαν και προσδιορίστηκε η σχέση που τα συνδέει με την απλή γραμμική παλινδρόμηση. Η σημαντικότητα των παλινδρομήσεων ελέγχθηκε με την ANOVA (ZAR 1999). Για την Παμβώτιδα μελετήθηκαν και οι σχέσεις μεταξύ των δύο φύλων μια και υπήρχε σημαντικός αριθμός αρσενικών. Η ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) χρησιμοποιήθηκε για την σύγκριση των κλίσεων των εξισώσεων (ZAR 1999).

Ο συντελεστής ευρωστίας προσδιορίστηκε με τον συντελεστή Fulton ($K=W/L^3$) (TESCH 1971).

Η συσχέτιση της τροφικής κατάστασης της λίμνης με τις παραμέτρους της αύξησης των ψαριών έγινε με την χρήση των ετήσιων μέσων συγκεντρώσεων των PO₄-P σε σχέση με την κλίση των εξισώσεων μεσουραίου μήκους- ολικού βάρους.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Σχέσεις μεταξύ ολικού, μεσουραίου και σταθερού μήκους σώματος

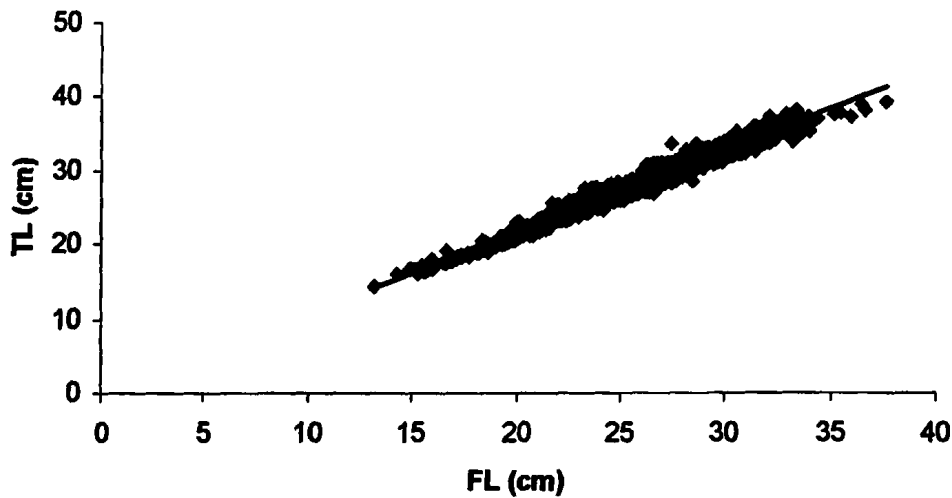
Οι σχέσεις ολικού (TL) και μεσουραίου μήκους (FL), ολικού και σταθερού μήκους (SL), καθώς και μεσουραίου (FL) και σταθερού (SL) μήκους μελετήθηκαν για το σύνολο του πληθυσμού και παρουσιάζονται στις Εικ. 5,6,7. Επίσης μελετήθηκαν οι αντίστοιχες σχέσεις μεταξύ μηκών και σε κάθε λίμνη.

Προσδιορίστηκε η σχέση που συνδέει τα διάφορα μήκη μεταξύ τους και βρέθηκε ότι ήταν απλή γραμμική, της μορφής: $y=a+bx$.

Η σημαντικότητα της παλινδρόμησης εκτιμήθηκε με την ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA).

4.1.α. Σχέσεις μηκών για το σύνολο του πληθυσμού των λιμνών

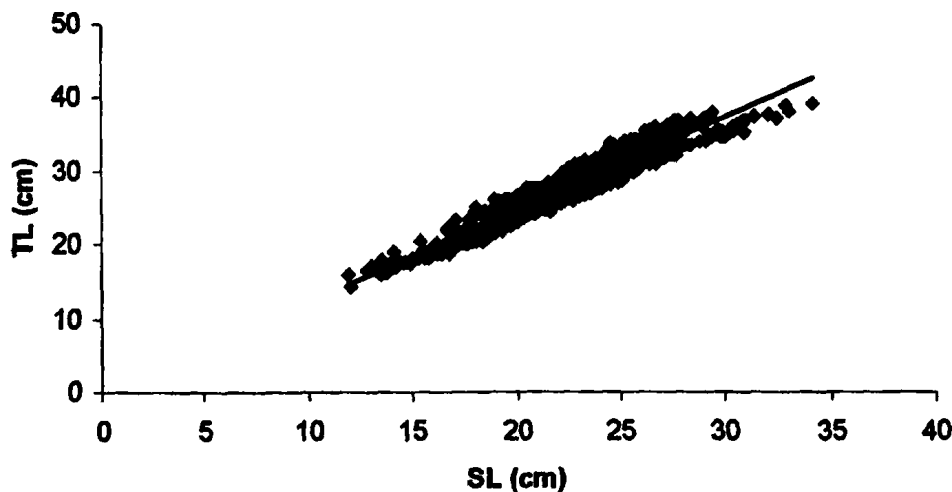
Σχέση μεταξύ ολικού μήκους (TL) και μεσουραίου μήκους (FL)



Εικόνα 5: Σχέση ολικού μήκους (TL)- μεσουραίου μήκους (FL)

Η εξίσωση που συνδέει το ολικό μήκος (TL) με το μεσουραίο μήκος (FL) βρέθηκε ότι ήταν: $TL = 1.1048FL - 0.4795$, ο συντελεστής συσχέτισης ήταν $R^2 = 0.97$ και η πιθανότητα $P < 0.001$.

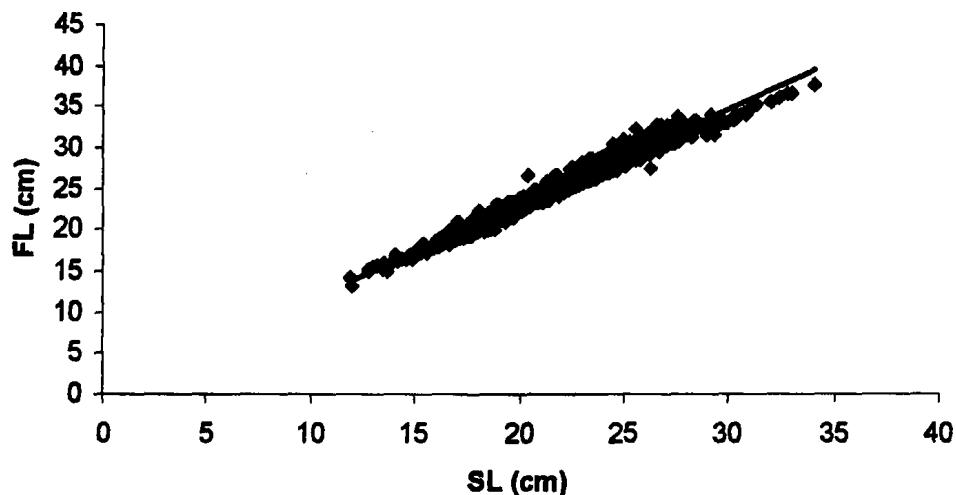
Σχέση μεταξύ ολικού μήκους (TL) και σταθερού μήκους (SL)



Εικόνα 6: Σχέση ολικού μήκους (TL)- σταθερού μήκους (SL)

Η εξίσωση που συνδέει το ολικό με το σταθερό μήκος είναι $TL = 1.2596SL - 0.2776$, ο συντελεστής προσδιορισμού $R^2 = 0.92$ και η πιθανότητα $P < 0.001$.

Σχέση μεταξύ μεσοουραίου μήκους (FL) και σταθερού μήκους (SL)



Εικόνα 7: Σχέση μεσοουραίου μήκους (FL)-σταθερού μήκους (SL)

Η εξίσωση που συνδέει το μεσοουραίο μήκος με το σταθερό μήκος είναι $FL = 1.1528SL - 0.1$, ο συντελεστής προσδιορισμού $R^2 = 0.97$ και η πιθανότητα $P < 0.001$.

4.1.β. Σχέσεις μηκών για κάθε λίμνη

Επίσης μελετήθηκαν οι σχέσεις που συνδέουν τα διάφορα μήκη των ψαριών: ολικού (TL) και μεσοουραίου μήκους (FL), ολικού και σταθερού μήκους (SL) καθώς και μεσοουραίου και σταθερού για κάθε μία από τις έντεκα λίμνες. Στην λίμνη Παμβώτιδα που υπήρχαν και αρκετά αρσενικά μελετήθηκαν οι σχέσεις των μηκών ανά φύλο (Πίν. 3, 4, 5).

Πίνακας 3: Σχέσεις μεταξύ ολικού και μεσουραίου μήκους του *Carassius gibelio*
 TL: ολικό μήκος σε cm, FL: μεσουραίο μήκος σε cm, N το μέγεθος του δείγματος, a και b παράμετροι της γραμμικής παλινδρόμησης

Λίμνη	N	Σχέσεις μηκών	Cof. i. 95%	R ²	P
του b					
Λοσιμαχεια	267	TL = 0.77 + 1.02 FL	0.96-1.08	0.96	<0.001
Παμβώτιδα (Θηλ)	494	TL = 0.33 + 1.08 FL	0.98-1.18	0.96	<0.001
Παμβώτιδα (Αρσ.)	13	TL = 0.64 + 1.07 FL	1.01-1.14	0.99	<0.001
Χειμαδίτιδα	205	TL = 0.12 + 1.12 FL	1.08-1.16	0.93	<0.001
Κερκίνη	51	TL = -1.85 + 1.12 FL	1.03-1.06	0.99	<0.001
Βόλβη	50	TL = 0.15 + 1.06 FL	1.01-1.10	0.98	<0.001
Καστοριά	50	TL = 0.27 + 1.05 FL	1.03-1.06	0.99	<0.001
Βεγορίτιδα	50	TL = 0.34 + 1.04 FL	1.01-1.06	0.99	<0.001
Τριχωνίδα	10	TL = -0.52 + 1.06 FL	0.95-1.18	0.98	<0.001
Μικρή Πρέσπα	17	TL = 0.88 + 1.04 FL	0.90-1.18	0.95	<0.001
Δοϊράνη	51	TL = 0.40 + 1.03 FL	0.99-1.08	0.98	<0.001
Κορώνεια	50	TL = 1.08 + 0.99 FL	0.91-1.09	0.92	<0.001

Πίνακας 4: Σχέσεις μεταξύ ολικού και σταθερού μήκους του *Carassius gibelio*
 TL: ολικό μήκος σε cm, SL: σταθερό μήκος σε cm, N το μέγεθος του δείγματος, a και b παράμετροι της γραμμικής παλινδρόμησης

Λίμνη	N	Σχέσεις μηκών	Cof. i. 95%	R ²	P
του b					
Λοσιμαχεια	267	TL = 1.73 + 1.09 SL	1.03-1.16	0.95	<0.001
Παμβώτιδα (Θηλ)	494	TL = 0.68 + 1.26 SL	1.19-1.33	0.95	<0.001
Παμβώτιδα (Αρσ.)	13	TL = 2.33 + 1.13 SL	0.97-1.28	0.96	<0.001
Χειμαδίτιδα	205	TL = 1.53 + 1.23 SL	1.19-1.26	0.96	<0.001
Κερκίνη	51	TL = 0.44 + 1.16 SL	1.06-1.27	0.91	<0.001
Βόλβη	50	TL = 1.53 + 1.14 SL	1.08-1.19	0.97	<0.001
Καστοριά	50	TL = 0.88 + 1.14 SL	1.12-1.17	0.99	<0.001
Βεγορίτιδα	50	TL = 1.27 + 1.13 SL	1.09-1.16	0.99	<0.001
Τριχωνίδα	10	TL = -0.47 + 1.17 SL	1.03-1.33	0.98	<0.001
Μικρή Πρέσπα	17	TL = 1.17 + 1.15 SL	1.01-1.29	0.95	<0.001
Δοϊράνη	51	TL = 1.15 + 1.12 SL	1.06-1.18	0.97	<0.001
Κορώνεια	50	TL = 1.65 + 1.08 SL	0.96-1.20	0.91	<0.001



Πίνακας 5 : Σχέσεις μεταξύ μεουραίου και σταθερού μήκους του *Carassius gibelio* FL: μεουραίο μήκος σε cm, SL: σταθερό μήκος σε cm, N το μέγεθος του δείγματος, a και b παράμετροι της γραμμικής παλινδρόμησης

Λίμνη	N	Σχέσεις μηκών	Cof. i. 95% του b	R ²	P
Λοσιμαχία	267	FL = 0.99 + 1.07 SL	1.04-1.11	0.98	<0.001
Παμβώτιδα (Θηλ)	494	FL = 0.35 + 1.16 SL	1.12-1.20	0.97	<0.001
Παμβώτιδα (Αρσ)	13	FL = 1.54 + 1.06 SL	0.94-1.18	0.97	<0.001
Χειμαδίτιδα	205	FL = 2.20 + 1.05 SL	1.02-1.09	0.94	<0.001
Κερκίνη	51	FL = 1.97 + 1.04 SL	0.99-1.09	0.97	<0.001
Βόλβη	50	FL = 1.37 + 1.07 SL	1.04-1.10	0.99	<0.001
Καστοριά	50	FL = 0.59 + 1.09 SL	1.08-1.11	0.99	<0.001
Βεγορίτιδα	50	FL = 0.89 + 1.09 SL	1.07-1.10	0.99	<0.001
Τριχωνίδα	10	FL = -0.05 + 1.11 SL	1.08-1.14	0.99	<0.001
Μικρή Πρέσπα	17	FL = 0.83 + 1.09 SL	0.99-1.18	0.98	<0.001
Δοϊράνη	51	FL = 0.74 + 1.08 SL	1.05-1.11	0.99	<0.001
Κορώνεια	50	FL = 0.52 + 1.08 SL	1.01-1.15	0.96	<0.001

Στους Πίνακες 3,4,5 παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι εξισώσεις που συνδέουν τα μήκη μεταξύ τους για κάθε μία από τις έντεκα λίμνες και παρατηρείται ότι ο συντελεστής προσδιορισμού αυτών R² ήταν >0.90 και η πιθανότητα P < 0.001.

4.2. Σχέση μήκους -βάρους

Στη παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η σχέση μήκους-βάρους στην προσπάθεια εκτίμησης της επίδρασης του διαφορετικού λιμναίου οικοσυστήματος στην κατά βάρος αύξηση του ψαριού.

Η σχέση που συνδέει τις δύο αυτές βιολογικές παραμέτρους το βάρος με το μήκος είναι υπερβολική της μορφής: $y = ax^b$.

$$W = aL^b$$

Όπου W = ολικό βάρος

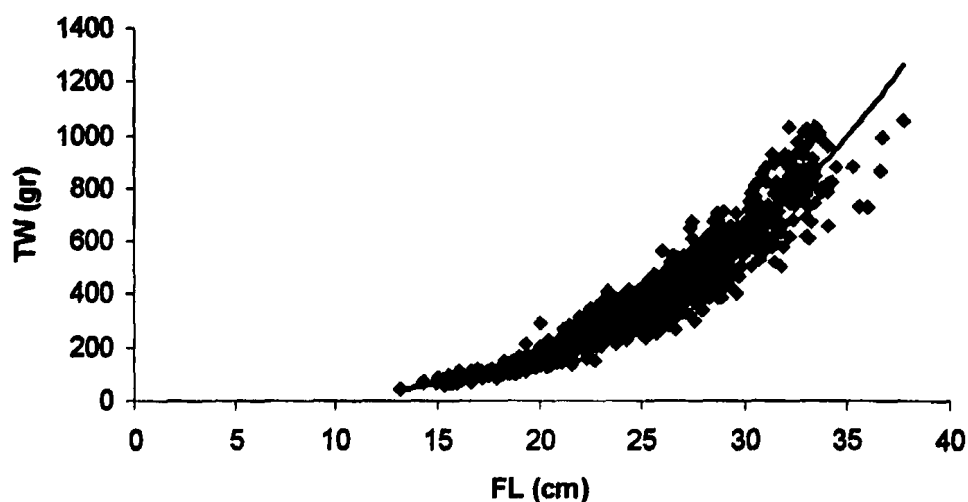
L = το εκάστοτε μήκος (ολικό, μεσοουραίο ή σταθερό)

a, b = σταθερές

Δίνοντας την λογαριθμημένη μορφή της

$$\log W = \log a + b \log L$$

4.2.α. Σχέση μήκους-βάρους για το σύνολο του πληθυσμού των λιμνών



Εικόνα 8: Σχέση μεσοουραίου μήκους (FL)-ολικού βάρους (TW) για το σύνολο των μετρήσεων

Η σχέση ολικού βάρους-μεσοουραίου μήκους μελετήθηκε για το σύνολο των ατόμων και συνδέονται με την εξίσωση $TW = 0.0128FL^{3.1674}$ με $R^2=0.92$ (Εικ. 8).

4.2.β. Σχέσεις μήκους-βάρους για κάθε λίμνη

Η σχέση μήκους-βάρους του *C. gibelio* για κάθε μία από τις έντεκα λίμνες περιλαμβάνεται στον Πίνακα 6.

Τα μήκη και βάρη λογαριθμήθηκαν και στη συνέχεια με την παλινδρόμηση των ελαχίστων τετραγώνων προσδιορίστηκε η γραμμική σχέση τους χρησιμοποιώντας σαν ανεξάρτητη μεταβλητή το βάρος και εκτιμήθηκε η σημαντικότητα της παλινδρόμησης με την ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA).

Για να ελεγχθεί η πιθανότητα σημαντικών διαφορών μεταξύ των φύλων στην λίμνη Παμβώτιδα όπου ένας ικανοποιητικός αριθμός αρσενικών έχουν συλλεχθεί, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA).

Πίνακας 6: Παράμετροι που υπολογίστηκαν από τις σχέσεις μήκους-βάρους για το *Carassius gibelio* στις 11 λίμνες.

Λίμνη	Φύλο	N	Μήκος		Παράμετροι των σχέσεων μήκους-βάρους			
			min	max	a	b	95% c.i. of b	R ²
Λουσιμαχεία	Θηλυκά	267	24.0	29.9	0.066	2.58	2.20-2.96	0.80
Παμβώτιδα	Θηλυκά	494	19.0	34.9	0.019	3.06	2.97-3.14	0.94
Παμβώτιδα	Αρσενικά	13	14.5	28.0	0.044	2.78	2.45-3.10	0.97
Χειμαδίτιδα	Θηλυκά	205	20	32.9	0.060	2.74	2.60-2.88	0.88
Κερκίνη	Θηλυκά	51	25.2	29.9	0.049	2.72	2.40-3.05	0.85
Βόλβη	Θηλυκά	50	21.5	34.0	0.021	2.96	2.74-3.18	0.94
Καστοριά	Θηλυκά	50	15.3	33.3	0.026	2.89	2.73-3.04	0.97
Βεγορίτιδα	Θηλυκά	49	16.2	33.2	0.009	3.25	3.06-3.44	0.96
Τριχωνίδα	Θηλυκά	10	27.8	37.7	0.004	3.38	2.81-3.96	0.95
Μικρή Πρέσπα	Θηλυκά	17	30.9	35.2	0.224	2.33	1.54-3.11	0.73
Δοϊράνη	Θηλυκά	51	17.3	23.7	0.103	2.40	2.07-2.72	0.82
Κορώνεια	Θηλυκά	50	18.3	23.4	0.140	2.36	1.94-2.78	0.72

Το μέγεθος του δείγματος κυμαίνεται από 10 άτομα στην Τριχωνίδα έως 507 στην Παμβώτιδα. Το μεσουραίο μήκος κυμαίνεται από 14,5cm έως 37,7cm.



Στα δείγματα δεν περιλαμβάνονται ιχθύδια ή μικρού μεγέθους άτομα σε καμία από τις λίμνες της μελέτης. Η ηλικία των ατόμων των δειγμάτων κυμαίνονταν από 2 έως 5 έτη.

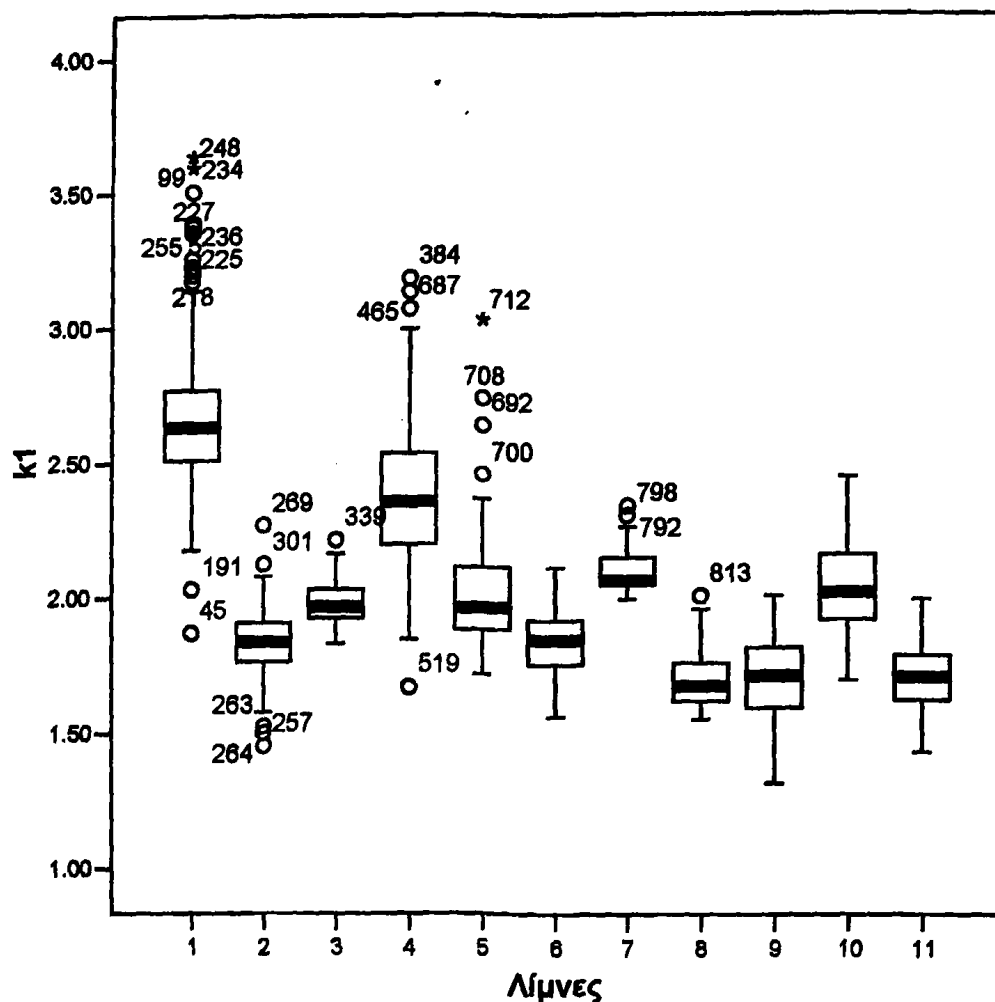
Από τον Πίνακα 6 προκύπτει ότι οι τιμές του συντελεστή προσδιορισμού (R^2) της κάθε εξίσωσης κυμαίνονταν από 0,72 για την Κορώνεια έως 0.97 για τη Καστοριά. Η πιθανότητα (P) είναι σε όλες τις περιπτώσεις < 0.001 γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές μήκους-βάρους σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με τις αντίστοιχες εξισώσεις.

Οι υπολογιζόμενες τιμές της παραμέτρου b κυμάνθηκαν από 2.33 έως 3.38 (Πιν. 6) αν και η εφαρμογή των σχέσεων αυτών πρέπει να είναι οριακή για το συγκεκριμένο εύρος μηκών. Χαμηλές τιμές παρουσιάζονται στην Μικρή Πρέσπα (2.33), Κορώνεια (2.36), Δοϊράνη (2.40) και Λυσιμαχεία (2.58), ενώ οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στην Τριχωνίδα (3.38) και στη Βεγορίτιδα (3.25).

4.3. Συντελεστής ευρωστίας

Ο συντελεστής ευρωστίας του κάθε ψαριού υπολογίστηκε με το συντελεστή Fulton ($K=W/L^3$) (TESCH 1971). Ο συντελεστής Fulton είναι κατάλληλος για σύγκρισεις διαφορετικών ατόμων του ίδιου είδους και παρουσιάζει διαφορές μεταξύ λιμνών ή φύλου (RICKER 1975). Για την σύγκριση μεταξύ λιμνών των τιμών του συντελεστή Fulton χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) (ZAR 1999).

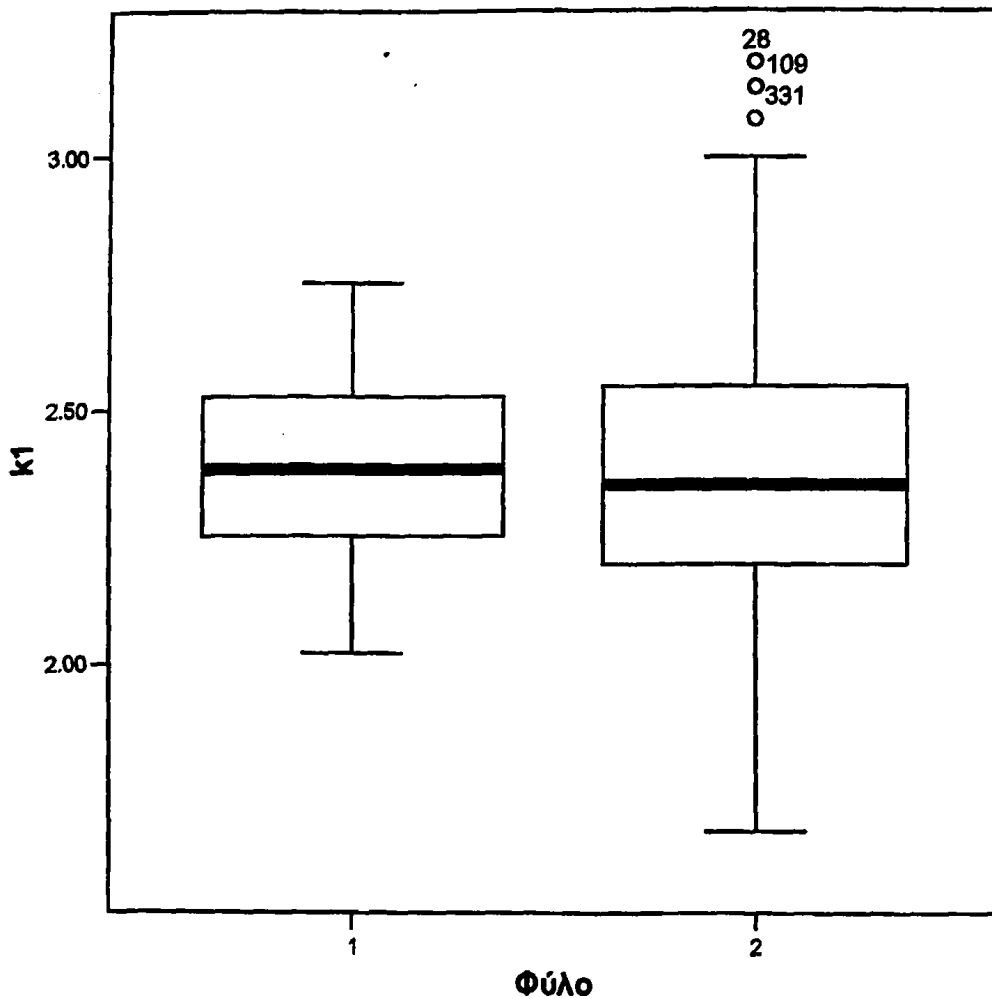
Μελετήθηκε ο συντελεστής ευρωστίας για κάθε λίμνη και παρουσιάζεται στην εικόνα 9, ενώ στην εικόνα 10 παρουσιάζεται ο συντελεστής ευρωστίας στη λίμνη Παμβώτιδα για τα δύο φύλα. Όλα τα άτομα της μελέτης ήταν γενετικά ώριμα και πριν την περίοδο αναπαραγωγής.



Εικόνα 9: Συντελεστής ευρωστίας για κάθε λίμνη
 (1): Χειμαδίτιδα, (2): Καστοριά, (3): Κερκίνη, (4): Παμβώτιδα, (5): Βεγορίτιδα, (6) Βόλβη, (7): Μικρή Πρέσπα, (8): Τριχωνίδα, (9): Δοϊράνη, (10): Κορώνεια, (11): Λυσιμαχεία

Ο συντελεστής ευρωστίας παρουσιάζει υψηλότερες τιμές στην Χειμαδίτιδα (2.67) και στην Παμβώτιδα (2.38) ενώ τις χαμηλότερες τιμές του τις συναντάμε στην Τριχωνίδα (1.72), την Λυσιμαχεία (1.71) και στην Δοϊράνη (1.70).

Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν για τον συντελεστή Fulton σε σχέση με την λίμνη (ANOVA: $F=217.93$; $P<0.001$).



Εικόνα 10: Συντελεστής ευρωστίας για την λίμνη Παμβώτιδα ανά φύλο (1 αρσενικά, 2: θηλυκά)

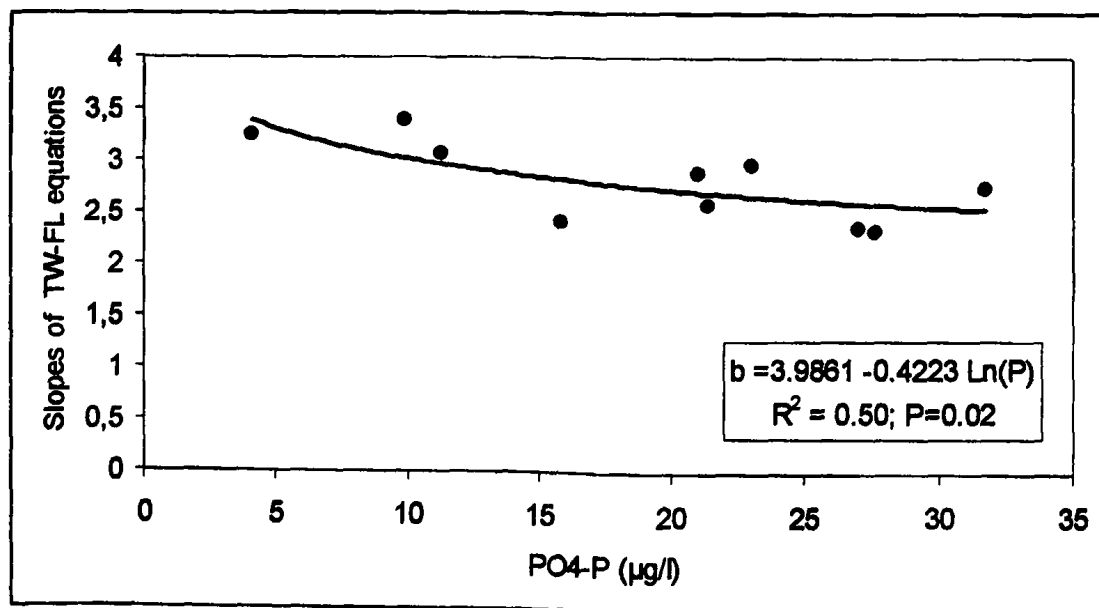
Ο συντελεστής ευρωστίας είναι για τα αρσενικά της λίμνης Παμβώτιδας 2.36 με $Stdev=0.25$ ενώ για τα θηλυκά είναι 2.38 με $Stdev=0.26$. Δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές χρησιμοποιώντας την ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) (ZAR 1999), με $P>0.05$ στις κλίσεις των σχέσεων μήκους-βάρους μεταξύ των δύο φύλων στην λίμνη Παμβώτιδα.

Στις οκτώ λίμνες, συλλέχθηκαν μόνο θηλυκά, ενώ στις υπόλοιπες τρεις βρέθηκε μικρός αριθμός αρσενικών. Στην Παμβώτιδα η αναλογία αρσενικών ήταν 2.6%, στην Κορώνεια 6% και στην Δοϊράνη 7.8%.

Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στον συντελεστή Fulton σε σχέση με την λίμνη (ANOVA: $F=217.93$; $P<0.001$).

4.4. Συσχέτιση συγκεντρώσεων φωσφόρου με την παράμετρο b των εξισώσεων μήκους- βάρους

Χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες ετήσιες τιμές των συγκεντρώσεων του $\text{PO}_4\text{-P}$ (KOUSSOURIS et al., 1989 and ZACHARIAS et al., 2002) οι οποίες συσχετίστηκαν με τις τιμές των κλίσεων των εξισώσεων του ολικού βάρους-μεσουραίου μήκους. Διερευνήθηκαν όλες οι πιθανές εξισώσεις που μπορούν να συνδέουν τις δύο αυτές παραμέτρους και βρέθηκε ότι η λογαριθμημένη εξίσωση παρουσιάζει την καλύτερη προσαρμογή: $b=3.986-0.422\ln(P)$, με συντελεστή προσδιορισμού $R^2= 0.50$ και $P=0.02$ (Εικ.11).



Εικόνα 11. Συσχέτιση μεταξύ των κλίσεων των εξισώσεων μήκους-βάρους του *Carassius gibelio* με την μέση ετήσια τιμή των συγκεντρώσεων των $\text{PO}_4\text{-P}$ (μg/l) των λιμνών

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Σχέσεις μεταξύ ολικού, μεσοουραίου και σταθερού μήκους σώματος

Για την μελέτη των διαφορετικών μηκών επιβάλλεται η αναζήτηση των σχέσεων που συνδέουν τα μήκη μεταξύ τους ώστε να είναι δυνατή σε κάθε περίπτωση η μετατροπή τους από το ένα μήκος στο άλλο και η σύγκρισή τους με αποτελέσματα παρομοίων ερευνών (ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ 1996).

Είναι γεγονός ότι, μετατροπές μεταξύ των μετρήσεων των μηκών μπορεί γενικά να πραγματοποιούνται με απλή γραμμική παλινδρόμηση. Γι' αυτό, οι σχέσεις μήκους-μήκους προσδιορίζονται με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων που μοιάζει με την απλή γραμμική παλινδρόμηση (ANDERSON & GUTREUTER 1983).

Οι σχέσεις που συνδέουν το ολικό μήκος (TL) με το μεσοουραίο μήκος (FL), το ολικό με το σταθερό μήκος (SL) καθώς και το μεσοουραίο με το σταθερό μελετήθηκαν για το σύνολο του πληθυσμού. Παρουσιάζουν συντελεστές προσδιορισμού R^2 υψηλούς (> 0.92) και η πιθανότητα σε όλες τις περιπτώσεις ήταν $P < 0.001$, γεγονός που σημαίνει ότι οι τιμές των βιολογικών παραμέτρων σχετίζονται στατιστικά σημαντικά με τις αντίστοιχες εξισώσεις.

Οι σχέσεις μεταξύ των μηκών μελετήθηκαν και σε κάθε λίμνη. Ο συντελεστής προσδιορισμού για όλες τις εξισώσεις ήταν $R^2 > 0.92$ και η πιθανότητα $P < 0.001$, γεγονός που υποδηλώνει ότι η συσχέτισή τους είναι στατιστικά σημαντική.

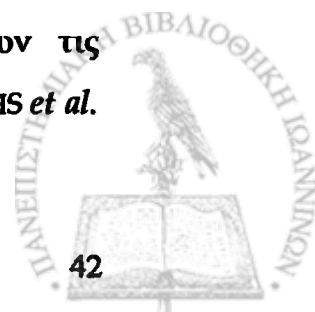
5.2. Σχέση μήκους-βάρους

Ο LECREN (1951) αναφέρει ότι η μελέτη των σχέσεων μήκους-βάρους στα ψάρια χρησιμοποιείται για δύο διαφορετικούς λόγους. Ο πρώτος είναι για την μαθηματική περιγραφή της σχέσης που υπάρχει μεταξύ του μήκους και του βάρους, αλλά κυρίως για να υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού του ενός μεγέθους από το άλλο. Ο δεύτερος είναι για να υπολογιστεί η απόκλιση από το αναμενόμενο βάρος για κάποιο μήκος ψαριού, επειδή συχνά τα ψάρια ανταποκρίνονται σε περιβαλλοντικές αλλαγές με μεταβολή του ρυθμού αύξησής τους.

Η σχέση που συνδέει τις δύο αυτές βιολογικές παραμέτρους το βάρος με το μήκος είναι υπερβολική της μορφής: $y=ax^b$. Οι σταθερές a και b εξαρτώνται από το είδος του ψαριού, την περιοχή δειγματοληψίας, την ηλικία, το φύλο και το στάδιο γενετικής ωρίμανσης. Ο τιμές του εκθέτη b συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 2 και 4 με συνηθέστερη τιμή το 3 (LECREN 1951; WEATHERLEY 1987; BAGENAL & TESCH 1978; ANDERSON & GUTREUTER 1983). Στην περίπτωση που το b ισούτε με το 3 τα ψάρια αυξάνονται ισομετρικά δηλαδή το σχήμα του σώματός τους δεν αλλάζει όσο τα ψάρια μεγαλώνουν. Όταν το $b \neq 3$ τότε τα ψάρια αυξάνονται αλλομετρικά γεγονός που σημαίνει ότι το σχήμα τους αλλάζει όσο μεγαλώνουν (LECREN 1951; RICKER 1975; ANDERSON & GUTREUTER 1983). Ανάλογα με το αν οι τιμές του b είναι στατιστικά μεγαλύτερες ή μικρότερες του 3, τότε αναφερόμαστε σε θετική ή αρνητική αλλομετρική αύξηση αντίστοιχα.

Η σχέση μήκους-βάρους για το σύνολο του πληθυσμού που μελετήθηκε παρουσιάζει μια ισχυρή συσχέτιση με $R^2= 0.92$ και $P<0.001$. Το $b=3.17$ δηλώνει ότι η αύξηση είναι αλλομετρική, παρουσιάζει θετική αλλομετρία, όπως και στους περισσότερους πληθυσμούς (LECREN 1951; RICKER 1975; ANDERSON & GUTREUTER 1983).

Από την συσχέτιση μήκους-βάρους για κάθε λίμνη προέκυψε ότι οι λίμνες Μικρή Πρέσπα, Κορώνεια, Δοϊράνη και Λυσιμαχέα παρουσιάζουν τις μικρότερες τιμές του b (2.33 έως 2.58) (PETRIDIS & SINIS 1997; SKOULIKIDIS *et al.*



1998). Οι λίμνες αυτές είναι μικρές σε έκταση, ρηχές (μέγιστο βάθος 6-10 m), ευτροφικές έως υπερευτροφικές, έπηρεάζονται από απόβλητα καλλιεργειών που συχνά προκαλούν έλλειψη οξυγόνου με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται συχνά φαινόμενα μαζικής θνησιμότητας ψαριών.

Σχετικά υψηλότερες τιμές της παραμέτρου b (2.72 έως 3.06) βρέθηκαν στις λίμνες Κερκίνη, Χειμαδίτιδα, Παμβώτιδα, Καστοριά και Βόλβη. Αυτές οι λίμνες είναι ευτροφικές, σχετικά ρηχές και είναι αποδέκτες γεωργικών απορροών και αστικών λυμάτων (στην περίπτωση της Παμβώτιδας και της Καστοριάς) (ΣΚΟΥΛΙΚΙΔΗΣ *et al.* 1998; ΚΑΓΑΛΟΥ *et al.* 2001). Σε αυτές τις λίμνες κατά καιρούς έχουν παρατηρηθεί φαινόμενα μαζικών θανάτων.

Οι υψηλότερες τιμές της παραμέτρου b βρέθηκαν στις λίμνες Βεγορίτιδα και Τριχωνίδα (3.25 και 3.28 αντιστοίχως). Αυτές οι λίμνες είναι βαθιές (75 m και 58 m αντιστοίχως), σχετικά μεγάλες (43 km² και 97 km² αντιστοίχως), με υψηλές τιμές χρόνου ανανέωσης (9.4 και 9.5 φορές το χρόνο αντιστοίχως). Σύμφωνα με τους Skoulikidis *et al.* (1998), η Βεγορίτιδα κατατάσσεται στις μεσότροφες και η Τριχωνίδα στις oligότροφες προς μεσότροφες (ΤΑΦΑΣ & ECONOMOU-AMILLI 1997; ΣΚΟΥΛΙΚΙΔΗΣ *et al.* 1998).

Η μελέτη των σχέσεων μήκους-βάρους μεταξύ φύλων στην λίμνη Παμβώτιδα, όπου υπάρχουν αρκετά αρσενικά δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0.05$) στις κλίσεις των σχέσεων αυτών, όπως προκύπτει από την ανάλυση της συνδιακύμανσης, που είναι η προτιμότερη μέθοδος για συγκρίσεις μεταξύ των πληθυσμών (BAGENAL & TESCH 1978; WOOTON 1990).

Είναι γνωστό ότι ένας αριθμός παραγόντων επηρεάζουν τη σχέση του μήκους-βάρους στα ψάρια, περιλαμβάνοντας και την φάση της αύξησης, την εποχή, τον βαθμό πλήρωσης του στομάχου, την ωρίμανση των γονάδων, το φύλο, το μέγεθος, την υγεία και γενικά την κατάσταση των ψαριών και των τεχνικών διατήρησης (TESCH 1971).

5.3. Συντελεστής ευρωστίας

Ένας σημαντικός δείκτης της σωματικής αύξησης των ψαριών κατά την διάρκεια μικρών ή μεγάλων περιόδων της ζωής των ψαριών είναι ο συντελεστής ευρωστίας (K) (WEATHERLEY & ROGERS 1978). Χρησιμοποιείται συχνά για συγκρίσεις μεταξύ πληθυσμών του ίδιου είδους που ζουν σε διαφορετικό περιβάλλον (RICKER 1975).

Ο συντελεστής ευρωστίας παρουσίασε μεταβολή ανάλογα με το υδάτινο οικοσύστημα από το οποίο προέρχεται. Η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στη Δοϊράνη, ενώ η υψηλότερη στη Χειμαδίτιδα. Ο LECREN (1951) αναφέρει ότι διαφορές στις τιμές του συντελεστή ευρωστίας (K) για ψάρια ενός είδους που προέρχονται από διαφορετικά οικοσυστήματα, μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της διαφορετικής μορφής του σώματός τους είτε διαφορετικού γενότυπου.

Αρσενικά άτομα συλλέχθηκαν μόνο σε τρεις από τις έντεκα λίμνες. Η αναλογία αρσενικών στις Ελληνικές λίμνες παρουσιάζεται να είναι σημαντικά μικρότερη απ' ότι στην Βορειοανατολική Ευρώπη ή στις Ασιατικές λίμνες (ZHOU *et al.* 2000).

5.4. Συσχέτιση συγκεντρώσεων φωσφόρου με την παράμετρο b των εξισώσεων μήκους- βάρους

Κατά την διάρκεια της μελέτης έγινε μια προσπάθεια να υπολογιστούν οι περισσότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση και εστιάζονται στην επίδραση της τροφικής κατάστασης. Λόγω του ότι οι συγκεντρώσεις των $\text{PO}_4\text{-P}$ είναι ενδεικτικές της τροφικής κατάστασης των λιμνών (OECD 1982), φαίνεται ότι οι τιμές της παραμέτρου b μειώνονται καθώς αυξάνεται η τροφική κατάσταση της λίμνης.

Βρέθηκε ότι ο ρυθμός της κατά βάρος αύξησης των ψαριών παρουσιάζει υψηλότερες τιμές σε μεσότροφες ή oligότροφες λίμνες ενώ παρουσιάζεται

αρνητική συσχέτιση στις εὐτροφες και υπερεὐτροφες λίμνες. Ο φωσφόρος δρα ως περιοριστικός παράγοντας στις περισσότερες λίμνες που μελετήθηκαν (ZACHARIAS *et al.* 2002). Οι JEPPESEN *et al.* (2000) χρησιμοποιώντας στοιχεία από 71 λίμνες της Δανίας με διαφορετικές συγκεντρώσεις φωσφόρου, επίσης έδειξαν ότι το βάρος των κυπρινοειδών μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της συγκέντρωσης φωσφόρου. Και στην συγκεκριμένη μελέτη παρουσιάζεται ότι η τροφική κατάσταση των λιμνών όπως εκφράζεται μέσω της συγκέντρωσης των φωσφορικών επηρεάζει τον ρυθμό αύξησής των ψαριών.

Επειδή οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ενός πληθυσμού και του περιβάλλοντος που διαβιεί είναι περίπλοκες, οι οικολογικές μελέτες θα πρέπει να διερευνούν τις ενδοπληθυσμιακές μεταβολές έτσι ώστε να διακρίνεται ο πραγματικός από τον εικονικό οικολογικό ρόλο του είδους και να τοποθετείται η μελέτη της ιστορίας της ζωής του είδους σε ένα εξελικτικό πλαίσιο (SCHRECK & MOYLE 1990).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι σχέσεις μήκους-μήκους και μήκους-βάρους του *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) περιγράφονται σε 11 λίμνες της Ελλάδος. Συγκρίνονται οι βιολογικοί παράμετροι του μεταξύ των λιμνών και συσχετίζονται με την τροφική κατάσταση αυτών.

Το *Carassius gibelio* είναι ένα αλλογυνογενετικό είδος, το οποίο εισήχθη στις λίμνες της Ελλάδος κατά τα τέλη της δεκαετίας του '70. Εξαιτίας των επιτυχημένων βιολογικών στρατηγικών που εμφανίζει και της χαμηλής εμπορικής του αξίας έχει γίνει κυρίαρχο στα υδάτινα οικοσυστήματα που ζει και δρα ανταγωνιστικά ως προς του ενδημικούς πληθυσμούς.

Μελετήθηκαν 1308 άτομα προερχόμενα από 11 διαφορετικά λιμναία οικοσυστήματα (Λυσιμαχεία, Τριχωνίδα, Παμβώτιδα, Μικρή Πρέσπα, Καστοριά, Βεγορίτιδα, Χειμαδίτιδα, Δοϊράνη, Κερκίνη, Βόλβη και Κορώνεια).

Προσδιορίστηκαν οι σχέσεις μήκους-μήκους και μήκους-βάρους, ο συντελεστής ευρωστίας, και η συσχέτιση των συγκεντρώσεων φωσφόρου με την παράμετρο b των εξισώσεων μήκους-βάρους κάθε λίμνης.

Οι σχέσεις που συνδέουν τα μήκη μεταξύ τους τόσο για το σύνολο του πληθυσμού όσο και για κάθε λίμνη χωριστά, είναι στατιστικά σημαντικές με συντελεστή προσδιορισμού $R^2 > 0.92$ και $P < 0.001$.

Η σχέση μήκους-βάρους για το σύνολο του πληθυσμού παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση $R^2 = 0.92$ και το $b = 3.17$ εμφανίζοντας μια θετική αλλομετρία.

Οι τιμές της παραμέτρου b από τις σχέσεις μήκους-βάρους για κάθε λίμνη, κυμαίνονται από 2.33 έως 3.38 και βρέθηκε ότι διέφεραν ανάλογα με την τροφική κατάσταση της λίμνης: οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται στις oligότροφες ή τις μεσότροφες και οι χαμηλότερες στις εύτροφες.



Ο συντελεστής ευρωστίας κυμάνθηκε από 2.67 έως 1.70 ανάλογα με το οικοσύστημα που ζει το ψάρι. Η αναλογία θηλυκών αρσενικών παρουσιάζετε σημαντικά χαμηλότερη απ' αυτή της Βορειοανατολικής Ευρώπης ή της Ασίας.

Για να μελετηθεί η επίδραση της τροφικής κατάστασης της λίμνης στην αύξηση των ψαριών, η μέση τιμή της ετήσιας συγκέντρωσης των $\text{PO}_4\text{-P}$ κάθε λίμνης συσχετίστηκε με τη τιμή b της εξίσωσης μεσοουραίου μήκους-ολικού βάρους και βρέθηκε ότι αντιπροσωπεύονταν από τη σχέση : $b = 3.986 - 0.422 \ln(\text{PO}_4\text{-P})$. Προέκυψε ότι η τροφική κατάσταση του περιβάλλοντος που διαβιούν οι πληθυσμοί επηρεάζει τον ρυθμό αύξησής τους.

Study of the relationships between length-weight and length-length of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio*) from 11 Greek lakes in relation to their trophic states.

Abstract

The length-weight and the length-length relationships of the Cyprinid fish *Carassius gibelio* (BLOCH 1782) are described for the eleven most important lakes of Greece. *Carassius gibelio* is an allogynogenetic fish species introduced in Greek lakes during the late 70s.

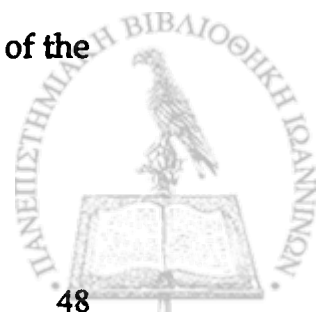
In this study, 1308 individuals of *C. gibelio* from all the lakes were used in order to determine the length-weight and the length-length relationships, Fulton's factor and the concentrations of phosphorus in relation to parameter b of the length-weight equation of each lake.

The relationships between TL, FL and SL for the total population and for each lake separately were all linear (for all cases: $R^2 > 0.92$).

Significant length-weight relationships for all lakes were also observed. The values of the exponent b of the length-weight relationships were ranged from 2.33 to 3.38. The b values varied with the trophic state of the lake. In eutrophic lakes, the b values were significantly ($P < 0.001$) lower than those in oligotrophic or mesotrophic ones.

The Fulton's factor varied from 2.67 to 1.70 depended on the lake. In most of the lakes, populations were constituted from females with the exception of Pamvotis, Doirani and Koronia Lakes where males were also found. The male-female proportion was found to be significantly lower compared to those found in Northeast Europe or Asia.

The relationships between the b values and phosphorus concentrations were logarithmic: $b = 3.986 - 0.422 \ln(P)$. The latter suggests that the trophic state of the lake that each population inhabits affects its growth rate.



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

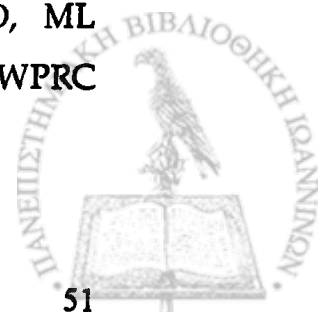
Ξενογλώσση

- ANDERSON R.O. & S.J. GUTREUTER. 1983. Length, weight and associated structural indices. In: Nielsen, L.A. and Johnson D.L. (eds). Fisheries Techniques: 282-300.
- BAGENAL T. & F. TESCH. 1978. Age and Growth. In: Bagenal, T.B. (ed). Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. IBP Handbook No 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp.101-136.
- BINOHLAN C. & D. PAULY. 1998. The length-weight table, In: Froese, R.; Pauly, D. (eds). Fishbase 1998: concepts, design and data sources. ICLARM, Manila, pp. 124.
- BINOHLAN C., FROESE, R. & D. PAULY. 1998. The length-length table, In: Froese, R.; Pauly, D. (eds). Fishbase 1998: concepts, design and data sources. ICLARM, Manila, pp. 121-123.
- BUSACKER G.P., ADELMAN L.R. & E.M. GOOLISH. 1990. Growth. In: Schreck, C.B. & Moyle, P.B. (eds). Methods for fish biology. American Fisheries Society: 363-387.
- CRIVELLI A.J. 1990. Fisheries decline in the freshwater lakes of Northern Greece with special attention for Lake Mikri Prespa. In: van
- CRIVELLI A.J. 1995. Are fish introductions a threat to endemic fresh-water fishes in the northern Mediterranean region? Biol.Conserv. 72: 311-319.

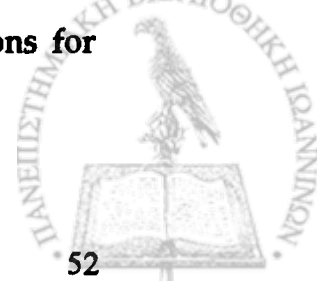
- CRIVELLI A.J., CATSADORAKIS G., MALAKOU M. & E. ROSECCHI. 1997. Fish and fisheries of the Prespa lakes. *Hydrobiologia* 351: 107-125.
- ECONOMIDIS P.S. 1991. Checklist of freshwater fishes of Greece. Recent status of threats and protection. Hellenic Society for the Protection of Nature, Athens, 1-47.
- ECONOMOU A.N., DAOULAS Ch., PSARRAS Th. & R. BARBIERI-TSELIKI. 1994. Freshwater larval fish from lake Trichonis. *J. Fish Biol.* 45, 17-35.
- FOTIS G.D., CONIDIS A., KOUSSOURIS T.S. & A.C. DIAPOULIS. 1993. Fishery dynamics and development in Kastoria Lake, Macedonia, Greece. *Freshenius Environmental Bulletin* 2: 528-533.
- GONÇALVES J.M.S.; BENTES L.; LINO P. G.; RIBEIRO J.; CANARIO A.V.M. & K. ERZINI. 1996. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fish. Res.* 30, 253-256.
- GUI J.F. 1999. Retrospective and prospected of studies on the mechanism of natural gynogenesis in silver crucian carp (*Carassius auratusgibelio*). *Bull Nat Sci Found China* 11:11-16.
- HADJIBIROS K., ECONOMIDIS P.S. & T. KOUSSOURIS. 1997. The ecological condition of major Greek rivers and lakes in relation to environmental pressures. Fourth Euraqua Technical Review "Let the fish speak - The Quality of Aquatic Ecosystems as an Indicator for Sustainable Water Management".
- HELSEY E.T. & L. HAN-LIN. 2004. A Bayesian hierarchical meta-analysis of fish growth: with an example for North American largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Ecological Modeling* 178: 399-416.
- HOLCIK J. 1980. *Carassius auratus* (pisces) in the Danube river. *Acta Sc. Nat. Brno*, 14(11) : 1-43.
- HOLLIS G.E. & A.C. STEVENSON. 1997. The physical basis of the lake Mikri Prespa systems: geology, climate, hydrology and water quality. *Hydrobiologia* 351: 1-19.



- JEPPESEN E., JENSEN J., SONDERGAARD M., LAURIDSEN T. & F. LANDKILDEHUS. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biol.*, 45: 201-218.
- JIANG YG, YU HX, CHEN BD, LIANG SC, SHAN SX, YANG DL, LIN SE & GO SHEN. 1983. Biological effect of heterologous sperm on gynogenetic offspring in *Carassius auratus gibelio*. *Acta Hydrobiol Sinica* 8:1-13.
- KAGALOU I., TSIMARAKIS G. & I. PASCHOS. 2001. Water chemistry and biology in a shallow lake (Lake Pamvotis-Greece). Present state and perspectives. *Global Nest: The Int. J.* Vol 3, No 2, 85-94.
- KAGALOU I., PAPASTERGIADOU E., TSIMARAKIS G. & D. PETRIDIS. 2003. Evaluation of the trophic state of Lake Pamvotis Greece, a shallow urban lake. *Hydrobiologia* 506/509:745-752.
- KALOUS L., MEMIS D. & J. BOHLEN. 2004. Finding of triploid *Carassius gibelio* (Bloch, 1780) (Cypriniformes, Cyprinidae), in Turkey. *Cybium*, 28 (1) 77-79.
- KIMURA S.T., MORI T., KATAOKA K., HOSOYA K., WU H.-L. & K. SUZUKI. 1992. Preliminary report on a collection of freshwater fishes from the Altai District, northern Xinjiang, China. *Bull.Fac. Bioresources, Mie Univ.* 7: 91-105.
- KOTTELAT M. 1997. European freshwater fishes. A heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on the nomenclature and conservation. Section zoology. *Biologia, Bratislava*, vol. 52/Suppl.5: p.p.: 1-271.
- KOUSSOURIS TH., PHOTIS G, DIAPOULIS A & I. BERTAHAS. 1989. Water quality evaluation in lakes of Greece. In: Wheeler D, ML Richardson and J Bridges - Univ. of Surrey (ed) *Proc IAWPRC*



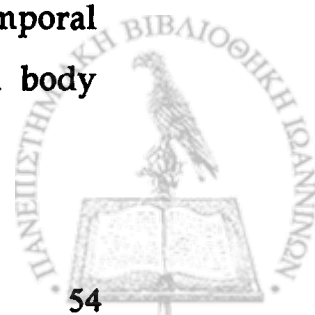
- Conf Watershed 89 The future for water quality in Europe, vol II.
pp 119-128
- KOUSSOURIS TH., DIAPOULIS A., BERTAHAS I. & G. PHOTIS. 1991. Evaluating trophic status and restoration procedures of a polluted lake, Lake Kastoria, Greece. *GeoJournal* 23: 153-161.
- LE GREN E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch *Perca fluviatilis*. *J. Anim. Ecol.* 20: 201-219.
- MILLAR R.B. & R.A. MYERS. 1990. Modelling Enviromentally Induced Changes in Growth for Atlantic Canadia Cod Stocks. *ICES CM* 1990/G: 24.
- MOUSTAKA-GOUNI M. 1989. Temporal and spatial distribution of chlorophyll a in lake Volvi, Greece. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 82: 475-485.
- MOUSTAKA-GOUNI M. & G. NIKOLAIDIS. 1990. Phytoplankton of a warm monomictic lake, Lake Vegoritida, Greece. *Arch. Hydrobiol.* 119: 299-313.
- MOURKIDES G.A., KATSANOS A.A. & M. TZOUMESI. 1983. Elemental analysis of waters and sediments by external Beam PIXE. Part. 1. Vegoritida lake, Greece. *Chemistry in Ecology*, 1: 245-259.
- MUUS B.J. & P. DAHLSTROM. 1999. *Freshwater Fish. G.E.G. gads. Forlag, Denmark.*
- NIKOLAIDIS N., KOUSSOURIS TH., FOTIS G. & E. PAPACHRISTOU. 1985. Trophic status assessment of lake Vegoritida, Greece, *ISEM Journal*, 7: 11-26.
- OECD. 1982. *Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.*
- PASCHOS I., NATHANAILIDES C., TSOUMANI M., PERDIKARIS C., GOUVA E. & I. LEONARDOS. 2004. Intra and inter-specific mating options for



- gynogenetic reproduction of *Carassius gibelio* (Bloch, 1783) in Lake Pamvotis (NW Greece). Belg. J. Zool. 134 (1): 55-60.
- PAULOVITS G., TATRAI I., MATYAS K., KORPONAI J. & N. KOVATS. 1998. Role of Prussian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) in the nutrient cycle of the Kis-Balaton Reservoir. Int. Rev. Hydrobiol. 83, Suppl.: 467-470.
- PELZ G.R. 1987. Der Giebel: *Carassius auratus gibelio* oder *Carassius auratus auratus*? Natur und Museum, 117: 118-129.
- PENAZ M., P. RAB & M. PROKES. 1979. Cytological analysis gynogenesis and early development of *Carassius auratus gibelio* Acta Sc. Nat. Brno, 13: 1-33.
- PETRAKIS G. & K.I. STERGIOU. 1995: Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. Fish. Res. 21, 465-469.
- PETRIDIS D. & A. SINIS. 1997. The benthic fauna of Lake Mikri Prespa. Hydrobiologia 351: 95-105,
- RICKER W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. B. Can. no 191, 1-382.
- RIEHL R. & H.A. BAENSCH. 1991. Aquarian Atlas. Bd.3. Melle: Mergus, Verlag for nature-und Heimtierkunde, Germany. pp. 1104 .
- ROMERO R.J., KAGALOU I., IMBERGER J., XELA D., KOTTI M., BARTZOKAS A., ALBANIS T., EVMERIDES N., KARKAMOUNAS S., PAPAGIANNIS J. & A. BITHAVA. 2002. Seasonal water quality of shallow and eutrophic Lake Pambotis, Greece: implication for restoration. Hydrobiologia 474:91-105.
- SCHRECK C. & MOYLE P. 1990. Methods for Fish Biology. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA.
- SINCLAIR A.F., SWAIN D.P. & J.M. HANSON. 2002. Disentangling the effects of size-selective mortality, density, and temperature on length-at-age. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59, 373-382.



- SKOULIKIDIS N., BERTAHAS I. & T. KOUSSOURIS. 1998. The environmental state of freshwater resources in Greece (rivers and lakes). *Environmental Geology*: 36 (1-2) 1-17.
- STERBA G. 1987. *Susswasserfische der Welt*. Urania, Leipzig, 915 p.p.
- TAFAS T. & A. ECONOMOU-AMILLI. 1997. Limnological survey of the warm monomictic lake Trichonis (central western Greece).
II. Seasonal phytoplankton periodicity -a community approach. *Hydrobiologia* 344: 141-153, 1997.
- TEITLER N.M. & K. FUJITA. 1993. The genus *Carassius*: an overview. p.47. In Fourth Indo-Pacific Fish Conference, Bangkok. Program and abstracts.
- TEMPONERAS M., KRISTIANSEN J. & M. MOUATAKA-GOUNI. 2000. Seasonal variation in phytoplankton composition and physical-chemical feature of the shallow Lake Doirani, Macedonia, Greece. *Hydrobiologia* 424: 109-122.
- TESCH F.W. 1971. Age and growth in Ricker, W.E. (ed). *Fish production in Fresh Waters*, Blackwell, Oxford, pp. 98-130.
- WEATHERLEY A.H. & S.C. ROGERS. 1978. Some aspect of age and growth. In: S.D. GERKING (ed). *Ecology of freshwater fish production*. Blackwell scientific publications. Oxford. pp.52-75.
- WEATHERLEY A.H. & H.S. GILL. 1987. *The biology of fish growth*. London: Academic Press.
- WEISS K.M. & S.M. FOLLERTON. 2000. Phenogenetic drift and the evolution of genotype-phenotype relationships.
- WOOTTON R. J. 1990. *Ecology of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London. 404 pp.
- XIE S., ZHU X., Cui Y., WOOTTON R., LEI W. & Y. YANG. 2001. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Journal of Fish Biology* 58: 999-1009.



- YU H.X. 1982. Cytological observation on gynogenesis in silver crucian carp. *Acta Hydrobiol Sinica* 7:481-487.
- ZACHARIAS I. 1998. Numerical modeling of winter circulation in lakes. *Environ. Software* 12: 311-321
- ZACHARIAS I., BERTACHAS I., SKOULIKIDIS N. & Th. KOUSSOURIS. 2002. Greek Lakes: Limnological overview. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 7: 55-62.
- ZAR J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4th edn. Prentice - Hall, New Jersey, 663 pp + App.
- ZHOU L., WANG Y. & J.-F. GUI. 2000. Genetic evidence for gonochoristic reproduction in gynogenetic silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) as revealed by RAPD assays. *J. Mol. Evol.* 51: 498-506.
- ZHOU L., WANG Y. & J.-F. GUI. 2001. Molecular analysis of silver crucian carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch) clone by SCAR markers. *Aquaculture* 201: 219-228.

Ελληνική

- ZARΦΤΖΙΑΝ Μ.Η. 1989. Εποχικές διακυμάνσεις και χωρική κατανομή των πλαγκτονικών ασπόνδυλων της λίμνης Βόλβης. Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ, 249 σελ.
- ΚΑΡΑΝΔΕΙΝΟΣ Μ. (Υπ. Προγράμματος). 1992. Το Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων σπονδυλοζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, WWF, Αθήνα, 356 σελ.
- ΚΑΤΣΑΔΩΡΑΚΗΣ Γ., ΜΑΛΑΚΟΥ Μ. & A.J. CRIVELLI. 1996. Η μπράνα των Πρεσπών, *Barbus prespensis*, Karaman 1924, στη λεκάνη των



Πρεσπών, βορειοδυτική Ελλάδα. Έκδοση του Tour du Valat, Arles 79 σελ.

ΚΙΛΙΚΙΔΗΣ Σ., ΚΑΜΑΡΙΑΝΟΣ Α., ΦΩΤΗΣ Γ., ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ Θ., ΚΑΡΑΜΑΝΛΗΣ Ξ. & Κ. ΟΥΖΟΥΝΗΣ 1984. Οικολογική Έρευνα στις Λίμνες της Β. Ελλάδας, Αγ. Βασιλείου, Δοϊράνη, και Βιστωνίδα. Προϋποθέσεις για την εγκατάσταση σταθμού αναπαραγωγής ιχθύων. *Επ. Επετ. Κτην., Α.Π.Θ.*, 269 - 439.

ΚΟΥΜΑΝΤΑΡΑΚΗΣ Ι. & Δ. ΔΗΜΗΤΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ. 1997. Μελέτη των πιθανών επιπτώσεων στο υδατικό καθεστώς της λίμνης Χειμαδίτιδας από την εκμετάλλευση του λιγνιτωρυχείου Αμυνταίου. Πρακτικά 5^{ου} Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας: 334-345.

ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ Θ., ΔΙΑΠΟΥΛΗΣ Α. & Γ. ΦΩΤΗΣ. 1985. Αξιοποίηση και προστασία των εσωτερικών υδάτων της χώρας II. Λίμνη της Καστοριάς. *ΙΝΣΤ. ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΛΙΕΥΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ*. Ειδική έκδοση 10, 112 σελ.

ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ Ι. 1996. Δυναμική πληθυσμών της Ζαμπαρόλας (*Aphanius fasciatus* Nardo, 1827) στις λιμνοθάλασσες Μεσολογίου και Αιτωλικού. Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., 198 σελ.

ΛΕΟΝΑΡΔΟΣ Ι., Π. ΚΑΘΑΡΙΟΣ & Χ. ΧΑΡΙΣΗΣ. 2001. Ηλικία αύξηση και θνησιμότητα του *Carassius auratus gibelio* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Cyprinidae) στην λίμνη Λυσιμαχία (Δυτ. Ελλάδα). Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. 257-259.

ΜΟΥΣΤΑΚΑ Μ. 1989. Εποχιακές διακυμάνσεις, ετήσια περιοδικότητα και χωρική κατανομή των φυτοπλαγκτονικών πληθυσμών της λίμνης Βόλβης. Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ, 230 σελ.

ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ Γ. 1985. Λίμνες της Βορείου Ελλάδος. V. Η Δοϊράνη. Η τροφική της κατάσταση, 1982-1985. Γεωργική Έρευνα 9: 455-474.

ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ Γ.Α., ΦΑΧΑΤΙΔΗΣ Π., ΜΥΛΩΘΡΙΔΟΥ Α.Α. & Ε. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ-ΜΟΥΡΚΙΔΟΥ. 1995. Το ίζημα της λίμνης



- Βεγορίτιδας: Κλασμάτωση, Προσρόφηση και Έκλωση Φωσφορικών. Γεώτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 6 (3): 47-52.
- ΜΟΥΡΚΙΔΗΣ Γ., ΦΑΧΑΝΤΙΔΗΣ Π., ΜΥΛΩΘΡΙΔΟΥ Α. & Ε. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ-ΜΟΥΡΚΙΔΟΥ. 1996. Το επιφανειακό ίζημα της λίμνης Καστοριάς. Κλασμάτωση, προσρόφηση και έκλωση των φωσφορικών. Γεωτεχνικά Επιστημονικά θέματα 7: 27-36.
- ΝΤΑΟΥΛΑΣ, Χ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, Α. ΨΑΡΑΣ, Θ. ΜΠΑΡΜΠΕΡΙ-ΤΣΕΛΙΚΗ, Ρ. ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ, Κ. ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ, Θ. ΔΙΑΠΟΥΛΗΣ, Α. ΜΠΕΡΤΑΧΑΣ, Η. ΠΑΚΟΣ, Β. & Κ. ΓΚΡΙΤΖΑΛΗΣ. 1993. Λιμνολογική, ιχθυολογική και αλιευτική διερεύνηση της λίμνης Τριχωνίδας. Τεχνική Έκθεση ΕΚΘΕ, 177 σελ.
- ΝΤΑΦΗΣ Σ. ΠΑΠΑΣΤΕΡΓΙΑΔΟΥ Ε. ΓΕΩΡΓΙΟΥ Κ. ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ Δ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ Θ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ Μ. ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ Θ. & Β. ΤΣΙΑΟΥΣΗ. 1997. Οδηγία 92/43/ΕΟΚ: Το έργο οικοτόπων στην Ελλάδα. Δίκτυο Φύση 2000. Συμβόλαιο αριθμός Β4-3200/84/756, Γεν. Διευθυνση ΧΙ. Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορία-Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων. Σελ.: 932
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Γ.Β. 1991. Βιονομική μελέτη της βενθικής μακροπανίδας της λίμνης Βόλβης. Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ, 211 σελ.
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π.Σ. 1986. Ναι ή όχι στους εμπλουτισμούς; (Τα καλά και κακά της εισαγωγής ξενικών ειδών σε παραγωγικά υδάτινα συστήματα). Αλιευτικά Νέα, 64: 47-51.
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π. Σ. 1992. Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων σπονδυλόζων της Ελλάδας. Ψάρια. Ελληνική Ζωολογική Εταιρία, Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία και World Wide found for Nature: σελ. 41-81.
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π.Σ. 1993. Η μοναδικότητα της ιχθυοπανίδας των Πρεσπών. Πρακτικά 15^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρίας Βιολογικών Επιστημών: 22-24.

- ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α., ΜΠΑΡΜΠΕΡΙ, Ρ. ΝΤΑΟΥΛΑΣ, Χ. ΨΑΡΑΣ, Θ. ΣΤΟΥΜΠΟΥΔΗ, Μ. ΜΠΕΡΤΑΧΑΣ, Η. ΓΙΑΚΟΥΜΗ, Σ. & Α. ΠΑΤΣΙΑΣ. 1999. Απειλούμενα ενδημικά είδη ψαριών του γλυκού νερού της Δυτικής Ελλάδας και Πελοποννήσου - κατανομή, αφθονία, κίνδυνοι και μέτρα προστασίας. ΕΚΘΕ (πρόγραμμα ΠΕΝΕΔ), σελ. 341 και 4 Παραρτήματα.
- ΠΑΣΧΟΣ Ι., Ι.ΚΑΓΚΑΛΟΥ & Α. ΝΑΤΣΗΣ. 1995. Διαχειριστική Μελέτη Λίμνης Παμβώτιδας Ιωαννίνων. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ιωαννίνων- Δημοτική Επιχείρηση Λίμνης Ιωαννίνων.
- ΠΑΣΧΟΣ Ι., ΝΑΘΑΝΑΗΛΙΔΗΣ Κ., ΣΑΜΑΡΑ Α., ΓΚΟΥΒΑ Ε. & Μ. ΤΣΟΥΜΑΝΗ. 2001. Αναπαραγωγική συμπεριφορά, ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και προβλήματα περιορισμού και ελέγχου του πληθυσμού της πεταλούδας (*Carassius auratus gibelio*) στην Παμβώτιδα. Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων. 245-248.
- ΠΑΥΛΙΔΗΣ Γ., ΓΚΟΥΤΝΕΡ Β., ΖΑΡΦΤΖΙΑΝ Μ., ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΤΖΩΡΤΖΗ Π., ΚΟΚΚΑΣ Δ. & Χ. ΕΜΙΝΟΓΛΟΥ. 1984. Πρόγραμμα οριοθέτησης υγροτόπων σύμβασης Ramsar. Α' φάση, Υγροβιότοπος λιμνών Κορώνειας-Βόλβης. Δ/ση Περιβάλλοντος ΥΧΟΠ, 146 σελ.
- ΤΣΙΟΥΡΗΣ Σ. (Υπεύθυνος Σύνταξης). 1996. Ειδικό διαχειριστικό σχέδιο για την περιοχή Λίμνες Χειμαδίτιδα-Ζάζαρη (Gr 1340005). Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας-Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων και Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ\νίκης, Θέρμη 212 σελ.
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ 1999. «Αλιευτική Διαχείριση Λιμνών (Φυσικών και Τεχνητών) και Αξιοποίηση των Υδάτινων Πόρων Ορεινών και μειονεκτικών Περιοχών. ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ Τμήμα: Ιχθυοκομίας- Αλιείας. PESCA.
- ΦΩΤΗΣ Γ., ΠΑΠΑΧΡΗΣΤΟΥ Ε., ΚΟΥΣΟΥΡΗΣ Θ. & Ε. ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΙΔΗΣ. 1986. Λίμνη Βεγορίτιδα (Προβλήματα και προτάσεις για βελτίωση). Υπ. Βορείου Ελλάδας, 40 σελ.



ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε., ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ Χ., ΤΖΙΜΟΠΟΥΛΟΣ Χ.,
 ΣΥΡΙΔΗΣ Α., ΠΑΓΙΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Ε., ΤΣΙΤΣΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ
 Α., ΠΑΛΙΚΑΡΙΔΗΣ Χ., ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ Κ., ΜΑΡΙΝΟΣ Π., ΚΑΒΒΑΔΑΣ Μ.,
 ΠΕΡΛΕΡΟΣ Β., ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ Κ., ΜΗΤΡΑΚΑΣ Μ., ΝΤΟΤΣΙΚΑ Ε.,
 ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ Δ., ΔΡΟΣΟΣ Ε., ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ Π., ΤΣΑΚΙΡΗ Ε.,
 ΔΙΑΜΑΝΤΗ Γ., ΒΟΓΙΑΤΖΗΣ Β., ΖΑΡΦΤΣΙΑΣ Μ., ΤΣΑΧΑΛΙΔΗΣ Σ.,
 ΛΑΟΠΟΥΛΟΣ Θ. & Κ. ΚΟΣΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ. 1995. Έρευνα εκτίμησης
 και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της λεκάνης του κάτω
 Αχελώου για την ανάπτυξη και την περιβαλλοντική αναβάθμιση
 του δέλτα των λιμνοθαλασσών του και του συνόλου της περιοχής.
 Τεχνική Έκθεση, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. 3
 τεύχη 498, 261 και 221 σελ. αντίστοιχα.